

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
OERLIKON BARMAG GmbH (Німеччина)
THYSSENKRUPP MATERIALS INTERNATIONAL GmbH (Німеччина)
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»
ТОВ «БАХ-ІНЖИНІРИНГ»
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЛОДЗЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (Польща)
БАТУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. Ш. РУСТАВЕЛІ (Грузія)
ПАТ «САН ІНБЕВ УКРАЇНА»



Матеріали VI міжнародної
науково-практичної конференції

«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

26 - 29 квітня 2016 р.
м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
К63

Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2016): матеріали тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції (26–29 квітня 2016 р., м. Чернігів). – Чернігів: ЧНТУ, 2016.– 356 с.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.е.н., проф. Шкарлет С.М., ректор ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Ступа В.І., завідувач кафедри ТМД ЧНТУ, м. Чернігів
доктор Шефер Клаус віце-президент компанії Oerlikon Barmag GmbH, Німеччина
Штильгер Мартін директор відділення «Матеріали для Східної Європи» компанії ThyssenKrupp GmbH, Німеччина
д.т.н., проф. Бобир М.І., директор Механіко-машинобудівного інституту, НТУУ «КПІ»
д.т.н., проф. Андренко П.М., професор кафедри ГПА НТУУ «ХПІ», м. Харків
д.т.н., проф. Дмитрієв Д.О., професор кафедри ОКМ ХНТУ, м. Херсон
д.е.н., проф. Ільчук В.П. завідувач кафедри фінансів ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький завідувач кафедри МРВОАВ ВНТУ м. Вінниця
д.т.н., проф. Казимир В.В., проректор з наукової роботи ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Кальченко В.І., завідувач кафедри АТ та ГМ ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Кальченко В.В., проректор з науково-педагогічної роботи ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Ковалевський С.В., завідувач кафедри ТМ ДДМА ,м. Краматорськ
д.т.н., проф. Кузнецов Ю.М., професор кафедри КВМ НТУУ «КПІ», м. Київ
д.т.н., проф. Орловський Б.В. завідувач кафедри МЛП КНУТД, м. Київ
д.т.н., проф. Павленко П.М., заступник директора з НМР інституту ІДС НАУ, м. Київ
д.т.н., проф. Пальчевський Б.О., завідувач кафедри кафедри ПАВП ЛНТУ, м. Луцьк
д.т.н., проф. Пінчевська О.О., завідувачка кафедри ТД НУБіПУ, м. Київ
д.т.н., проф. Пилипенко О.І., професор кафедри ТЗ та Б ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Радзевич С.П., APEX Tool Group, LLC, США
д.т.н., проф. Сахно Є.Ю., завідувач кафедри управління якістю та проектами ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Сиза О.І., завідувачка кафедри ХТ ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Струтинський В.Б., завідувач кафедри КВМ НТУУ «КПІ», м. Київ
д.т.н., проф. Тіхенко В.М., завідувач кафедри МРВМС ОНПУ, м. Одеса
д.т.н., проф. Філоненко С.Ф., директор інституту ІДС НАУ, м. Київ
д.т.н., проф. Федориненко Д.Ю., професор кафедри ТМД ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Шахбазов Я.О., завідувач кафедри ТМ і ПМ УАД, м. Львів

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

д.т.н., проф. Федориненко Д.Ю. тел:(063) 469 14 12
к.т.н., доц. Сапон С.П. тел:(097) 384 41 97
к.т.н. Космач О.П., тел:(063) 335 39 34

КООРДИНАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ

Сапон Сергій Петрович, тел. 097 3844197, e-mail: s.sapon@gmail.com

*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

Klaus Schäfer Creating the future implement business ideas successful	13
Dietmar Jenke Mitarbeiterbindung und motivation in einem anspruchsvollen tätigkeitsumfeld am beispiel der ingenieurdienstleistung	18
Андренко П.Н., Лурье З.Я. Направление развития объемных гидроприводов	27
Кузнецов Ю.Н. Учебно-исследовательская лаборатория малогабаритных станков с компьютерным управлением на модульном принципе	29

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ СЕКЦІЙНИХ ЗАСІДАнь

СЕКЦІЯ 1

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА»

Radzevich S.P. On infeasibility of generating of geometrically accurate form gear teeth in generating methods of gear machining	32
Ковальова Л.І., Майданюк С.В. Визначення зусиль різання круглими пилками з різнонаправленими зубцями	34
Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю. Вплив режимів різання на шорсткість поверхонь при шліфуванні зносостійких композитів	35
Добротворський С.С., Басова Є.В., Головатий Р.В. До питання забезпечення якості обробки тонкостінних деталей	37
Васильєв А.В., Попов С.В. Оптимізація зусиль затискання ручних затискних пристроїв	38
Терлич С.В., Калнауз А.О., Гречко В.В. Удосконалення фрикційних вантажо-захоплюючих пристроїв для судноремонтної промисловості	39
Нестеренко Ю.Г., Серков Є.А. Створення внутрішньої бібліотеки підшипників кочення в системі «T-FLEX-CAD»	41
Веселовська Н.Р., Яремчук О.А. Підвищення надійності ресурсу машин методами активного віброзахисту	42
Дмитрієв Д.О., Русанов С.А., Кеба П.В., Півень С.М. Зовнішні модулі для прогнозування та управління складними рухами ланок механізмів паралельної структури	44
Мурзин Л.М. Введение в проблематику прогноза усталости при изготовлении деталей резанием	47
Пилипенко В.М. Технология получения стержневых элементов конструкций летательных аппаратов плетельно пултрузионным методом формования	49
Сеник А.А. Технологія виготовлення згортних шкворневих втулок та їх використання у ходовій частині деяких автомобілів	50
Малафєєв Ю.М., Кобзаренко Д.А., Еммер Т. Обработка плоских поверхностей комбинированым инструментом	52
Гусачук Д.А., Парфентьева І.О., Зайчук Н.П. Особливості холодного видавлювання високомідистих чавунів	54

Малафєєв Ю.М., Кобзаренко Д.А., Карпушевський Б. Випробування комбінованого інструменту на дослідному стенді	56
Бубліченко С.В. Математична модель технологічного процесу різання монокристалів кремнію	58
Рудик А.В., Венжега В.І., Пасов Г.В. Дослідження теплової напруженості обробки торцевих поверхонь на верстаті 3342 АДО	60
Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Крупа В. В. Інструменти з попарно-асиметричним розміщенням лез для обробки глибоких циліндричних отворів	62
Ищенко Е.А. Разработка способов повышения качества полимерных покрытий направляющих станков	64
Митрохін О.А., Клименко А.В. Математичне моделювання формування параметрів профілю поверхні обробки матеріалу	65
Шевченко О.В., Гончаренко Л.О. Зниження інтенсивності коливань борштанги при розточуванні на токарних верстатах	66
Митрохин А.А., Удовенко М.Ю. Исследование комбинированной обработки материалов	69
Міранцов С.Л., Тулупов В.І., Онищук С.Г. Вдосконалення методів комбінованої обробки поверхонь деталей машин на основі точіння з електроімпульсним нагріванням	70
Кальченко В.І., Кальченко В.В., Следнікова О.С. Дослідження процесу двохстороннього торцешліфування деталей з прямокутним профілем	72
Кальченко В.І., Кальченко В.В., Винник В.О. Дослідження процесу двохстороннього шліфування торців несиметричних циліндричних деталей	75
Шевченко О.В., Нгуєн Зуї Фионг. Різцетримач для ультразвукової токарної обробки	77
Кривий П.Д., Дзюра В.О., Тимошенко Н.М. Вплив кривини циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням на її шорсткість	80
Біланенко В.Г. Визначення складових сили різання для токарного оброблення	82
Біланенко В.Г. Практичні закономірності проектування технологічних процесів оброблення різанням	84
Космач О.П., Хоменко А.С. Модельні аспекти руйнування композиційних матеріалів під дією поперечної сили	86
Космач О.П., Товстуха О.Д. Дослідження механічного руху елементів технічних систем при зміні характеру рухомих з'єднань	88
Дубенець В.Г., Савченко О.В., Деркач О.Л. Активне демпфірування нестационарних коливань балки з електров'язкопружними накладками	90
Пузырь Р.Г., Дикая Л.Э. Экспериментальное исследование технологического процесса изготовления стальных ободьев колес	92
Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кужельний Я.В. Визначення температури різання під час шліфування вала зі схрещеними осями деталі та круга	94
Іскович-Лотоцький Р.Д., Івашко Є.І., Кучковський О.С. Охолоджувальна система шпиндельного вузла установки для розпилення порошків вольфраму	96
Литвин О.В., Гаврушквич Н.В. Багатоваріантна структура компонувань затискних патронів для токарної обробки нежорстких деталей	98

Ігнатенко А.С. Нестационарні коливання балки із в'язкопружного матеріалу при дії теплового удару	100
Литвин О.В., Ящук І.Р. Синтез конструкцій затискних патронів для токарної обробки осесиметричних тіл	102
Проц Л.А., Лавріненко В.І. Формування пластин із композитних матеріалів на основі боросилікатного скла з напівпровідниковими нанокристаллами $CdSe_{1-x}Te$	104
Федориненко Д.Ю., Космач О.П., Сапон С.П., Цеков Б.В. Методика аналізу енергоефективності процесів механічної обробки на токарних верстатах	105
Верба І.І., Яхно А.С. Деякі особливості розрахунку режимів навантаження багатоцільових верстатів	106
Буря А.И., Ерєміна Е.А. Влияние металлических наполнителей на физико – механические свойства металлополимеров	108
Буря О.І., Набережна О.О. Дослідження механічних характеристик органопластиків на основі фенілолу С-1	110
Буря А.И., Томина А. – М.В., Турченко Ю.А., Веремейченко Н.А. Влияние содержания волокна оксалон на триботехнические характеристики органопластиков на основе фенилона С – 1	112
Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Гуржій А.А. Математичний опис траєкторій руху інструменту на верстатах з паралельними кінематичними структурами	114
Ткаченко Б.О., Яровий Ю.В. Застосування методу розмірних ланцюгів для розрахунку похибки базування верстатних пристроїв	115
Струтинський В.Б., Колот О.В., Чуприна В.М. Обґрунтування розробки верстата-робота із самоформуючими стрижневими структурами	116
Струтинський С.В. Інноваційна елементна база систем приводів для складних просторових переміщень об'єктів машинобудування	117
Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я. Застосування методів гідромеханіки при дослідженні процесів швидкісного різання металів	118
Кулікова О.І., Клименко С.А., Копєйкіна М.Ю. Аналіз висоти нерівностей поверхні при обробці лезовим інструментом	119
Струтинський В.Б., Дем'яненко А.С. Побудова твердотільної моделі оброблюваної деталі в умовах невизначеності баз	121
Хомяк Ю.М., Ярова І.А., Яровий Ю.В. Дослідження вигину днищ змінної товщини	122
Шелепко О.В., Кириченко А.М. Модулювання руху багатокоординатного верстата паралельної структури «Пентапод»	124
Метак Мохамед Аль Ібрахімі, Кириченко А.М. Вдосконалення багатокоординатних верстатів паралельної структури введенням надлишкових приводів	126
Іскович-Лотоцький Р.Д., Міськов В.П. Електрогідравлічна система керування інерційним вібропрес-молотом	127
Кологойда А.В. Шліфування голчастої гарнітури валиків текстильних машин зі схрещеними осями інструмента та деталі	128
Третьак В.В. Можливості системи автоматизованого проектування імпульсних технологій	130

Куриляк В.В. Результати постановки експерименту при дослідженні міцнісних характеристик органічного скла	131
Анастасенко С.М., Григурко І.О. Технологія механічної обробки глухих тригранних кутів поглиблень в деталях спеціальною фрезою	132
Онкалюк О.І., Заєць С.С. Дослідження зношення різальної кромки кінцевої фрези при фрезеруванні алюмінієвих сплавів	134
Сіра Н.М. Підвищення ефективності глибинного однопрохідного шліфування циліндричних та ступінчастих валів зі схрещеними осями круга та деталі	135
Кайдаш М.Д. Динаміка маніпулятора з двома обертальними кінематичними парами	137
Муха Р.Ю., Заєць С.С. Вибір методу дослідження стану властивостей кінцевих фрез	139
Музичка Д.Г., Калініченко С.В., Кашинський І.С. Вплив режимів різання на показники якості при обробці сталі p18 кругами з КНБ	140
Єрошенко А.М., Палій А.М. Методи дослідження і моделювання сил різання в зоні різання при абразивному шліфуванні	141
Симонюк В.П., Лук'янчук Ю.А., Васишина В.І., Троянчук В.О. До конструювання вібраційних установок	143
Неведомский В.А., Чернышов А.В., Чернышов А.А. Изделия и конструкции из техногенных отходов металлургической промышленности	144
Барандич Е.С., Выслоух С.П. Технологическое обеспечение оптимальной циклической долговечности деталей	146
Бойко С.В., Назаренко О.А. Температурні явища в процесі абразивної обробки	147
Буря А.И., Калиниченко С.В. Углепластик на основе политетрафторетилена	148

СЕКЦІЯ 2

«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЛАДНАННЯ, ІНСТРУМЕНТ ТА ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ДЕРЕВООБРОБКИ ТА МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА»

Пінчевська О.О., Головач В.М., Горбачова О.Ю. Прогнозування кольору термообробленої деревини граба	150
Пінчевська О.О., Цапко О.Ю. Шляхи захисту дерев'яних конструкцій від впливу вогню	152
Космач О.П. Порівняння методів визначення статичної твердості деревини	154
Пінчевська О.О., Лакида Ю.П. Щодо результатів досліджень нового композиційного матеріалу	156
Пінчевська О.О., Скляр Д.М. Проблема стандартів при дослідженні фізико-механічних властивостей деревних композитів	157
Ференц О.Б., Копинець З.П., Сторожук В.М., Ференц О.О. Підвищення ефективності використання сировини у виробництві клеєного будівельного бруса	158
Федориненко Д.Ю., Сапон С.П., Цеков Б.В., Надточій А.О. Підвищення енергоефективності гідроприводів деревообробних верстатів	159

Гончар Н.В., Томилин В.Н., Плевака К.С. Шлифование деревянных изделий полимерно-абразивными инструментами	160
Коваль В.С., Сірко З.С., Марченко Н.В., Мазурчук С.М., Борячинський В.В. Щодо питання ресурсощадності у технологічних процесах виробництва пилопродукції	162
Ігнатенко П.Л. Вплив сушіння на міцність деревини	164
Головач В.М., Баранова О.С. Порівняльний аналіз кореляції між вихідними сигналами ударного та ультразвукового методів контролю якості фанери	165
Копанський М.М. Деревинні композиційні матеріали виготовлені з стебел ріпаку та мінерального в'язучого	166
Чередніков О.М. Ідентифікація базування заготованок	168
Чередніков О.М., Борисов О.О. Аналіз технологій деревообробної галузі	170

СЕКЦІЯ 3

«РОБОЧІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ ГІДРАВЛІКИ ТА ПНЕВМАТИКИ»

Панченко А.І., Волошина А.А., Панченко І.А. Методологічні основи проектування гідравлічних обертачів планетарного типу	173
Панченко А.І., Волошина А.А., Панченко І.А. Дослідження динаміки гідравлічної системи насос-клапан-гідрообертач	174
Зайончковський Г.Й., Тарасенко Т.В., Бадах В.М. Очищення поверхонь гідравлічної арматури на основі гідродинамічної кавітації	175
Чайка Д.О. Математична модель гідравлічної системи універсального шлангового бетононасоса	177
Лебедєв А.Ю. Математична модель течії робочої рідини в лабіринтно-гвинтовому насосі	179
Соколов В.И., Рассказова Ю.Б. Система автоматического управления специальным технологическим оборудованием с гидравлическим приводом	181
Соколова Я.В., Рассказова Ю.Б., Азаренко Н.Г. Автоматизация процессов управления машиностроительным оборудованием с электрогидравлическим приводом	182
Поліщук Л.К., Піонткевич О.В., Коваль О.О. Вплив характеристик адаптивної системи керування на динамічні процеси в гідроприводі конвеєра	183
Поліщук Л.К., Коваль О.О., Лютий Б.В. Застосування гідропривода в пристрої для подрібнення деревинних відходів	185
Новік М.А., Дідовець В.Є. Дослідження точності позиціонування пневмогідравлічного багатопозиційного привода	186

СЕКЦІЯ 4

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ХІМІЧНОЇ, ЛЕГКОЇ, ПЕРЕРОБНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

Акимов О.О., Завертаний Б.С., Наумчик С.А., Оборський І.Л. Дослідження впливу пружності кріплення укочуючого ролика на динамічну складову сили притискування	187
Акимов О.О., Ігнатенков О.Л., Платонов Є.К. Дослідження впливу величини опору робочого середовища на енергетичну ефективність коливальної системи тарілок	189
Коваленко М.С., Челябієва В.М. Вплив технології виготовлення на харчову цінність яблучного соку	191
Маяк О.А., Сардаров А.М. Обладнання для концентрування в'язких харчових продуктів	192
Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Шевченко А.О., Михайлова С.В. Дослідження фізико-хімічних змін рослинної сировини під час її концентрування та сушіння	193
Савченко О.М., Сиза О.І., Максименко А.О. Органічні речовини харчових добавок в інгібіторному захисті теплообмінного обладнання	195
Mayak Olga, Sardarov Aziz Use of dihydroquercetine in beverages	197
Денисова Н.М. Формування поліамідних ниток. Удосконалення мобільного пристрою відсмоктування забрудненого повітря	199
Матвійчук С.С., Слава О.О. Конструктивно – декоративні особливості народного костюму як основа для проектування сучасного одягу	201
Матвійчук С.С., Пристая А.М. Тенденції проектування швейних виробів з комбінуванням різних за властивостями матеріалів	203
Білей-Рубан Н.В., Тегза М.С. Особливості використання технологій швейного виробництва в автомобільній галузі	205
Білей-Рубан Н.В., Кулл О.О. Декорування пальтових виробів на основі елементів етно-стилістики	207
Корнієнко С.П. Використання диференціальних рівнянь масообміну при моделюванні волопоглинання нитки, що формується	209
Загоруй С.В., Бородін В.І. Математична модель статичного режиму кип'ятильника ректифікаційної колони у процесі очищення стирулу	211
Бакалов В.Г. Розробка методики розрахунку плоскощілинної головки для виробництва тонкої полімерної плівки	213
Бакалов В.Г. Дослідження процесу змішування нанотрубок з в'язкими рідинами та оцінка якості отриманої суміші	214
Дворжак В.М. Застосування механізмів зі змінною довжиною ланок для приводу вушкових голок основов'язальних машин	215
Зінько Р.В., Городник Ю.М. Визначення коефіцієнта динамічного переваантаження підвісних барабанів обробки шкіри з скіповим підйомником	217
Серкіз О.Р., Сокіл Н.І. Забезпечення точності дозування сипких продуктів бункерними дозаторами	218
Зінько Р.В., Серкіз О.Р. Вибір основних параметрів дробарки для переробки відходів	219

Штефан Є.В., Пащенко Б.С., Штерн М.Б. Михайлов О.В. Аналіз структурно-механічних параметрів керамічних мембран в технологічному процесі виготовлення	220
Бондар О.С., Полевиченко С.І., Демченко А.М., Курмакова І.М. Інгібітори корозії для захисту технологічного обладнання в середовищах з бактеріальною сульфатредукцією	221
Литвиненко О.А., Бойко Ю.І. Використання кавітаційних технологій в харчовій промисловості	223
Савченко О.М., Гаврик М.О. Бактерицидні властивості харчових добавок	224
Сиза О.І., Савченко О.М., Кирій А.С., Дейнеко О.М. Дослідження впливу оздоровчих добавок на вміст важких металів у кисломолочному сирі	226
Сиза О.І., Савченко О.М., Гулова Я.І., Яцко Ю.С. Функціонально-технологічні властивості порошків з вичавків плодів культур у харчових технологіях	228
Гревцева Н.В., Городиська О.В., Негай В.О. Продукти переробки виноградних вичавків у харчових технологіях	230
Тимкова І.О., Сиза О.І. Вплив способу виробництва домашнього виноградного вина на вміст органічних кислот	232

СЕКЦІЯ 5

«ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ. БУДІВНИЦТВО. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА»

Гречихин Л.И., Подлозний Э.Д. Плотнупакованное состояние – пятое состояние вещества	234
Драпалюк М.В. Дослідження технології бетону з демпфуючими компонентами	235
Подлозний Э.Д., Гречихин Л.И. Плазменное оплавление поверхности бетона	236
Руденко М.М., Болотов М.Г., Прибитько І.О., Нагорна І.В. Зниження металоемності конструкцій перекриття промислових будівель	238
Олексієнко Н.В., Бутенко Т.І., Колінько С.О. Структура перехідної зони «карбідна гранула - зв'язка» в наплавочному композиційному матеріалі $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$	240
Старчак В.Г., Цибуля С.Д., Іваненко К.М., Буяльська Н.П., Костенко І.А. Визначення технологічної та екологічної ефективності комплексного забезпечення якості зварних з'єднань	242
Хаскін В.Ю., Долянівська О.В. Дослідження впливу супутнього плазмового нагріву на властивості обробленої сталевий поверхні при лазерній модифікації	243
Березін Л.Я., Прибитько І.О., Ганєєв Т.Р. Умови отримання фізичного контакту при зварюванні в електричному полі високої напруги	245
Бондаренко М.О., Бондаренко Ю.Ю. Дослідження впливу соляних розчинів на металеві поверхні оптичних елементів	247
Почапський Є.П., Клим Б.П., Рудак М.О. Вплив залишкових напружень у зварних з'єднаннях на магнетопружну акустичну емісію	248
Булат В.В., Корзаченко М.М. Про впровадження ефективних механізмів фінансування житлового будівництва на Чернігівщині	250

Болотов Г.П., Болотов М.Г. Застосування тліючого розряду для зварювання та паяння виробів із протяжними порожнинами	252
Нагорна І.В., Новомлинець О.О., Половецький Є.В. Вивчення бар'єрних властивостей іонно – модифікованих шарів	253
Селиверстов І.А., Дмитриев Д.А. Исследование свойств штампов для формирования изделий строительных материалов	254
Селиверстов І.А., Троцан Г.Н. Определение прочности сцепления плазменных покрытий на основе Fe - Al	256
Фурман В.К., Шагієв О.С., Чорний А. В., Смирнов І.В., Андрейцев А.Ю. Зміцнення плазмових покриттів системи Ni-Cr-B-Si із застосуванням нанопорошків	257
Долгов Н.А., Заичко К.В., Вихирева-Цинаридзе Е.В., Бесов А.В., Смирнов И.В. Выбор материала для нанесения износостойкого плазменно-напыленного покрытия	259
Новомлинець О.О., Олексієнко С.В., Ющенко С.М., Ганєєва Т.В. Досвід і перспективи виробництва мікроканальних теплообмінників	261
Завацький С.В., Сергєєв А.І. Енергоефективність як один з показників якості технологічних процесів та систем управління в будівництві	263
Сатюков А.І., Бивалькевич М.О., Журко В.П. Вплив вологості деяких будівельних матеріалів на послаблення хвиль НВЧ діапазону	265
Качинський Д.О., Антонюк В.С., Кумуржі О.Ю. Йонно-плазмове термоциклічне азотування високолегованих сплавів	267
Іскович-Лотоцький Р.Д., Іванчук Я.В., Волинець Ю.В. Застосування піролізних установок для утилізації відходів	269
Широков В.В., Дацій О.І. Застосування методу локальної контактної Т. Е. Р. С. при дослідженні напруженого стану зміцнених деталей	271
Билецкий П.П. Ресурсосбережение контактных наконечников сварочных горелок	272
Ганєєв Т.Р., Кивокурцев О.А. Современные технологии 3D печати	273

СЕКЦІЯ 6

«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ, ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ»

Сахно Є.Ю., Маргасов Д.В., Корнієць К.Є. Проектування інформаційно – вимірювальної системи моніторингу енергоефективності будівель та споруд	275
Костенко В.Л., Тыманюк К.С. Измерительная система диагностических параметров двигателя автомобиля	277
Филоненко С.Ф., Аникиенко Б.И. Закономерности акустического излучения при износе обрабатываемого инструмента и контролируемой глубине резания	278
Павленко П. Н., Ахметов Б.С., Захарчук Т. Н. Управление данными информационной безопасности промышленного предприятия	280
Ахметов Б.С., Трейтяк В.В. Метод оцінки та прийняття управлінських рішень в інтегрованому інформаційному середовищі автоматизованих систем	281

Кудряков В.Ю. Web-орієнтована автоматизована система технологічної підготовки виробництва	283
Заріцький О.В. Класифікація моделей прийняття рішень в інформаційних системах оцінки професійної діяльності	284
Прокопенко И.Г., Чурина А.И. Моделирование размаха изменения напряжения на основе теории порядковых статистик	286
Дергунов О.В., Шенгур С.В. Практичне застосування перетворення Гільберта-Хуанга для аналізу сигналів акустичного неруйнівного контролю	287
Хлевний А.О. Інформаційна технологія управління технологічною підготовкою виробництва	288
Гумен М.Б., Гумен Т.Ф. Бездротова телеметрична система контролю біологічних показників людини	289
Власенко Ю.В., Кулієв Р.В. Семантичні моделі даних інтегрованого інформаційного середовища	291
Козьяков С.В. Інформаційна технологія оцінки вмотивованості IT-фахівців промислових підприємств	292
Саган І.Б. Безпілотний літальний апарат нової конструкції	294
Бурій П.А. Визначення області бачення камери безпілотного літального апарату при аерофотозйомці	295
Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Дудник О.С., Прокудін О.Г., Омаров Д.М. Інформаційна технологія забезпечення функціонування транспортної логістики виробничого підприємства	298
Цапар В.С., Жученко О.А., Волощук М.Г. Автоматизований комплекс керування режимами роботи скловарної печі	300
Стефанович Т.О., Щербовських С.В. Аналіз причин відмови системи із навантажувальним резервуванням елементів між однотипними модулями	302
Корнієнко І.В., Корнієнко С.П., Кошма А.І. Моделювання параметрів системи роздільного збирання твердих побутових відходів	304
Ігнатенко П.Л., Коваленко Ю.Б. Системний аналіз комбінованого аналізатора бінарного коду BitBlaze	306
Шелуха О.О., Ігнатенко П.Л. Система спостереження та супроводу на рухомих носіях	309
Квасніков В.П., Катаєва М.О., Ігнатенко П.Л. Метод контролю лінійно-кутових параметрів деталей складної геометричної форми	310
Стахова А.П. Визначення закономірностей акусто-емісійного випромінення при моделюванні результуючого сигналу акустичної емісії	312
Науменко Т.О. Перспективи розвитку систем оцінювання якості продукту освітніх послуг	314
Залога В.О., Яшина Т.В., Динник О.Д. Управління якістю машинобудівної продукції на основі аналізу вимірювальних систем	316
Лапа М.В., Кислицын А.О., Лапа Ю.Б. Оценка качества программных систем	317
Квасніков В.П., Кулик Н.І. Математичне моделювання світлорозподілу від параболоїдного відбивача з циліндричним джерелом світла методом Монте-Карло	319
Демченко М.О., Філіппова М.В. Діагностика напруженого стану елементів	321

балочних металоконструкцій

- Приходько О.М.** Застосування FMEA – аналізу для поліпшення якості продукції машинобудівного підприємства 322
- Почапський Є.П., Клим Б.П., Мельник Н.П., Коблан І.М.** Розробка засобів для діагностики феромагнетних елементів обладнання методом магнетоакустичної емісії 323
- Герасимчук Г.А., Герасимчук О.О., Зубовецька Н.Т.** Моделювання взаємодії біла очисника з коренеплодом 325
- Романенков Ю.А., Варганян В.М.** Четырехуровневая модель прогностического обеспечения поддержки принятия стратегических решений 326
- Pakhaliuk P.V., Khomenko M.A., Beniak R.** Math model based control simulation for two wheeled mobile robot 328
- Космач О.П., Кононець Д.О.** Методи визначення зросту людини та їх перспективи 331
- Войтенко В.П., Яценко С.І.** Комплекс для досліджень інтелектуальних баластів систем освітлення на основі світловипромінюючих діодів 333
- Иванец С.А.** Верификация встроенных систем на микросхемах программируемой логики 335
- Квасников В.П., Корецкий В.А., Охрименко К.Я.** Моделирование процессов акустической сушки в программном комплексе ANSYS Workbench 337
- Мошель М.В., Гриценко М.І., Рогоза О.В., Ковтун А.О., Тепла Т.М.** Практикум з фізики рідких кристалів у навчальному процесі студентів інженерних спеціальностей 339
- Темникова Е. Л., Темников А. В.** Применение аппарата теории нечётких множеств при распределении дефицита электроэнергии 341
- Пристапа А.Л., Деркач О.О.** Розробка імітатора елегазового вимикача потужності 342
- Ошарский А.К., Игнатенко П.Л.** Основная структура и управление возмущённого движения основного контура адаптивной системы 344
- Монченко О.В., Олійник Ю.А., Добржанська Б.В.** Дослідження впливу апертури вікна для виявлення сигналів ультразвукової товщинометрії композиційних матеріалів 346
- Сахно Є.Ю., Двоєглазова М.В., Ітченко Д.М.** Діяльність навчальної лабораторії з визначення параметрів якості 348
- Ярошук Л.Д., Корж А.П.** Шляхи підвищення надійності вимірювання температури гасу у стабілізаційній колоні 350
- Гумен М.Б., Гумен Т.Ф., Саченко Д.В.** Система контролю за рухомим складом автотранспортного підприємства 352
- ООО «БАХ Инжиниринг»** 354

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

Klaus Schäfer, Prof., Dr.-Ing., Vice President Technology,
Oerlikon Barmag GmbH (Germany)

CREATING THE FUTURE IMPLEMENT BUSINESS IDEAS SUCCESSFUL

Oerlikon – a global industrial player. The segments of company Oerlikon are presented on fig.1.

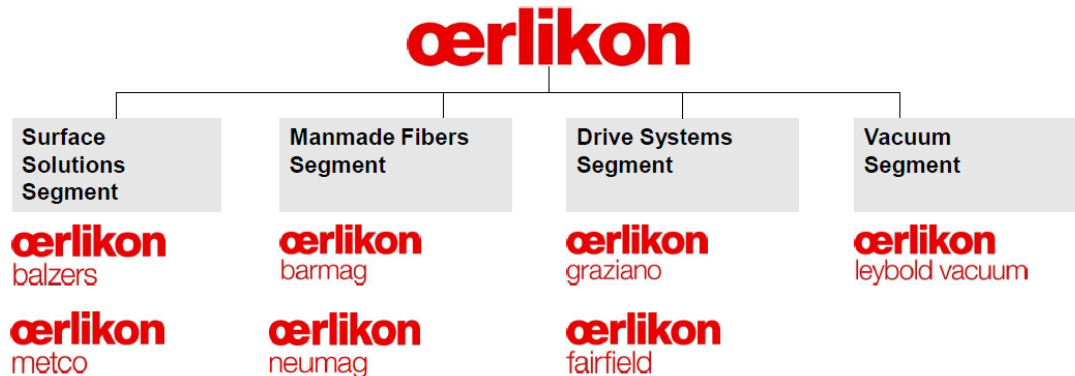


Fig.1 – The segments of Oerlikon

Today, the company Oerlikon is present at over 167 locations in 35 countries. About 15 300 Employees and more than 1000 scientists are working in company Oerlikon. Today, Oerlikon is diverse, multicultural, customer focused and interdisciplinary company.

Oerlikon Manmade Fibers Segment with the product brands Oerlikon Barmag and Oerlikon Neumag is the world market leader for filament spinning systems used for manufacturing manmade fibers, texturing machines, BCF systems, staple fiber spinning systems and artificial turf systems and – as an engineering services provider – offers solutions along the entire textile value added chain. The structure of the manmade fibers segment From melt to yarn fibers and nonwovens is shown on fig.2.

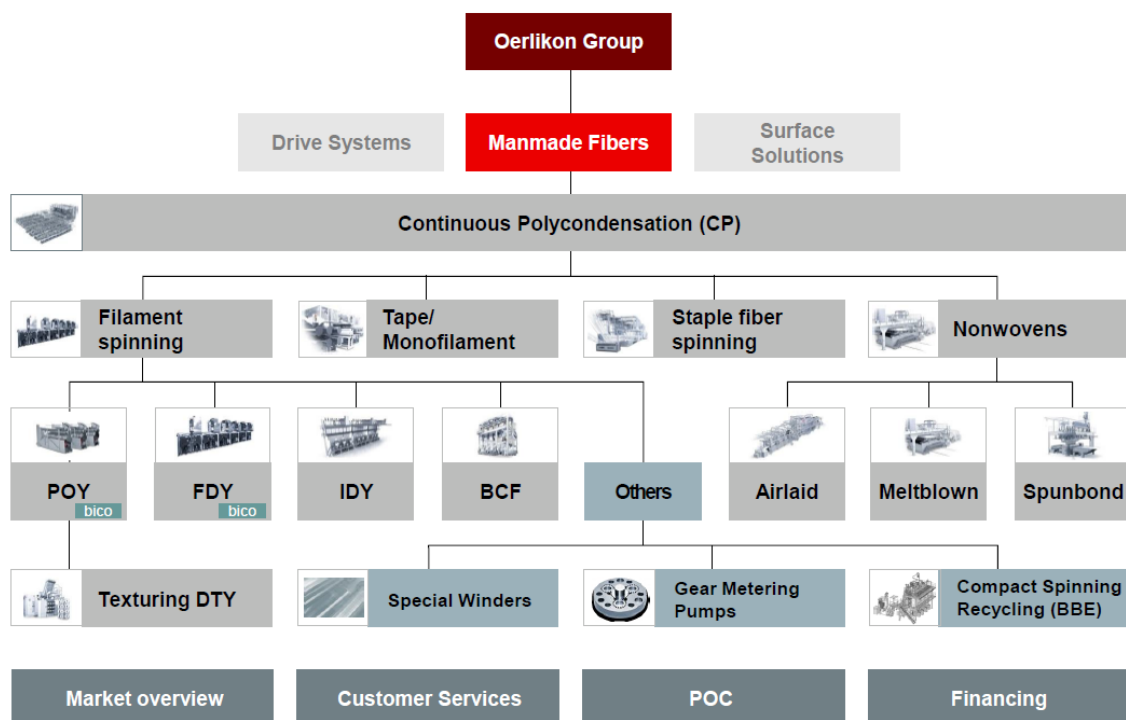
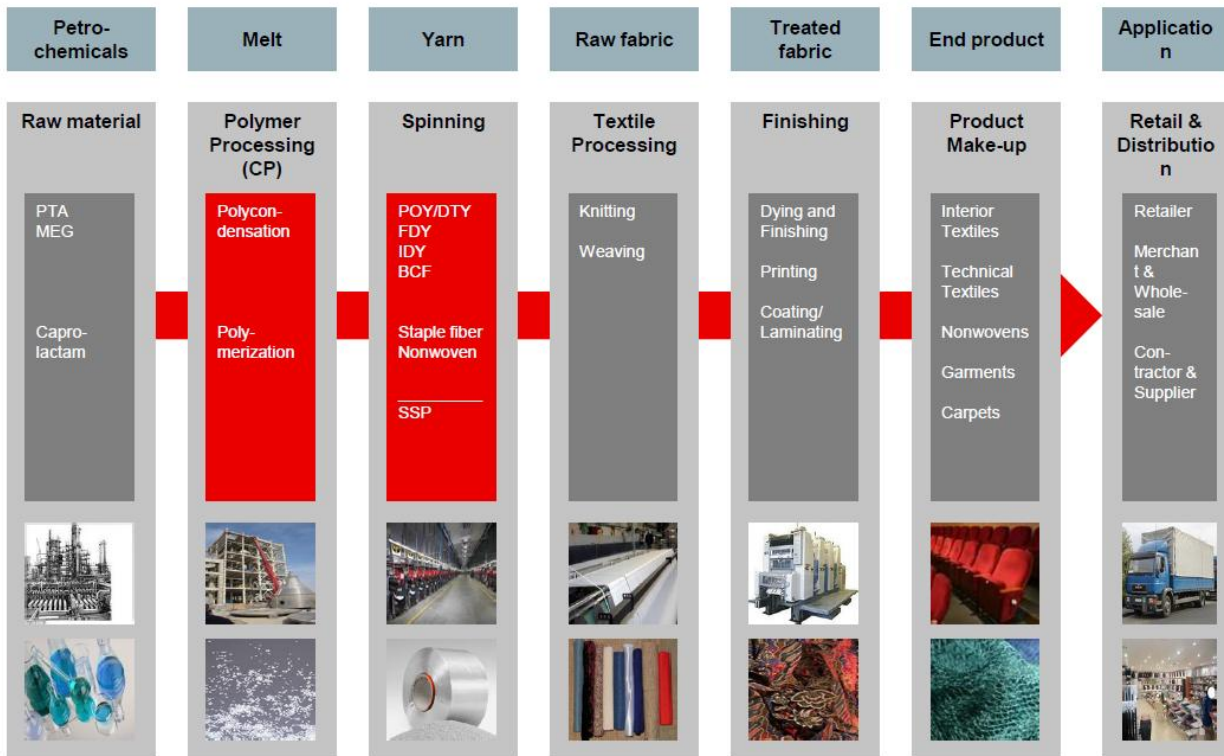


Fig.2 – The structure of the Manmade fibers segment From melt to yarn

Today Oerlikon Manmade Fibers covers two processes of the entire value production chain.



Innovation management – as key for Oerlikon success as a solution provider of contracting, engineering and services for manmade fiber producers. Innovation isn't a coincidence it's vision, strategy & management of company Oerlikon (fig.3 – 4).

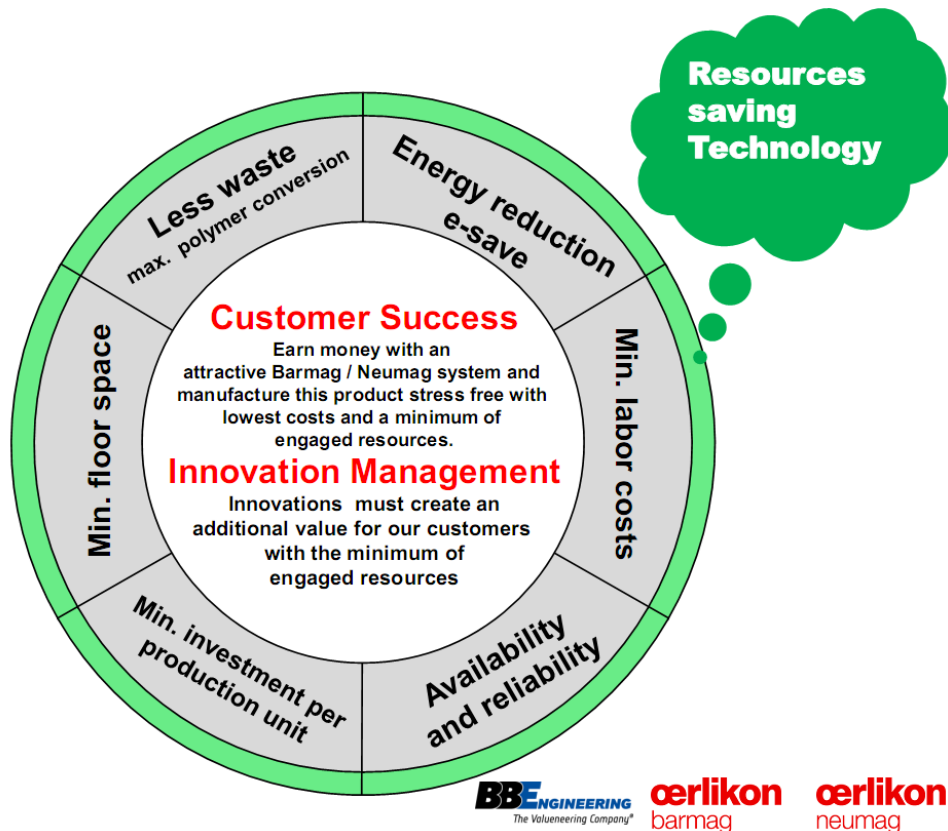


Fig.3 – The structure of innovation management

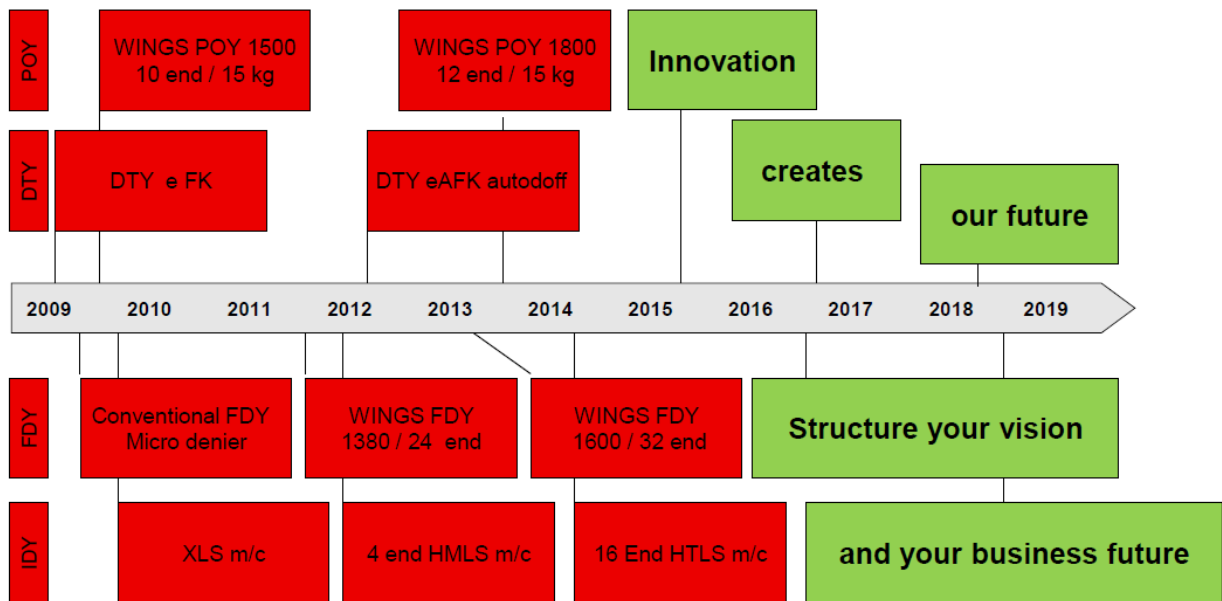


Fig.4 – Innovations Pipeline

Operational expenses determine the success of company Oerlikon in the manmade fiber market (fig.5).

Energy reduction e-save	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Up to 40% less energy consumption ▪ Advanced process technologies, e.g. WINGS FDY with EvoQuench 	
Waste prevention	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fastest start-up ▪ Fastest string-up ▪ Robust and stable process technology 	
Labor costs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimized workflows ▪ Easy one-floor m/c operation ▪ Easy-access m/c 	
Reliability uptime	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 100% tested components ▪ Fully assembled modules ▪ Long-term/long-life design specification 	
Compact plant layout	<ul style="list-style-type: none"> ▪ High production density up to 32-ends ▪ No operator platforms ▪ Standardized m/c concept ▪ Easiest commissioning and start-up 	

Fig.5 – Components of the success of Oerlikon

The Strategic R&D Planning Process is shown on fig.6.

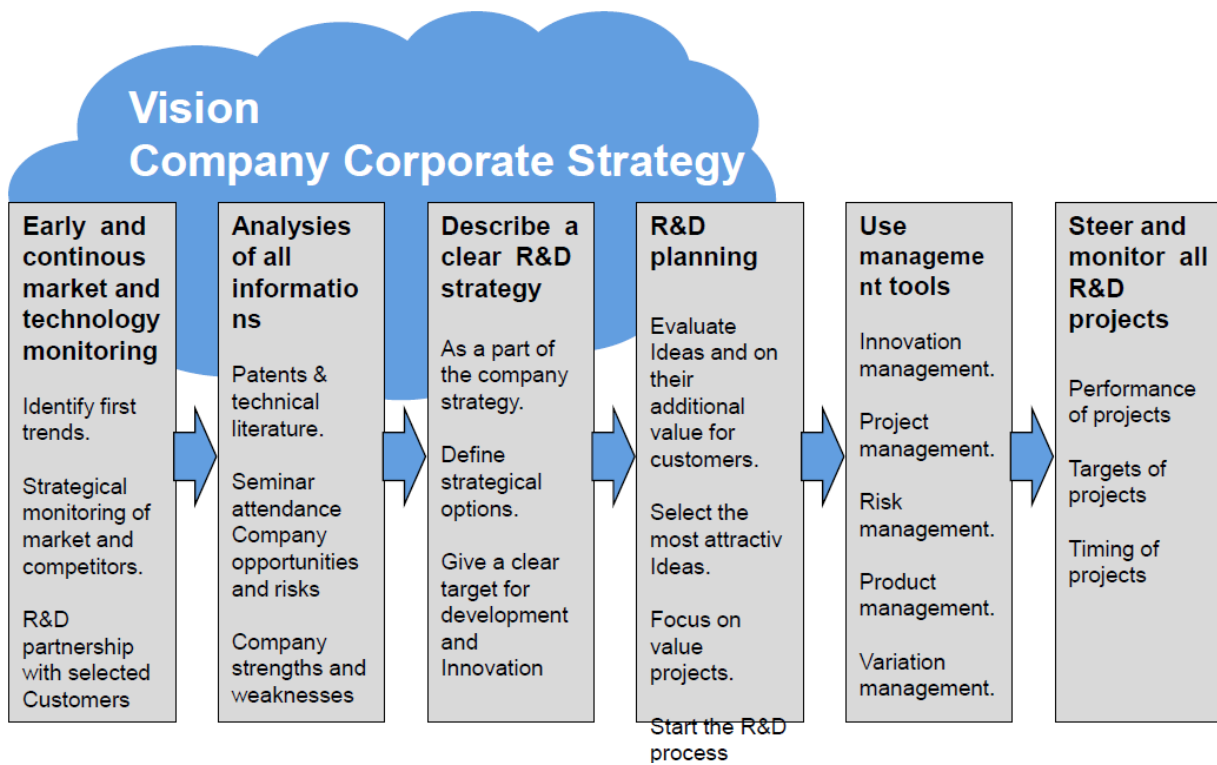


Fig.6 – The strategical R&D planning process

Ideas R&DProject Innovation	Energy reduction e-Safe	Min. Labor costs	Availability and Reliability	Hardware per production unit Investment	Min. Floor space	Polymer Conversion Less waste	Result of Values
WINGS POY	++	++	+	o	++	++	AAA
WINGS FDY	+++	++	+	o	+	+++	AAA
Evoquench	+++	o	o	o	o	+	AA
DIO Spinnpacks	++	++	o	++	++	+	AAA
Doff efficiency	+	+	+++	o	o	++	AAA
HF Godet Technology	+++	o	+	o	o	o	A
Chuck length No. of yarn ends per pos.	+++	+++	o	+++	+++	o	AAA

Fig.7 – R&D Idea Selection Tool

Component		Concept	
EvoCooler		Watertwister + multiple yarns	
Gas heater		Multiple yarns @ low speed	
Ringtex		TexGodet	
Watertwister		WheelTex	
Takeup – 2 or 3 black rollers		Angled heater	
Takeup – revolving takeup		Orion	
Takeup – suction in front			

Fig.8 – Approach

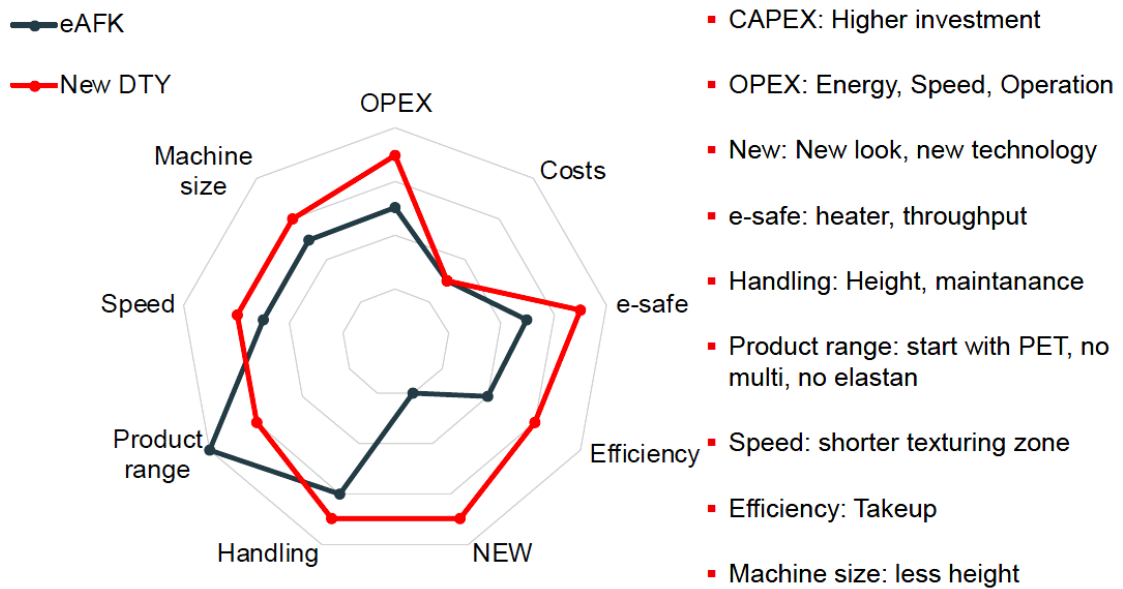


Fig.9 – Goal

Time to money process for our most important R&D projects (fig.10).

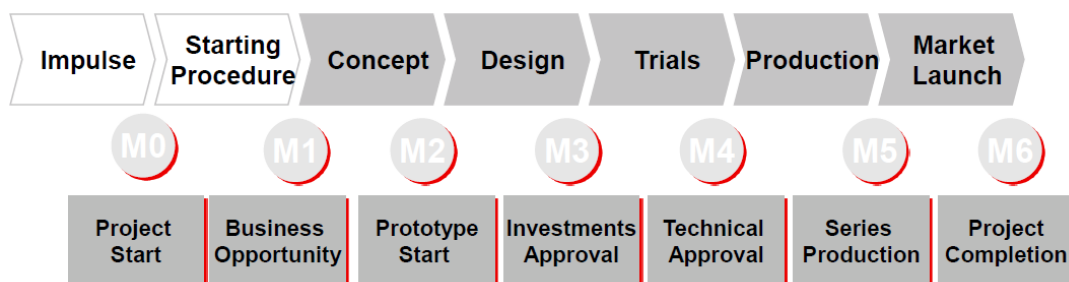


Fig.10 – Project Management Tool

Innovation management follows innovation culture.

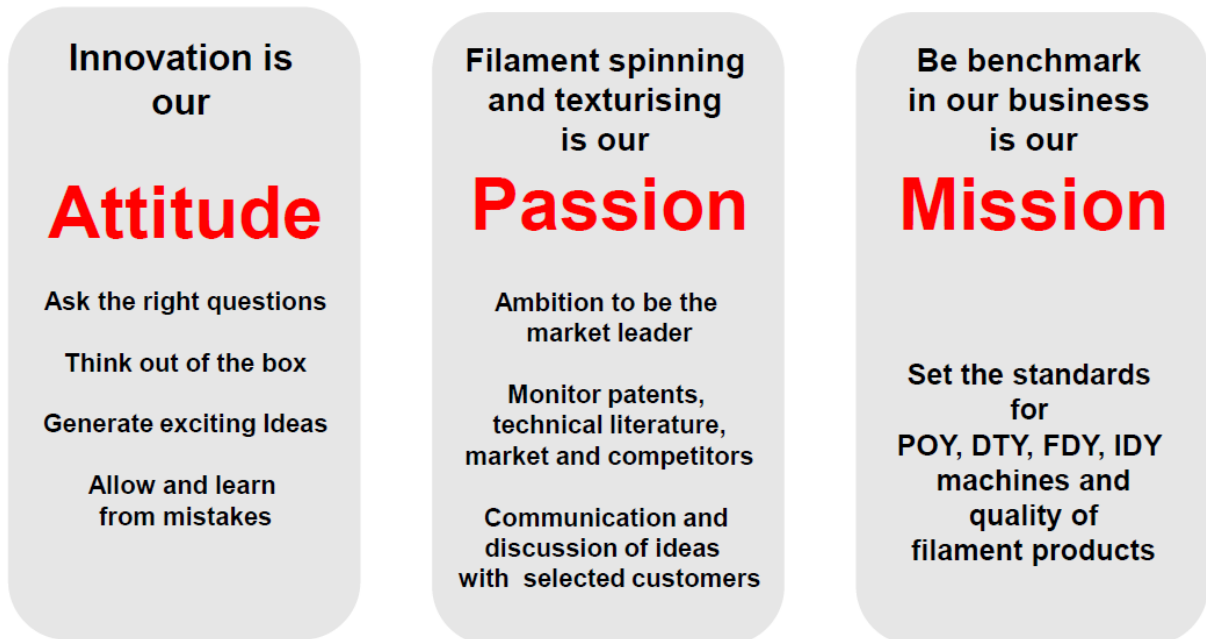


Fig.11 – Project Management Tool

Dietmar Jenke, Dipl.-Ing.
BBEngineering GmbH (Deutschland)

MITARBEITERBINDUNG UND MOTIVATION IN EINEM ANSPRUCHSVOLLEN TÄTIGKEITSUMFELD AM BEISPIEL DER INGENIEURDIENSTLEISTUNG

Der deutsche-/ europäische Maschinen- und Anlagenbau (Investitionsgüterindustrie sehr stark exportorientiert) hat / hatte in den letzten Jahren fast immer mit einem sehr starken Kostendruck zu kämpfen.

Die Folge daraus ist / war eine immer stärkere Verschlinkung und Optimierung der innerbetrieblichen Prozesse.

Als weitere Herausforderung ist das Investitionsverhalten der weltweiten Kunden anzusehen, die abhängig von sehr vielen unterschiedlichen und internationalen Randbedingungen bestellen oder nicht bestellen oder fest geplante Projekte verschieben.

Als Folge daraus hat sich der deutsche / europäische Maschinenbau auf einen Umsatzbereich am unteren Ende der Bandbreite ausgerichtet und versucht mit entsprechender Flexibilität und Effektivität auch höhere (erfreuliche) Auftragseingänge abzuarbeiten.

Im Folgenden soll diese Vorgehensweise kurz betrachtet und dann einen Lösungsansatz für einen Teilbereich aufgezeigt werden.

Ablaufschema durchlauf maschinenbau ist in abbildung 1.

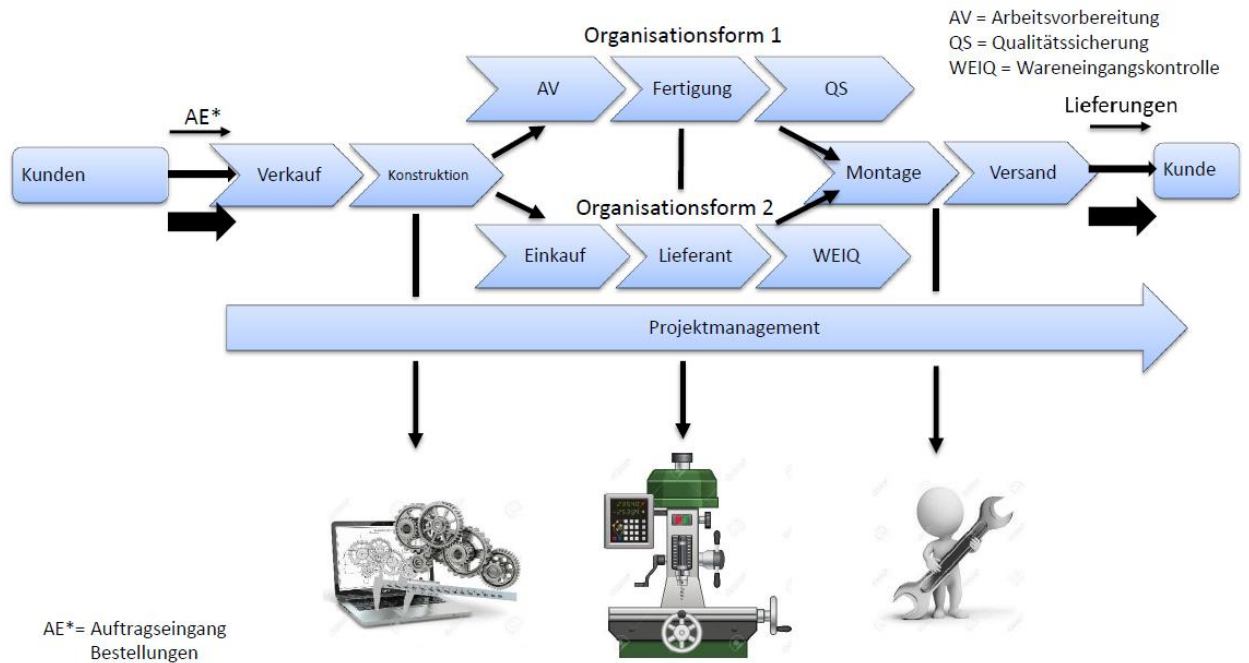
Typischer zeitlicher ablauf eines auftrages in einem maschinenbauunternehmen mit einer verkauften lieferzeit von 12 monaten ist in abbildung 2.

Kapazitätsanpassung der fertigung ist 2 Organisationsformen.

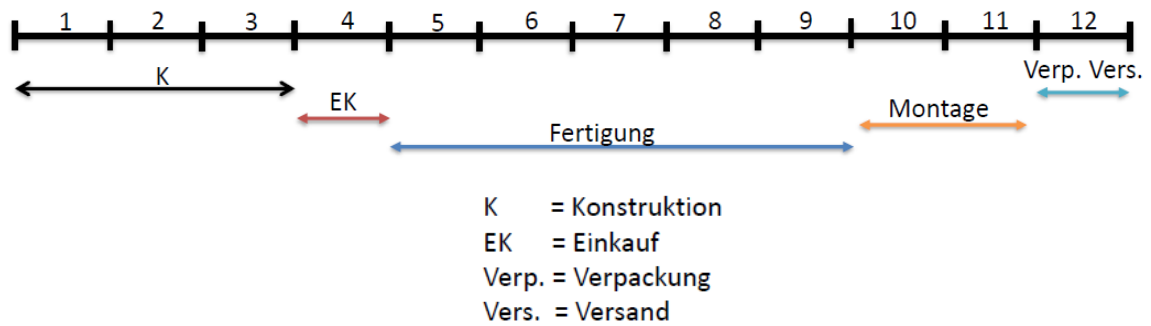
Organisationsform 1 (Abbild. 3): fertigungskapazitäten (Mitarbeiter, Maschinenpark, Flächenbedarf) werden auf ein unteres Umsatzniveau ausgerichtet. Bei Umsatzwachstum wird durch temporären Personalaufbau auf Mehrschichtbetrieb umgestellt.

Nachteil: Neue Mitarbeiter, müssen auf Maschinenpark und Produktpalette angelernt werden!

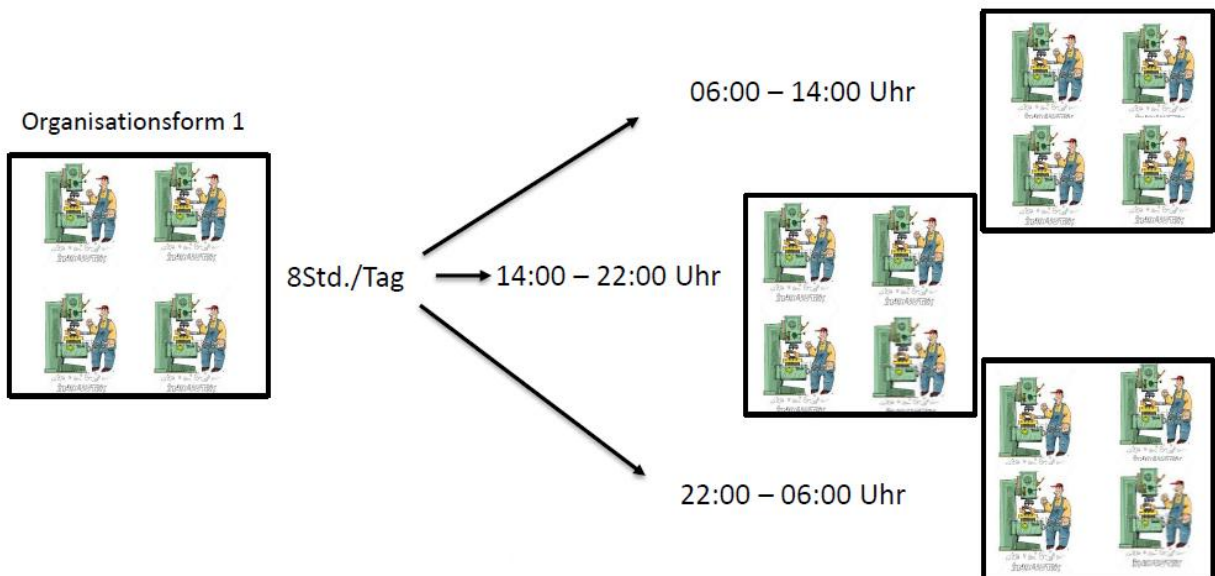
Nicht so kritisch da in der Regel vom Auftragseingang ausgehend meistens ausreichend Zeit für die Einarbeitung und die Organisation des Hochlaufs gegeben ist.



Abbild. 1 – Ablaufschema / Durchlauf Maschinenbau

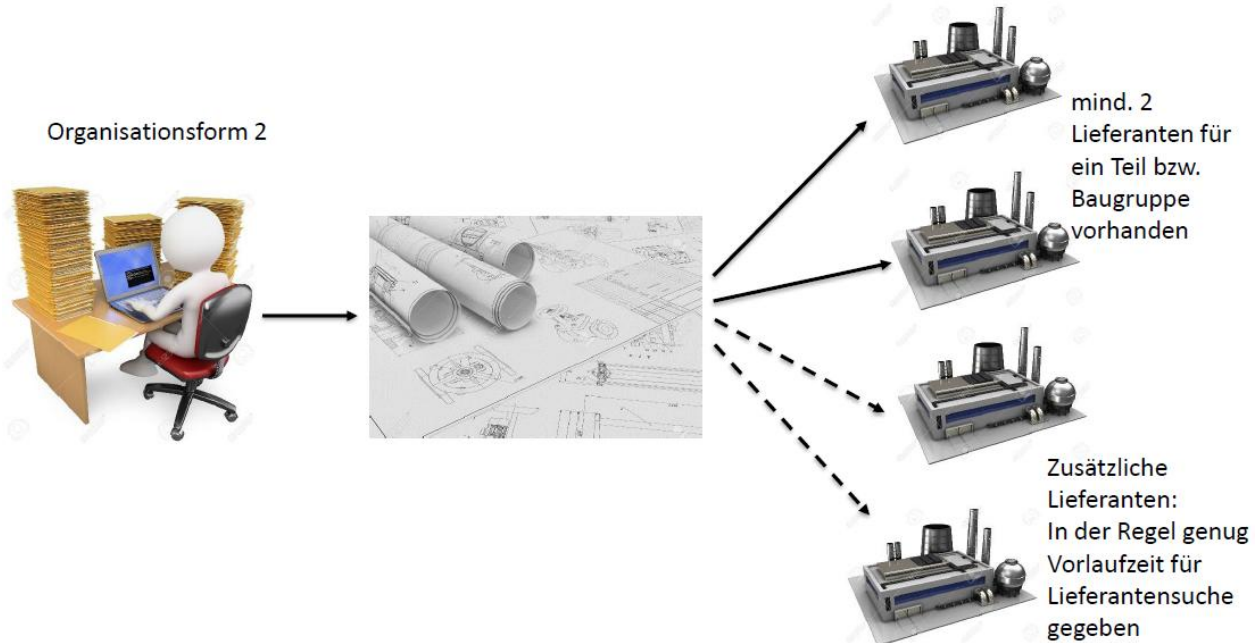


Abbild. 2 – Zeitlicher ablauf eines auftrages in einem maschinenbauunternehmen mit einer verkauften Lieferzeit von 12 monaten



Abbild. 3 – Organisationsform 1

Organisationsform 2 (Abbild. 4): bei Umsatzwachstum erhöht der Einkauf das Bestellvolumen bei seinen bevorzugten Lieferanten und bei weiterem Hochlauf wird nach neuen Lieferanten gesucht, die auch in gleicher Qualität und Schnelligkeit liefern können.



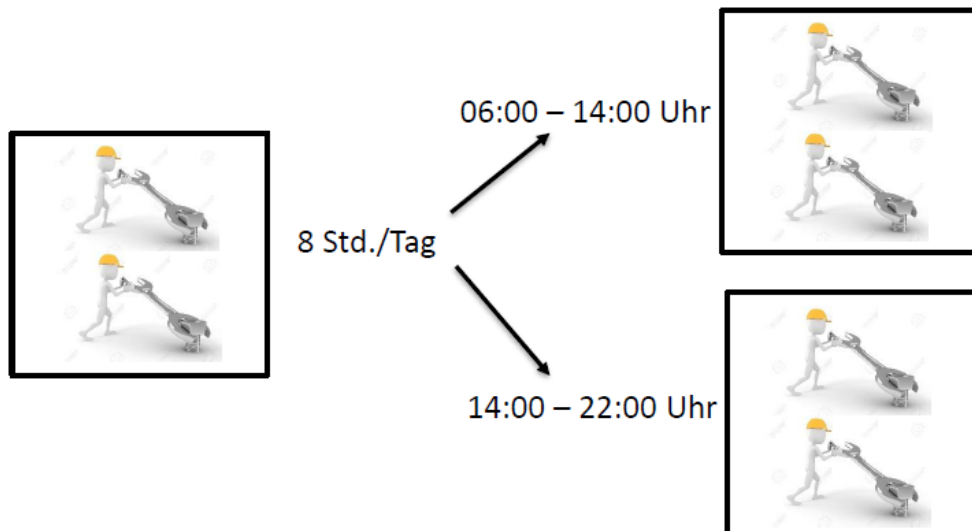
Abbild. 4 – Organisationsform 2

Sehr gute Anpassung an Umsatzsteigerung relativ problemlos möglich!

Nachteil: Die ganze Firma, speziell die Technik kann den Bezug zur Fertigung verlieren!

Es werden eventuell höhere Kapazitäten in der Qualitätssicherung wegen der Lieferantenkontrolle erforderlich.

Bei Umsatzwachstum wird durch temporären Personalaufbau ein Mehrschichtbetrieb auf den vorhandenen Flächen umgesetzt (Abbild. 5).



Abbild. 5 – Kapazitätsanpassung der Montage (Organisationsform 1)

Das Umsatzwachstum wird je nach Größe und Umfang der Maschine durch temporäre Anmietung von zusätzlichen Montageflächen und Personal eine an den Umsatz angepasste Montagekapazität im „Normalbetrieb“ gefahren (Abbild. 6).

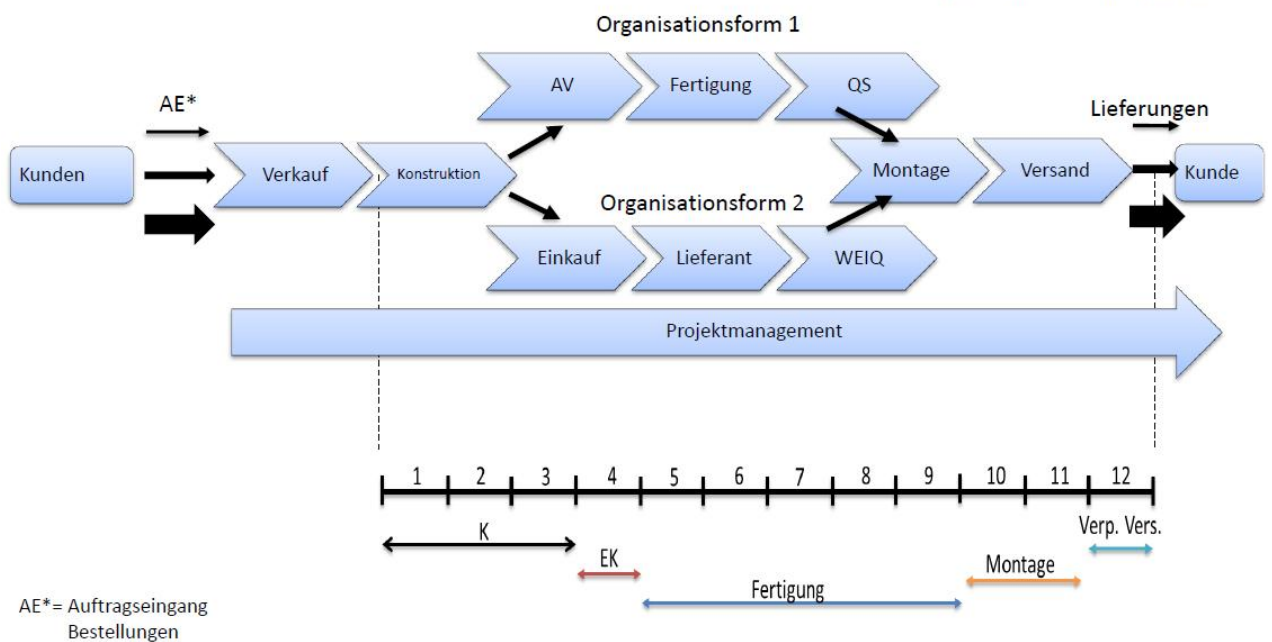
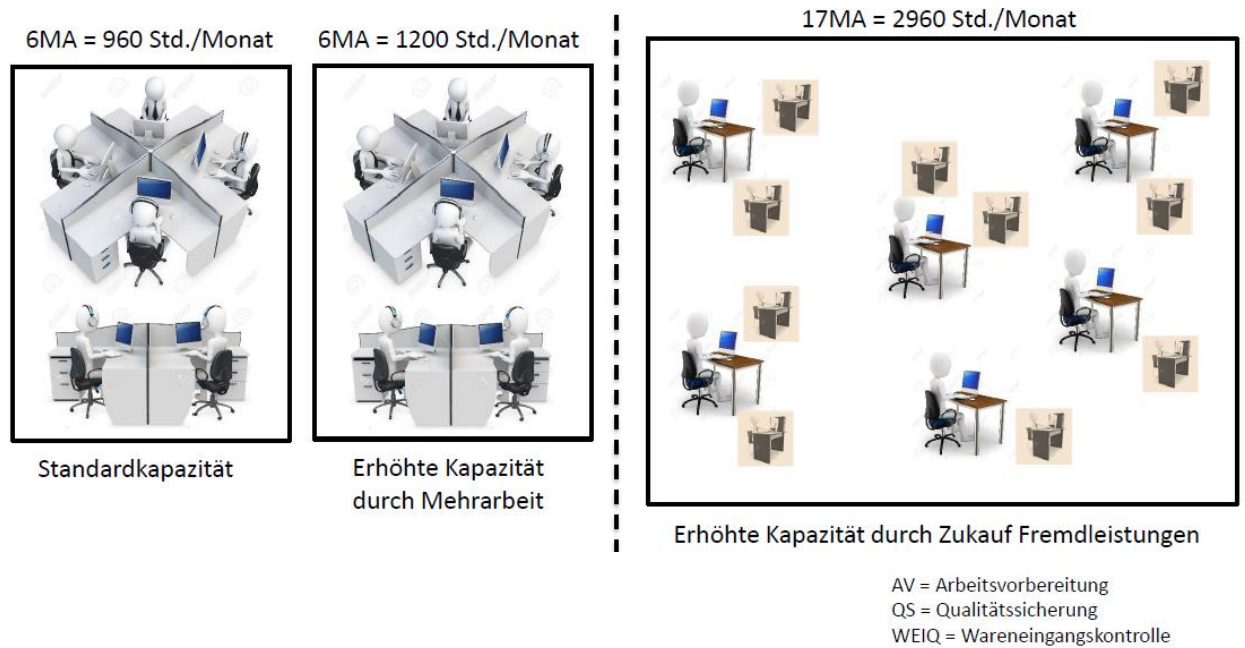
Hier ist eine Anpassung an einen erhöhten Umsatz in der Regel problemlos möglich. Eventuell ergeben sich höhere Kapazitäten in der Qualitätssicherung und im Wareneingang. Zusätzliches Personal mit geeigneter Qualifikation ist auch nahezu problemlos zu finden!



Abbild. 6 – Kapazitätsanpassung der Montage (Organisationsform 2)

Außerdem ist die Montage der Bereich in der Prozesskette, der die längste Vorlaufzeit bei sich veränderndem Umsatzvolumen und damit verbundenen Änderungen der Montagekapazitäten hat.

Sind besondere Einarbeitungen von zusätzlichem Personal oder organisatorische Vorbereitungen erforderlich, so ist in den meisten Fällen genügend Zeit dafür gegeben.



Abbild. 7 – Kapazitätsplanung in der Konstruktion

Einarbeitung neuer Konstrukteure.

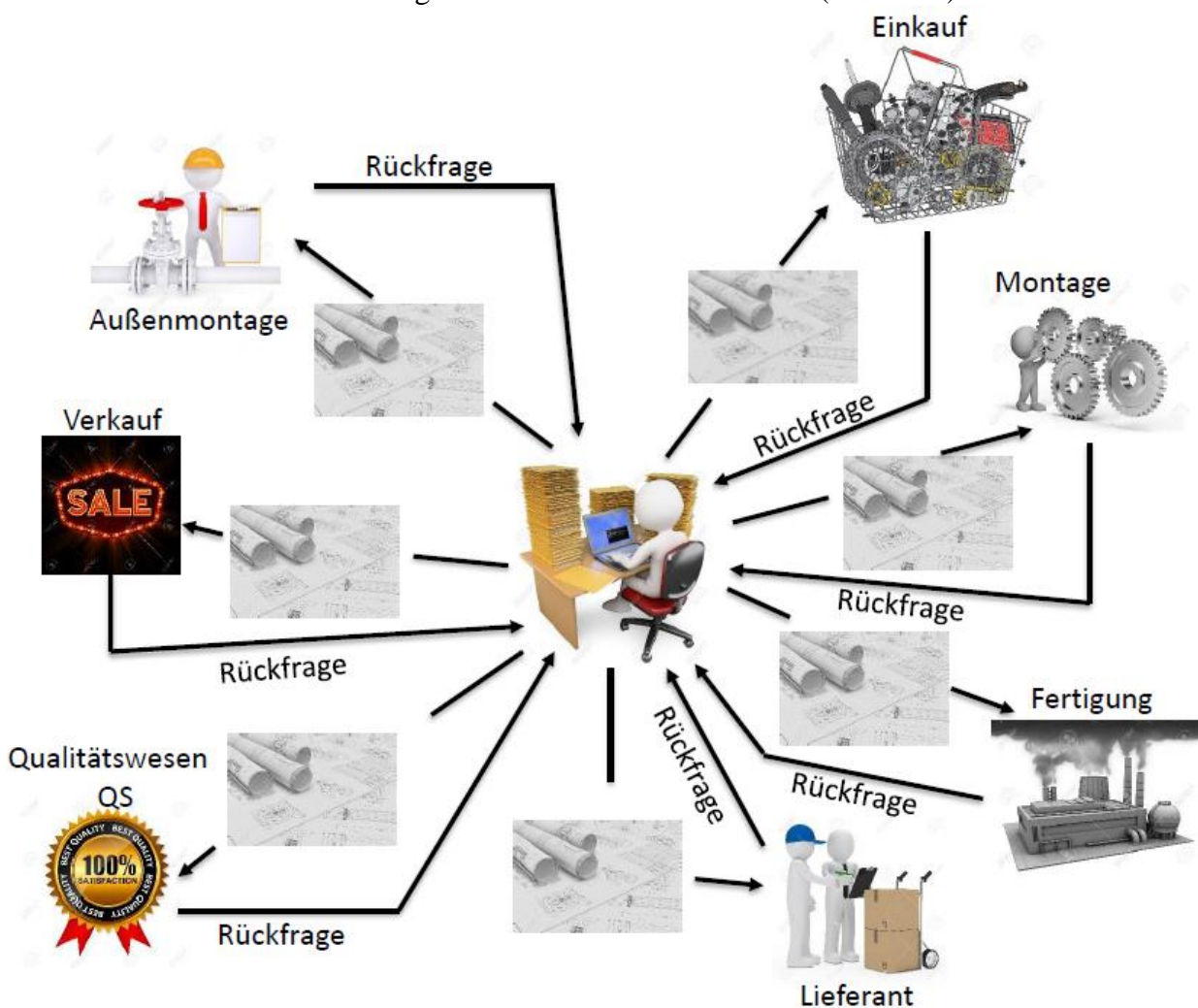
Der Konstrukteur kennt das CAD-Programm nicht, mit dem er arbeiten soll – Schulung erforderlich. (Effektivitätsverlust).

Der neue Konstrukteur hat das ERP-System (z.B. SAP, Infor etc.) nicht, sowie das Softwareprogramm, welches die Zeichnungen verwaltet -> Schulung erforderlich (Effektivitätsverlust).

Der neue Konstrukteur kennt die Baugruppen und Maschinen nicht, mit denen sich die Knowhow-Konstrukteure bereits langjährig beschäftigt haben. In vielen Fällen ist dieser Know-How Konstrukteur auch er Komponentenverantwortliche und besitzt sehr spezielle Kenntnisse über diese Baugruppe/Maschine, so dass sein Wissen in der ganzen Firma gefragt ist.

Schulung/Einarbeitung in die technischen Inhalte erforderlich! (Effektivitätsverlust).

Der neue Konstrukteur kennt die innerbetrieblichen Abläufe und die Art und Weise der Zusammenarbeit zwischen Konstruktion und anderen Fachbereichen im Unternehmen nicht. Es ist zumindest eine Grundschulung zu diesem Thema erforderlich (Abbild. 8).



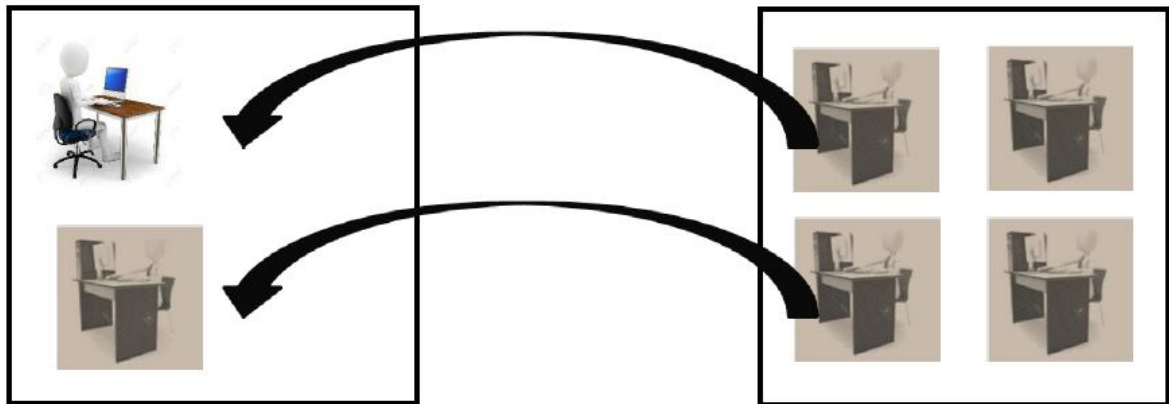
Abbild. 8 – Firmenstruktur / Arbeitsumfeld

Ein kurzfristiger Hochlauf des Umsatzniveaus führt zwangsläufig zu einem sehr kurzfristigen Kapazitätsbedarf (Personalbedarf) in der Konstruktion. Sehr schnell müssen zusätzlich Kapazitäten hinzu gezogen werden!

Der eingangs beschriebene erforderliche Schulungsaufwand für neue Konstrukteure ist nicht nur ein Effektivitätsverlust für den sich einarbeitenden Konstrukteur, sondern auch für den Know-How Konstrukteur, der für seine Einarbeitung/Schulung verantwortlich ist.

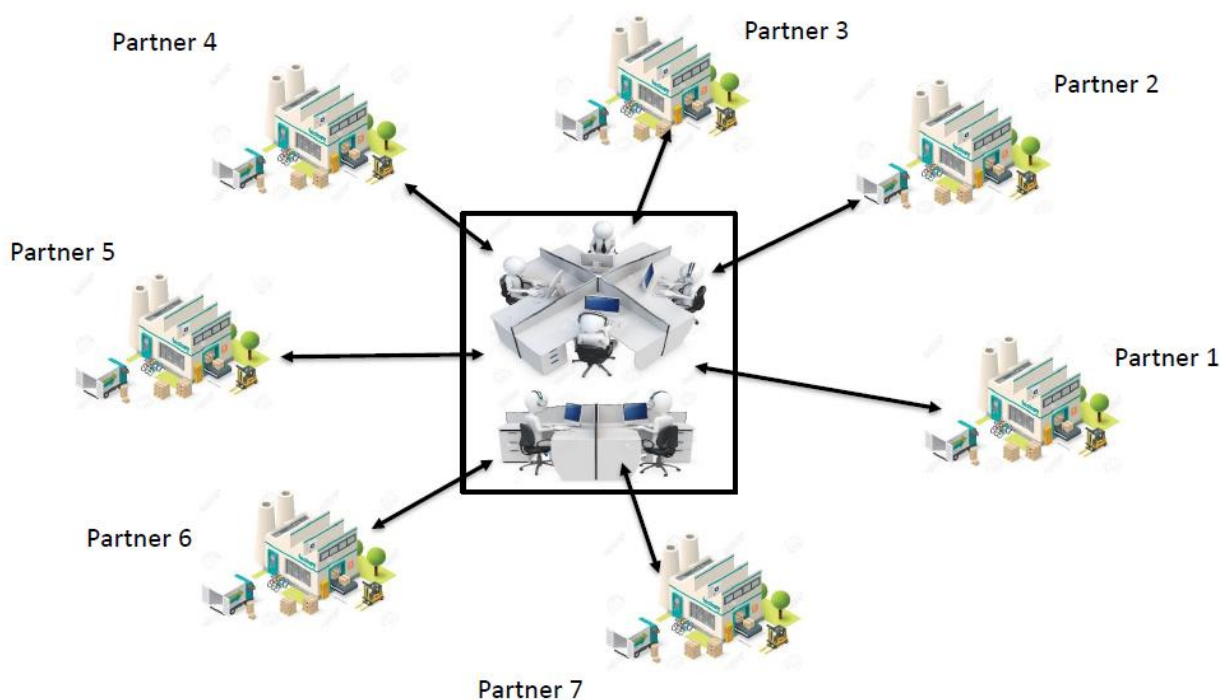
Größere Konstruktionsbereiche helfen sich bei Umsatzhochlauf deshalb auch, in dem sie speziell für die Einarbeitung/Schulung verantwortliche Konstrukteure frei stellen (Kapazitätsverlust, Mehrkosten!)

Flexible Nutzung von erfahrenen Konstruktionskapazitäten (Abbild. 9 – 10).



Abbild. 9 – Phase 1: Erstmaliger Einsatz von Mitarbeitern eines Konstruktionspools

Die für das Unternehmen neu einzusetzenden Konstrukteure müssen genau so eingearbeitet werden wie eingangs beschrieben. -> Noch kein entscheidender Vorteil, bis auf die Tatsache, dass die vom Konstruktionspool zur Verfügung gestellten Qualifikationen besser auf das abrufende Unternehmen abgestimmt sind und somit die Einarbeitungs- und Betreuungszeiten kürzer ausfallen könnten.



Abbild. 10 – Phase 2: Langjährige Zusammenarbeit mit einem Konstruktionspool

Der Konstruktionspool stellt für einen definierten Zeitraum die geeigneten und eingearbeiteten Mitarbeiter dem Partner zur Verfügung.

Vorteile der langjährigen Zusammenarbeit mit einem Konstruktionspool für den Maschinenbauer:

- Die Kapazität der Konstruktion kann nahezu problemlos an den sich verändernden Auftragseingang und das damit verbundene Auftragsvolumen angepasst werden;
- Es gibt nahezu keinen Effektivitätsverlust beim Einsatz der Konstrukteure aus dem Konstruktionspool, da der Mitarbeiter bereits alles kennt aus einem vorhergehenden Einsatz;

- Die beim Maschinenbauer vorhandenen Knowhow-Konstrukteure können weiter effektiv arbeiten, da der Betreuungsaufwand der zusätzlichen Konstrukteure gegen Null geht. Es müssen nur die Arbeitspakete/Aufgaben vorbereitet werden;

- Eine langjährige vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Maschinenbauer und Konstruktionspool führt zu einer sehr flexiblen Arbeitsweise in der Konstruktion des Maschinenbauers. Die zusätzlichen Kapazitäten werden weiter entwickelt und qualifiziert und deren Einsatz kann in enger Abstimmung exakt auf den Bedarf geplant werden;

- Da für den Konstruktionspool die Auswahl von gut qualifizierten und kompetenten Mitarbeitern Tagesgeschäft ist, kann er auch zur Personalbeschaffung eigener Kapazitäten sehr gut eingebunden werden;

- Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung der Räumlichkeiten des Konstruktionspools, da die zusätzlichen Kapazitäten langfristig so gut eingearbeitet sind, dass sie nicht unbedingt in den Räumlichkeiten der Konstruktion des Maschinenbauers anwesend sein müssen. Dadurch könnte der Maschinenbauer seine eigenen Kapazitäten (auch was die Räumlichkeiten angeht) an ein unteres Umsatzniveau anpassen (Kosten!).

Herausforderungen an den einzelnen Mitarbeiter.

Nach Schule, Ausbildung und oder Studium hat der Mitarbeiter seine erste Anstellung und wird in sein Aufgabengebiet eingearbeitet. Danach entwickelt er sich in seinem Aufgabengebiet weiter. Eventuell gibt es ein oder zwei Arbeitgeberwechsel in seiner gesamten beruflichen Laufbahn (Abbild. 11).



Abbild. 11 – Klassisch (ehemaligen) Modell eine qualifizierte Fach der Ausbildung

Nach Schule, Ausbildung und / oder Studium hat der Mitarbeiter seine erste Anstellung, die in der Regel mit einem ersten Projekt beginnt. Ist das Projekt beendet beginnt ein neues Projekt, welches aber in der Regel in einer anderen Firma, mit anderen Programmen, Kollegen, Chefs, Strukturen etc. verbunden ist (Abbild. 12).



Abbild. 12 – Modern Modell eine qualifizierte Fach der Ausbildung

Herausforderungen an die Konstrukteure von heute:

- Eine sehr gute Ausbildung, Weiterbildung/Studium und anschließende Einarbeitung in das neue Aufgabengebiet beim ersten Arbeitgeber reicht heutzutage in den meisten Fällen nicht mehr aus;

- Flexibilität ist gefragt;

- Es müssen verschiedene CAD-Systeme sicher beherrscht werden!
- Es müssen verschiedene ERP- und Zeichnungsverwaltungssysteme sicher beherrscht werden!
- Es muss sich immer wieder auf eine neue Arbeitsumgebung eingestellt werden: neue Arbeitskollegen, neue Chefs, andere betriebliche Strukturen und Abläufe etc;
- Es ist nicht immer der selbe Ort, an dem sich die Arbeitsstelle befindet: räumliche Flexibilität ist gefordert (zeitlich Trennung vom persönlichen Umfeld!);
- Das Fachwissen aus vorhergegangenen Projekten kann nur bedingt eingesetzt werden: Selbstvertrauen, Selbstbewusstsein für Einarbeitung in immer neue Aufgaben ist gefragt;
- Die Anforderungen an die Konstrukteure von heute sind sehr komplex und im Grunde nur zu bewältigen, wenn der Mitarbeiter mit einer sehr guten Motivation in das für ihn neue Projekt startet.

Möglichkeiten der Mitarbeitermotivation.

Bedürfnispyramide nach Abraham Maslow (Abbild. 13).



Abbild. 13 – Bedürfnispyramide nach Abraham Maslow

Da die Berufsgruppe von gut ausgebildeten Technikern und Ingenieuren in Deutschland nahezu vollbeschäftigt ist (arbeitslose Ingenieure 2,3 % im Jahr 2015) ist ein sicheres attraktives Einkommen und ein bestimmter Lebensstandard gesichert.

Als Motivation dienen über ein gutes Einkommen hinaus, ein attraktives Arbeitsumfeld und die Vereinbarkeit von Familie, weiteren persönlichen Bedürfnissen und Beruf.

Die verschiedenen Projekteinsätzen in den Produktbereichen bzw. im Dienstleistungsgeschäft bieten ein vielseitiges Aufgabenfeld in dem sich die technischen Mitarbeiter angemessen ihrer komplexen Ausbildung verwirklichen können.

Zum Teil findet eine Einarbeitung vor Ort beim Kunden (deutschlandweit, Schweiz, Tschechien etc.) statt und der Konstrukteur hat die Möglichkeit sich mit hoher Eigenverantwortung und mit der bisher gesammelten Erfahrung in fremden Konstruktionsteams zu beweisen.

Erfolgreich laufende Projekte bringen Anerkennung beim Vorgesetzten und Kunden.

Intrinsische Motivation – inneres Streben.

Die intrinsische Motivation beruht auf selbst bestimmten Faktoren, die jeder Einzelne für sich als wichtig erachtet.

Typisch intrinsische Faktoren sind das Streben nach verantwortungsvollen und wichtigen Tätigkeiten, Entscheidungsfreiheiten, persönlichen Entwicklungsmöglichkeiten und interessante Arbeitsinhalte.

Diese Faktoren sind zum größten Teil durch die Arbeit in verschiedenen Konstruktionsteams gedeckt. Da die Aktionsradien der Mitarbeiter unterschiedlich ausgeprägt sind (bedingt durch Persönlichkeit, familiale Situation z.B. Baby geboren, Hausbau) wird mit jedem Mitarbeiter die persönliche Situation mit den Anforderungen an ein Projekt abgeglichen und in einem persönlichen Gespräch festgelegt, welche Projekteinsätze aktuell in die Lebensplanung passen bzw. den Vorstellungen entsprechen.

Extrinsische Motivation – von außen vorgegebene Belohnungsfaktoren.

Neben den intrinsischen Faktoren gibt es außer einem guten Verdienst weitere extrinsische Faktoren zur Motivation des Mitarbeiters.

Extrinsische Faktoren, wie z.B. Einsatzprämien werden von der Personalabteilung vorgegeben, um bspw. für einen längeren Projekteinsatz im Ausland zu motivieren.

Vorteile der Projektarbeit.

Der heutige Wechsel der Projekte während der gesamten Berufstätigkeit ist wie vorher beschrieben eine große Herausforderung für den einzelnen Mitarbeiter/Konstrukteur, trotzdem ergeben sich daraus auch positive Effekte:

- Der Konstrukteur ist sicher im Umgang mit den verschiedenen CAD/EDV-Systemen, die aktuell in der Industrie zum Einsatz kommen;

- Der Konstrukteur hat ein sehr breites Fachwissen, welches er in den verschiedenen, unterschiedlichen Projekten sich aneignen konnte (z.B. Stahlbau, Blechverarbeitung, spezielle Fertigungsverfahren, Elektrotechnik etc.);

- Der Konstrukteur kann sich sehr schnell einer neuen Arbeitsumgebung anpassen, da es für ihn ein normaler Vorgang ist und er diesbezüglich viel Erfahrung mitbringt;

- Dieses Wissen können die Kollegen im neuen Projekt gut nutzen und so kann trotz fehlendem Spezialwissen für die neue Aufgabe eine schnelle Integration ins Team erfolgen (Selbstwertgefühl!);

- In Absprache mit den Vorgesetzten und Leiter des Konstruktionspools kann eine Weiterbildung von Projekt zu Projekt erfolgen, in dem der Mitarbeiter für eine höherwertige Qualifikation entsprechend der Kundenanfrage eingesetzt wird;

- Ist ein Projekt zu Ende, so kann ein Jahr danach dort wieder ein Bedarf entstehen. Es kommt dann oft vor, dass genau der selbe Mitarbeiter dann wieder vom Kunden angefragt/gewünscht wird (siehe Begründung am Anfang). Das bedeutet Kundenzufriedenheit und gleichzeitig Anerkennung für den betreffenden Mitarbeiter.

- Der projekterfahrene, flexible Mitarbeiter hat einen sicheren Arbeitsplatz, da im Gegensatz zu einem in einer Firma angestellten Mitarbeiter es in der Regel mehrere Chancen zur Weiterbeschäftigung auch in schlechteren konjunkturellen Zeiten gibt.

Möglichkeiten und Maßnahmen der Mitarbeiterbindung:

- Flexible Arbeitszeiten – der Mitarbeiter hat die Möglichkeit Arbeitsbeginn und Arbeitsende nach Absprache mit dem Vorgesetzten selbst zu bestimmen;

- Individuelle fachliche und persönliche Weiterentwicklung/ -bildung in Hinsicht auf bevorstehende Projekte;

- Kostenlose Mitgliedschaft in einem Fitness-Studio;

- Betriebliches Gesundheitsmanagement (kleine Kurseinheiten im Betrieb, wie Entspannungsübungen, Rückenschule, Ernährungsberatung, Prävention für verschiedene Krankheiten wie Bluthochdruck, Arthrose, Diabetes etc.);

- Erholungsgeld für Familien mit Kindern. Nach einem Urlaub mit der Familie kann dem Mitarbeiter ein bestimmter Satz pro Familienmitglied gezahlt werden;

- Kooperation mit ansässigem Kindergarten, Mitarbeiter können Ihr Kind dort anmelden. Der Kindergarten liegt direkt am Werksgelände;

- Werksgelände mit Kantine, Werksarzt und Tankstelle. Die Kantine und die Tankstellen können zu vergünstigten Preisen genutzt werden. Im Notfall ist ein Arzt schnell erreichbar;

- Es ist Fakt, dass die Arbeit in einem Konstruktionspool, welcher sehr projektbezogen und teilweise auch ortsungebunden arbeitet, eine besondere Herausforderung für den einzelnen Mitarbeiter ist;
- Der Konstruktionspool und seine Partner profitieren von einer langen Betriebszugehörigkeit des Mitarbeiters und haben deshalb entsprechende Organisationsstrukturen;
- Für den Mitarbeiter ergeben sich trotz der eingangs beschriebenen Verhältnisse positive Aspekte, die zu einer langjährigen Bindung ans Unternehmen führen;
- Der Mitarbeiter einen interessanten und sicheren Arbeitsplatz hat;
- Auch sehr junge und Mitarbeiter mit geringer Qualifikation im Rahmen eines Projektes Dienstreisen (inkl. Flug) und Unterbringung in einem anderen Bundesland, Land etc. erleben können;
- Im Einzelfall gezahlte Projektzulagen und Fahrtkostenerstattung zu einem zufriedenstellenden Gehaltsniveau führen;
- Die persönliche und berufliche Weiterentwicklung kann durch die Projektarbeit stärker gefördert werden.

Zusammenfassung.

Die Herausforderungen des Konstruktionsbereiches im allgemeinen Maschinen- und Anlagenbau können zufriedenstellend gemeistert werden, wenn sich dieser zu einer Zusammenarbeit mit einem Konstruktionspool (externes Ingenieurbüro) entscheidet.

Die Mitarbeiter eines sehr gut gemanagten Konstruktionspools sind sehr gut qualifiziert, flexibel und tragen durch ihre hohe Motivation zur effizienten temporären Kapazitätserhöhung beim Kunden bei

Ein sensibler Umgang mit den Mitarbeitern verbunden mit hoher Wertschätzung und Berücksichtigung der persönlichen und privaten Belange führt zu einer geringen Mitarbeiterfluktuation und somit zu langjähriger Verfügbarkeit für den Kunden.

Der Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft wird zu dieser flexiblen Art und Weise der Arbeit führen, welches aber durchaus Chancen und positive Aspekte für den einzelnen bringen wird.

УДК 62-82

П.Н. Андренко, докт. техн. наук, профессор

З.Я. Лурье, докт. техн. наук, профессор

Национальный технический университет «ХПИ», andrenko47@mail.ru

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

В докладе приведен аналитический обзор технического уровня продукции выпускаемой ведущими мировыми фирмами производителями гидрооборудования для установления перспективных конструктивных и схемных решений, а также параметров элементов и устройств объемного гидропривода, на которые следует ориентироваться при проектировании новых машин. Показано, что стратегическим направлением в развитии объемного гидропривода и его компонентов является: энергосбережение за счет использования компенсаторов давления и рекуператоров энергии; многопоточных насосов, в которых возможна индивидуальная разгрузка отдельных секций; повышение КПД гидромашин; оптимизации схемных решений; применение новейших систем пропорционального управления; замена дроссельного регулирования машинным, использование принципа частотного регулирования или насосно-аккумуляторного гидропривода, электрической обратной связи; повышение рабочего давления, использование электрогидростатических приводов, мультипликаторов давления и блочно-модульного принципа построения гидросистем; снижение габаритов и металлоемкости

при одновременном росте удельных мощностей. В гидроприводах большой мощности перспективно использовать обратимые регулируемые гидромашины, работающие в режиме насоса или гидромотора с рекуперацией электроэнергии.

Приведены основные технические характеристики современных аксиально-поршневых, шестеренных насосов и гидромоторов. Описаны особенности их конструктивных решений, позволяющие повысить технический уровень. Установлено, что повышение технического уровня объемных гидроприводов достигается за счет применения регулируемых аксиально-поршневых насосов, в том числе и оснащенных энергосберегающими LS-регуляторами, новых шестеренных насосов внутреннего зацепления модели QX фирмы Bucher Hydraulics. Перспективным направлением усовершенствования таких гидромашин является совершенствование процесса распределения, использование встроенных редукторов, тормозов и датчиков угла поворота, гидростатической разгрузки, изменение геометрии корпуса, исключение из конструкции подшипников качения, уменьшения сжимаемого объема рабочей камеры, расширения всасывающей линии, и применения пропорционального электроуправления.

Для комплектации электрогидростатических приводов широко используются новые шестеренные насосы внутреннего зацепления модели QX фирмы Bucher Hydraulics с рабочим объемом $V_0 = 10 \dots 160 \text{ см}^3$, которые имеют большой скоростной диапазон, долговечность, способны выдерживать максимальные ускорения и возможность работы на различных рабочих жидкостях с хорошими антикавитационными характеристиками [1]. Основные параметры таких насосов: давление рабочее/пиковое 25/28 МПа; частота оборотов – $n = 4600 \dots 2300 \text{ мин}^{-1}$; уровень шума 57 ... 67 дБА (при $p = 20 \text{ МПа}$ и $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$).

Для оценки энергоэффективности насосного оборудования, в соответствии с законодательными нормативами Евросоюза [2], предлагается использовать индекс энергетической эффективности EEI (Energy Efficiency Index) [3]

$$EEI = \frac{P_{L,avg}}{P_{ref}} C_{20\%}, \quad (1)$$

где $P_{L,avg}$ – среднее значение мощности, которая потребляется данным насосом с учетом стандартизованного профиля нагрузки, рассчитывается по формуле (2) как среднее значение мощности, которая потребляется насосом за период его работы

$$P_{L,avg} = 0,06P_{L,100\%} + 0,15P_{L,75\%} + 0,35P_{L,50\%} + 0,44P_{L,25\%}; \quad (2)$$

P_{ref} – эталонная мощность, расчетная величина для циркуляционного насоса определенная для его определенного типа;

$C_{20\%}$ – законодательно принятый поправочный коэффициент, который учитывает, что только 20 % существующих циркуляционных насосов удовлетворяют требованиям EEI 0,20. $C_{20\%} = 0,49$.

Отметим, что на момент принятия [1] $EEI = 0,20$ и являлся так называемым целевым ориентиром, то есть величиною, к которой необходимо стремиться. На законодательном уровне установлено, что для циркуляционных насосов мощностью 2500 Вт, которые поставляются как отдельные агрегаты, возможная величина индекса энергетической эффективности с 2013 г. составляет $EEI = 0,27$.

Для насосов с подачей до 1000 м³/час шести конструктивных схем – консольных, консольно-моноблочных, консольно-моноблочных с расположением патрубков «в линию», вертикальных многоступенчатых и погружных многоступенчатых, в соответствии с EN 16480 «Минимальный требуемый КПД центробежных насосов для

воды» введен показатель энергоэффективности MEI (Minimum Efficiency Index) – индекс минимального КПД. Отметим, что MEI является десятичным числом менее 1,0, и отражает количественное соотношение представленной на рынке продукции [2].

Установлено, что современной тенденцией в развитии гидроаппаратуры является ее миниатюризация, расширение номенклатуры и улучшение технических параметров, применение аппаратуры ввертного монтажа и картриджных клапанов. Показано, что наиболее интенсивное развитие получили дросселирующие гидрораспределители и аппараты с пропорциональным электрическим управлением, особенно со встроенной системой контроля и управления, гидроаппараты управляемые шаговыми электродвигателями и оригинальные для выполнения уникальных функций.

По-прежнему, является актуальной задача использование в качестве рабочих жидкостей эмульсии, основой которой является обычная вода и минеральных масел с высоким индексом вязкости, регенерация рабочих жидкостей непосредственно в емкостях машины и использование для ее очистки саморегенерирующихся полнопоточных гидродинамических фильтров. Как и прежде остро стоит проблема снижение уровня шума и вибрации гидроприводов за счет совершенствования конструктивных решений, обеспечивающих оптимальное протекание рабочих процессов, гасителей пульсаций давления, применение новых технологий при изготовлении гидравлических компонентов.

Список ссылок

1. Свешников В.К. Инновации в гидравлике / В.К. Свешников // РИТМ 24.04.15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ritm-magazine.ru
2. Draft EUROPEAN STANDART prEN 16480 Pumps – Minimum required efficiency of rotodynamic water.
3. Твердохлеб И. Современный подход к энергоэффективности насосного оборудования [Текст] / И. Твердохлеб, А. Костюк, С. Соколов // Насосы и оборудование. – №4 – 5. – 2014. – С. 20 – 21.

УДК 621.9:007

Ю.Н. Кузнецов, докт. техн. наук, профессор

Национальный технический университет Украины «КПИ», info@zmok.kiev.ua

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ С КОМПЬЮТЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ НА МОДУЛЬНОМ ПРИНЦИПЕ

Для сквозной подготовки технической интеллектуальной элиты в ВУЗах Украины необходимо большое внимание уделять профессиональной подготовке машиностроителей с использованием всех видов современных образовательных средств [2].

По опыту высокоразвитых государств [3] сквозная подготовка технической элиты должна начинаться с дошкольных учреждений по неразрывной цепочке: дошкольное образование – среднее образование – высшее образование – производство – аспирантура (докторантура) [1].

Среди образовательных средств в технических ВУЗах должны использоваться:

- 1) специальное учебное оборудование с компьютерным управлением (настольные станки, роботы, транспортные средства, станочные системы, 3D-принтеры (рис.1) и т.п.);
- 2) информационные технологии в виде 3D модулей технологического, вспомогательного оборудования, их узлов и механизмов;
- 3) виртуальные технологии (компьютерные имитаторы, тренажеры, анимационные ролики по технологическим процессам и станкам с ЧПУ и т.п.);
- 4) видеоролики с различных отечественных и международных ярмарок, выставок и т.п.

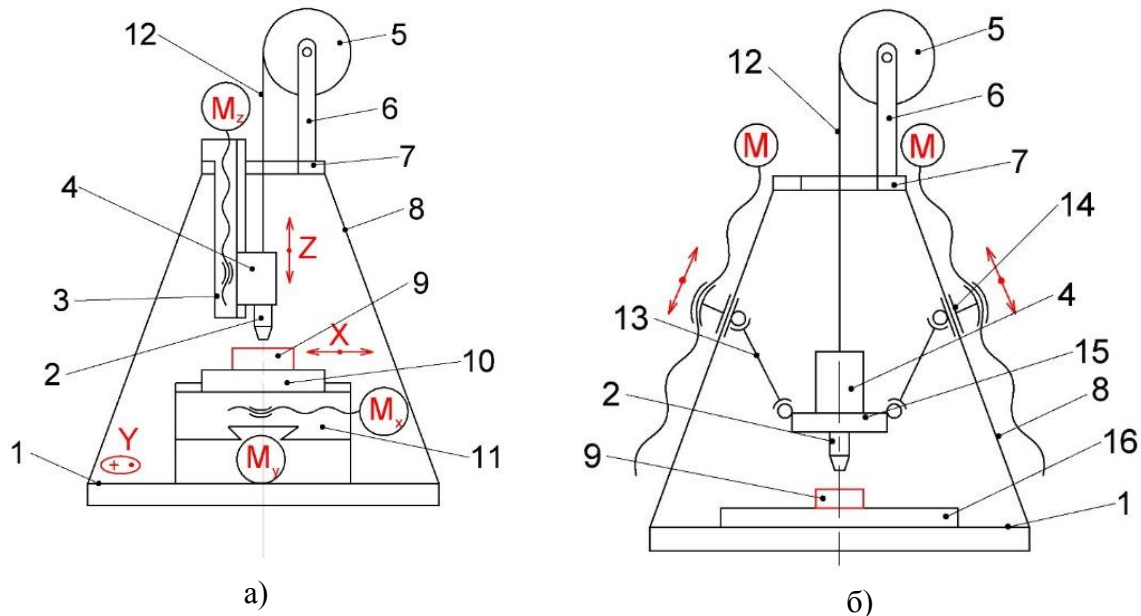


Рис. 1 – Схемы 3D – принтеров на базе настольных станков пирамидальной каркасной компоновки с традиционными суппортами координатных перемещений (а) и МПС типа триглайд (б): 1 – основа; 2 – насадка печатающей головки; 3, 10, 11 – координатные блоки X, Y, Z; 4 – печатающая головка; 5 – бунт; 6 – стойка; 7 – траверса; 8 – каркас; 9 – выращиваемый объект; 12 – леска; 13 – штанга постоянной длины; 14 – подвижная опора штанги; 15 – подвижная платформа; 16 – неподвижный стол

В создании учебных средств, кроме приобретаемых средств, должны принимать участие студенты и аспиранты под руководством научно-педагогических работников, передающих им знания, формирующих умения применять эти знания при проектировании («думать головой») и на практике («думать руками»).

Приоритетным среди образовательных средств (см. п.1) должна быть сборка из модулей настольного технологического и вспомогательного оборудования с ЧПУ из узлов и механизмов (станки и машины различного назначения с компьютерным управлением, 3D-принтеры (рис. 1), роботы различных компоновок, гибкие производственные системы, автоматизированные сборочные комплексы, контрольно-измерительные многокоординатные машины, мотор – шпиндели, зажимные устройства, модули линейных и угловых перемещений и т.п.).

Опыт создания образовательных средств связан с новым научным направлением творческого коллектива кафедры конструирования станков и машин НТУУ «КПИ», руководимого автором. Этим коллективом разработаны проекты учебно-исследовательских кабинетов для изучения дисциплины «Технологическое оборудование с параллельной кинематикой», оборудован кабинет инноватики (рис. 2), изготовлено ряд малогабаритных станков каркасной компоновки на модульном принципе с компьютерным управлением, которые демонстрировались на международных, украинских выставках и ярмарках и отмечены наградами.

Использование накопленного опыта на кафедре конструирования станков и машин НТУУ «КПИ» способствует развитию с минимальными затратами как средств подготовки современных кадров, так и непосредственно обеспечивает высокий уровень конкурентоспособности выпускников технических ВУЗов Украины, которые на договорных условиях могут приобрести техническую документацию для изготовления настольного оборудования с ЧПУ с использованием своего потенциального ресурса.



Рис. 2 – Кабинет інноватики НІЛ НТУУ «КПІ»

Список ссылок

1. Кузнецов, Ю.М. Актуальні проблеми підготовки технічної інтелектуальної еліти в Україні / Ю. М. Кузнецов // Сборник статей НИЦ «Знание» по материалам IX межд. науч. – практ. конференции «Развитие науки в XXI веке». – Харьков, 2015. – с. 91–95.
2. Мазеин, П. Г. Использование инновационного потенциала университета в области информационных технологий для развития средств подготовки машиностроителей./ П. Г. Мазеин, А. А. Савельев // Материалы открытой Всероссийской конференции «Преподавание Информационных технологий в России», 18 – 19.05.2009. Челябинск, ЮУрГУ.
3. Тарташвили, Т.А. Система подготовки интеллектуальной элиты в США / Под ред. Ю.Я. Клеко. – М.: НИИВШ, 1988. – 68 с.

СЕКЦІЯ 1
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ МАШИНОБУДІВНОГО
ВИРОБНИЦТВА»

UDC 921.9.02

S.P. Radzevich, Dr.(Eng.)Sci, Professor
Apex Tool Group, LLC, radzevich@usa.com

ON INFEASIBILITY OF GENERATING OF GEOMETRICALLY ACCURATE FORM
GEAR TEETH IN GENERATING METHODS OF GEAR MACHINING

Generating methods of machining, that is, hobbing, shaping, planning, and worm grinding, are extensively used in the industry for machining gears and splines with involute tooth profile. When machining gears, three conditions need to be fulfilled. They are: (a) the condition of contact ($\mathbf{n} \cdot \mathbf{V}_\Sigma = 0$, here \mathbf{n} is a vector of unit contact normal, and \mathbf{V}_Σ is a vector of relative motion at point of contact between the gear tooth flank and the generating surface of the gear cutting tool); (b) the condition of conjugacy; and (c) base pitches of the gear and the cutting tool must be equal to the operating base pitch in the gear machining operation – this is the third necessary condition [1], [2], [3].

All these conditions can be fulfilled when machining gears/splines with an involute tooth profile. When machining cylindrical parts with non-involute teeth, the conditions (b) and (c) are violated. In more general cases of machining gears for intersected-axes gear pairs (I_a – gears), and, moreover, gears for crossed-axes gear pairs (C_a – gears) none of the conditions (a) through (c) is met [1], [2], [3]. Because of this, geometrically accurate gears with non-involute tooth profile cannot be generated accurately. The deviations of the tooth flanks become inevitable.

Below in this paper an introduction to the problem under consideration is discussed: a case of machining of form gear teeth for parallel-axes gearings (P_a –gears) is discussed. More general cases of machining gears for I_a – gear pairs, and for C_a –gear are not discussed here in detail because of the lack of space. However, the given below introduction to the problem makes clear the importance and complexity of generation of form tooth geometries in both the cases, that is, in the cases (b) and (c).

Consider a helical gear pair composed of two gears that have form teeth. An instant line of action of the gear pair is a straight line. Examples of the instant lines of action, LA , of this gear pair are illustrated in Fig. 1. The path of contact, P_c , is a planar curve. At contact point, the instant lines of action are always perpendicular to the tooth flanks G and P , and is tangent to the path of contact – this is a must.

The gear pair is composed of a helical gear and a helical pinion of non-involute tooth profiles. The gear and the pinion rotate about their axes of rotation (Fig. 1). The location of the pitch point, P , is determined by the nominal value of pitch radii of the gear, $r_{w.g}$, and the pinion, $r_{w.p}$. The transverse pressure angle at the pitch point, P , is denoted by ϕ_t .

It can be assumed then that both the gear and pinion are sliced by transverse planes perpendicular to the axes of rotation, O_g and O_p . The number of the slices, n , is reasonably large. Slices are numbered from 1 to n . Let us pick an arbitrary slice number, i (where $1 < i < n$). For the i -th slice, a corresponding point, i , within the path of contact, P_c , is constructed. The point of intersection of the centerline, \mathcal{C} , by the instant line of action, $LA_{\text{inst}}^{(i)}$, through point i is the instant pitch point, $P^{(i)}$. Two circles of the radii $r_{w.g}^{(i)}$ and $r_{w.p}^{(i)}$ through point $P^{(i)}$ are the pitch circles for the i -th slice. Similarly, instant pitch points, $P^{(i-1)}$ and

$P^{(i+1)}$, as well as the rest of the design parameters are constructed for the point $(i-1)$ that precedes point i and point $(i+1)$ following point i .

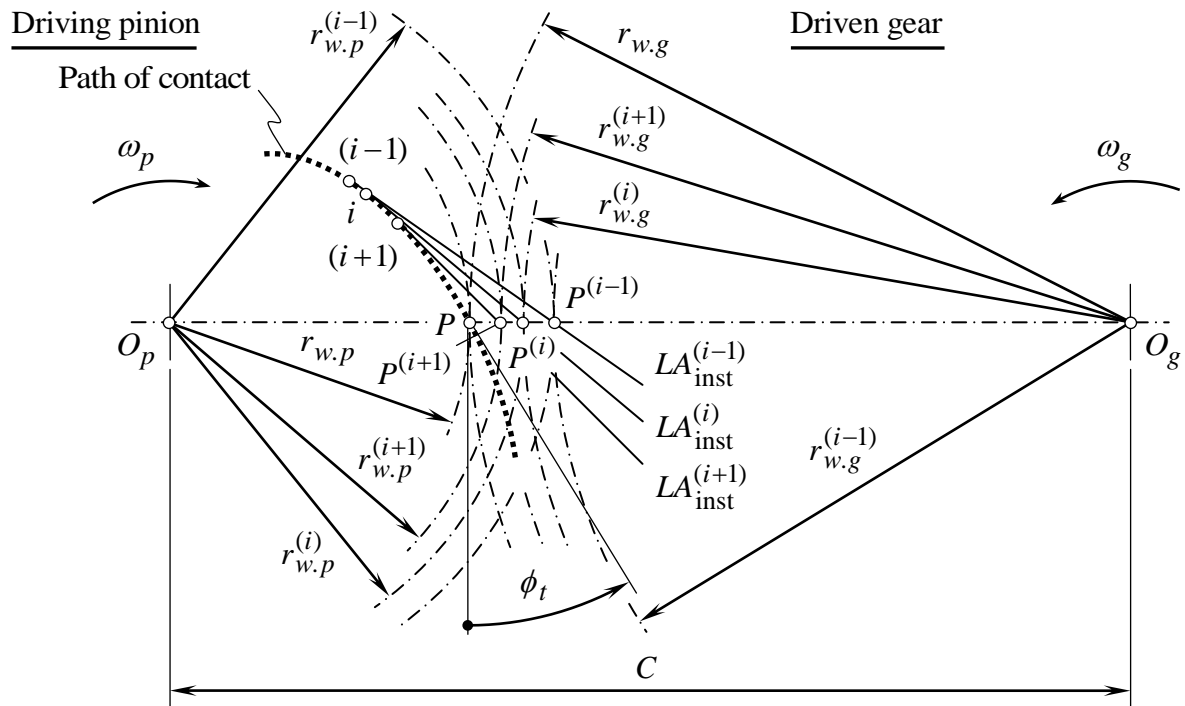


Fig. 1 – Schematic diagram of meshing of a helical non-involute gear pair

If the pitch points for different slices of a gear pair are not coincident with one another, then the slices should rotate with different instant rotational speeds, which is physically infeasible. Therefore, the following conclusion can be made up:

Conclusion. *Helical gear pairs that have non-involute tooth profiles and non-zero transverse contact ratios ($m_p > 0$) are not feasible physically.*

One can imagine a pinion of a non-involute parallel-axis gearing being sliced into numerous slices by planes perpendicular to the axis of rotation of the pinion. If the tooth profiles are not involute, then each slice rotates separately. However, the pinion rotates as a rigid body, and it cannot rotate with different angular velocities simultaneously. Therefore, tooth flanks in non-involute parallel-axis gearing do not contact each other along a line; they contact at a distinct point instead. As the equality of base pitches of the gear and the pinion with the operating base pitch is not observed, transmission of a uniform rotation from the driving shaft to the driven shaft by means of non-involute parallel-axis gearing is impossible at all.

The aforementioned conclusion is of importance in gear finishing operations, particularly, in the rotary shaving process of helical gears that have non-involute tooth profile. Although the rotary shaving process features skew axes of rotation of the work-gear and the shaving cutter, the aforementioned two-dimensional analysis makes it clear that those non-involute tooth profiles of helical gears (including, but not limited to, tooth profile of *Novikov* gearing) cannot be shaved in nature.

References

1. Radzevich, S.P., *Geometry of Surfaces: A Practical Guide for Mechanical Engineers* / S.P. Radzevich. – Wiley, 2013. – 264 p.
2. Radzevich, S.P., *Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 2012. – 743 p.

3. Radzevich, S.P., Gear Cutting Tools: Fundamentals of Design and Computation, Boca Raton Florida, 2010. – 754 p.

УДК 621.93

Л.І. Ковальова, канд. техн. наук, доцент
С.В. Майданюк, асистент
Національний технічний університет України "КПІ", may_sv@i.ua

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ РІЗАННЯ КРУГЛИМИ ПІЛКАМИ З РІЗНОНАПРАВЛЕНИМИ ЗУБЦЯМИ

У сучасному виробництві широко застосовуються круглі пилки, але якість оброблення ними дуже низька, що пояснюється важкими умовами роботи та високим рівнем вібрацій при різанні. Тому задача розробки круглих пилок підвищеної точності та працездатності є актуальною.

Переривчастий характер оброблення круглими пилками, змінна товщина зрізуваного шару, по дузі контакту, а також, непостійна та невелика кількість одночасно працюючих зубців, обумовлюють різкі коливання сил, моментів і потужності різання, особливо в період входу та виходу зубців із оброблюваної заготовки, що, в свою чергу, призводить до виникнення коливань інструменту, тобто призводить до вібрацій інструменту [1 – 4]. Тому питання визначення та регулювання зусиль різання, як джерела виникнення вібрацій в процесі різання та їх регулювання, є актуальною задачею при проектуванні інструменту.

Дослідженню зусиль різання та вібрацій присвячені роботи [1–4], в яких досліджувалася вплив на вібрації в процесі різання за рахунок конструктивних, геометричних параметрів та режимів різання круглих пилок. Слід відзначити, що існуючі дослідження процесу відрізання круглими пилками стосуються лише інструментів з прямими [1–3] та похилими [4] зубцями, що відповідають процесу прямокутного різання, а інструмент з різнонаправленими зубцями, який відповідає косокутному різанню, не досліджувався. Проте, відомі конструкції подібного інструменту, який активно використовується при обробленні різних матеріалів, але не досліджувався при обробленні металів. Тому і невідомий вплив геометричних параметрів круглих пилок з різнонаправленими зубцями на процес різання металів.

В роботі вирішується задача визначення зусиль різання, від геометричних параметрів та режимів різання при відрізання круглими пилками з різнонаправленими зубцями, на основі експериментальних досліджень, методом математичного моделювання – методом групового врахування аргументів (МГВА) [5].

Отримані залежності зусиль різання можна використовувати при оптимізації геометричних параметрів та режимів різання круглих пилок з різнонаправленими зубцями, в якості додаткових обмежень.

Список посилань

1. Лорех Р. Повышение работоспособности дисковых пил при отрезке круглых заготовок: дис.... кандидата техн. наук: 05.03.01 / Лорех Роланд. – К., 1998. – 231 с.
2. Равская Н. С. Экспериментальные исследования процесса отрезки дисковыми пилами с неравномерным шагом зубьев / Н. С. Равская, А. В. Семенов // Резание и инструмент в технологических системах. – 1999. – Вып. 53. – С. 144 – 145.
3. Семенов А. В. Разработка дисковых пил с неравномерным шагом: дис.... кандидата техн. наук: 05.03.01 / Семенов Александр Витальевич. – К., 1998. – 194 с.
4. Панчук В. Г. Теоретичні основи проектування відрізних фрез: дис. ... доктора техн. наук: 05.03.01 / Панчук Віталій Георгійович. – К, 2009. – 360 с.
5. Родин П. Р. Монолитные твердосплавные концевые фрезы / П. Р. Родин, Н. С. Равская, А. И. Касьянов. – Киев: Вища школа. Изд-ва при Киев. ун-те, 1985, – 64 с.

УДК 621.923.6: 621.318.4: 621.002.1

Т.А. Роїк, докт. техн. наук, професор
 Національний технічний університет України «КПІ», roik2011@gmail.com
 Ю.Ю. Віщук, канд. техн. наук, доцент
 Національний технічний університет України «КПІ», yuliav@bigmir.net

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ ПРИ ШЛІФУВАННІ ЗНОСОСТІЙКИХ КОМПОЗИТИВ

Відомо, що зносостійкість деталей, як одна із головних характеристик надійності обладнання суттєво залежить від шорсткості поверхонь тертя деталей при їх взаємодії у складі машин і механізмів [1]. Параметри шорсткості поверхонь формуються на технологічних операціях їх фінішної абразивної обробки [1–3]. Нажаль, на сьогодні розгалужених досліджень технологічних процесів тонкого фінішного абразивного оброблення високолегованих зносостійких композитів на основі нікелю не проведено.

Метою даної роботи було дослідження параметрів шорсткості поверхонь при тонкому абразивному шліфуванні нових композиційних самозмащувальних підшипників на основі нікелю, легованого молібденом і вольфрамом з домішками твердого мастила (фториду кальцію CaF_2), що призначені для оснащення вузлів тертя високошвидкісних ротаційних друкарських машин типу KBA Rapida 105, Plamag Rondoset та встановлення впливу режимів різання на якісні показники поверхонь оброблення нових композиційних підшипників ковзання.

Експериментальні дослідження виконувались згідно методики, наведеної у роботах [1–3]. Проте шліфування нікелевих композитів має ряд особливостей, які автори врахували при дослідженнях технологічних процесів тонкого абразивного шліфування робочих поверхонь деталей тертя з них.

Попередніми дослідженнями авторів [1, 3] було доведено, що мінімальне тертя і адгезію при абразивній обробці композитів на основі нікелю забезпечують шліфувальні круги з електрокорунду хромчастого (33А) з вмістом у складі абразиву 1,8–2,0% оксиду хрому Cr_2O_3 .

Тому дослідження технологічного процесу тонкого абразивного шліфування композитів на основі нікелю здійснювались із застосуванням шліфувальних кругів з електрокорунду хромчастого 33А.

Результати експериментальних досліджень з наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметр шорсткості R_a при тонкому плоскому шліфуванні підшипникового композитного матеріалу на основі нікелю

Поперечна подача $S_{\text{поп}}$, мм/подв.хід	Швидкість виробу (поздовжня подача) V_b , м/хв.	Глибина шліфування t , мм		
		0,001	0,002	0,005
		R_a , мкм		
0,1	1	0,190	0,240	0,410
	3	0,200	0,260	0,450
	5	0,230	0,280	0,490
0,2	1	0,310	0,390	0,520
	3	0,340	0,410	0,550
	5	0,390	0,430	0,610
0,3	1	0,430	0,520	0,700
	3	0,450	0,540	0,750
	5	0,480	0,570	0,790
0,5	1	0,520	0,670	0,830
	3	0,550	0,710	0,900
	5	0,670	0,780	0,970

Експериментальні дослідження тонкого плоского шліфування проводились на верстаті – FF-350 «Abawerk» (ФРН) з абразивним інструментом 33АМ14СМ1Гл на гліфталевій зв'язці при швидкості круга – 22 м/с; обробка виконувалась без охолодження.

Зовнішнє кругле шліфування виконувалось на прецизійному верстаті AS-250 «Werkzajt» (ФРН), а для внутрішнього шліфування застосовувався прецизійний внутрішньошліфувальний верстат надвисокої точності SS-125 «Studder» (Швейцарія).

Аналіз даних таблиці 1 показує, що параметр шорсткості R_a змінюється зі зміною режимних факторів оброблення – глибини шліфування, поперечної та поздовжньої подач.

Найбільший вплив на параметр шорсткості R_a чинять глибина різання t та поперечна подача $S_{\text{поп.}}$, найменше – швидкість випробу V_v .

Слід зазначити, що отримані висновки підтверджуються також при тонкому абразивному шліфуванні кругами зернистістю M50, M28, M14, M7 з електрокорунду білого (25А), карбиду кремнію зеленого (63С) та монокорунду (43А).

Аналіз експериментів показав, що на шорсткість поверхонь деталей з нових композитних матеріалів при зовнішньому круглому шліфуванні (як і при плоскому абразивному шліфуванні) суттєво впливають режими різання: швидкість виробу V_v , поздовжня подача S_p та глибина різання t , а також розмір зерна абразиву, матеріал зерна та склад зв'язки абразивного інструменту.

Аналогічно з плоским шліфуванням найкращу якість оброблених зовнішніх поверхонь композитних циліндричних деталей (за параметром шорсткості R_a) забезпечує тонке абразивне кругле шліфування з використанням шліфувальних кругів з електрокорунду хромчастого (33А) із вмістом у складі абразиву до 2% оксиду хрому (Cr_2O_3) зернистістю 14-28 мкм (M14–M28) на еластичній гліфталевій зв'язці (Гл) та застосуванням тонких режимів різання ($V_v \rightarrow \min$; $S_p \rightarrow \min$; $t \rightarrow \min$).

Схожі результати отримані при тонкому круглому внутрішньому абразивному шліфуванні робочих поверхонь тертя підшипників ковзання з нових композиційних матеріалів на основі нікелю.

Найкращі показники параметру R_a , які забезпечують вимоги до поверхонь тертя деталей поліграфічних машин, забезпечують шліфувальні круги з електрокорунду хромчастого зернистістю 14-28 мкм на гліфталевій зв'язці та тонкі режими різання, а саме:

– для плоского шліфування: швидкість круга – 22 м/с, поздовжня подача – 1-3 м/хв., поперечна подача – 0,1 мм/подв.хід; глибина різання – 1-3 мкм;

– для зовнішнього круглого шліфування: швидкість абразивного круга – 35 м/с, швидкість виробу (деталі) – 20 м/хв., поздовжня подача – 30 мм/об., глибина різання – 1 мкм;

– для круглого внутрішнього шліфування: швидкість круга – 35 м/с, швидкість виробу – 15 м/хв., поздовжня подача – 0,5 мм/об., глибина різання – 1 мкм.

Дослідження показали, що найкращі результати за параметром якості R_a (тобто отримання мінімальної шорсткості поверхні) забезпечують тонкі режими абразивного шліфування, а саме, мінімально можливі (з точки зору технічних можливостей верстата) режими різання – глибина шліфування, поздовжня подача та швидкість обертання деталі.

Список посилань

1. Роїк, Т.А. Новітні композиційні матеріали деталей тертя поліграфічних машин: Монографія [Текст] / [Т.А. Роїк, А.П. Гавриш, П.О. Киричок, Ю.Ю. Віцюк.] – К.: ВПК «Політехніка», 2014. – 427 с.
2. Инструменты из сверхтвердых материалов: Монографія [Текст] / [Под. ред. акад. НАНУ Н.В. Новикова, д.т.н. С.А. Клименко.] – М.: Машиностроение, 2014. – 607 с.
3. Гавриш, А.П. Технологічні та експлуатаційні релєфи деталей тертя з нових композитів для поліграфічних машин [Текст] / А. П. Гавриш, Т. А. Роїк, П. О. Киричок, О. О. Мельник, Ю.Ю. Віцюк // Технологія і техніка друкарства. –№2 (48). –2015. –С. 83–96.

УДК 621.9.044 : 621.7.01

С.С. Доброворський, докт. техн. наук, професор

Є.В. Басова, канд. техн. наук

Національний технічний університет «ХПІ», e.v.basova@list.ru

Р.В. Головатий

ТОВ Науково-виробниче підприємство «Квант-Ефир», mechanic@kvantefir.com

ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБКИ ТОНКОСТІННИХ ДЕТАЛЕЙ

Виготовлення виробів прецизійного машинобудування з одного боку супроводжується проблемами забезпечення якості деталей: точності розмірів, точності форми, взаємного розташування поверхонь – а з іншого – вимогами щодо надійності, безпеки використання виробу, його довговічності тощо.

Технологія обробки тонкостінних деталей пов'язана із рядом складностей, одна з яких недостатня жорсткість заготовки та технологічної системи в цілому. У таких випадках питання щодо подолання деформаційної складової процесу виготовлення, а саме прогину поверхні деталі та її жолоблення під дією сил різання та закріплення стає складною технологічною та виробничою задачею.

З метою мінімізації похибок обробки тонкостінних деталей ще на етапі планування технологічного процесу виготовлення виробу актуальним є планування технологічного підготовки виробництва на базі сучасних CAD/CAE/CAM систем.

Характерним представником тонкостінних деталей у роботі виступає деталь типу «Корпус» (рис. 1). Відзначено, що забезпечити жорсткість технологічної системи при виготовленні такого типу деталей дуже складно, навіть при дотриманні умови достатньої технічної бази (геометричної точності верстата і його елементів, жорсткої фіксації заготовки у верстатному пристосуванні, високоякісного різального інструменту, високої кваліфікації робітника т.д.).

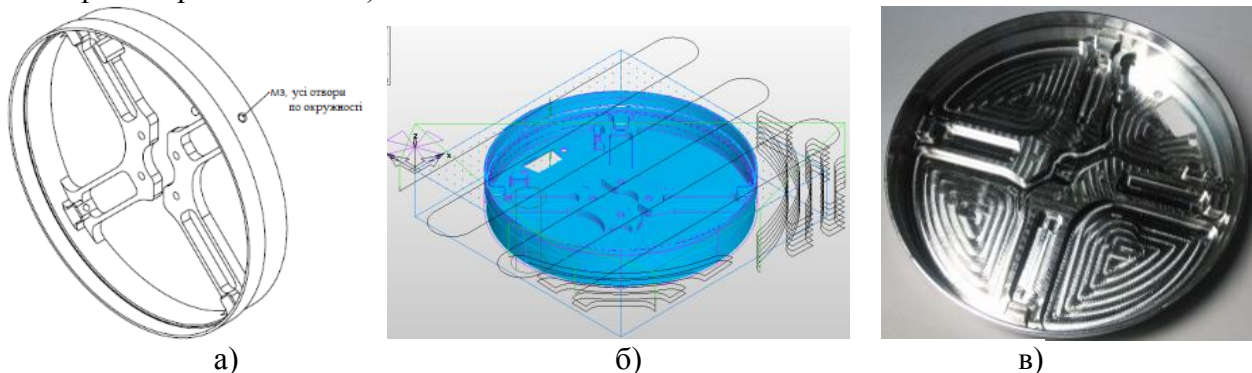


Рис. 1 – Ескіз а), генерація траєкторій переміщення інструменту при виготовленні деталі б) та готова деталь типу «Корпус» в)

Показано складність витримування величин шуканих параметрів оброблюваних тонкостінних деталей у припустимих межах, що посилюється із вирішенням питання контрольованої товщини зрізаного шару матеріалу. Зазначено, що товщина зрізаного шару варіюється у залежності від місцевої жорсткості деталі та від змінної величини прогину інструменту у різних точках його траєкторії у процесі формоутворення.

Відмічено, що деталь типу «Корпус» виготовляється із важкооброблюваного матеріалу, що у свою чергу передбачає появу деформаційної складової процесу різання у зоні обробки, яка є причиною швидкого зношування різального інструменту. Тому використання методу скінченних елементів, при вирішенні задачі підготовки процесу якісної обробки тонкостінних деталей, додатково дозволило забезпечити зовнішню стохастичну параметричну оптимізацію режимів різання ще на етапі планування

технологічного процесу виготовлення дослідної деталі, що у свою чергу дозволило призначати керовані параметри процесу різання із заданим рівнем надійності.

УДК 621.881.37

А.В. Васильєв, канд. техн. наук

С.В. Попов, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, 523097@ukr.net.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗУСИЛЬ ЗАТИСКАННЯ РУЧНИХ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ

Механічні затискні пристрої відрізняються простотою конструкції, зручністю виготовлення, а головне – швидкістю дії, великим притискним зусиллям та надійною фіксацією деталі лише одним рухом руки, а це в свою чергу суттєво підвищує продуктивність [1]. Затискачі застосовуються як в складі автоматичних обробляючих ліній, так і на окремих робочих місцях.

Проте діапазон затискних зусиль існуючих на даний момент затискаючих механізмів складає від десятків до тисяч ньютонів і є сталим для даного виду пристрою. З цього постає завдання про можливість керування зусиллям притискання шляхом регулювання затискної опори [2]. Саме в цьому і полягає напрям даного дослідження – пропонується об'єднати властивості існуючих на даний момент затискних пристроїв з додатковим затисканням за допомогою різивої поверхні, яка виконана на затискаючому осерді (рис.1).

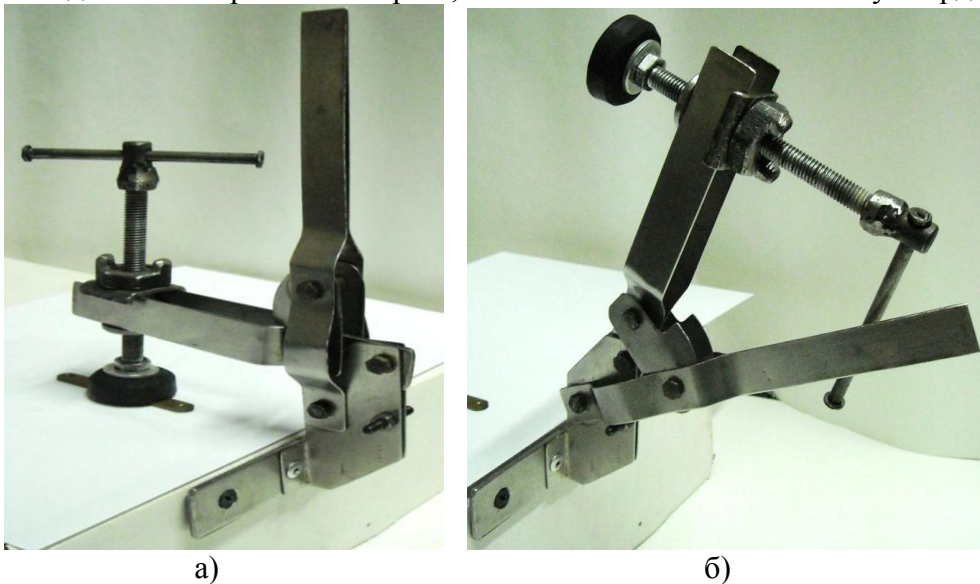


Рис. 1 – Модернізований швидкозатискний пристрій в затисненому а) і розвантаженому б) стані.

Досліджені різні конструкції швидкозатискних пристроїв, в яких максимальне зусилля затискання одержується, окрім іншого, швидким регулювання довжини затискаючого осердя.

Одержані розрахункові залежності визначення отриманого зусилля, оптимізовані співвідношення притискних важелів. В результаті проведених розрахунків та практичних досліджень отримані числові значення зусиль затискання, що в 9-15 разів більше від зусиль відомих затискних пристроїв.

Список посилань

1. Andreas Maier GmbH & Co. KG - Fellbach – Germany – 2011. – 106 p.
2. Бондаренко, С.Г. Технологічні задачі механоскладального виробництва [Текст] / С.Г. Бондаренко – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2008. – 220 с.

УДК 621.86.001

С.В. Терлич, старший викладач

А.О. Калнауз, студентка

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, stterlych@ukr.net

В.В. Гречко, голова ЦМК «Судноводійні дисципліни»

ДВНЗ «Херсонське морехідне училище рибної промисловості», office@fishers.com.ua

УДОСКОНАЛЕННЯ ФРИКЦІЙНИХ ВАНТАЖОЗАХОПЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ СУДНОРЕМОНТНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У дослідженні розглянуто розроблення фрикційних вантажозахоплюючих (ВЗП) пристроїв, які можуть бути використані в технологічних процесах під час ремонту, переобладнання, модернізації та утилізації морських суден та інших плавучих споруд. Для виконання поставленої задачі виконано наступні етапи:

- проведено аналіз сучасних особливостей проектування ВЗП;
- експериментальним та чисельними методами досліджено вплив конструкційних та технологічних факторів на коефіцієнт взаємодії;
- розроблено методику проектування профілів ексцентриків фрикційних ВЗП;
- виконано чисельне дослідження напружено-деформованого стану корпусу ВЗП.

З'ясовано, що основним фактором, який впливає на працездатність ВЗП є утримуюче зусилля P , яке утворене силами тертя, які виникають між контактними елементами та конструкцією, що затискається. Для збільшення величини P на контактних елементах ВЗП робляться спеціальні насічки. Вплив насічок на величину утримуючого зусилля вивчено недостатньо. При проектуванні фрикційного ВЗП було використано залежність:

$$P = N \cdot f, \quad (1)$$

де P – утримуюче зусилля, яке чисельно дорівнює силі тертя F_{TP} ;

N – стискаюче зусилля, що діє по нормалі до поверхні контакту;

f – коефіцієнт тертя пари контактуючих матеріалів.

З умови рівноваги системи (рис.1, а) з урахуванням залежності (1) коефіцієнт взаємодії представлений, як:

$$\mu = \frac{P}{2N}. \quad (2)$$

За результатами комп'ютерного моделювання отримана функціональна залежність між вищенаведеними параметрами:

$$P = CT^{\alpha} t^{\beta} r^{\gamma} N^{\delta}, \quad (3)$$

де C – константа, яка залежить від властивостей матеріалу,

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – невідомі показники ступенів.

Логарифмуванням залежність зведено до лінійної регресивної моделі [1]:

$$y = a + \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 + \delta x_4,$$

де $y = \ln P$, $x_1 = \ln T$, $x_2 = \ln t$, $x_3 = \ln r$, $x_4 = \ln N$, $a = \ln C$.

Оцінка параметрів $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ отримана методом найменших квадратів. Перевірка статистичної значимості виконана з використанням критерію Стьюдента на рівні значимості $\alpha = 0$. Значення β, γ визнано незначними і прийнято нульовими. При цьому залежність (3) приймає вигляд:

$$P = CT^{\alpha} N^{\delta}, \quad (4)$$

Остаточний вигляд залежності:

$$P = 4,1355 \frac{N^{0,9244}}{T^{0,1261}}. \quad (5)$$

Залежність (5) встановлює вплив факторів стискаючого зусилля N та твердості T поверхні конструкції, яку стискають на величину утримуючого зусилля P .

Результати чисельного моделювання дозволили оцінити характер розповсюдження основних механічних напружень, місця їх концентрації та визначити величини максимальних деформацій корпусу ВЗП.

В результаті з використанням методики кінематичного синтезу кулачкових механізмів [2, 3] отримано геометричні характеристики профілю ексцентрика (рис.1, в), який може рівномірно навантажувати контактні елементи.

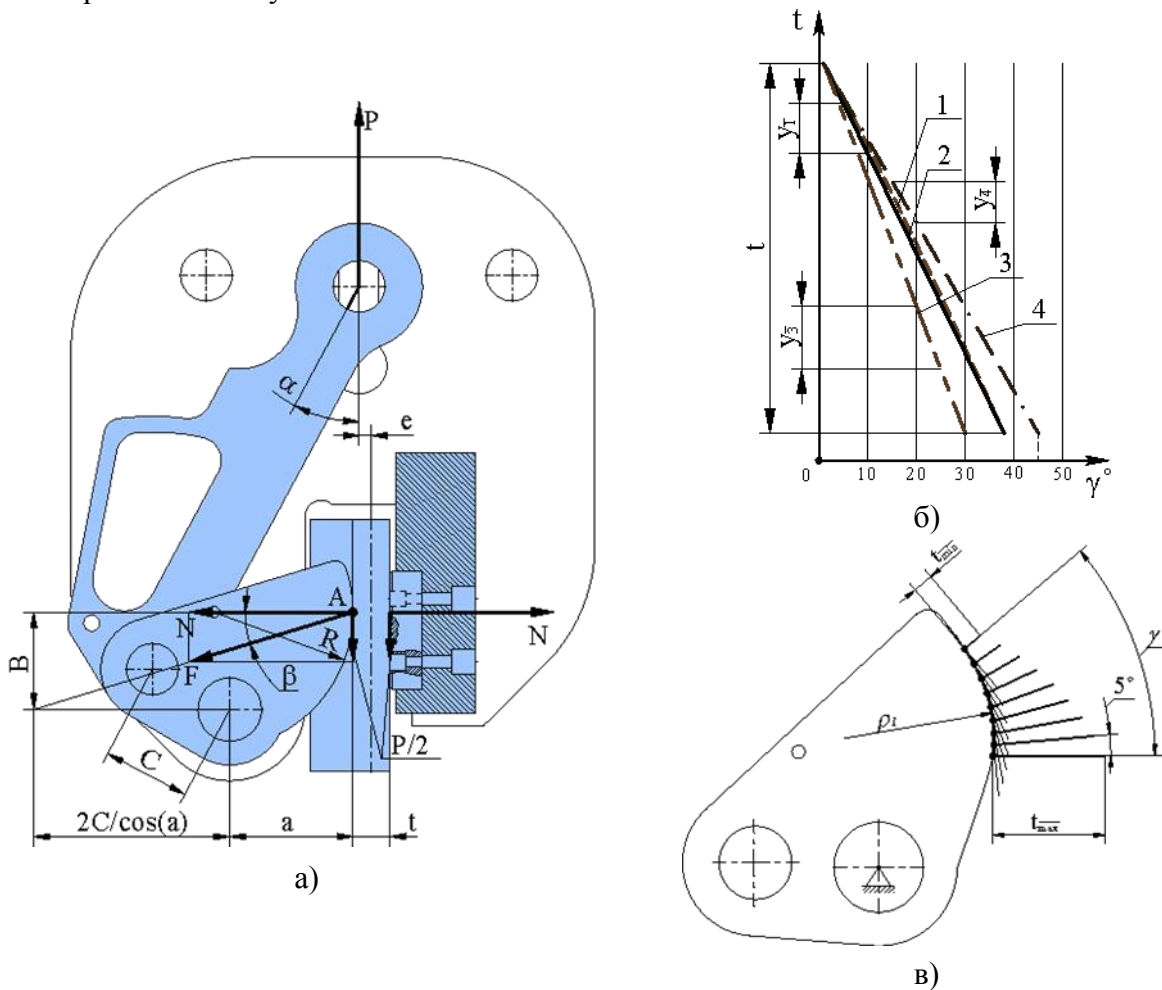


Рис. 1 – Геометричні параметри ексцентрикового ВЗП а), закон руху ексцентрика б) та точки профілю ексцентрика в)

Отриманий профіль ексцентриків забезпечує надійне утримання при транспортуванні конструкцій та рівномірне навантаження контактних елементів.

Список посилань

1. Дронов, С.В. Многомерный статистический анализ [Текст] /С.В. Дронов// Барнаул: Изд-во Алтайского гос. университета, 2006. — 239 с.
2. Кожевников, С.Н Теория машин и механизмов [Текст] /С.Н. Кожевников// М.: Машиностроение, 1973. – 592 с.
3. Теория механизмов и машин: Учеб. для ВТУЗов / Фролов К. В., Попов С. А. и др.; Под ред. Фролова К. В. – М.: Высш. шк., 1987 – 496 с.

УДК 621.001.63:004.94

Ю. Г. Нестеренко, ст. викладач

Черкаський державний технологічний університет nesterenko_chdtu@mail.ru

Є. А. Серков, ст. викладач

Черкаський державний технологічний університет eas5002@yandex.ru

СТВОРЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ БІБЛІОТЕКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ В СИСТЕМІ «T-FLEX-CAD»

Система автоматизованого проектування «T-FLEX-CAD» має внутрішні параметричні бібліотеки стандартних елементів, які в значній мірі прискорюють і підвищують якість роботи конструктора. Великою перевагою системи «T-FLEX-CAD» є те, що стандартний параметричний елемент користувач може створити сам, починаючи з кресленням і 3D-моделі і закінчуючи вікном діалогу, що з'являється при вставці фрагмента в складальну модель виробу.

Процес створення параметричного 2D-елемента бібліотеки можна розділити на декілька кроків проектування [1]:

1. Створення параметричної 2D- моделі підшипника кочення (ПК);
2. Створення бази даних;
3. Узгодження змінних з базою даних;
4. Створення інтерактивного діалогу;
5. Додавання перемикачів в діалог;
6. Створення вектора прив'язки.

Процес створення параметричного 3D - елемента бібліотеки на основі параметричного 2D-елемента бібліотеки можна розділити на декілька кроків проектування:

7. Створення параметричної 3D - моделі ПК;
8. Створення і редагування змінних 3D- моделі.

На 1 кроці проектування при створенні контуру об'єкта проектування (ОП) використовуються лінії побудови, що пов'язані із змінними (внутрішній і зовнішній діаметри ПК, його ширина, радіус округлення кілець і діаметр кульки) параметричної 2D-моделі.

Для створення бази даних (2 крок проектування) необхідно згідно [2] занести розміри ПК, заздалегідь вибравши розділи «Параметры» - «База данных» (БД).

В системі «T-FLEX-CAD» існують три функції відбору значень з внутрішніх БД:

- *rec* – отримати номер запису, що задовольняє заданій умові;
- *val* – отримати значення поля з запису з вказаним номером;
- *find* – отримати значення поля з запису, що задовольняє заданій умові.

На 3 кроці проектування для узгодження змінних з базою даних скористаємося функцією «*find*». Дана функція повертає значення вказаного поля «поле бази даних» з запису, що задовольняє умові «умова».

Запис «*find* (Підшипник.D, Підшипник.Name== $\$$ Name)» в «Редакторе переменных» означає, що вибір змінних слід здійснювати з БД «Підшипник», враховуючи ім'я поля БД «D», з якої необхідно вибирати змінну і умову, що поле «Name» БД з назвою «Підшипник» дорівнює текстовій змінній «Name», яка була створеної заздалегідь.

Для створення діалогу на 4 кроці проектування необхідно вибрати «Чертеж» - «Элемент управления», створити статичний текст і комбінований список змінних.

На 5 кроці проектування для багатоваріантної візуалізації ПК слід додати перемикачі в діалог, що дозволить показувати у 3D- сцені повне і умовне позначення ПК, а також, при необхідності, його осьову лінію.

Для орієнтування ОП в 2D- вікні на 6 кроці проектування необхідно створити вектор прив'язки, вибравши відповідно «Построения» - «Вектор привязки».

На 7 кроці проектування по раніше створених контурах ОП слід створити 3D-модель ПК, використовуючи операції «Вращение», «Круговой массив».

Для створення змінної, що відповідає за зміну кількості кульок в ПК, слід виконати 8 крок проектування.



Рис. 1 – Послідовність створення внутрішньої бібліотеки підшипників кочення в системі «T-FLEX-CAD».

З мультимедійними методичними матеріалами по створенню внутрішньої бібліотеки підшипника кочення в системі «T-FLEX-CAD» можна ознайомитися згідно електронного посилання [3].

Створення і використання внутрішніх параметричних бібліотек в системі «T-FLEX-CAD» значно скорочує терміни конструкторської підготовки виробництва.

Список посилань

1. Руководство пользователя по работе с системой «T-FLEX-CAD». Основы. 2D проектирования и черчения. – ЗАТ «Топ Системы», Москва, 2009 – 149 с.
2. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах [Текст] / В.И. Анурьев; Ред. И.Н. Жесткова. – М. : Машиностроение. – Т.2. – 2001. – 901 с.
3. Мультимедийное обучение T-FLEX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mmm-nesterenko.at.ua>

Н.Р. Веселовська, докт. техн. наук, професор

О.А. Яремчук, аспірант

Вінницький національний аграрний університет, wnatalia@mail.ru

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РЕСУРСУ МАШИН МЕТОДАМИ АКТИВНОГО ВІБРОЗАХИСТУ

Збільшення швидкостей і потужності сучасних машин, зростання енергоозброєності і інтенсифікація технологічних процесів виробництва визначають високий рівень вібраційних і акустичних дій на навколишнє середовище, які знижують надійність, довговічність, продуктивність і точність роботи різного устаткування. Тому проблема збільшення надійності і ресурсу різних об'єктів машинобудування при експлуатації пов'язана із завданнями зменшення шуму і вібрації. У зв'язку з цим необхідно зосередити

зусилля на розробці нових засобів зменшення шуму і вібрацій машин, устаткування і інших виробів машинобудування.

Для зменшення амплітуд резонансних коливань віброактивних об'єктів, збільшення запасів стійкості коливань неконсервативних механічних систем, поліпшення характеристик перехідних процесів і розширення частотних діапазонів ефективності активних віброзахисних систем (АВС) пропонується спільне використання принципів компенсації і керованого демпфування. Під керованим демпфуванням розуміється створення в потрібних частотних діапазонах за допомогою активних виконавських елементів дій, що управляють, в протифазі із швидкістю коливань віброактивних об'єктів [1]. Пропоноване об'єднання двох описаних вище принципів управління, з урахуванням особливостей їх сумісного функціонування, дозволить створити ряд нових конструкцій АВС, що забезпечують значне розширення частотних діапазонів і підвищення ефективності захисту різних об'єктів від шкідливих віброакустичних дій. Процедура синтезу дозволяє побудувати спеціальні вузько смугові фільтри високого порядку, що здійснюють поблизу частот власних резонансів фазові зрушення. Це забезпечує можливість введення керованого демпфування коливань механічної системи тільки в околицях власних частот коливань віброактивного об'єкту і частот самозбудження каналів управління. При цьому, не спотворюючи амплітудно-фазо-частотних характеристик каналів ширококутної компенсації вимушених коливань, вдається забезпечити оптимальне згасання на власних частотах коливань механічних систем, що призводить до максимального зниження амплітуд резонансних коливань і збільшення запасів стійкості. Для вибору оптимальних параметрів ширококутних АВС з керованим демпфуванням отримані достатньо прості аналітичні залежності [2-3].

На основі порівняльного аналізу експериментів по імітації роботи пасивного демпфера і активному віброзахисту ухвалюється рішення про застосування активного або пасивного демпфуючого пристрою при експлуатації конструкції. У разі встановлення пасивного демпфера він конструюється за характеристиками, що визначені методами активного віброзахисту. Слід зазначити, що по надійності і простоті конструкції пасивна система має безперечні переваги, але у разі, коли вона не може забезпечити необхідного зниження амплітуд коливань для збільшення ресурсу всієї конструкції, застосовується АВС. Заводські експериментальні дослідження реальних конструкцій показали, що активний віброзахист з керованим демпфуванням забезпечив можливість в 5-7 разів зменшити рівні резонансних коливань важких зосереджених об'єктів на консольних балках в порівнянні з оптимальною пасивною системою. При цьому введення оптимального вузько смугового демпфування значно збільшує загасання на власних частотах, що дозволяє зменшити амплітуди динамічних дій і підвищити ресурс всієї конструкції [3].

Розглянуті приклади не вичерпують можливостей застосування методів активного віброзахисту для підвищення надійності і ресурсу машин. Ширококутні АВС з керованим демпфуванням можуть знайти застосування при віброакустичному захисті машин, приладів і устаткування в різних областях важкого, транспортного, хімічного атомного і енергетичного машинобудування.

Список посилань

1. Іскович-Лотоцький Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування : Монографія. [Текст] / Р.Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця: УНІВЕРСУМ –Вінниця, 2006. – 338 с.
2. Івасів В.М. Удосконалена методика прогнозування залишкового ресурсу деталей в типових умовах експлуатації / В.М. Івасів, В.І. Артим, П.В. Пушкар // Тези доповідей 7-го Міжнародного симпозиуму українських інженерів-механіків (МСУІМЛ-7). – Львів. – 2005. – 73 с.
3. Почтенный Е.К. Кинетика усталости машиностроительных конструкций / Почтенный Е.К. – Мн.: УП «Арти-Фекс», 2002. – 186 с.

УДК 621.9.06

Д.О. Дмитрієв, докт. техн. наук, професор

С.А. Русанов, канд. техн. наук, доцент

П.В. Кеба, м.н.с.

С.М. Півень аспірант

Херсонський національний технічний університет, dmitr_da@ukr.net

ЗОВНІШНІ МОДУЛІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ РУХАМИ ЛАНОК МЕХАНІЗМІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

Підвищення економічних вимог до технологій обробки формує потребу на вдосконалення всієї ланки цифрового керування та підвищення інтенсифікації режимів обробки, продуктивності, точності та якості обробки на верстатах з механізмами паралельної структури (МПС). Сучасні САМ-системи містять постпроцесори розроблені під існуючі моделі обладнання, а будь який новий або модернізований верстат потребує нового математичного опису [1]. Керування рухом платформи верстату з механізмами паралельної структури передбачає контроль за функціональними рухами обробного інструменту в просторі і в часі та потребує моделювання руху всіх рухомих ланок, вузлів та агрегатів. Необхідно розрахувати і оптимізувати траєкторії руху всіх ланок, вузлів та шарнірів в узагальнених координатах і робочого органу – у декартовому просторі.

Актуальним є врахування динамічного відгуку системи «деталь-інструмент-верстат» в процесі обробки та прогнозування областей динамічної податливості стрижневих систем для забезпечення технологічних операцій [2]. Переважна більшість постпроцесорів в існуючих САМ-програмах розроблені під існуючі верстати та відомі компоновки [3]. При створенні нової компоновки виникає необхідність адаптувати програму керування згідно кінематичної структури і одночасно виконувати аналіз жорсткісних та динамічних характеристик технологічної системи.

В роботі вказується модель, яка покладено в основу комп'ютерних програм «Tools Glide» та «Tools Response». В процесі проектування верстатів з МПС дане програмне забезпечення дозволить проаналізувати властивості будь-яких варіантів конструкцій, що проектуються, та зробити вибір конструктивних вузлів, агрегатів та деталей (рис.1).

Сучасна робота з обладнанням з ЧПК базується на створенні програми обробки деталі, для чого необхідно задати поверхню обробки в САМ-модулі та отримати так званий файл CL-data (cut-location data). В файлі в тому числі присутні координати опорних точок траєкторії обробки з векторами напрямку інструменту. На основі цього файлу комп'ютерна програма «Tools Glide» виконує розв'язання зворотної задачі кінематики та прораховує для кожної координати зі списку CL-data значення координат органів керування верстатів з МПС. «Tools Response» дозволяє отримувати параметри жорсткості, піддатливості, силові характеристики складних багатоступеневих структур, з розрахунком взаємного впливу ступенів рухомості, будь-яких наборів вузлів, агрегатів та шарнірів (рис.2). Отримані дані можуть передаватися в модуль аналізу динамічних властивостей «Tools App» [4].

Для побудови параметричної моделі в комп'ютерній програмі «Tools Glide» траєкторію робочого органу та його орієнтацію задають функцією скалярного параметру [5]:

$$\mathbf{X} = [x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda), n_x(\lambda), n_y(\lambda), n_z(\lambda)] \quad (1)$$

де (x, y, z) – радіус-вектор відповідного положення, n_x, n_y, n_z – орієнтації робочого органу в глобальній системі координат, λ – шлях, що пройшов робочий орган вздовж траєкторії.

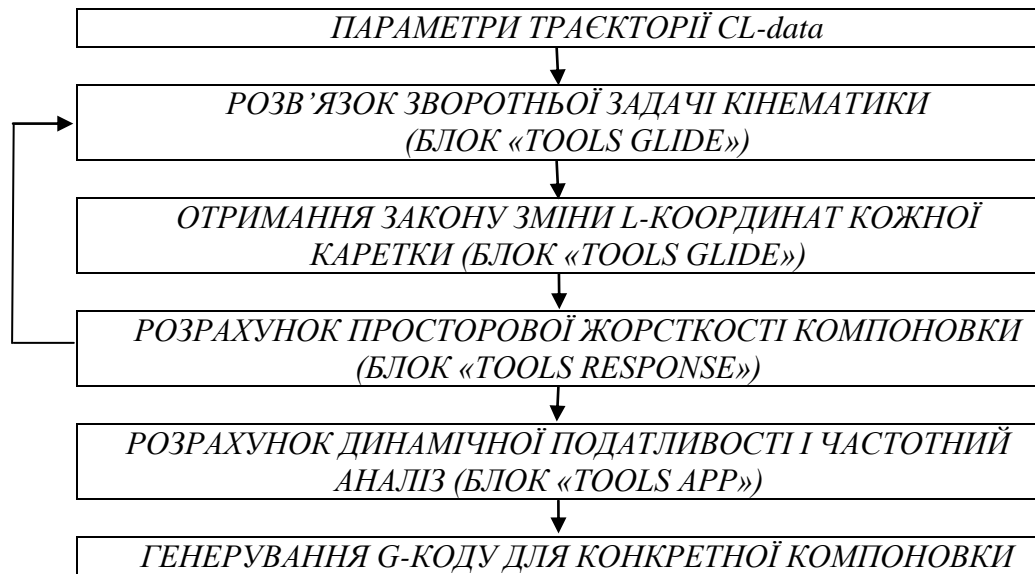


Рис. 1 – Послідовність процедур зовнішнього постпроцесора

Структура модулів «Tools Glide» та «Tools Response» складається з блоків кінематики і жорсткості (податливості).

Блок кінематики («Tools Glide») включає можливості формування компоновки glide-обладнання та розрахунками кінематики з підтримкою зворотного зв'язку з модулем відгуку «Tools Response» для врахування роботи шарнірів різних типів. Основні модулі системи включають: модуль роботи з файлами CL-data (MPN) – формування та корегування масиву \mathbf{X} ; модулі розрахунку кінематичних задач (SolvingNuPhi, Rota, Coord Car, Basis, ...) – формується характер осі керування, матриць переходу від попередньої опорної точки до наступної, формування координат кареток тощо.

Блок аналізу податливостей («Tools Response») включає можливості розрахунку відгуку конструкції імпортованої з модуля «Tools Response» за методом скінченних елементів з врахуванням жорсткісних характеристик ланок, типів шарнірів тощо. Основні модулі системи включають: модулі формування та корегування скінченних елементів (Balance, PhisEqs, ATP, ...) – підтримуються скінченні елементи типу консоль (CONS), балка (BEAM), полігон (ATP), шарніри (Joint), стійки (Bar) та ін.; окрім того процедура ATP враховує кінематичні зв'язки і поведінку абсолютно твердого тіла (rigid body) в просторі; модуль фізики PhisEqs містить закони деформування елементів, розраховує матриці жорсткості компонентів в локальних та глобальних системах координат; модуль рівноваги Balance встановлює балансові закони для усіх об'єктів навантаження; Joint – модуль врахування видів шарнірів по геометрії, кінематиці, зовнішніх силах і моментах, що виникають в шарнірах; Bar – модуль характеристик стійки (попереднє навантаження, орієнтація, рух шарнірів відносно системи координат стійки).

Зворотній зв'язок між модулями (імпорт-експорт) забезпечує можливість врахування взаємного впливу «кінематика – деформаційний відклик конструкції». Ця можливість забезпечує подальше оптимальне прогнозування роботи обладнання для різних компоновок.

Отримані дані можуть бути передані в модуль «Tools App», де властивості технологічної системи описуються функцією динамічної податливості, яка характеризує відгук технологічної системи у вигляді переміщень на задане силове збудження. Для кожної технологічної системи ця залежність різна і може бути визначена окремо, що дозволяє також використовувати програмний продукт на етапі проектування верстатів з МПС [6].

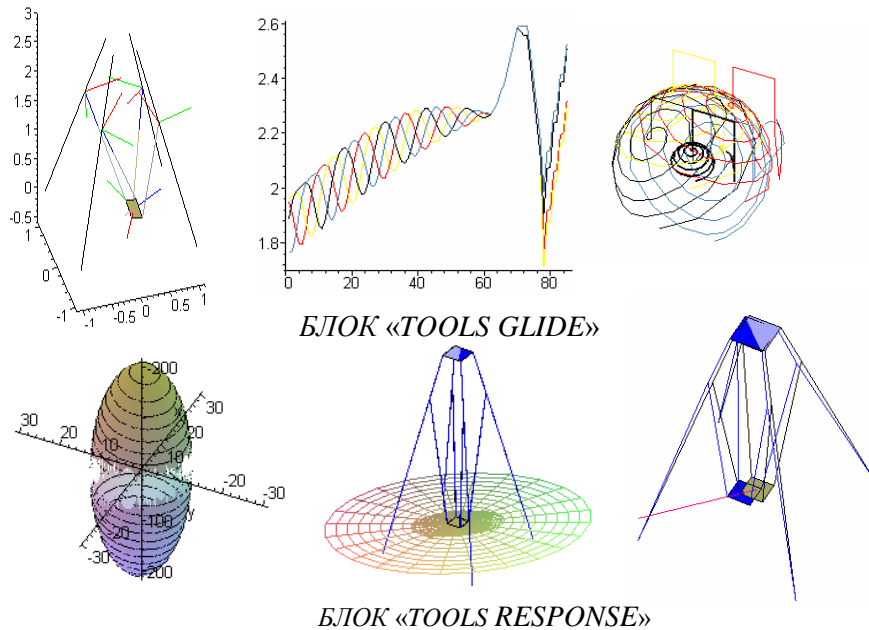


Рис.2 – Проміжні графічні об’єкти блоків «Tools Glide» та «Tools Response»

Модель динаміки програми «Tools App» побудовано на основі рівнянь Лагранжа другого роду. Для n -ступеневого механізму математична модель в лагранжевій формі перетворюється до вигляду [5]:

$$I(q)\frac{d^2q}{dt^2} + h(q, \frac{dq}{dt}) = Q \quad (2)$$

де q , $\frac{dq}{dt}$, $\frac{d^2q}{dt^2}$ – вектори ($n \times 1$) відповідно узагальнених координат, швидкостей та прискорень; $I(q)$ – матриця інерції механізму; $h(q, \frac{dq}{dt})$ – вектор ($n \times 1$) відцентрових, коріолісових та дисипативних сил; Q – вектор ($n \times 1$) узагальнених сил, які прикладені до ланок і шарнірів механізму.

Висновки. Розроблено модель та багатомодульну ієрархічну програму, що є фактично зовнішнім постпроцесором для створення програм керування нових компоновок верстатів з МПС з одночасною оцінкою параметрів жорсткості і динамічного відгуку ланок при виконанні технологічних переходів обробки складнопрофільних поверхонь.

Список посилань

1. Петраков, Ю. В. Напрями розвитку САМ-систем / Ю. В. Петраков, В. В. Писаренко, О. С. Мацківський // Журнал інженерних наук. – 2015.–Том 2. –№ 2 (2015). – С. А7-А13.
2. Залога, В. О. Исследование влияния конфигурации технологической системы на ее динамическую податливость. [Текст] / В. О. Залога, Д. В. Криворучко, С. С. Емельяненко // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2011. – № 4. – С. 97–104.
3. Петраков, Ю. В. Развитие САМ-систем автоматизованого програмування верстатів із ЧПУ: Монографія. [Текст] / Ю. В. Петраков. – К.: Січкара, 2011. – 220 с.
4. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір "Комп'ютерна програма « Tools App» – № 57913 від 29.12.2014 – Державна служба інтелектуальної власності.
5. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение [Текст] / Ю. В. Подураев. – М.: Машиностроение, 2006. – 286 с.
6. Кузнецов Ю.М. Компонувки верстатів з механізмами паралельної структури: Монографія [Текст] / Ю.М. Кузнецов, Д.О. Дмитрієв, Г.Ю. Діневич; під ред. Ю.М. Кузнецова. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2009. – 456 с.

УДК 620.171.2:621.9

Л.М. Мурзин, канд. техн. наук, доцент
Севастопольский государственный университет, murzin60@rambler.ru

ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМАТИКУ ПРОГНОЗА УСТАЛОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ

Представлен обзор литературных данных о методах испытаний на усталость и методиках ускоренных испытаний на усталость, длительную прочность и долговечность при переменных нагрузках и деформациях. Особое внимание уделено публикациям, освещающим факты усталостного разрушения режущего инструмента и обрабатываемого изделия при обработке резанием и в процессе эксплуатации деталей машин. Проведен анализ факторов, вызывающих явление усталости при обработке резанием. Высказаны предположения о возможности прогноза усталости при обработке резанием на основе установления корреляционных связей между группами свойств материалов и условиями обработки резанием. Учтена форма заготовки, особенности конфигурации припуска, образующегося при изготовлении заготовки типовыми методами литья и свободнойковки.

Явление усталости и усталостный тип разрушения деталей машин связано с вибрациями, периодическими изменениями деформаций по величине и знаку, характерными для различных условий эксплуатации машин, механизмов и деталей широкого спектра размеров, форм и назначений. Механическая обработка деталей машин режущим инструментом оказывает существенное влияние на сопротивление обрабатываемых деталей циклическим нагрузкам [1, 2]. Это объясняется развитием усталостного разрушения с поверхности детали. При обработке резанием вибрации возникают во всех элементах системы СПИЗ, и, в частности, в обрабатываемой заготовке и режущем инструменте. Очевидно, что действие вибраций, возникающих при обработке резанием, должно проявляться в виде факторов усталости в деталях, изготовленных различными способами обработки резанием. Однако, при различных способах обработки резанием, например, точении, фрезеровании, сверлении, строгании и т.п., специфические особенности формирования вибраций и их воздействие на элементы системы СПИЗ могут различным образом влиять на возникновение и развитие усталости в обрабатываемой заготовке и режущем инструменте.

Имеют ли место на практике случаи усталостного разрушения деталей машин в процессе их обработки резанием? Можно ли делать прогноз усталостного разрушения при проектировании операций обработки резанием?

Специфической особенностью методов обработки резанием является наличие вибраций, пульсаций силы резания и других параметров и характеристик нестабильности воздействий на элементы системы СПИЗ и, в частности, на заготовку и режущий инструмент. По сути обработка резанием является испытанием на усталость, имеющим признаки тех или иных методик проведения стандартных испытаний на усталость, выносливость, долговечность.

Учитывая большое разнообразие методов и схем обработки резанием и, вследствие этого, различий в проявлении эффектов усталости, целесообразно рассмотреть специфику формирования эффектов усталости при различных методах обработки резанием.

Рассмотрению проблематики прогноза усталости в истории развития методик испытаний на усталость и анализу возможностей прогноза усталости при обработке резанием и посвящена настоящая работа.

Следует отметить, что обработка резанием практически при всех схемах точения, фрезерования и т.п. соответствует условиям именно многоступенчатых испытаний на усталость. Следовательно, характеристики усталости могут быть определены на основе

анализа и оценки параметров режима резания и условий обработки на этапе проектирования технологического процесса изготовления детали резанием.

Прямые исследования усталости при обработке резанием весьма немногочисленны. Например, в работе [3] представлена оценка эффектов усталости при сверлении спиральным сверлом.

Предсказание усталостного разрушения без проведения испытаний на усталость является одной из актуальных задач научного и практического материаловедения. Попытки разработки методик ускоренного определения показателей усталости предпринимались многократно и предпринимаются в настоящее время. В основном эти попытки сводятся к установлению корреляционных соотношений между механическими свойствами и показателями усталости [4, 5, 6]. Предел усталости при знакопеременном изгибе σ_{BW} может быть рассчитан очень приближенно исходя из прочности на растяжение σ_B или твердости по Бринеллю HB.

Представляется целесообразным с целью получения прогноза усталости на этапе подготовки производства, а именно, при проектировании технологического процесса обработки детали резанием, рассмотреть взаимосвязь между условиями обработки и параметрами режима резания с одной стороны и характеристиками усталости с другой. При этом в качестве источников информации для формулировки заданных корреляционных соотношений и математических моделей с целью прогноза усталостного разрушения следует выбрать такие параметры режима и условий обработки, которые содержат информацию о вибрациях, пульсациях и других нестабильностях технологического процесса обработки деталей машин, в результате действия которых и формируется механизм усталостного разрушения.

При обсуждении возможности прогноза усталости при обработке резанием особое внимание в работе уделено схемам и методам обработки резанием, которые при обработке резанием весьма разнообразны. В каждом из методов: точение, сверление, фрезерование, зубообработка и т.п. используется широкая гамма параметров и показателей режима резания. Вследствие указанных особенностей проведения технологических процессов обработки резанием в значительной мере изменяется и номенклатура показателей и параметров усталостных явлений, оказывающих определяющее влияние на элементы системы СПИЗ, используемой в конкретном технологическом процессе изготовления деталей машин. Выявление и описание системы характеристик, провоцирующих развитие усталости в обрабатываемой детали и инструменте целесообразно выполнить для наиболее простых по совокупности параметров режимов резания.

В качестве примера рассмотрены особенности формирования показателей усталости при черновом точении с учетом неравномерности припуска и погрешностей формы заготовки.

Список литературы

1. Постнов, В. В. Процессы на контактных поверхностях, износ режущего инструмента и свойства обработанной поверхности / В. В. Постнов, Б.У. Шарипов, Л. Ш. Шустер. – Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1988. – 224 с.

2. Обработка инструментом сталей резцами из Гексанита-Р / [Г.Г. Карюк, М.С. Пивоваров, В.П. Барабан и др.] // Гексанит и Гексанит-Р и изделия на их основе инструментального назначения. – Киев. ИПМ АН УССР, 1975. – С. 14 – 17.

3 Кривенюк В. В. О методологических основах повышения качества продукции машиностроения / В. В. Кривенюк // Надежность и долговечность механизмов, элементов конструкций и биомеханических систем. Материалы международной научно-технической конференции. Севастополь, 2007. – с. 3 – 12.

4. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. Перевод с англ. /Под ред. докт. ф.-м. наук Б. Я. Любова. – М.: Мир, 1972. – 408 с.

5. Методы испытаний на усталость при эксплуатационных режимах нагружения. ГОСТ 25.507-85. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc/27/27319/index.htm>

6. Лахтин Ю.М. Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов – 2-е изд., перераб. и доп. / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение. – 1980. – 493 с.

УДК 629.73: 629.78: 621.763: 678.027.94

В.М. Пилипенко, канд. техн. наук, доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Чернігівський національний технологічний університет, vpilip@ukr.net

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПЛЕТЕЛЬНО ПУЛТРУЗИОННЫМ МЕТОДОМ ФОРМОВАНИЯ

Разработана методика выбора кинематических параметров плетения для получения структуры материала стержней с максимальной поверхностной плотностью.

Получены основные зависимости для определения степени наполнения материала с учётом основных параметров плетения: угла армирования, вида структуры, толщины слоя и т.д. [1].

На основе экспериментальных исследований процесса пултризии в коротких обогреваемых фильерах проведен анализ распределения температурного поля по длине фильеры и установлена взаимосвязь степени отверждения материала от времени термообработки, температуры фильеры и положения нагревательных элементов. Выбраны рациональные температурно-временные режимы пултризионного процесса с учётом их влияния на физико-механические свойства получаемых материалов. Полученные результаты сопоставлены с данными микроструктурного анализа материала.

Проведен анализ силовых параметров совмещенного процесса. Впервые установлены зависимости для определения усилия сопротивления движения формируемого полуфабриката на различных участках технологической линии, что позволило определить полное усилие сопротивления. Теоретические результаты подтверждены экспериментальными исследованиями с помощью разработанного специального измерительного устройства [2].

Установлена взаимосвязь кинематических, температурных силовых параметров процесса со структурно-геометрическими характеристиками материалами, что позволило определить соотношения кинематических параметров формования, соотношения геометрических размеров армирующих наполнителей; конструктивные размеры протягивающего механизма.

Проведен комплекс экспериментальных исследований, в результате чего получены опытные данные о свойствах, изготавливаемых предложенным методом материалов и стержневых изделий на их основе.

Разработано технологическое оборудование для производства стержневых элементов конструкций летательных аппаратов различных типоразмеров, включающее плетельный узел, формирующую фильеру с регулирующей аппаратурой и протяжной механизм.

Список посилань

1. Пилипенко В.Н. Основные проблемы использования термопластичных матриц для армированных материалов. [Текст] / В.Н. Пилипенко // Збірник наукових праць Східноукраїнського державного університету Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. – Луганск. – 1998. – С. 168-174.

2. Пилипенко В.Н. Определение усилия сопротивления на участках скольжения полуфабриката при плетельно-пултризионном формовании [Текст] / В.Н. Пилипенко // Збірник наукових праць Східноукраїнського державного університету Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. – Луганск. – 2000. – С. 229-233.

УДК.621.757.65

А.А. Сенік, асистент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, A.Senyk@ukr.net

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗГОРТНИХ ШКВОРНЕВИХ ВТУЛОК ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ХОДОВІЙ ЧАСТИНІ ДЕЯКИХ АВТОМОБІЛІВ

Проаналізовано існуючі конструкції та технологічні процеси виготовлення згортних шкворневих втулок методом періодичного деформування заготовки-картки з наступною операцією складання вузла ходової частини деяких автомобілів, а саме запресування у отвори цапф втулок і дорнування їх внутрішніх циліндричних поверхонь (ВЦП) [1–5].

Встановлено, що внаслідок значних відхилень від круглості поперечного перерізу ВЦП згортних шкворневих втулок після операції згортання, подальші операції запресування і дорнування не усувають повністю таких відхилень, що при динамічних навантаженнях у процесі руху транспортного засобу призводять до розбивання та інтенсивного зношення пари втулка-шкворень.

Відзначено, що внаслідок розвалу і сходження передніх коліс зона зношування нижньої шкворневої втулки, розміщена із зовнішнього боку а верхньої – із внутрішнього боку відносно вертикальної осі складальної одиниці.

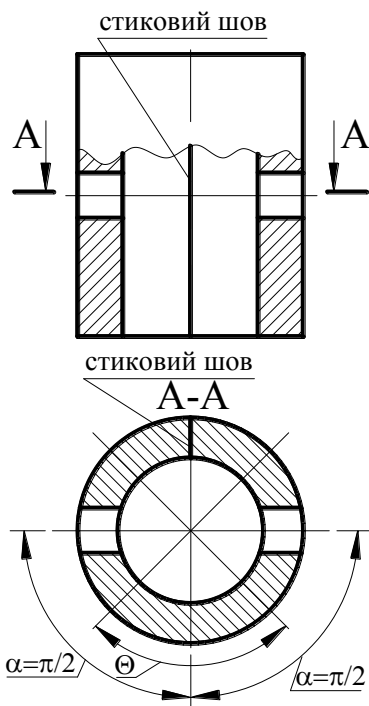


Рис. 1 - Схематичне зображення згортної шкворневої втулки удосконаленої конструкції

Запропоновано удосконалену конструкцію втулки (рис. 1) та технологію її виготовлення і складання вузла ходової частини. Особливістю конструкції згортної шкворневої втулки є наявність зони обмеженої центральним кутом $\Theta \leq 85^{\circ}$ з мінімальними відхиленнями від круглості і двох діаметрально-протилежно розміщених на бічній поверхні втулки наскрізних отворів, положення яких визначається кутом $\pi/2$ між бісектрисою кута Θ і осями цих отворів.

Запропоновано поетапний технологічний процес.

На першому етапі формують малу вибірку зі згортних шкворневих втулок, отриманих після періодичного деформування за традиційною технологією. Торці втулок шліфують. Враховуючи значні макровідхилення від круглості, які не дозволяють використовувати кругломери, шляхом сканування і збільшення отримують круглограми ВЦП. Вписують прилягаюче, не менше ніж у трьох точках, коло, розбивають його на 24 положення з кутовим кроком $\pi/12$ радіан і початком відліку від згортного стикового шва.

На другому етапі визначають у кожному i -му положенні відхилення від круглості Δ_j , які подають як періодичну з періодом 2π випадкову функцію $f(\Delta_j)$, тут

j – порядковий номер втулки із вибірки. Апроксимують функцію $f(\Delta_j)$ тригонометричним рядом Фур'є, отримуючи при цьому середні значення відхилень $\overline{\Delta_j}$ і дисперсії $D(\Delta_j)$. Отримані значення $\overline{\Delta_j}$ і $D(\Delta_j)$ подають як випадкові величини з нормальним законом розподілу. Перевіряють, наприклад, за критерієм Греббса, наявність

значень $\overline{\Delta_j}$ і $D(\Delta_j)$, що різко виділяються. Визначають за теорією малої вибірки, зокрема за методом ітерацій вибіркowi середні значення $\overline{\Delta_v}$ і $D(\Delta_v)$.

На третьому етапі встановлюють зони обмежені центральним кутом з максимальним відхиленням від круглості. Використавши спеціальну розрізну філь'єру [5], згортні шкворневі втулки орієнтують стиковим швом у задане положення і калібрують за способом [2]. Після цього, використавши кругломір, знімають круглограми, наприклад, з їх ВЦП, визначають зону обмежену центральним кутом Θ з мінімальним відхиленням від круглості і величину центрального кута α , що визначає кутове положення центра наскрізного отвору виконаного на бічній циліндричній поверхні втулки по відношенню до бісектриси кута Θ .

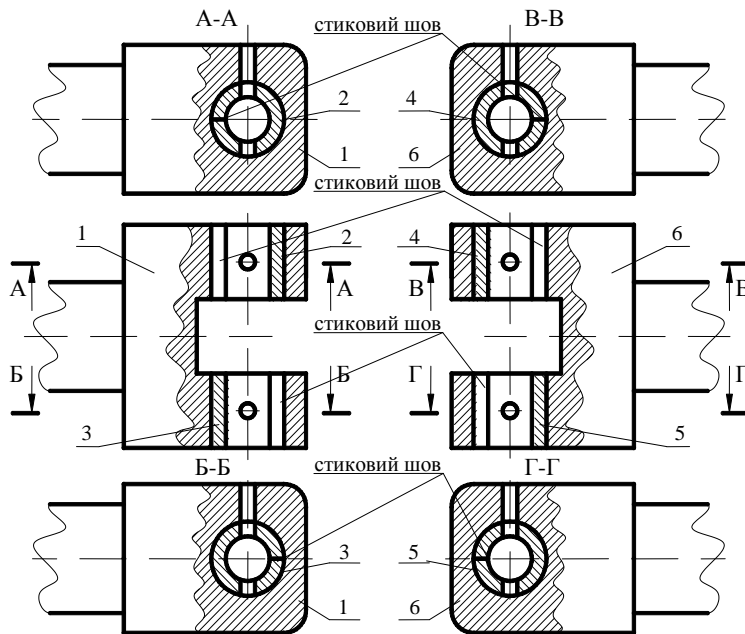


Рис. 2 – Схематичне зображення зорієнтованих і запресованих у отвори цапф згортних шкворневих втулок: 1, 6 – цапфи; 2,4 і 3,5 – відповідно втулки у верхньому і нижньому отворах цапфи

На четвертому етапі перед запресуванням згортних шкворневих втулок їх піддають кутовій орієнтації, так щоб зона з мінімальними відхиленнями від круглості була зорієнтована у таке положення, при якому виникають максимальні динамічні навантаження, і при цьому наскрізний отвір на боковій циліндричній поверхні втулки співпав би із отвором каналу в цапфі для змащення (рис. 2).

На заключному етапі фінішною операцією є дорнування ВЦП запресованих згортних шкворневих втулок.

Список посилань

1. А.с. 589484 СССР, МКИ F 16 G 13/18. Способ изготовления свертной втулки из ленты / С.А. Дубиняк, П.Д. Кривый, Н.И. Кузьмин и А.В. Куцевич (СССР). – №2364943/25-27 ; заявл. 24.05.76 ; опубл. 25.01.78, Бюл. №3.
2. А.с. 1666253 СССР, МКИ³ В 21 D 51/10, В 21 L 1/02 Способ формирования цилиндрических поверхностей / П.Д. Кривый, А.В. Куцевич, С.Г. Нагорняк, и Л.Н. Кумановский (СССР). - №4660824/27 ; заявл. 10.03.89 ; опубл. 30.07.91, Бюл. №28.
3. Дубиняк, С.А. Новая технология изготовления свертных втулок и сборки приводных цепей / Дубиняк С.А., Кривый П.Д., Куцевич А.В. // Теоретические и экспериментальные исследования в области сельскохозяйственного машиностроения. Материалы VII научно-технической конф. молодых ученых (24 – 26 февраля 1977 г.) – М.: ВИСХОМ, 1979. – с.91 – 94.
4. Згортна втулка для приводних роликів і втулкових ланцюгів / [О.Л. Бондаренко, В. Р. Кобельник, П. Д. Кривий, П. П. Кривінський, А. А. Сенік] // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Збірник наукових праць. – Житомир.: ЖДТУ, 2009. – Вип.6. – 198 с.
5. Пат. UA 90980, МПК В 21 D 5/10 (2006.01). Пристрій для виготовлення згортних втулок із листових заготовок / Бондаренко О.Л., Кривінський П.П, Кривий П.Д., Сенік А.А., Шпак Р.І.; заявники і патентовласники Бондаренко О.Л., Кривінський П.П, Кривий П.Д., Сенік А.А., Шпак Р.І. – №u2014 02250; заявл. 05.03.14; опубл. 10.0614, Бюл. №11.

УДК 621.914.923

Ю.М. Малафеев, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Кобзаренко, магістр

Національний технічний університет України «КПІ», m.y.malaf@gmail.com

Т. Еммер, канд. техн. наук

Університет ім. Отто-фон-Геріке, м. Магдебург, ФРН

ОБРОБКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ КОМБІНОВАНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

Високі вимоги до параметрів точності, що пред'являються до відхилень від площинності при обробці поверхонь великої протяжності та високої якості призводять до збільшення витрат на їх обробку.

Поява нових високоточних оброблювальних центрів дає можливість поєднувати різні схеми обробки із застосуванням комбінованих інструментів. Це дозволяє з однієї установки за один прохід комбінованим інструментом виконати одночасно весь цикл обробки, підвищити точність, виключити появу похибок і підвищити продуктивність.

Оздоблювальний вид обробки шліфуванням плоских поверхонь може здійснюватися периферією або торцем шліфувального круга. Другий спосіб більш універсальний та більш продуктивний. Однак, в цьому випадку площа контакту шліфувального круга з оброблюваною поверхнею більше, ніж при шліфуванні периферією круга і кількість одночасно ріжучих абразивних зерен відповідно також більше. Але при цьому зростає тепловиділення в порівнянні з шліфуванням периферією круга [1].

Сучасні інструменти часто поєднують в собі як результати теоретичних досліджень, так і практичний досвід їх використання. Такою комбінацією в даному випадку можливо поєднання процесів торцевого фрезерування і торцевого шліфування. Розглянемо докладніше два цих процеси обробки.

Фрезерування є процесом обробки металу різанням, під час якого фреза виконує головний обертальний рух, а заготовка поступальний рух подачі. Фрезерування є одним з найпродуктивніших видів обробки металу. Процес торцевого фрезерування використовується для обробки як корпусних деталей, так і для обробки площин. Торцеві фрезерні головки виготовляються зі змінними різальними пластинами, які можуть бути з швидкорізальної сталі, твердого сплаву, мінералокераміки.

Шліфування відноситься до категорії обробки металу геометрично невизначеною різальною кромкою. Плоске шліфування є високопродуктивним методом обробки великої кількості деталей машин із загартованих і незагартованих сталей, твердих сплавів, кераміки та інших матеріалів, при якому досягаються висока точність розмірів, форми і розташування шліфованих поверхонь, висока якість їх поверхневого шару. У пропонованому комбінованому інструменті повинні бути поєднані обидва види обробки. Такий варіант запропонованого інструменту, що включає фрезерні й шліфувальні елементи, представлений на рис.1.

В даному випадку фрезерування розглядається як чорнова обробка, розрахована на зняття основного припуску і об'єму матеріалу, а шліфування є чистовим обробленням, розрахованим на зняття тільки вершин профілю шорсткості. Так як інструмент є осьовим, доцільно розглядати розташування фрезерувальних і шліфувальних елементів по радіусам. З логічних міркувань касети для фрезерування повинні розташовуватись на зовнішньому радіусі, тоді як шліфувальні касети на внутрішньому. Такий комбінований інструмент запатентований і розглянутий більш детально в дисертаційній роботі [2]. У цій роботі розглянуті різні варіанти виконання інструменту.

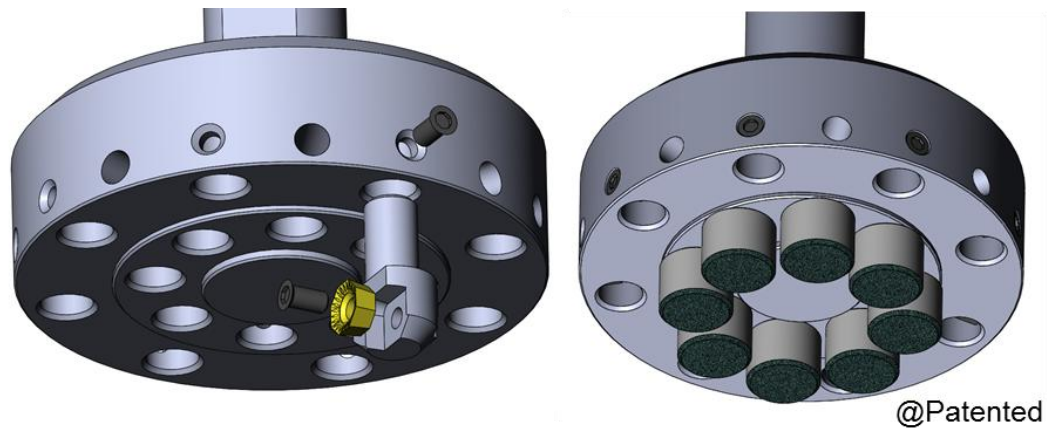


Рис. 1 – Концепція комбінованого інструменту

Проведено імітаційне моделювання на основі досліджень шорсткості і стружки, а також напружень, що виникають в касетах, встановлено оптимальне розташування різальних касет і різальних пластин. Для забезпечення процесу обробки шліфувальні касети повинні бути розташовані на 1-10 мкм вище дотичної до різальної кромки пластини фрезерування. Це необхідно для того, щоб зрізати тільки вершини профілю шорсткості з метою поліпшення показника Ra.

Розберемо проблематику створення комбінованого інструменту на основній формулі теорії різання:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (1)$$

де V – швидкість різання,
 D – діаметр інструменту,
 n – швидкість обертання.

В своїй дисертаційній роботі «Процес утворення стружки та трибологічні процеси при шліфуванні на низьких швидкостях» Олександр Гіверцев розглянув описаний процес на прикладі однозернового досліду [3].

Наступним етапом роботи повинно бути створення дослідного стенду на базі обладнання, на якому цей інструмент буде застосовуватися.

Внаслідок того, що інструмент один, то швидкість обертання обирається однаковою для обох процесів. Тому змінюється лише діаметр.

Процес шліфування повинен здійснюватися на більш високих швидкостях різання, у порівнянні із фрезеруванням. Але в нашому випадку ця умова не дотримується і шліфування буде відбуватися на швидкостях значно менших рекомендованих.

На основі аналізу вищевикладеного необхідно зробити наступні висновки:

- створити дослідний стенд на базі сучасного обробного центру для проведення випробувань пропонованого комбінованого інструменту;
- провести дослідження по попередньому фрезеруванню та шліфуванню на низьких швидкостях шліфувальними елементами;
- встановити можливість отримання необхідних параметрів обробки.

Список посилань

1. Кремень З. И. Технология шлифования в машиностроении / З. И. Кремень, В. Г. Юрьев, А. Ф. Бобошкин. – М.: Политехника, 2007. – 424 с.
2. Nguyen D. Potenzial eines Rundschaft-Fräswerkzeugsystems für Forschung und Produktion: Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor-Ingenieur / Nguyen, Dac-Trung. – Shaker: Aachen; 2009. – 138 s.

3. Giwerzew A., Spanbildungsmechanismen und tribologisches Prozeßverhalten beim Schleifen mit niedrigen Schnittgeschwindigkeiten: Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor-Ingenieur [Elektronische Ressource] / von Alexander Giwerzew. – Universität Bremen, 2003. – 168 s.

УДК 621.735:669.131

Д.А. Гусачук, канд. техн. наук, доцент
І.О. Парфентьева, канд. техн. наук, доцент
Н.П. Зайчук, канд. техн. наук, доцент
Луцький національний технічний університет, gda2002@yandex.ua

ОСОБЛИВОСТІ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ВИСОКОМІДИСТИХ ЧАВУНІВ

Використання пластичної деформації при отриманні виробів з чавунів є актуальним питанням в практиці обробки металів тиском. У ряді випадків таку задачу можна вирішити спеціальним легуванням чавунів при отриманні виливок, а також використанням процесів обробки тиском, в яких закладений ефект всебічного нерівномірного стиснення (пресування, видавлювання).

Аналіз робіт [1-3] показує доцільність впровадження процесів пластичного формування простих та легованих чавунів для отримання виробів. Крім формоутворення важливим є формування структури, яка б забезпечувала високі експлуатаційні якості. Відомо [4], що високомідисті чавуни в умовах всебічного нерівномірного стиснення здатні до високих ступенів пластичної деформації з одночасним деформаційним зміцненням металеві матриці та мідистої фази. Відкритою є реалізація промислового використання цих явищ для отримання виробів.

Основною метою роботи було розкрити особливості холодного видавлювання високомідистих чавунів з компактным графітом, а також встановити вплив цього процесу на структуру і властивості виробів. Для цього було розроблено інструмент для виконання прямого видавлювання (рис. 1) із змінним комплектом робочих деталей для отримання як суцільних, так і порожнистих вісесиметричних виробів .

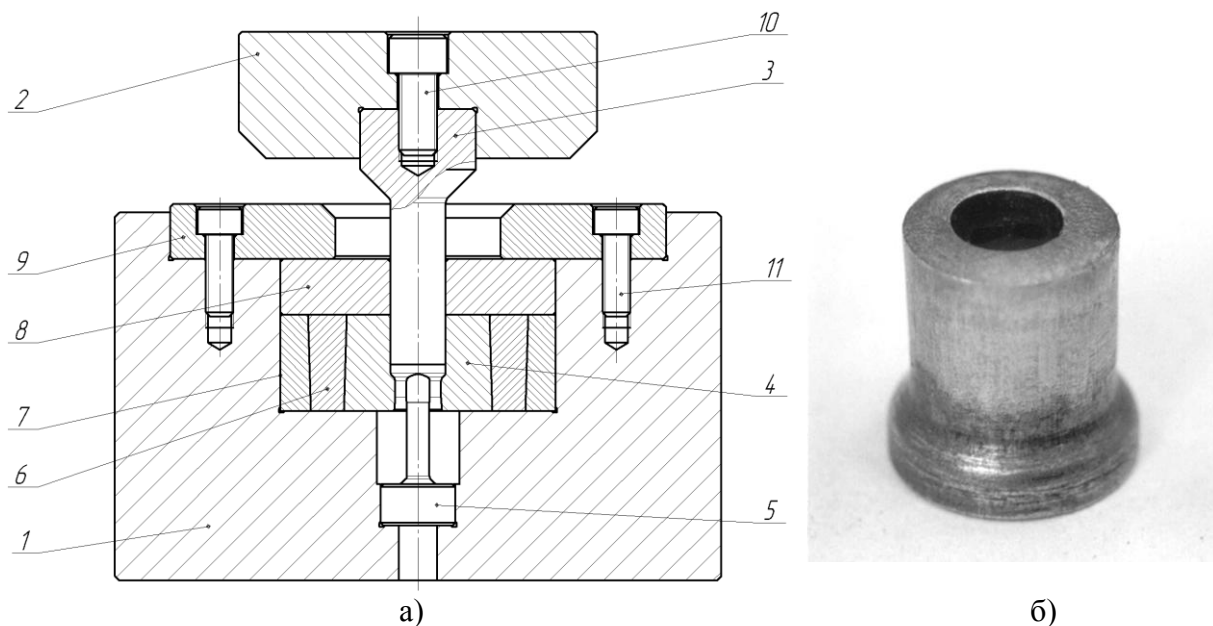


Рис. 1 – Інструмент а) та втулка б), отримана видавлюванням високомідистого чавуну: 1, 2 – нижній та верхній блоки; 3 - пуансон; 4 – матриця; 5 – протипуансон; 6, 7 – бандажі матриці; 8 – кондуктор; 9 – притискна плита; 10, 11 – гвинти

У роботі використовувалися леговані міддю чавуни (8,0...10,0 % Cu), в яких високомідиеста фаза на основі міді (ϵ -фаза) виділяється у вигляді дрібних включень різної морфології, а також здатна формувати механічну суміш ($\Gamma+\epsilon$). З метою підвищення запасу пластичності виливки піддавали відпалу для отримання феритної структури металевої матриці (перліту 10 % площі шліфа).

Процес видавлювання здійснювали при кімнатній температурі на гідравлічному пресі. Використовували звичайні способи змащення поверхонь заготовки та інструменту колоїдними мастилами.

Встановлено, що після кількох етапів видавлювання поверхня інструменту частково покривалась тонким шаром міді. Це значно полегшує процес обтискання металу в зоні інтенсивної деформації і забезпечує отримання якісних виробів. При видавлюванні досягали 60 % пластичної деформації Cu-чавунів з феритною структурою без руйнування. Питоме зусилля видавлювання циліндричних заготовок ($\varnothing 20 \times 30$ мм), при переході до стадії ламінарного течіння, складало близько 2100 МПа.

Практичне застосування технологічних можливостей нового матеріалу було реалізоване шляхом видавлювання деталей для вузлів тертя типу втулок. При проектуванні інструменту прагнули досягти зміцнення функціональних поверхонь деталей згідно їх умов експлуатації.

Структурним аналізом встановлено, що високомідисті включення сприяють формуванню роз'єднаних еліптичних ділянок на загальному фоні волокнистої будови фериту високомідистого чавуну. Це виключає локалізацію внутрішніх напружень по шарам графіту і забезпечує більший запас міцності деформованого високомідистого чавуну в порівнянні із звичайними чавунами з такою ж кількістю графіту.

При оцінці зносостійкості втулок встановили, що спрацювання поверхні залежить від ступеня деформаційного зміцнення. Найменше спрацювання властиве приповерхневим шарам поверхонь втулок з найбільшими значеннями мікротвердості. Натурні випробування пресованих втулок показали, що спрацювання поверхневих шарів, в межах задовільної роботи пари тертя, відбувається менш інтенсивно порівняно з деталями, отриманими з звичайних чавунів.

Таким чином, підвищуючи антифрикційні властивості високомідистих чавунів, шляхом проведення графітизуючого відпалування, можливим способом збільшення довговічності трибовиробів може бути зміцнення при холодній пластичній деформації. Підвищена деформаційна здатність високомідистих чавунів і використання спеціальних методів ОМТ дозволяють досягати формозміни достатньої для отримання вісесиметричних виробів. Встановлено, що при видавлюванні таких сплавів створюються сприятливі умови контакту заготовки з інструментом. Це дозволяє відмовитись від спеціальних методів підготовки поверхонь заготовок і значно спростити процес видавлювання.

Список посилань

1. Xingjian G. Effect of thermomechanical treatment on sliding wear of high-Cr cast iron with large plastic deformation Original Research Article / G. Xingjian, J. Zhengyi, W. Dongbin, K. Buyung // Tribology International, Volume 92, December 2015, Pages 117-125.
2. Mohammed Y. Abdellah. Plasticity and Formability Controlling of Cast Iron Using Thermo-Mechanical Treatment / Mohammed Y. Abdellah, Mohamed K. Hassan, and H. M. Abu El-Ainin // American Journal of Materials Engineering and Technology, vol. 2, no. 3 (2014): 38-42.
3. Чаус А.С. Влияние горячей пластической деформации на изменения микроструктуры чугуна с шаровидным графитом / А. Чаус, Я. Сойка, А. Покровский // Физика металлов и металловедение. – том 114, № 1. – 2013. – С. 94 – 104.
4. Особливості пластичного деформування високомідистих чавунів / [Д.А.Гусачук, Ю.П.Фещук, І.О.Парфентьева, Н.П.Зайчук] // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету: Міжвузівський збірник. Випуск 33. – Луцьк: Луцький НТУ. – 2011. – С.58 – 62.

УДК 621.914.923

Ю.М. Малафеев, канд. техн. наук, доцент
Д.А. Кобзаренко, магістр
Національний технічний університет України «КПІ», m.y.malaf@gmail.com
Б. Карпушевський, докт. техн. наук, професор
Університет ім. Отто-фон-Геріке, м. Магдебург, ФРН

ВИПРОБУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ІНСТРУМЕНТУ НА ДОСЛІДНОМУ СТЕНДІ

При виготовленні відповідальних деталей фінішна обробка є важливою складовою технології. Найчастіше вона виконується на окремому обладнанні, як наприклад, обробка точних плоских поверхонь. Високі вимоги до відхилень від площинності – це умови виконання таких поверхонь. Вимушене зняття деталі призводить до її перевстановлення, що є причиною появи похибок базування та, як наслідок, зниження точності обробки.

Необхідність такої роздільної послідовності обробки плоских поверхонь пов'язана з тим, що після торцевого фрезерування, наприклад, необхідно здійснювати шліфування з метою підвищення якості і отримання необхідного розміру. При цьому процеси фрезерування і шліфування неможливо здійснювати на одному і тому ж обладнанні.

З метою досягнення поставленої мети - проведення випробувань запропонованого комбінованого інструменту, був створений дослідний стенд на базі фрезерного обробного центру DMU 60L DECKEL MAHO з числовим програмним управлінням, який представлений на рис.1.

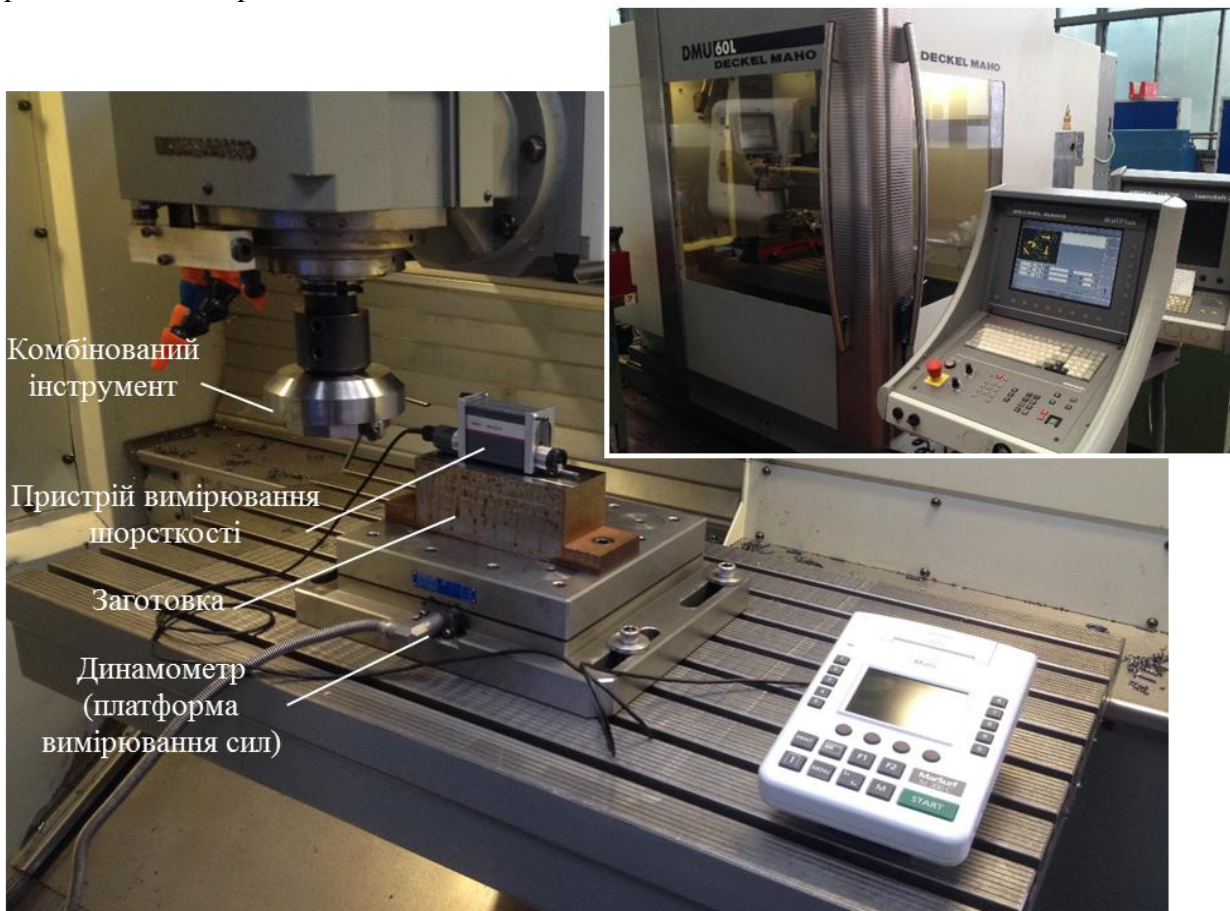


Рис. 1 – Стенд для досліджень

У процесі шліфування після попереднього фрезерування поверхні шліфувальними елементами відбувається зрізання вершин виступів нерівностей профілю. Наочність такого зрізання вершин після фрезерування, інакше кажучи покращення поверхні шліфуванням була досягнута за допомогою надточного профілометра для прецизійного і нормованого вимірювання шорсткості поверхні MARSURF M 300 C (див. рис.1). Він встановлюється на обробленій поверхні заготовки і являє собою рухому систему вимірювання з фільтром високих частот. Тобто ми отримуємо тільки шорсткість, відсіюючи хвилястість поверхні. Діапазон вимірювання складає 5,6 мм (11200 точок виміру), на якому вимірювальною голівкою радіусом 2 мкм вимірюється шорсткість [1].

Для фіксації процесів, що відбуваються під час обробки та їх використання для подальшого удосконалення комбінованого інструменту необхідно вимірювати величину сили тиску шліфувальних елементів на оброблювану поверхню. Для цього було встановлено динамометр Тур 9255В фірми Kistler [2]. Його технічні характеристики наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики динамометра [2]

Область вимірювання F_x, F_y	-30 ... 30 кН
Область вимірювання F_z	-10 ... 60 кН
Калібрована область вимірювання F_x, F_y	0 ... 30 кН; 0 ... 3 кН
Калібрована область вимірювання F_z	0 ... 60 кН; 0 ... 6 кН
Закріплення	Вертикальне
Рекомендована температура вимірювань	-20 ... 70 °C
Вага	52 кг

З метою порівняння точніших характеристик і якості оброблюваної поверхні пропонованим інструментом необхідно провести ряд досліджень. Тому був прийнятий наступний порядок проведення експериментів:

1. Роздільне фрезерування поверхні змінними різальними пластинами, встановленими в торцевій голівці.
2. Вимірювання шорсткості після попереднього фрезерування поверхні профілометром MARSURF M 300 C.
3. Заміна фрезерних елементів в голівці на шліфувальні, визначення та встановлення необхідних поправок по висоті на верстаті.
4. Проведення процесу шліфування на заданій глибині та вимірювання сил при шліфуванні за допомогою динамометра Тур 9255В.
5. Вимірювання шорсткості поверхні після шліфування.
6. Обробка результатів проведених експериментів, їх оцінка та висновки.
7. Побудова математичних моделей, оптимізація на їх підставі процесів обробки плоских поверхонь.
8. Прийняття рішення для реалізації фрезерувально-шліфувальної обробки одним комбінованим інструментом.

Список посилань

1. Пристрій вимірювання шорсткості MARSURF M 300 C MOBILES RAUHEITSMESSGERÄT / MAHR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mahr.de/de/Leistungen/Fertigungsmesstechnik/Produkte/MarSurf-Mobile-Rauheitsmessger%C3%A4te/MarSurf-M-300-C---Mobiles-Rauheitsmessger%C3%A4t/>.
2. Динамометр Kistler Instrument Corp [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kistler.com>

УДК 681.513.6; 621:001.8; 621.313.17

С.В. Бубліченко, канд. техн. наук, доцент

Східноукраїнський національний університет імені В. Даля, м. Сєвєродонецьк,

SergBush_01@ukr.net

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ

Ідея створення технологічних машин з вільно обертовим інструментом без механічних опор, або робочим органом, з'явилася в результаті робіт з різання злитків напівпровідникових і інших функціональних матеріалів на тонкі пластини - підкладки для мікроелектронних приладів. Технологію різання монокристалів здійснюють за допомогою алмазних відрізних кругів з внутрішньою ріжучою кромкою (АКВР).

Побудуємо математичну модель технології різання монокристалів кремнію на основі мови опису структур складних систем. Під структурами маємо на увазі математичні структури, як вони розуміються, наприклад, у [1]. Зробимо вибір елементарних об'єктів і способів їхньої змінюваності, або структурних принципів.

Розкриємо принцип оптимальності і узагальнення - екстремальний принцип. Попередньо відмітимо, що в теорії, заснованій на екстремальному принципі, постулювання функції або функціонала, пошук екстремуму яких відбувається методами варіаційного числення, приводить до опису розвитку технології, як досліджуваної динамічної системи. Модель описує вибір технології на непоновлюваному запасі ресурсу. Модель може слугувати прообразом деяких динамічних систем, наприклад, систем вибору технології схеми різання, а далі адаптивно - селективного різання кругами АКВР монокристала на пластини. Тоді непоновлюваний запас ресурсу виступає як значення деформації ріжучої кромки. Враховуючи, що вибір технології визначається не тільки значенням деформації ріжучої кромки, але товщиною прогину пластин, рівнем вібрацій і ін., виведемо математичну модель, а саме: моделюється технологічний процес схем різання, де схеми розрізняються за потребами безперервного ресурсу (це можуть бути розділені на групи впливу зміни деформації ріжучої кромки, натягнення, заточування, сила різання). Зручно описувати такий технологічний процес множиною з n елементів (схем), розбитим на w непересічних класів (за видами рухів і видами положень різального інструменту, що розрізає, і монокристала) з кількістю елементів в класі $n_i (i = \overline{1, w}; \sum_{i=1}^w n_i = n)$, інакше кажучи математичною структурою множин з розбиттям. Класи розбиття якраз відповідають схемам різання. набір числа класифікацій видів руху і положення $\vec{n} = \{n_1, n_2, \dots, n_w\}$ назвемо станом системи.

Постулюємо екстремальний принцип. **Постулат 1.** Технологічний процес як динамічна система із заданого стану переходить в стан, що визначається екстремальною структурою і допустиме за видами рухів і положень різального інструменту в системі. Необхідно передбачити кінцевий стаціонарний стан системи, в якій вичерпався запас ресурсів (натягнення АКВР, заточування та ін.). **Наслідок:** система виявляється в стані з найбільш екстремальною структурою в межах, допустимих ресурсами.

Модель технологічного процесу характеризується різноманітністю можливого вибору варіантів її стану. Ця характеристика може бути названа ентропією моделі. Зазвичай математична модель допускає декілька визначень поняття *стан*, і кожному визначенню відповідатиме своя міра ентропії. Змістовно стан - це можливий режим або спосіб використання моделі. Наслідуючи Больцману, ентропія визначається як логарифм числа станів моделі, і саме так ентропійна міра моделі залежить від визначення стану. Визначимо ентропію як логарифмічну міру $H(\vec{n})$ числа визначених для моделі станів N :

$$H(\vec{n}) = \log N. \quad (1)$$

Пошук реальних станів системи, серед всіх потенційно можливих в цій методології, вимагає упорядкування станів між собою, і вибрати екстремальне полягання в отриманому впорядкуванні. Назвемо такий пошук принципом екстремальної структури.

В цьому випадку питомий інваріант структури множин з розбиттям визначиться як:

$$N(\vec{n}) = \frac{n^n}{\prod_{i=1}^n n_i^{n_i}},$$

тоді (1) переписеться у виді узагальненої ентропії

$$H(\vec{n}) = \ln N(\vec{n}) = -n \sum_{i=1}^w \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}. \quad (2)$$

На підставі вище викладеного сформулюємо **Постулат 2**. Технологічний процес як динамічна відкрита система із заданого стану переходить в стан, що визначається екстремальною структурою і допустима за видами рухів і положень різального інструменту в системі, для якої споживання обмежуючих зростання ресурсів мінімальне в межах, що має бути необхідною умовою структурованості системи.

Сформулюємо варіаційну задачу на умовний екстремум (Постулат 2):

$$\left\{ \begin{array}{l} H(\vec{n}) = \left(\sum_{i=1}^w n_i \right) \ln \left(\sum_{i=1}^w n_i \right) - \sum_{i=1}^w n_i \ln n_i \rightarrow \max; \\ \sum_{i=1}^w q_i^k n_i \leq L^k, \quad k = \overline{1, m}; \\ n_i \geq 0; \quad i = \overline{1, w}, \end{array} \right. \quad (3)$$

де n_i – кінцеві схеми різання кожного з непересічних класів i , які треба знайти;

q_i^k – кількість k -го ресурсу з непересічних класів i ;

m – загальна кількість ресурсів;

w – загальна кількість класів схем різання;

L^k – початкове значення ресурсу k .

Розв'язок задачі (3) для будь-якого вектора $\vec{L} \in \mathbf{R}^m = \{\vec{L} \in \mathbf{R}^m \mid \vec{L} > 0, k = \overline{1, m}\}$

$$n_i = n \exp(-\vec{\lambda}, \vec{q}_i), \quad i = \overline{1, m}, \quad (4)$$

де $\vec{q}_i = (q_i^1, q_i^2, \dots, q_i^m)$ – кількість допустимого за видами рухів і положень різального

інструменту в системі (ресурс), а загальна чисельність схем різання $n = \sum_{i=1}^w n_i$ та вектор

$\vec{\lambda} = (\lambda^1, \dots, \lambda^m)$ є розв'язком системи алгебраїчних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^w \exp(-\vec{\lambda}, \vec{q}_i) = 1; \\ \lambda^k (n \sum_{i=1}^w q_i^k \exp(-\vec{\lambda}, \vec{q}_i) - L^k) = 0, \quad k = \overline{1, m}; \\ \lambda^k > 0, \quad k = \overline{1, m}. \end{array} \right. \quad (5)$$

Список посилань

1. Бурбаки Н. Алгебра: алгебраические структуры. Линейная и полилинейная алгебра: пер. с фр. / Н. Бурбаки. – М. : Гос. изд-во физико-математической лит-ры, 1962. – 516 с.

УДК 621.923

А.В. Рудик, канд. техн. наук, доцент
В.І. Венжега, канд. техн. наук, доцент
Г.В. Пасов, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, andrei.rudik@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОЇ НАПРУЖЕНОСТІ ОБРОБКИ ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ НА ВЕРСТАТІ 3342 АДО

Діагностування теплової напруженості обробки на верстаті, та процес формування якості торців деталей є актуальною, поки що не вирішеною, науковою проблемою. Сучасні аналітичні термомеханічні моделі не враховують стан робочої поверхні круга, зернистість та рід інших режимних параметрів [1]. Це підвищує важливість експериментальних методів досліджень та їх статистичної обробки.

Підвищення ефективності обробки на торцево-шліфувальному верстаті моделі 3342 АДО є важливим елементом забезпечення якості та працездатності ряду деталей. Конструкція верстату є жорсткою, він має високу продуктивність та може бути вбудованим у автоматичну лінію. Для включення торців абразивних кругів в процес різання, їх, разом з шліфувальними бабками, орієнтують у вертикальній та горизонтальній площинах, через це, однак, якість обробки знижується. Іншим методом підвищення продуктивності та якості обробки є використання комбінованої правки кругів [2, 3], що виділяє калібрувальну ділянку на торці інструменту, однак звужує її розміри.

Експериментальний стенд для дослідження точності та теплової напруженості під час торцевого шліфування розташований на кафедрі «Автомобільного транспорту та галузевого машинобудування» ЧНТУ на базі двохстороннього торцево-шліфувального верстата 3342 АДО (рис. 1). Крім верстату стенд включає обладнання для вимірювання потужності, самописець, осцилограф, підсилювач.



Рис. 1 – Експериментальний стенд на базі двох стороннього торцево-шліфувального верстата моделі 3342 АДО

Метою даної роботи є проведення попередніх експериментів по дослідженню потужності та теплової напруженості процесу торцевого шліфування. Кути орієнтації кругів у вертикальній та горизонтальній площинах: $\gamma = 1,6 \cdot v = (0,2 \div 0,8) / 400$ встановлюють за допомогою індикаторів годинникового типу та кінцевих мір.

Заготовки розміщені у втулках вікон барабану подачі крізь них та, для виключення випадкових малих зміщень, що впливатимуть на якість обробки торців, зафіксовані болтами. Можлива кількість заготовок при повному завантаженні барабану становить 24. У вікнах барабану подачі заготовок рівномірно закріплюють лише чотири заготовки, які проходять обробку торців для можливості статистичної обробки. На їх торцевих поверхнях попередньо виготовлені отвори з метою зміни площі торцевої поверхні для аналізу впливу на потужність шліфування.

Ці ж вікна можна використовувати під час комбінованої правки формоутворюючої ділянки торця інструмента.

Під час дослідів орієнтують лише один з кругів, орієнтацію іншого не змінюють, через можливості проведення вимірювань потужності. Правку кругів здійснювали алмазним олівцем розташованим у отворі барабану подачі заготовок. Час після правки орієнтовно 20 хвилин роботи. Марка абразивних кругів 25А зернистість, зв'язка керамічна, стан РПК – після шліфування, правка комбінована.

Профіль інструменту перевіряють спеціально розробленим приладом. Після цього, не змінюючи положення закріплених гвинтом заготовок, здійснюють врізання та проводять вимірювання потужності, враховуючи положення заготовок у барабані (рис. 2). Дані дослідів доцільно повторити та провести статистичну обробку отриманих результатів. При проведенні дослідів мастильно-охолоджувальні середовища не використовувалися.

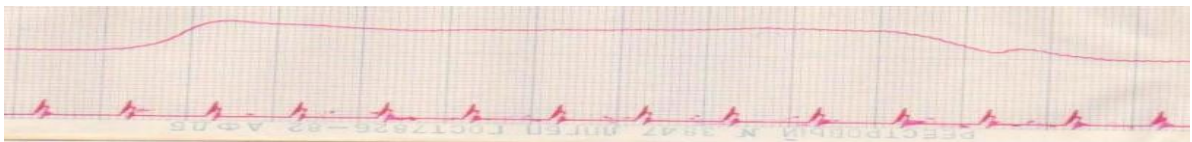


Рис. 2 – Потужність шліфування у функції кута повороту барабану подачі

Як вихідний технологічний параметр прийнято потужність, що витрачається.

В результаті попередніх дослідів встановлено, що потужність процесу різання залежить від кутової швидкості барабану подачі заготовок. Крім величини припуску на врізання можна варіювати значеннями швидкості обертання барабану; подачі заготовок, кутами орієнтації бабки. Ці параметри прийняті як фактори.

Після проведення усіх дослідів проводять побудову математичної моделі потужності, що витрачається при шліфуванні торців деталей.

Такі ж дослідів по вимірюванню потужності можна проводити, змінюючи площу торця заготовки розсвердленням підготованих отворів.

Висновки.

Отримані експериментальні результати не суперечать теоретичним. У результаті проведених вимірювань можна зробити висновки про витрачену потужність на процес різання загалом, та ту, що припадає на окрему кромку, яка різє або лише деформує метал.

Список посилань

1. Рудик А.В., Експериментальні дослідження точності формоутворення торців / А.В.Рудик, В.І. Венжега, В.А.Рудик // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Збірник – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – Вип. №2 (65). – С.76-80.
2. Кальченко В.В. Наукові основи ефективного шліфування зі схрещеними осями абразивного інструменту та оброблюваної деталі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти / В.В. Кальченко. – Харків, 2006. – 38 с.
3. Венжега В.И. Повышение эффективности шлифования торцов со скрещивающимися осями детали и круга с калибрующим участком. [Текст]: дис. на соискание ученой степени кандидата техн. наук: 05.03.01 /Владимир Иванович Венжега. – Харьков: НТУ ХПИ, 2009. – 214с.

УДК 621.91.02

П. Д. Кривий, канд. техн. наук, доцент
 В. Р. Кобельник, канд. техн. наук
 В. В. Крупа, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, konf.tntu@gmail.com

ІНСТРУМЕНТИ З ПОПАРНО-АСИМЕТРИЧНИМ РОЗМІЩЕННЯМ ЛЕЗ ДЛЯ ОБРОБКИ ГЛИБОКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОТВОРІВ

Проаналізовано існуючу класифікацію [1] та відомі конструкції інструментів для оброблення глибоких отворів [1 – 3]. Виявлено, що методика конструювання інструментів з асиметричним розміщенням лез (ІАРЛ) в науковій літературі висвітлена недостатньо. Дослідженнями встановлено, що ІАРЛ по відношенню до інструментів із симетричним розміщенням лез мають деякі переваги, що проявляються у підвищеній вібростійкості [3] та забезпечені ними нижчої шорсткості оброблюваної поверхні.

Особливості запропонованої методики конструювання ІАРЛ полягають у визначенні кутового розміщення різальних лез розточувального інструмента з врахуванням формованого різальними лезами профілю обробленої поверхні і величини подач на зубець та оберт, а також певну корекцію кутів у плані використовуваних різців.

Забезпечення однакової висоти мікронерівностей профілю здійснюється корегуванням значень кутів у плані різців за двома варіантами виконання інструмента: перший – формуванням на головних різальних кромках другого і четвертого різців додаткових фасок і корегуванням на цих фасках головного кута в плані φ_{OK} при однакових значеннях допоміжних кутів у плані і другий – корегування значень допоміжного кута у плані φ'_K на першому і третьому різцях при однакових головних кутах у плані (рис. 1).

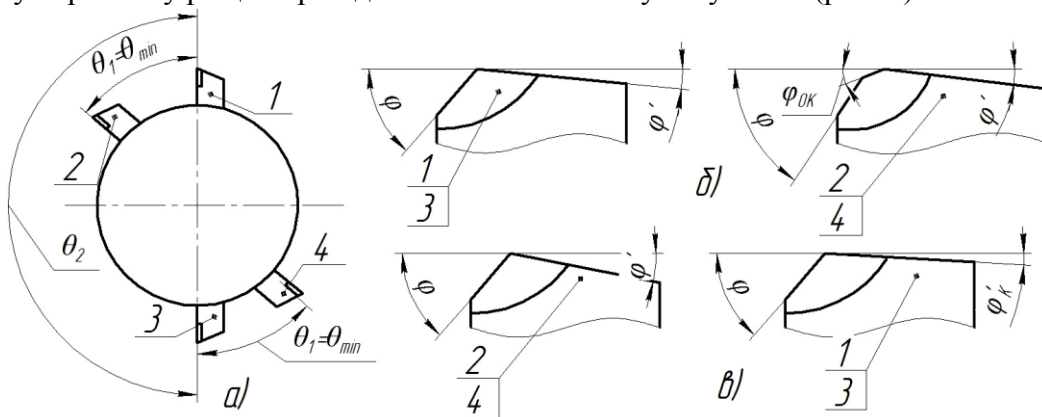


Рис.1 – Схема а) розміщення різців у перпендикулярному до поздовжньої осі циліндричного отвору перерізі; проекції різців у плані при першому – б) та другому – в) варіантах виконання інструмента, 1, 2, 3, 4 – відповідно перший, другий, третій та четвертий різці

Основним завданнями при проектуванні чотирирізцевих ІАРЛ, які б забезпечували встановлені вимоги до точності і шорсткості оброблених поверхонь, є визначення величин подач на зубець s_{zi} інструмента та на оберт s заготовки або ІАРЛ та значень центральних кутів θ_i , які визначають кутові положення вершин зубців інструменту, а також величини корегування головного (за першим варіантом конструкторського виконання) або допоміжного (за другим варіантом конструкторського виконання) кутів в плані на певних зубцях.

З використанням [4] розроблено схему (рис. 2) на основі якої для I варіанта отримано залежності для визначення подач на s_2, s_4 та s_1, s_3 відповідно на 2, 4 та 1, 3 різцях:

$$s_2 = s_4 = H \cdot (\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi'),$$

$$s_1 = s_3 = H \cdot (\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi') \cdot (\pi - \theta_{\min}) / \theta_{\min},$$

де H – висота мікронерівностей профілю, яку необхідно забезпечити;

φ, φ' – не кореговані значення відповідно головних та допоміжних кутів в плані;

θ_{\min} – мінімальний центральний кут між різцями.

Значення подачі на оберт і корегованих головних кутів $\varphi_{02K}, \varphi_{04K}$ отримано із залежностей:

$$s = H \cdot (\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi') \cdot 2\pi / \theta_{\min},$$

$$\varphi_{02K} = \varphi_{04K} = \operatorname{arcctg} \left((\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi') \cdot (\pi - \theta_{\min}) / \theta_{\min} - \operatorname{ctg} \varphi' \right).$$

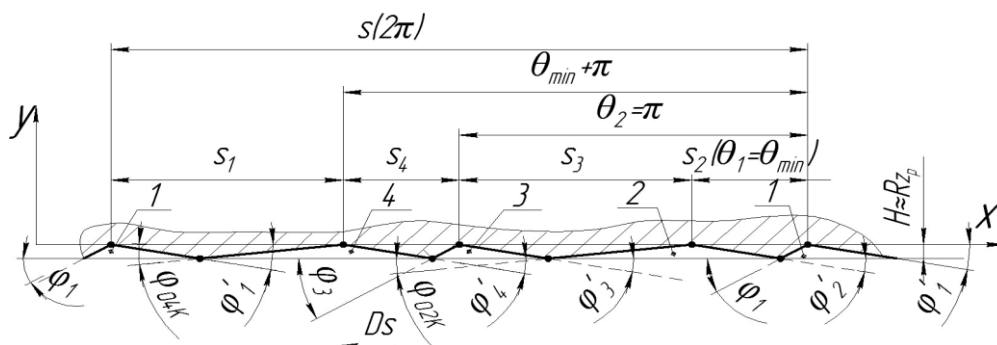


Рис. 2 – Схема розрахункового профілю обробленої поверхні ІАРЛ (зенкером) за першим варіантом

Для ІАРЛ виконаним за другим варіантом значення корегованих допоміжних кутів в плані $\varphi'_{1K}, \varphi'_{3K}$ визначаються за залежністю:

$$\varphi'_{3K} = \varphi'_{1K} = \operatorname{arcctg} \left((\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \varphi') \cdot (\pi - \theta_{\min}) / \theta_{\min} - \operatorname{ctg} \varphi \right).$$

На рис. 3 подано варіант реалізації такого типу інструменту, що працює методом «розточування на розтяг» [1].

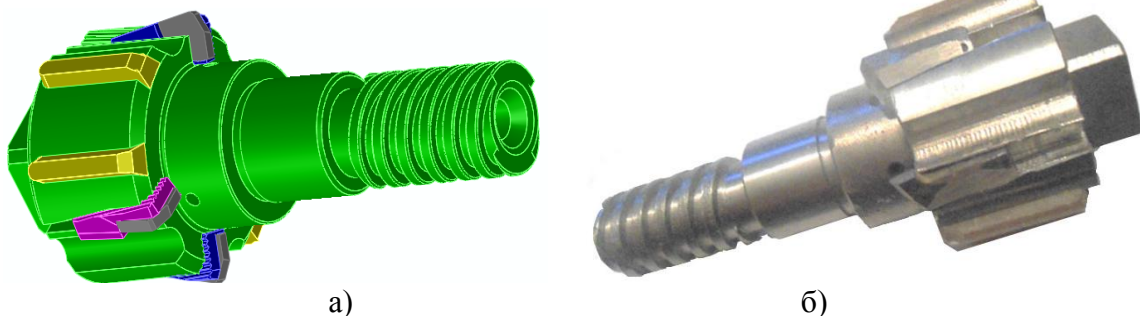


Рис. 3 – Чотирирізцевий розточувальний інструмент з асиметричним розміщенням лез для розточування глибоких циліндричних отворів: а) 3-D модель; б) фотографія

Перевагою запропонованого ІАРЛ є забезпечення при заданій шорсткості обробленої поверхні вищої продуктивності у порівнянні з продуктивністю, що забезпечується традиційним інструментом. Інструменти з асиметричним розміщенням різальних лез, що зображені на рис. 3 апробовані та використовуються на ПАТ «Кам'янець-

Подільськавтоагрегат» при обробленні корпусу підсилювача рульової колонки автомобілів марки «КрАЗ».

Список посилань

1. Кривий П. Д. Інструментальне забезпечення процесу розточування глибоких отворів тонкостінних циліндрів / П. Д. Кривий, В. В. Крупа // Вісник ЖДТУ. – 2012. – №2. – С. 23 – 34.
2. Обработка глубоких отверстий в машиностроении. Справочник. [Кирсанов С. В., Гречишников В. А., Григорьев С. Н., Схиртладзе А. Г.]. – М. : Машиностроение. – 2010. – 344с.
3. Пуховский Е.С. Безвибрационное многолезвийное резание / Е.С. Пуховский, Г.Э. Таурит, М.И. Лещенко. – К.: Техніка, 1982. – 117 с.
4. Кривий П. Д. Геометричні та математичні моделі формування шорсткості циліндричних поверхонь при точінні та розточуванні / П. Д. Кривий, В. В. Крупа // Вісник ЖДТУ. Технічні науки, 2010. – Том 4. – №2. – С.45 – 56.

УДК 621.647.23

Е.А. Ищенко, аспирант

НТУУ «Киевский политехнический институт», anolyady@i.ua

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ

В последние годы активно внедряются в производство новые методы ремонта пар скольжения, которые позволяют с минимальными затратами и в кратчайшие сроки ввести в строй станочное оборудование. Предлагается для этих целей использовать полимерные материалы в виде двухкомпонентных пластичных композиций, которые после смешивания и отвердевания могут позволить сформировать поверхность любой сложной формы без последующей механообработки. Однако при этом возможно образование пузырьков воздуха в полимере после смешивания компонентов, что является недопустимым с точки зрения качества, предъявляемого к направляющим станкам.

Существующие полимерные материалы предусматривают два основных способа нанесения материала в зависимости от их консистенции. Для материала с пастообразной структурой считается целесообразным наносить материал шпателем. Второй способ нанесения материала - нагнетанием – для жидкотекучего материала. И в первом, и во втором случае есть вероятность появления пузырьков на восстанавливаемой поверхности, что является категорически не допустимым для направляющих скольжения. Появление пузырьков связано с попаданием воздуха в смесь во время перемешивания и природного дальнейшего их выхода вверх.

Кроме различных методов нанесения материала существует два способа размешивания материала - ручной и механический. От выбранного способа также зависит количество появившихся пузырьков. При ручном перемешивании вероятность получить пузырьки меньше, чем при механическом. Однако, вручную перемешивание большого количества материала осуществить сложно. В связи с этим предлагается два способа избежать явления образования раковин. Первый способ – это переливание материала тонкой струей, второй - растирание материала по поверхности тонким слоем. Однако и это не исключает возникновения указанного негативного явления полностью.

Для устранения раковин на поверхности скольжения в рамках данной работы было предложено исключить это явление с помощью способа восстановления направляющих полимерным материалом [1].

Таким образом, для применения пастообразного материала проблема может быть решена, а для случая использования жидкотекучего материала и необходимости устранения пузырьков воздуха путем подогрева можно воспользоваться предложенным в

рамках данной работы порционным нагнетанием жидктекучего материала, прошедшего предварительный подогрев. Детально этот процесс описан в патенте на полезную модель [2].

Список ссылок

1. Пат. 66441 Украина, МПК (2011.01) В23Р 6/00 Способ восстановления поверхностей направляющих скольжения полимерным материалом / Ищенко Е.А.; u201104170; заявл. 06.04.2011; опубл. 10.01.2012, бюл. №1.
2. Пат. 98887 Украина, МПК (2015.01) В23Р 6/00 Способ восстановления направляющих полимерным материалом / Струтинский В.Б., Ищенко Е.А.; u201412785; заявл. 28.11.2014; опубл. 12.05.2015, бюл. №9.

УДК 621.9: 51.74

О.А. Митрохін, канд. техн. наук, доцент

А.В. Клименко, канд. техн. наук, асистент

Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпропетровськ, A.Mitrokhin@i.ua

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОФІЛЮ ПОВЕРХНІ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛУ

Надійність роботи машин безпосередньо пов'язана з якістю поверхневого шару деталей, яке характеризується геометричними і фізико-механічними параметрами. При експлуатації деталі машин контактують друг з другом або з оточуючим середовищем. Від якості поверхневого шару залежать експлуатаційні властивості - опір втомі, зносостійкість, корозійна стійкість, опір контактній втомі та інші.

При плануванні експерименту враховувалось не тільки вплив зміни навантаження на поверхневий шар заготовок, але й характер накатування. Часто в виробництві застосовується *миттєвий* спосіб обробки деталей, тобто необхідне навантаження одразу застосовують для отримання бажаного результату. В експерименті було використано ще один спосіб – *поступового* навантаження, тобто сила навантаження на заготовку наростала поступово до необхідної. Експеримент проводився двома методами накатки: *прямим* та *реверсним*.

Математичне моделювання проводилось пакеті Mathcad. Експериментальні данні задавалися у векторному вигляді:

$$y1 := \begin{pmatrix} 20.5 \\ 25.2 \\ 37.7 \\ 43.3 \\ 58.2 \end{pmatrix} \quad x1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 60 \\ 120 \\ 240 \\ 350 \end{pmatrix}$$

Апроксимація проводилася за допомогою функції *linfit*:

$$s(x) := \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \quad a := \text{linfit}(x1, y1, s) = \begin{pmatrix} 19.495 \\ 0.18 \\ -5.72 \times 10^{-4} \\ 1.066 \times 10^{-6} \end{pmatrix}$$

Отримано залежності параметрів довжини загального профілю T , мікротвердості H , шорсткості R від навантаження P :

$$T(P) = 20,573 + 0,202 \cdot P - 1,307 \cdot 10^{-3} \cdot P^2 + 2,337 \cdot 10^{-6} \cdot P^3; \quad (1)$$

$$H(P) = 129,753 - 0,408 \cdot P + 3,092 \cdot 10^{-3} \cdot P^2 - 6,602 \cdot 10^{-6} \cdot P^3; \quad (2)$$

$$R(P) = 4,027 - 0,052 \cdot P + 2,668 \cdot 10^{-4} \cdot P^2 - 4,199 \cdot 10^{-7} P^3. \quad (3)$$

УДК 621.9.048.6

О.В. Шевченко, докт. техн. наук, професор

Л.О. Гончаренко, студентка

Національний технічний університет України «КПІ», o.shevchenko@kpi.ua

ЗНИЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ КОЛИВАНЬ БОРШТАНГИ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

При токарній обробці нежорстким консольним інструментом боротьба з шкідливими коливаннями є особливо актуальною. До виникнення шкідливих вібрацій найбільше схильна консольна борштанга, як найменш жорстка ланка технологічної системи верстата. Борштанга в процесі розточування здійснює поздовжні, поперечні та крутильні коливання, що мають домінуючий вплив на рівень відносних коливань між інструментом і деталлю. Зниження рівня інтенсивності коливань консольних борштанг є одним із важливих шляхів підвищення продуктивності, точності та якості оброблених поверхонь.

Коливання, які виникають при різанні достатньо жорстким інструментом, визначаються властивостями всієї багатоконтурної пружної системи верстата. У випадку обробки борштангами рівень коливань інструменту визначається жорсткістю та коливаннями самої борштанги, а втрата вібростійкості виникає в основному на формі її коливань [1].

Метою роботи є визначення ефективних напрямків підвищення вібростійкості розточувальних борштанг при токарній обробці. Для теоретичного аналізу коливальних процесів при обробці консольними борштангами розроблено принципову схему домінуючої коливальної системи процесу розточування (рис. 1) та побудовано математичну модель з використанням пакету Matlab Simulink [2].

При побудові математичної моделі прийняті наступні допущення:

- у якості домінуючої коливальної системи розглядається консольна борштанга з різцем 1, що встановлена без обертання в інструментальному отворі револьверної головки 3 верстата і здійснює обробку деталі 2;
- модель побудована з використанням головних координат, що дозволяє повністю розділити змінні, які визначають рух інструменту в довільній площині uOz ; - маса коливальної системи m приведена до вершини різця;
- припускається, що маса m рухається тільки в напрямках головних осей координат $O\eta_1$ і $O\eta_2$; - досліджуються тільки коливання в площині uOz .

На масу m діє сила різання $P(t)$, прикладена до вершини різця. Модель пружної системи інструменту представлена як система з трьома степенями вільності. За початок координат прийнято вершину різця (т. O). Вісь Oy направлено по нормалі до оброблюваної поверхні, а вісь Oz – перпендикулярно до неї. Сила різання $P(t)$ прикладена під кутом α до осі Oz , а головні координати $O\eta_1$ і $O\eta_2$ розвернуті під кутом β до довільних координат Oy і Oz .

На основі аналізу АФЧХ передаточної функції розімкнутої динамічної системи верстата за критерієм Найквіста визначено вплив конструктивних параметрів консольної частини борштанги на запас сталості по амплітуді пружної системи інструменту. На рис. 2 наведено приклад результатів розрахунку запасу сталості пружної системи інструменту за амплітудою від вильоту консольної частини борштанги діаметром 30 мм та параметрів режиму різання.

Одним із ефективних способів підвищення вібростійкості процесу розточування є підвищення демпфуючої здатності борштанг. У більшості відомих конструкцій борштанг для встановлення демпфера використовується значна частина внутрішнього об'єму тіла консольної частини борштанги. Недоліком такого розточувального інструменту є його низька радіальна жорсткість в точці розміщення різальної пластини внаслідок наявності порожнини значного діаметру в корпусі для розміщення демпфуючого пристрою, що обмежує можливості використання цього розточувального інструменту тільки режимами тонкого розточування з невеликими силами різання.

Для забезпечення в точці різання радіальної жорсткості консольної частини розточувальної оправки з порожниною на рівні жорсткості суцільного тіла консольної частини необхідно витримати умову, щоб діаметр порожнини d не перевищував половини діаметра D консольної частини корпусу оправки, а саме: $\frac{d}{D} \leq 0,5$. При виконанні цієї умови втрачається не більше 3÷5 % радіальної жорсткості консольної частини борштанги і є можливість встановлення демпферу в порожнині борштанги для підвищення її демпфуючої здатності і, як наслідок, підвищення вібростійкості при розточуванні. На рис. 3 показані графіки статичної жорсткості консольної частини борштанги з отворами різного діаметру.

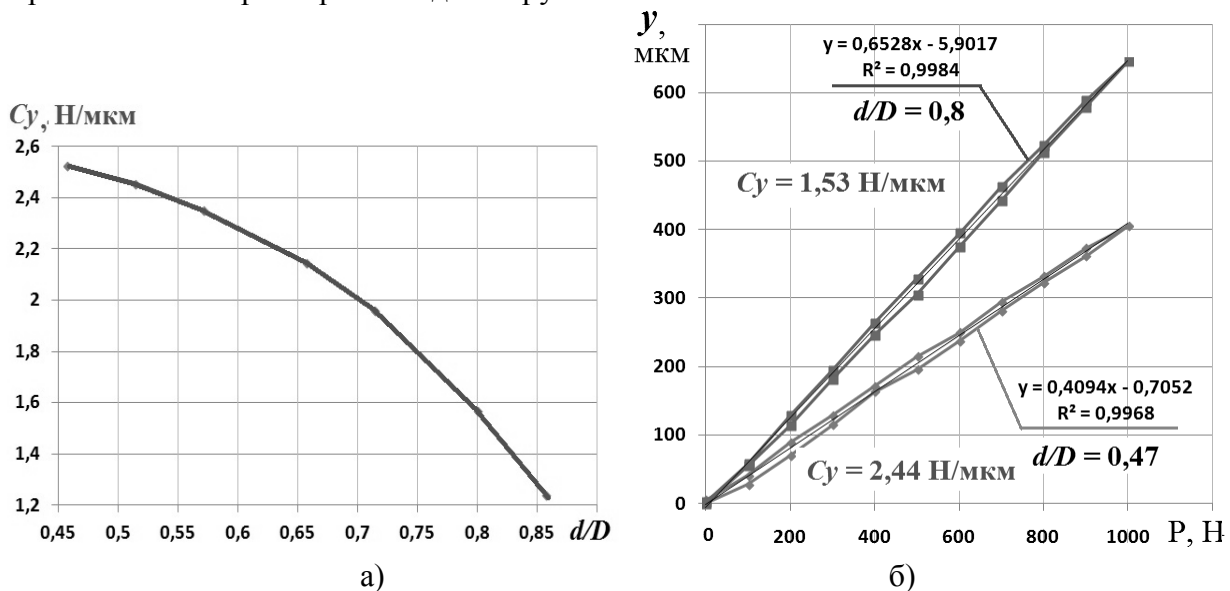


Рис. 3 – Графіки розрахункових (а) та експериментальних (б) значень статичної жорсткості C_y борштанги в напрямку складової P_y сили різання з довжиною консольної частини 250 мм, зовнішнім діаметром $D = 34$ мм та різними діаметрами отвору d в тілі борштанги

Результати порівняння ефективності розсіяння енергії коливань в консольній частині борштанг з центральним отвором без демпфера і з вбудованим демпфером, виготовлені з дотриманням умови, щоб діаметр порожнини d не перевищував половини діаметра D консольної частини корпусу борштанги, приведені на рис. 4. Як видно із графіків, час від імпульсного впливу (удару) на консольну частину борштанги до усталених коливань зменшується майже в 5 разів для борштанги з демпфером.

Таким чином, забезпечення умов вібростійкої обробки на верстатах, що працюють консольним інструментом, може здійснюватись шляхом раціонального вибору конструктивних параметрів консольної частини інструментального оснащення з врахуванням відповідної орієнтації головних осей жорсткості пружної системи інструменту по відношенню до напрямку дії сили різання, вибором раціонального

співвідношення жорсткостей оснащення за головними осями жорсткості та врахуванням при проектуванні борштанг умови, щоб діаметр центрального отвору d не перевищував половини діаметра D консольної частини корпусу борштанги.

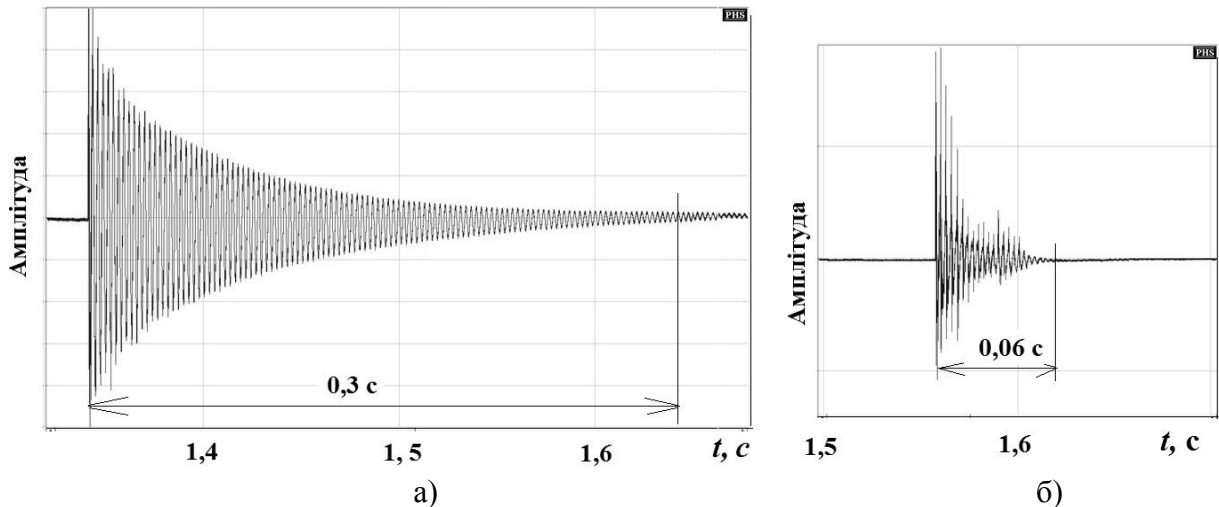


Рис. 4 – Графіки затухаючих коливань консольної частини борштанг без демпфера (а) та з демпфером (б), що мають зовнішній діаметр $D = 34$ мм, діаметр отвору $d = 16$ мм і довжину консольної частини 250 мм

Список посилань

1. Орликов, М.Л. Динамика станков [Текст] / М.Л.Орликов. – К.:Вища школа, 1989. – 272 с.
2. Дэбни Дж. Simulink 4. Секреты мастерства/ Дж.Б. Дэбни, Т.Л. Харман; Пер. с англ. М.Л. Симонова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 403 с.
3. Шевченко О.В. Методи підвищення сталості процесу різання при токарній обробці нежорстким інструментальним оснащенням. / О. В. Шевченко // Машинознавство. – 2009. – № 8 (146). – С. 16 – 23.

УДК 621.9: 672.1

А.А. Митрохин, канд. техн. наук, доцент
М.Ю. Удовенко, студент

Украинский государственный химико-технологический университет, A.Mitrokhin@i.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Повышение производительности механообработки с обеспечением высокого качества деталей является важнейшей задачей технологии машиностроения. Одним из возможных вариантов ее решения является комбинирование лезвийной и отделочно-упрочняющей обработок, обеспечивающих как снижение трудоемкости за счет совмещения операций, так и высокое качество поверхностного слоя [1, 2, 3].

На основании исследований по формированию неровностей профиля шероховатости при различных методах обработки выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на шероховатость обработанной поверхности.

Проведены исследования закономерностей формирования параметров шероховатости и остаточных напряжений при совместной обработке точением и обкатыванием наружных поверхностей вращения. При нормировании исходных параметров шероховатости учитывалась их зависимость от условий обработки.

Получены зависимости, по которым может оцениваться изменение шероховатости при изменении подачи, а также устанавливаться значение подачи, соответствующие заданным значениям параметров шероховатости.

Разработаны рекомендации по выбору режимов обработки, обеспечивающих наиболее экономичное получение требуемых параметров состояния поверхностного слоя заданным значениям параметров шероховатости. Разработана методика, позволяющая рассчитывать подачи, обеспечивающие требуемые параметры шероховатости поверхности, для любых условий совместного точения и обкатывания.

Проведены исследования остаточных напряжений в поверхностном слое детали при различных видах обработки - точении, обкатывании и совместном точении и обкатывании. На основании разработанной методики выполнен анализ остаточных напряжений, возникающих в поверхностном слое детали при различных видах обработки. Полученные результаты позволяют регламентировать рациональные режимы обработки в зависимости от заданного уровня остаточных напряжений слоя наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения.

На основании результатов исследований разработаны рекомендации по технологическому обеспечению требуемых параметров шероховатости поверхностного слоя обрабатываемых деталей.

Список ссылок

1. Качество машин. Справочник в 2-х т.Т.1 / [А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич и др.] – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.
2. Качество машин. Справочник в 2-х т.Т.2 / [А.Г.Суслов, Ю.В.Гуляев, А.М. Дальский и др.] – М.: Машиностроение, 1995. – 430 с.
3. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. /А.Г. Суслов – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

УДК 621.91.01

С.Л. Міранцов, канд. техн. наук, доцент
В.І. Тулупов, канд. техн. наук, доцент
С.Г. Онищук канд. техн. наук доцент

Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, tiup@dgma.donetsk.ua

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОМБІНОВАНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ОСНОВІ ТОЧІННЯ З ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНИМ НАГРІВАННЯМ

Однією з актуальних задач сучасного машинобудування є забезпечення працездатності та довговічності деталей машин. Для цього необхідно підвищити ефективність і якість процесів механічної обробки, що вимагає створення нових та вдосконалення існуючих технологічних методів.

Одним з методів, який вимагає відносно невисокі питомі витрати енергії, є точіння з електронагріванням. Метод заснований на механічному впливі різального інструменту на заготовку, який супроводжується локальним нагріванням поверхневого шару електричним струмом [1]. Процес, який виникає при обробці в технологічній системі і впливає на параметри обробки, а також показники точності і якості оброблених поверхонь є коливання [2]. Таким чином, актуальними є питання коливань, що виникають в технологічній системі та їх вплив на параметри процесів комбінованої обробки, в тому числі на процес точіння з електричним струмом на чистових операціях. Наявність коливань може впливати на такі характеристики процесу, як глибина зміцненого шару деталі, площа електричного контакту

інструменту з деталлю, величина складових сили різання, час дії джерела теплоти на одиничну площадку контакту. Причому ці фактори можуть змінюватися в процесі обробки через взаємне переміщення елементів технологічної системи один відносно іншого при коливаннях. У зв'язку з цим процес точіння з електроімпульсним нагріванням необхідно розглядати в комплексі з процесами, які виникають в технологічній системі при обробці. Другим важливим аспектом процесу, є чергування зміцнених і не зміцнених ділянок обробленої поверхні деталі [3], що може бути додатковою причиною порушення регенеративних коливань при переміщенні інструменту по зміцненим і не зміцненим ділянкам.

Математична модель технологічної системи представлена системою рівнянь:

$$\begin{cases} m\ddot{x}(\tau) + C_x\dot{x}(\tau) + K_x x(\tau) = Px(\tau); \\ m\ddot{y}(\tau) + C_y\dot{y}(\tau) + K_y y(\tau) = Py(\tau); \end{cases} \quad (1)$$

З урахуванням параметрів режиму різання, параметрів процесу різання, геометрії інструменту та технологічних факторів, система рівнянь (1) може бути представлена у розгорнутому вигляді (2):

$$\begin{cases} m\ddot{x}(\tau) + C_x\dot{x}(\tau) + K_x x(\tau) = Px(\tau); \\ Px(\tau) = \frac{K_{px}}{\sin \varphi} \Delta K_p [S_0 + \Delta D_x \cdot \sin(\omega\tau + q_0) - x(\tau) - x(\tau - \Omega)][t - y(\tau) - y(\tau - \Omega)]; \\ m\ddot{y}(\tau) + C_y\dot{y}(\tau) + K_y y(\tau) = Py(\tau); \\ Py(\tau) = \frac{K_{py}}{\sin \varphi} \Delta K_p [t_0 + \Delta D_y \cdot \sin(\omega\tau + q_0) - y(\tau) - y(\tau - \Omega)][S_0 - x(\tau) - x(\tau - \Omega)]; \end{cases} \quad (2)$$

де m – приведена маса технологічної системи, кг;

C_x, C_y – наведені коефіцієнти демпфірування відповідно за напрямками вісі X та Y , Н·с/м;

K_x, K_y – наведені коефіцієнти жорсткості відповідно за напрямками вісі X та Y , Н/м;

$Px(\tau), Py(\tau)$ – складові сили різання, Н;

x – лінійні переміщення інструменту в напрямку вісі X ;

\dot{x} – швидкість переміщення інструменту в напрямку вісі X ;

y – лінійні переміщення інструменту в напрямку вісі Y ;

\dot{y} – швидкість переміщення інструменту в напрямку вісі Y ;

$K_{px}, K_{py}, \Delta K_p$ – відповідно, питомі сили різання P_x, P_y , коефіцієнти, що враховують зміну сил різання через випадкові фактори, що виникають при обробці;

$\Delta D_x, \Delta D_y, \omega, q_0$ – відповідно, неточність установки деталі в напрямку осей координат X, Y , частота обертання деталі і початкова фаза;

Ω – час одного оберту деталі.

В результаті рішення отриманої системи диференційних рівнянь другого порядку можна визначити два параметри процесу формування зміцнених ділянок обробленої поверхні при комбінованій обробці: змінне значення складової сили різання Py і пружне переміщення інструменту по напрямку координати Y .

Реалізація комплексної моделі комбінованого процесу точіння з електроімпульсним нагріванням в пакеті Simulink представлена на рис. 1 у вигляді блоку *SubSystem*. Блок має два входи *In1* і *In2*, на які подаються значення змінних складових сили різання, і три виходи: *Out1, Out3* – реалізують зворотні зв'язки по каналах додаткових переміщень інструменту в слідстві його руху по регулярній структурі зміцнених ділянок, а також вихід *Out2*, призначений для виведення необхідного параметра процесу.

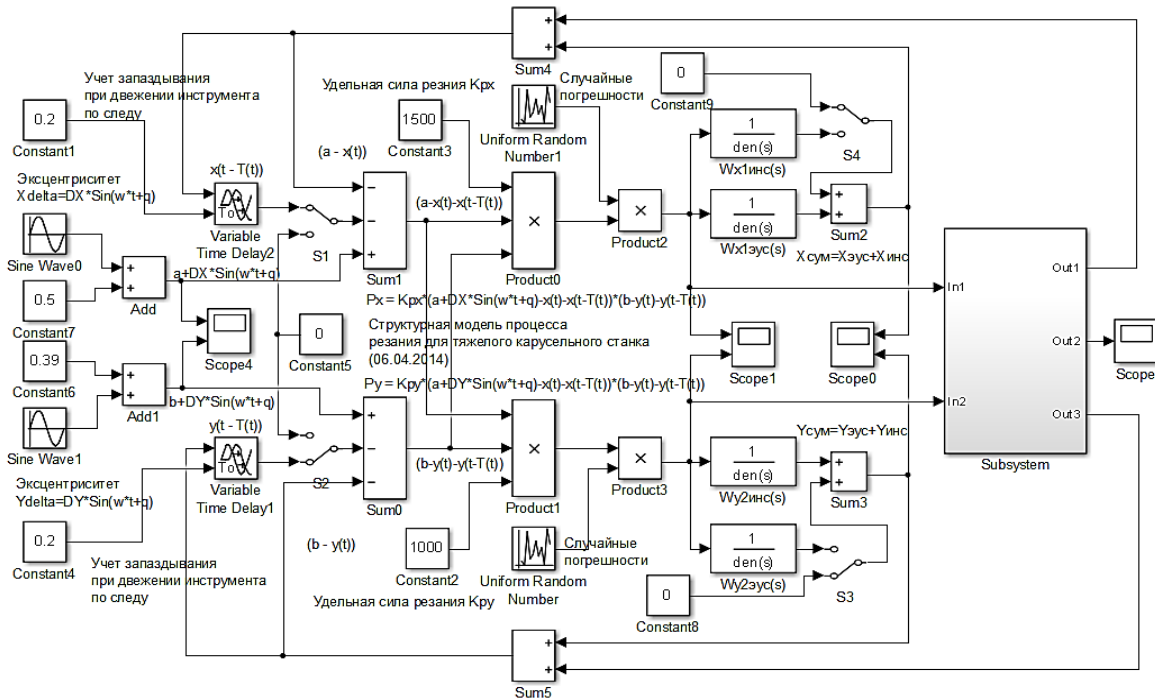


Рис. 1 – Структурна модель процесу точіння з електроімпульсним нагріванням, реалізована в пакеті Simulink MatLab

Список посилань

1. Формирование регулярной дискретной структуры при чистовом точении с импульсным током / [С.В. Ковалевский, В.И. Тулупов, А.А. Попивненко, Ю.Б. Борисенко] // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2007. – Вип. 21. – С. 233 – 237.
2. Ковалевський, С. В. Математичне моделювання і розрахунок температурних полів при електроімпульсному зміцнювальному точінні / С.В. Ковалевський, В.І. Тулупов // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2011. – Вип. 10. – С. 169 – 177.
3. Гузенко В.С. Математическое моделирование динамического состояния тяжело-нагруженного инструмента. / В. С. Гузенко, С. Л. Миранцов, В. Л. Федоров // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международный сборник научных трудов. – Донецк: ДонГТУ, 1998. – Т.1. – С.220 – 223.

УДК 621.923.4

В.І. Кальченко, докт. техн. наук, професор
В.В. Кальченко, докт. техн. наук, професор
О.С. Следникова, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, sliednikova@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДВОХСТОРОННЬОГО ТОРЦЕШЛІФУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ З ПРЯМОКУТНИМ ПРОФІЛЕМ

На машинобудівних підприємствах параметри точності і якості обробки відповідальних деталей машин традиційно формуються при абразивному шліфуванні. В повній мірі це відноситься до шліфування відповідальних деталей з торцевими робочими поверхнями, для яких встановлюються високі вимоги по точності і якості обробки: кінцевих мір, багатограних непереточуваних твердосплавних пластин, хрестовин карданних валів, прямокутних кришок, фланців та інших.

Шліфування торцевих поверхонь на двохсторонньому торцевошліфувальному верстаті моделі 3342 АДО є високоефективним в порівнянні з обробкою на плоскошліфувальних та односторонніх торцешліфувальних верстатах.

В роботі [1] наведена модульна 3D-модель оброблюваної поверхні при двосторонньому шліфуванні торців циліндричних деталей, яка використовується для розрахунку точності формоутворення та зняття припуску.

Відома фірма Saturn (Німеччина) [2] шліфує різноманітні деталі на двосторонніх торцешліфувальних верстатах, але обробка відбувається з невеликим нахилом шліфувальних кругів в одній площині. При цьому максимальний діаметр виконує чорнове шліфування на вході деталі в зону обробки та чистову обробку на виході, що погіршує точність обробки за рахунок зносу шліфувального круга.

В роботі [3] розглядається двостороннє шліфування торців циліндричних деталей. Орієнтація шліфувального круга здійснюється в двох площинах. Шліфувальний круг складається з ділянки для зняття чорнового припуску та калібруючої ділянки. Але в цій роботі розглядається обробка тільки циліндричних деталей, що не потребує їх орієнтації в барабані.

В роботі [4] розглядається двостороннє шліфування торців циліндричних некруглих деталей. Орієнтація шліфувального круга здійснюється в двох площинах. Деталь розташовується, з умови мінімізації дуги контакту на найбільшому радіусі шліфувального круга. Але відсутні профілювання шліфувального круга та дослідження впливу орієнтації деталей в барабані на їх точність.

Шліфувальні бабки разом із шліфувальними кругами орієнтують на кути у вертикальній та горизонтальній площинах. Кути орієнтації інструмента обираються, щоб заготовка не торкалася калібруючих ділянок шліфувального круга при знятті чорнового припуску.

Для отримання калібруючої ділянки на торці круга необхідна комбінована правка. За допомогою спеціального пристрою вся торцева поверхня правиться в площині, перпендикулярній осі обертання круга. Також відбувається правка алмазним олівцем, закріпленим на барабані кругової подачі заготовок в зону обробки, правиться ділянка круга, суміжна із зовнішнім діаметром, в результаті чого отримують калібруючу ділянку, яка на вході не бере участь у зрізуванні чорнового припуску. Чорновий припуск зрізується на центральній ділянці. Під час шліфування деталі весь час переміщуються в зону, що звужується. Остаточна точність формується калібруючою ділянкою на виході із зони обробки.

На рис. 1 а, б зображені точність формоутворення торця в залежності від орієнтації деталі. З рисунка видно, що похибка більша при розташуванні проекції більшої довжини деталі паралельно радіусу барабана.

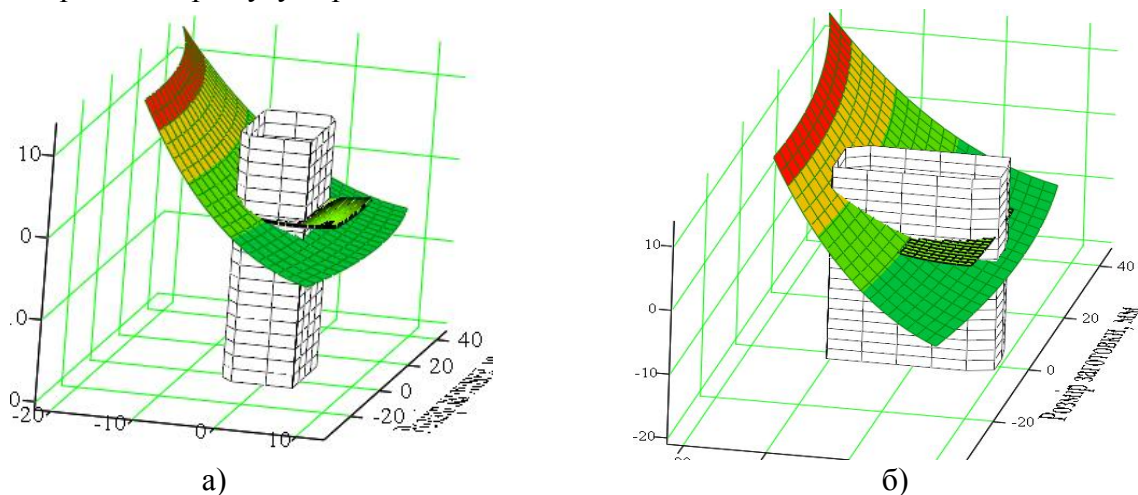


Рис. 1 – Точність формоутворення торця

На рис. 2 зображено графік залежності похибки обробки прямокутної деталі від кута орієнтації деталі. З графіка видно, що орієнтація деталі в барабані суттєво впливає на точність її обробки.

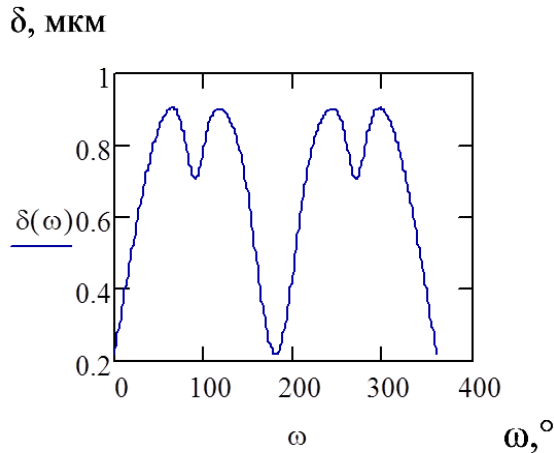


Рис. 2 – Графік залежності похибки обробки деталі від кута орієнтації деталі

У формоутворенні торця заготовки приймає участь вся поверхня калібруючої ділянки, але остаточна точність може формуватися колом найменшого діаметра, найбільшого діаметра або лінією контакту заготовки з кругом.

Для забезпечення найбільшої точності торця орієнтація деталі обирається, щоб площа, яка проходить через вісь симетрії некруглої деталі та вісь обертання барабана була паралельна проекції мінімальної висоти деталі на цю площину.

Дана методика може бути використана при шліфуванні на заточувальних та плоскошліфувальних верстатах. Орієнтація кругів в двох площинах при шліфуванні на заточувальних верстатах замінюється одним кутом орієнтації.

Список посилань

1. Грабченко А. И. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали: монография / А. И. Грабченко, В. И. Кальченко, В. В. Кальченко. – Чернигов: ЧГТУ, 2009. – 356 с.
2. Saturn. Торцевое шлифование спаренными шлифовальными кругами: [Журнал для клиентов фирмы «Junkermaschinen»] / ErwinJunker: Maschinenfabric Gmbh, Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787. – Nordrash, Germany, 2005 – 8 с.
3. Венжега В. І. Підвищення ефективності шліфування торців при схрещених осях деталі та круга з калібрувальною ділянкою : автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.03.01 / В.І. Венжега; НТУ «ХП». – Харків, 2009. – 17 с.
4. Пасов Г.В. Підвищення точності шліфування торців за рахунок орієнтації профільного круга та врахування його поточного зносу: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.03.01 / Г. В. Пасов; НТУ «ХП». – Харків, 2000. – 16 с.
5. Пат. 99707 Україна, МПК В24В7/17 Спосіб двостороннього шліфування торців некруглих деталей / Следнікова О.С., Кальченко Д. В.; заявник і патентовласник Чернігівський національний технологічний університет. – № у 201408288; заявл. 21.07.2014; опубл. 25.06.2015, Бюл. № 12.
6. Пат. 99832 Україна, МПК В24В5/00 Спосіб шліфування торців прямокутних непереточуваних пластин орієнтованим кругом / Кальченко В.І., Музичка Д.Г., Кальченко Д.В., Следнікова О.С.; заявник і патентовласник Чернігівський національний технологічний університет. – № у 201500017; заявл. 05.01.2015; опубл. 25.06.2015, Бюл. № 12.
7. Технології одночасного шліфування двох торців поршневих пальців, сідел клапанів, пружин, муфт зчеплення, торців хрестових карданних валів.. Номер державної реєстрації технології 0615U000129.

УДК 621.923.4

В.І. Кальченко, докт. техн. наук, професор
В.В. Кальченко, докт. техн. наук, професор
В.О. Винник, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, vowa-vinnik@yandex.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДВОХСТОРОННЬОГО ШЛІФУВАННЯ ТОРЦІВ НЕСИМЕТРИЧНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

В сучасному машинобудуванні постійно підвищуються вимоги до точності обробки торців деталей різних діаметрів, які широко застосовуються в автомобілебудуванні, авіабудуванні, тракторобудуванні, суднобудуванні та інших галузях промисловості. При цьому необхідно забезпечити високу продуктивність їх обробки, що потребує розробки більш ефективних універсальних способів шліфування торців деталей. Тому важливо знайти способи підвищення точності шліфування торцевих поверхонь деталей.

Раніше були розроблені методи двохстороннього шліфування деталей з однаковими діаметрами торців [1, 2, 3], де деталь не вимагала спеціального закріплення в барабані.

В роботі [1] наведена модульна 3D-модель оброблюваної поверхні при двосторонньому шліфуванні торців деталей, яка використовується для розрахунку точності формоутворення та зняття припуску.

Відома фірма Saturn (Німеччина) [2] шліфує різноманітні деталі на двосторонніх торцешліфувальних верстатах, але обробка відбувається з невеликим нахилом шліфувальних кругів. При цьому максимальний діаметр на вході деталі в зону обробки виконує чорнове шліфування та чистову обробку на виході, що погіршує точність обробки. Шліфувальні круги орієнтують тільки в одній площині.

В роботі [3] розглядається двостороннє шліфування торців циліндричних деталей з однаковими торцями. Орієнтація шліфувального круга здійснюється в двох площинах. Шліфувальний круг складається з ділянки для зняття чорнового припуску та калібруючої ділянки. В цій роботі розглядається обробка тільки циліндричних деталей з однаковими торцями, що не потребує спеціального закріплення деталей.

При обробці деталей з різними діаметрами торців сили різання виникають різні, що потребує спеціального закріплення деталей. Тому виникає необхідність розрахунку сил різання, визначення відхилень та деформації від дії цих сил, тому необхідно збільшення жорсткості барабана. Також необхідно створити 3D-модель процесу шліфування для визначення сил різання. При розрахунку складових сил різання найчастіше використовують наступні емпіричні формули, Н [4]:

$$P_z = 9.8 \cdot C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot S^{y_{P_z}} \cdot V^{z_{P_z}} \cdot k_{P_z}, \quad (1)$$

$$P_y = 9.8 \cdot C_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot S^{y_{P_y}} \cdot V^{z_{P_y}} \cdot k_{P_y}, \quad (2)$$

$$P_x = 9.8 \cdot C_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot S^{y_{P_x}} \cdot V^{z_{P_x}} \cdot k_{P_x}, \quad (3)$$

де C_{P_z} , C_{P_y} , C_{P_x} – коефіцієнти, що характеризують умови обробки;

x_{P_z} , x_{P_y} , x_{P_x} – показники степенів при глибині різання t ;

y_{P_z} , y_{P_y} , y_{P_x} – показники степенів при подачі S ;

z_{P_z} , z_{P_y} , z_{P_x} – показники степенів при швидкості v ;

k_{P_z} , k_{P_y} , k_{P_x} – узагальнені поправочні коефіцієнти.

Визначивши складові величин сил різання P_z , P_y , P_x можна знайти величину сили різання, H :

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2} . \quad (4)$$

Згідно з [5] складова сили різання визначається розрахунковим шляхом та має визначення залежності:

$$P_z = \frac{N_{\text{эф}}}{V_k} , \quad (5)$$

де V_k – швидкість шліфувального круга.

Ефективну швидкість шліфування можна визначити для різних умов роботи по формулі [6]:

$$N_{\text{эф}} = C_N \cdot V_3^r \cdot t_3^x \cdot S^y \cdot d_3^q , \quad (6)$$

де d_3, V_3 – діаметр та швидкість заготовки;

C_N, r, x, y, q – емпіричні коефіцієнти.

На рис. 1 а, б зображені точність формоутворення торців штовхача клапана різних діаметрів. Похибка на більшому діаметрі буде більша.

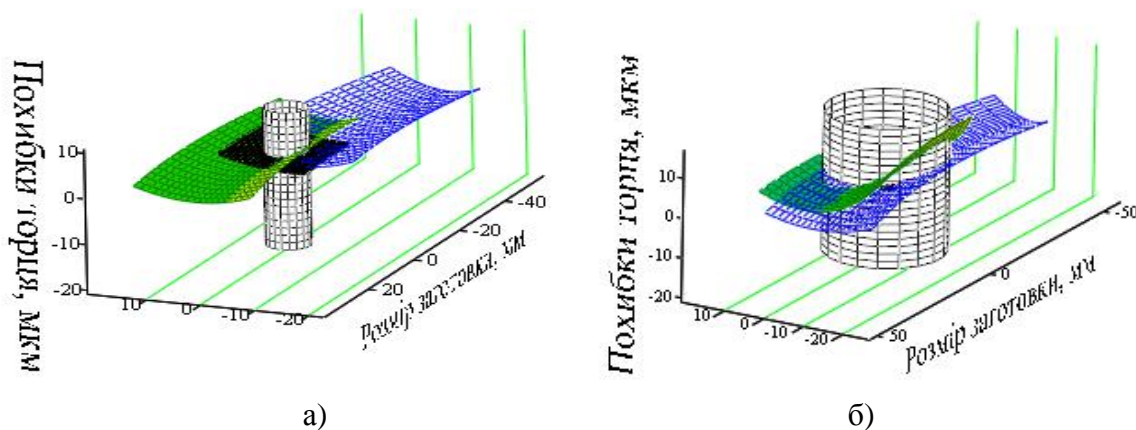


Рис. 1 – Точність формоутворення торця штовхача клапана

У великосерійному та масовому виробництві використовуються односторонні та двосторонні торцешліфувальні верстати. Ефективним засобом збільшення точності, якості і продуктивності обробки таких деталей є вдосконалення способів торцевого шліфування зі схрещеними осями деталі та круга. При цьому важливо мати математичні моделі основних параметрів обробки, що дозволить науково обґрунтовано здійснювати керування процесом.

Список посилань

1. Грабченко А. И. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали: монография / А. И. Грабченко, В. И. Кальченко, В. В. Кальченко. – Чернигов: ЧГТУ, 2009. – 356 с.
2. Венжега В. І. Підвищення ефективності шліфування торців при схрещених осях деталі та круга з калібрувальною ділянкою : автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.03.01 / В.І. Венжега; НТУ «ХП». – Харків, 2009. – 17 с.
3. Saturn. Торцевое шлифование спаренными шлифовальными кругами: [Журнал для клиентов фирмы «Junkermaschinen»] / ErwinJunker: Maschinenfabric Gmbh, Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787. – Nordrash, Germany, 2005 – 8 с.
4. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др. ; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. –2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.
5. Маслов, Е.Н. Теория шлифования металлов. / Е.Н. Маслов. – М. : Машиностроение, 1974. – 320 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Т.2 / [Ю.А. Абрамов и др.].– М.: Машиностроение, 1985 – 495с.

УДК 621.9.048.6

О.В. Шевченко, докт. техн. наук, професор
Нгуєн Зуї Фiong, студентНаціональний технічний університет України «КПІ», o.shevchenko@kpi.ua**РІЗЦЕТРИМАЧ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ**

Ефективним способом обробки важкооброблюваних матеріалів, до яких відносяться корозійностійкі, жаростійкі та високоміцні сплави, є використання ультразвукового різання. Ультразвукове різання, це процес, при якому різцю за допомогою спеціального пристрою передаються високочастотні (ультразвукові) коливання, як правило, в напрямку швидкості різання. Експериментами встановлено, що накладання ультразвукової вібрації на рівномірний рух різця, призводить до суттєвого зменшення сили різання, що спостерігається при швидкостях різання $V < a \cdot \omega$ (a , ω – амплітуда та кругова частота коливань різця) як при токарній обробці кольорових металів і сплавів, так і при різанні корозійностійких та високоміцних сплавів [1].

Серед відомих типів вібраційних приводів для ультразвукової обробки найбільше використовують електромагнітні та електрострикційні. У магнітострикційних або електрострикційних приводах використовують вібратори, в яких електричні коливання, що поступають від ультразвукового генератора, перетворюються в механічні коливання з амплітудою в декілька мікрометрів. За допомогою концентратора амплітуда цих коливань може бути збільшена до 10÷15 мкм і більше [2].

На рис. 1 наведена схема різцетримача з приводом для ультразвукового різання, що встановлюється на супорті токарного верстата. Розроблений різцетримач реалізує переваги способу точіння з ультразвуком та має достатню статичну жорсткість, що дає можливість його використання в режимах із значними силами різання [3].

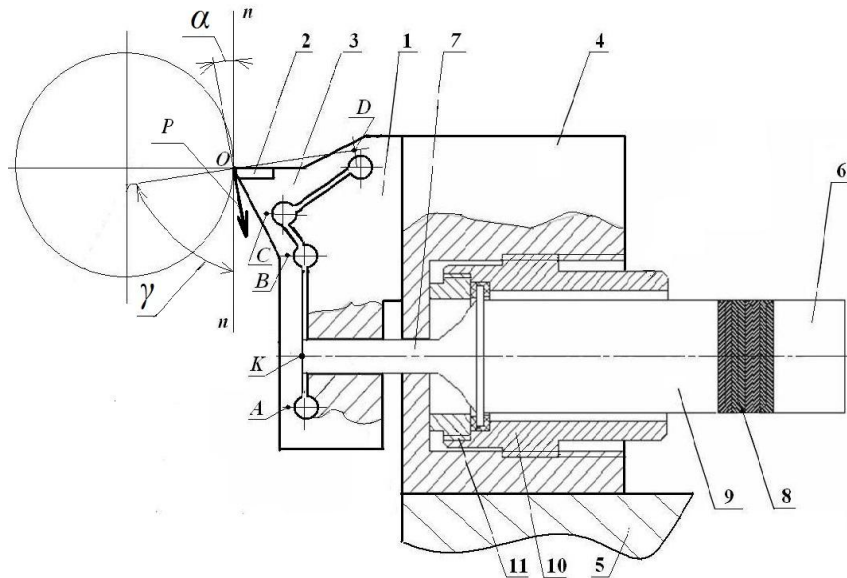


Рис. 1 – Загальний вигляд різцетримача з віброприводом

Різцетримач 1 з різцем 2 та пружною частиною 3 має корпус 4, що встановлений на супорті 5 верстата. Ультразвуковий вібропривод 6 з концентратором коливань 7 встановлений в корпусі 4 і контактує з пружною частиною 3 різцетримача в точці К. Ультразвуковий вібропривод 6 складається з пакета п'єзокерамічних елементів 8, частотознижуючої накладки 9, що з'єднана з концентратором 7 та зафіксована в корпусі різьбовими втулками 10 і 11 з можливістю регулювання натягу між торцем концентратора і пружною частиною різцетримача в точці К. Пружна частина різцетримача утворена

наскрізними пазами, що з'єднують між собою пружні шарніри А, В, С і D. При цьому величина кута γ між дотичною $n-n$ до оброблюваної поверхні деталі та лінією, що з'єднує вершину різця (т. О) та центр пружного шарніра D, визначає напрямок коливального руху вершини різця.

Ультразвуковий вібропривод 6 генерує високочастотні (15 - 20 кГц) коливання. Концентратор 7 дозволяє підвищити амплітуду коливань та передати їх пружній частині різцетримача 3. Хвиля коливань передається через т. К контакту концентратора 7 з пружною частиною 3 різцетримача на вершину різця. Різець здійснює ультразвукові коливання відносно центра D пружного шарніра. Напрямок коливального руху пружної частини різцетримача в т. К під дією віброприводу 6 знаходиться під кутом $(90^0-\alpha)$ до сили різання P, що мінімізує вплив навантаження від дії сили P в осьовому напрямку віброприводу 6. Це дозволяє зменшити потужність віброприводу і забезпечити умови для підвищення режимів різання і продуктивності обробки важкооброблюваних матеріалів.

Експериментальні дослідження характеристик пружної частини різцетримача дали наступні результати: жорсткість в точці кріплення різальної пластини за напрямками дії складових сили різання складає $c_x = 100$ Н/мкм, $c_y = 260$ Н/мкм, $c_z = 97$ Н/мкм; найбільша амплітуда вільних коливань пружної частини різцетримача в напрямку швидкості різання зареєстрована на частоті $f_z = 2,0$ кГц; для переміщення вершини різця в напрямку швидкості різання на 18 мкм необхідно навантажити пружну частину різцетримача в т. К (рис. 1) силою 1,5 кН.

Для керування частотою та амплітудою ультразвукових коливань розроблено спеціальний привід, що представляє собою одно-хвильовий п'єзокерамічний перетворювач з резонансною частотою 20 кГц. Генератор приводу забезпечує регулювання рівня амплітуди та частоти коливань від 5 до 40 кГц. В коливальній системі використано п'єзокерамічні шайби, кількість яких вибирається в залежності від необхідної амплітуди коливань.

На рис. 2 наведена експериментальна амплітудно-частотна характеристика (спектр) вимушених коливань вершини різця (без різання) в напрямку складової P_z сили різання під дією ультразвукового віброприводу.

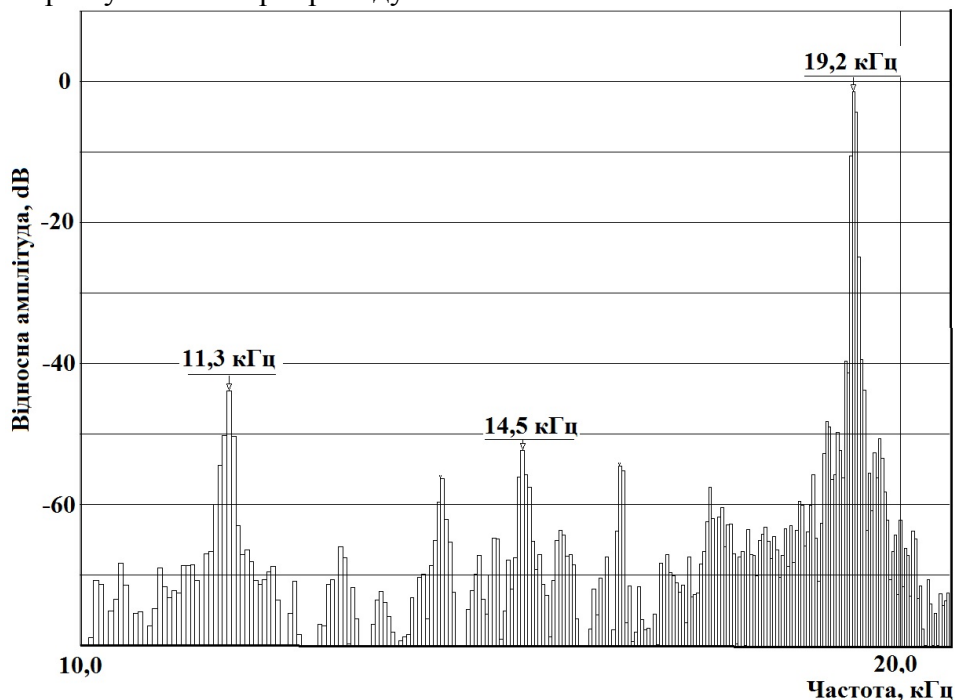


Рис. 2 – Амплітудно - частотна характеристика вимушених коливань вершини різця від ультразвукового віброприводу без різання

Зміною частоти ультразвукових коливань визначено, що найбільшу амплітуду коливань має вершина різця при частоті 19,2 кГц. Порівняння спектрів частот коливань вершини різця та в точці контакту ультразвукового віброприводу з пружною частиною різцетримача (т. К рис. 1) показали їх збіг по амплітуді і по частоті вимушених коливань 19,2 кГц, що підтверджує ефективність конструкції різцетримача щодо передачі хвилі ультразвукових коливань практично перпендикулярно до вісі віброприводу.

На рис. 3 наведено експериментальний спектр вимушених коливань вершини різця в напрямку складової P_z сили різання при ультразвуковому різанні. Вимірювання проводились в режимі тестування під час обробки закріпленого в центрах валу із сталі 45. В процесі обробки виконувалось регулювання частоти коливань віброприводу в діапазоні 10-20 кГц. Найбільшу амплітуду коливань вершини різця зареєстровано при сталому різанні на частоті 16,2 кГц. Зміна частоти ультразвукових коливань різця при різанні (16,2 кГц) по відношенню до частоти вимушених ультразвукових коливань без різання (19,2 кГц) пояснюється впливом самого процесу різання на частотну характеристику процесу.

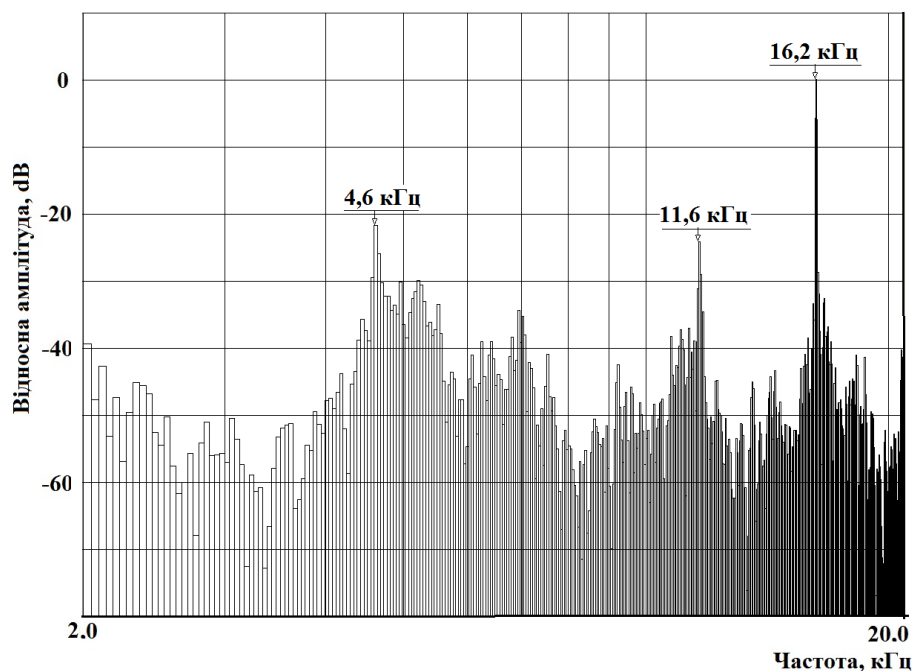


Рис. 3 – Амплітудно - частотна характеристика коливань вершини різця при ультразвуковому різанні

Розроблена конструкція різцетримача реалізує переваги способу точіння з ультразвуком за рахунок передачі ультразвукових коливань в напрямку швидкості різання, що забезпечує умови для обробки важкооброблюваних матеріалів, дозволяє підвищити точність обробки деталей, зменшити шорсткість оброблених поверхонь та підвищити продуктивність обробки. На основі цієї конструкції можуть бути розроблені пристрої для ультразвукового точіння на різні типи верстатів токарної групи в якості додаткового обладнання для розширення технологічних можливостей верстатів.

Список посилань

1. Асташев В.К. Влияние ультразвуковых колебаний резца на процесс резания. / В. К. Асташев // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1992. – №3. – С.81 – 89.
2. Кумабэ Д. Вибрационное резание. / Д. Кумабэ. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
3. Патент на корисну модель 89116 UA, МПК В24В 1/04. Пристрій для ультразвукового точіння / Шевченко О. В., Марковський Д. А., Бальченко М.Ю.; заявник і патентовласник Національний технічний університет України «КПІ». – № u201313105; Опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7. – 3с.

УДК 621.753

П.Д. Кривий, канд. техн. наук, доцент

В.О. Дзюра, канд. техн. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
volodymyrdzyura@gmail.com

Н.М. Тимошенко, канд. фіз.-мат. наук, доцент

Національний університет "Львівська політехніка", leosantymo@gmail.com

ВПЛИВ КРИВИНИ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ СФОРМОВАНОЇ ТОЧІННЯМ АБО РОЗТОЧУВАННЯМ НА ЇЇ ШОРСТКІСТЬ

Проаналізовано існуючі аналітичні і емпіричні залежності [1, 2, 4 – 7] для визначення параметрів шорсткості циліндричних поверхонь сформованих точінням або розточуванням.

Встановлено, що параметри шорсткості визначають в залежності від елементів режиму різання (глибини – t , мм; подачі – S , мм/об; швидкості різання – V , м/хв); геометричних і конструктивних параметрів металорізальних інструментів (кутів в плані, відповідно головного ϕ і допоміжного ϕ_1 ; радіуса при вершині різця r ; радіуса заокруглення різальної кромки ρ ; фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу) твердості НВ; зсувної міцності і границі текучості відповідно τ_a і σ_T ; жорсткості технологічної системи $J_{\text{внiд}}$; середньої висоти нерівностей профілю шорсткості інструменту $R_{\text{вiс}}$; середньої висоти нерівностей профілю висхідної шорсткості оброблюваної поверхні R_z ; відповідно модуля пружності і коефіцієнта Пуассона оброблюваного матеріалу E_1 і μ_1 .

Відзначено, що на даний час у літературі відсутні дані про вплив кривини обробленої циліндричної поверхні на її шорсткість. У той же час доведено суттєвий вплив кривини поверхні різання на пластичну деформацію зрізаного шару [3] і на складові сили різання [8]. На основі цього можна з великою імовірністю прийняти припущення про суттєвість впливу кривини ρ_k на параметри шорсткості.

Таким чином встановлення впливу кривини ρ_k обробленої циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням на параметри шорсткості вперше дасть можливість усунути існуючі прогалини і є актуальною задачею для сучасного машинобудування.

Для вирішення поставленої задачі розроблена методика і проведено експериментальні дослідження з використанням спеціальних дослідних зразків у вигляді товстостінних концентричних кілець з однаковими кривинами їх внутрішніх і зовнішніх циліндричних поверхонь. При цьому, в процесі обробки, всі параметри такі як t , S , V , ϕ , ϕ_1 , r , ρ , НВ, τ_a , σ_T , $J_{\text{внiд}}$, $R_{\text{вiс}}$, R_z , E_1 , μ_1 були постійними, при змінних ρ_k .

Значення параметра шорсткості R_a ; отриманих на десяти рівнорозміщених по колу трас на циліндричних поверхнях для кожного із j зразків подавали як випадкові величини з нормальним законом розподілу.

Використано математичний апарат з теорії малих вибірок [9], зокрема удосконалений авторами метод прямокутних вкладів – метод ітерацій, на основі якого отримано вибіркові характеристики розсіювання випадкової величини R_{a_i} , а саме: середні значення $\bar{R}_{a_{j\phi}}$ і дисперсії $D(\bar{R}_{a_{j\phi}})$, які подані у таблиці 1, тут j – порядковий номер дослідного зразка.

За критерієм Греббса виявляли у статистичних рядах параметра шорсткості R_a значення, які різко виділялись. У цьому випадку такі значення відкидали і додатково на додатковій трасі визначали значення R_{a11} і доповнювали ним статистичний ряд.

За критеріями Стюдента – t_k і Фішера F встановлено істотність впливу кривини на параметр шорсткості R_a тільки за середнім значенням.

Таблиця 1. Значення вибірових характеристик розсіювання параметра шорсткості R_a : середніх значень $\bar{R}_{aj\phi}$, мкм і дисперсій $D(\bar{R}_{aj\phi})$, мкм², при різних діаметрах і кривинах оброблюваної поверхні

Значення діаметрів D_m , мм – чисельник і кривин ρ , 1/мм – знаменник		
63,5/0,031	50,0/0,041	32,0/0,062
Середні значення $\bar{R}_{aj\phi}$. Чисельник – для зовнішніх циліндричних поверхонь; знаменник – для внутрішніх циліндричних поверхонь		
1,00/1,75	1,28/1,88	1,40/2,03
Дисперсії $D(\bar{R}_{aj\phi})$. Чисельник – для зовнішніх циліндричних поверхонь; знаменник – для внутрішніх циліндричних поверхонь		
0,0112/0,0219	0,0244/0,0082	0,0237/0,0131

Одночасно з тим, встановлено, що збільшення кривини зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь від $\rho_{\min} = 0,031 \text{ мм}^{-1}$ до $\rho_{\max} = 0,062 \text{ мм}^{-1}$ не істотно впливає на зміну дисперсій. В результаті аналізу отриманих даних можна стверджувати, що збільшення кривини призводить до істотного збільшення R_a . Окрім цього встановлено, що при одному значенні кривини на увігнутих циліндричних поверхнях середні значення R_a істотно відрізняються від аналогічних середніх значень на опуклих циліндричних поверхнях.

Запропонована методика дослідження впливу кривини циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням з використанням ймовірнісного підходу вперше дає можливість врахувати цей параметр при визначенні параметра шорсткості і прийатиме підвищенню якості оброблених циліндричних поверхонь.

Список посилань

1. Армарево И.Дж.А. Обработка металлов резанием / Армарево И.Дж.А., Браун Р.Х.; перевод с англ. В.А. Пастухова. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
3. Кобельник В. Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01: / Кобельник Володимир Романович; Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. – Т., 2013. – 21 с
4. Рыжов Э. В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин [Текст]: производственно-практическое издание / Э. В. Рыжов, А. Г. Суслов, В. П. Федоров. – Москва: Машиностроение, 1979. – 176 с.
5. Суслов А.Г. Теоретическое описание параметров шероховатости поверхности при механической обработке / Труды второй Международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы фундаментальных наук" / Россия, Москва 24-28 января 1994, МГУ им. Н.Э. Баумана. – Том V. – С.107 – 109.
6. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Т.1 / [В.Б. Борисов и др.]. – М.: Машиностроение, 1985 – 655 с.
7. Филоненко С.Н. Резание металлов./ С. Н. Филоненко. – К.: Вища школа, 1969. – 260 с.
8. Филоненко С.Н. Зависимость величины тангенциальной силы резания от диаметра обработки / С. Н. Филоненко, Ю. Н. Гончар // Станки и инструмент. – № 7. – 1962. – С. 30 – 31.
9. Petro D. Kryvyyi, Volodymyr O. Dzyura, Nadiya M. Tymoshenko, Volodymyr V. Krupa Technological heredity and accuracy of the cross-section shapes of the hydro-cylinder cylindrical surfaces. Canadian Journal of Science, Education and Culture, 2014, No.2. (6), (July - December). Volume I. "Toronto Press", 2014. – p.301 – 310.

УДК 621.91-941

В.Г. Біланенко, канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ», victor_bilanenko@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ СИЛИ РІЗАННЯ ДЛЯ ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Визначення сили різання та її складових за умов оброблення лезовими різальними інструментами необхідно для розрахунку досяжної точності оброблення, елементів верстатних пристроїв та елементів обробних верстатів, визначення роботи різання, кількості теплоти процесу оброблення заданої поверхні та потужності різання, яка визначає енергетичні витрати на оброблення.

Сила різання, яка необхідна для видалення заданого припуску при обробленні заданої поверхні буде залежати від усіх параметрів процесу оброблення:

$$R_c = f(XOM, XIM, ГПРЧІ, h, S, V, \text{додаткові впливи}) \quad (1)$$

де XOM – фізико-механічні характеристики оброблюваного матеріалу;

XIM – фізико-механічні характеристики інструментального матеріалу;

$ГПРЧІ$ – геометричні параметри різальної частини інструменту;

h, S, V – відповідно елементи режиму різання, глибина різання, подача, швидкість різання;

додаткові впливи включають: дію мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ, попереднє термічне оброблення; застосування вібрацій для процесу оброблення та можливі інші дії.

Залежність складових сили різання від режимів різання для всіх видів оброблення лезовими інструментами мають практично єдину структуру, яка в явному вигляді включає тільки складові режиму різання, а вплив всіх інших параметрів процесу оброблення визначаються коефіцієнтом пропорційності, наприклад, C_{pz} та поправочним коефіцієнтом K_{pz} .

Для токарного оброблення в довідниковій літературі [1] залежність складових сили різання від елементів режиму різання виражають степеневими моделями виду:

$$P_i = C_{pi} \cdot h^{x_{pi}} \cdot S^{y_{pi}} \cdot V^{z_{pi}} \cdot K_{pi}, \quad (2)$$

де $i = z, y, x$ індекс складової сили різання.

Невідомими параметрами загальної моделі є показники степеню та коефіцієнти пропорційності. Невідомі параметри математичних моделей, що наведені в довідниковій літературі, були визначені за результатами експериментальних досліджень силових залежностей для різних видів оброблення різанням та визначені для певних раціональних умов оброблення. Відомі на той час конструкційні матеріали були розділені на такі групи:

- конструкційні вуглецеві та леговані сталі та сталеве литво;
- сірі чавуни;
- ковкі чавуни;
- жароміцні та корозійностійкі сталі;
- мідні гетерогенні сплави;
- алюмінієві сплави.

Для кожної групи конструкційних матеріалів були визначені типові конструкційні матеріали, які найбільш повно репрезентували дану групу матеріалів. Аналіз сучасних тенденцій вдосконалення машинобудівної продукції показує, що формування заданих експлуатаційних характеристик виробів машинобудування забезпечується застосуванням спеціальних конструкційних матеріалів зі специфічними фізико-механічними

характеристиками, які суттєво відрізняються від умов для яких визначені параметри степеневих моделей. За останні двадцять років відбулись значні зміни в технологічних процесах виготовлення інструментальних матеріалів, розроблені фізичні та хімічні процеси нанесення поверхневих покриттів на робочі поверхні інструментів, які є засобом цілеспрямованого формування нових властивостей різальних інструментів для заданих конкретних умов оброблення.

Сучасні передові інструментальні фірми SECO, Sandvik Coromant, Hoffman Group фірма GARANT для визначення складових сили різання використовують питому силу різання, величина якої безпосередньо визначається фізико-механічними характеристиками оброблюваного конструкційного матеріалу.

Питома сила різання в загальному вигляді визначається за формулою:

$$p = P_z / f \quad (3)$$

де P_z - головна складова сили різання, Н;

f -площа поперечного перерізу шару, що зрізується, мм².

Формула для визначення головної складової сили різання має вигляд:

$$P_z = p \cdot f = p \cdot a \cdot b \quad (4)$$

де p – питома сила різання, Н/мм²;

a – товщина зрізуваного шару, мм;

b – ширина зрізуваного шару, мм.

Для перевірки працездатності залежності (4) нами були проведені порівняльні розрахунки головної складової сили різання для умов чорнового оброблення конструкційної сталі 50 ГОСТ 1050 – 2013 після гартування та відпуску ($\sigma_s = 760$ МПа) за вітчизняними технологічними рекомендаціями, даними шведської фірми SECO та німецької фірми GARANT, яка входить до складу Hoffman Group. Глибина різання змінювалась в діапазоні $h = (2,0 - 5,0)$ мм, подача $S = (0,2 - 0,8)$ мм/об, швидкість різання залишалась незмінною і дорівнювала $V = 150$ м/хв., передній кут $\gamma = 10^\circ$, головний кут в плані $\varphi = 45^\circ$, кут нахилу головної різальної кромки $\lambda = 0^\circ$.

Для заданих умов процесу різання питома сила оброблення за даними фірми SECO складає: $p=2195$, Н/мм², а за даними фірми GARANT складає $p=2309$, Н/мм². Результати розрахунків головної складової сили різання P_z за формулами (3) та (4) наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків головної складової сили різання P_z

Незмінні елементи різання	$V=150$ м/хв			$S=0,5$ мм/об			
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Глибина різання, h , мм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
P_{zT}, H (2)	1646	2058	2469	2881	3292	3704	4115
P_{zII}, H фірма SECO (4)	2195	2744	3293	3951	4390	4939	5488
P_{zII}, H фірма GARANT (4)	2309	2886	3464	4041	4618	5195	5773

Відносна похибка розрахунків за даними вітчизняних довідників [1] та фірми SECO складає $\delta=33,35\%$ а за даними фірми GARANT сягає $\delta=40,28\%$. В той час, як похибка розрахунків за даними фірми SECO та фірми GARANT складає лише $\delta=5,25\%$, що є не суттєвим для таких розрахунків.

Виконаний порівняльний аналіз технологічних рекомендацій свідчить про доцільність використання даних про питому силу для підвищення достовірності розрахунків складових сили різання та інших фізичних характеристик процесів оброблення лезовими різальними інструментами.

Список посилань

1. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т.Т.2 / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова / [А.М. Дальский и др.] – М.: Машиностроение - 1, 2003 – 929с.

УДК 621.91-941

В.Г. Біланенко, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ», victor_bilanenko@ukr.net

ПРАКТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБЛЕННЯ РІЗАННЯМ

Ефективна робота сучасного машинобудівного виробництва, в першу чергу, забезпечується високою продуктивністю технічного підготовки виробництва, яке забезпечує швидке виведення на ринок конкурентоздатної продукції. Ключовою складовою технічного підготовки виробництва є етап технологічного підготовки виробництва, при виконанні якого здійснюється проектування технологічних процесів виготовлення наявної номенклатури деталей машин, їх практичну апробацію та впровадження в заданих техніко-організаційних умовах виробництва. Аналіз технологічних процесів сучасного машинобудівного виробництва свідчить, що переважна їх більшість базується на застосуванні процесів механічного оброблення різанням. Процеси оброблення різанням за обсягом складають близько 85% всіх процесів розмірного оброблення, які використовуються в машинобудуванні і за прогнозами спеціалістів на протязі найближчих десятиліть будуть залишатись основними методами виготовлення деталей машин в машинобудуванні [1].

Тому вдосконалення загальних закономірностей проектування технологічних процесів оброблення різанням є актуальною проблемою технологічного підготовки сучасного машинобудівного виробництва.

Проектування операційного технологічного процесу оброблення є комплексним завданням і передбачає послідовне вирішення наступних типових технологічних завдань:

- проектування змісту технологічних операцій (послідовності виконання технологічних переходів);
- визначення загальних припусків для кожної обробної поверхні та припусків для виконання кожного технологічного переходу оброблення всіх обробних поверхонь деталі;
- визначення режимів різання для виконання кожного технологічного переходу.

Вихідними даними для виконання цього етапу є 3-D моделі та робочі кресленики заготовки і деталі. Наявність 3-D моделі значно спрощує аналіз конструктивних особливостей деталі, проектування технологічних операцій оброблення і дає змогу її багаторазового використання, а саме при застосуванні сучасних САРР- та САМ- систем для проектування технологічних операцій та управляючих програм для верстатів з ЧПК.

Задані креслеником характеристики якості обробних поверхонь деталей машин досягаються послідовною реалізацією типових етапів оброблення:

- чорнового оброблення;
- напівчистового оброблення;
- чистового оброблення;
- завершального (викінчувального або опоряджувального) оброблення.

Необхідно приймати до уваги, що не можна створити ефективні умови операції оброблення певної поверхні від характеристик якості заготовки до завершальних вимог характеристик якості цієї поверхні за креслеником деталі.

Узагальнений алгоритм визначення послідовності оброблення поверхонь в технологічному процесі розроблено за результатами наукових досліджень, аналізу практичного досвіду застосування ефективних технологічних процесів, які успішно реалізовувались в виробництві і передбачає таку послідовність оброблення поверхонь будь-яких конструкцій деталей:

- першими обробляються поверхні заготовки, які є базами для виконання наступних етапів оброблення;
- кожний наступний технологічний перехід або операція повинні підвищувати характеристики якості обробних поверхонь.

Якщо ця вимога за певних умов не виконується, наприклад при реалізації термічних операцій, то необхідно повернутись до повторного оброблення поверхонь заготовки, які є базами для наступних етапів оброблення.

Етап чорнового оброблення заготовки необхідно відокремлювати від наступних етапів оброблення певним проміжком часу, або, для скорочення проміжку часу між етапами оброблення, передбачати застосуванням операцій старіння (природного або штучного) особливо для технологічних процесів оброблення відповідальних, великогабаритних та високо вартісних деталей.

Для своєчасного виявлення браку на поверхнях, на яких він не допускається, необхідно передбачати оброблення таких поверхонь на перших етапах чорнового оброблення, що забезпечить своєчасне виявлення браку та зменшить непродуктивні витрати на подальше оброблення.

На чорновому етапі оброблення після попереднього оброблення базових поверхонь, необхідно обробляти поверхні, при обробленні яких буде видалятися максимальний об'єм матеріалу, або які мають найбільший припуск, а також найбільш відповідальні поверхні.

Завершальне оброблення найбільш відповідальних поверхонь необхідно виконувати на останніх технологічних операціях або переходах, що забезпечує можливість при завершальному їх обробленні компенсувати всі попередні похибки оброблення, виключає випадкове пошкодження остаточно оброблених поверхонь та забезпечує максимальну тривалість етапу природного старіння.

При чорновому обробленні поверхонь ступінчастих валів (особливо при недостатній їх жорсткості) першими необхідно обробляти поверхні, які найменше зменшують загальну жорсткість заготовки, а також намагатися забезпечити мінімальну довжину робочих переміщень інструменту при обробленні заданих поверхонь валу.

Поверхні заготовки, які мають вимоги до точності взаємного просторового розташування найкраще обробляти за одну установку при незмінній загальній технологічній базі (за принципу незмінності баз).

Кріпильні поверхні, які передбачені в конструкції деталі, доцільно обробляти після завершального оброблення поверхні, в якій вони виготовляються. Така послідовність виконання технологічних переходів забезпечить перпендикулярність вісі кріпильного отвору до поверхні в якій вони обробляються.

При застосуванні таких закономірностей проектування послідовності оброблення поверхонь деталей машин є очевидним, що відмінність побудови технологічних процесів буде визначатись тільки технологічними можливостями обробного обладнання, яке використовується для реалізації технологічного процесу. Практичне використання таких закономірностей забезпечує найбільш ефективні умови оброблення та високі характеристики якості обробних поверхонь, що особливо важливо для забезпечення високої точності просторового розташування поверхонь.

Список посилань

1. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов. [Текст] / В.К. Старков – М.: Машиностроение, 2009. – 640с.

УДК 621.891:621.316

О.П. Космач, канд. техн. наук, ст. викладач

А.С. Хоменко, студент

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com,

МОДЕЛЬНІ АСПЕКТИ РУЙНУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ДІЄЮ ПОПЕРЕЧНОЇ СИЛИ

Композиційні матеріали (КМ) знайшли широке застосування в багатьох галузях техніки завдяки своїм високим фізичним і механічним характеристикам. Методи дослідження руйнування таких матеріалів є різноманітними, одним з найперспективніших та малодосліджених в даному напрямку є метод акустичної емісії (АЕ). Суть цього методу полягає у дослідженні пружних зміщень, які виникають в КМ при руйнуванні матеріалів. Проблема створення математичних моделей, які описують сигнали АЕ пов'язана з наявністю різноманітних концепцій руйнування суцільного матеріалу, та математичних моделей, що описують ці концепції.

При дослідженні процесів руйнування композиційних матеріалів широке застосування здобула волоконна модель матеріалу, згідно з якою матеріал представляється у вигляді пучка волокон (FBM – fiber bundle model) [1-3]. Дана модель описує руйнування композиційного матеріалу як послідовне руйнування волокон в пучку з подальшим перерозподілом напружень на волокна, що залишилися незруйнованими.

Як зазначалось вище, модель сигналів АЕ залежить від розробленої моделі міцності композиційного матеріалу, тобто від математичного апарату, який використаний для створення моделі, від розрахункової силової схеми даної моделі (виду навантаження), від форми поперечного перерізу волокон елементарних об'єктів (прямокутні, трикутні, круглі і т.д.), а також хімічної структури та однорідності.

Модель міцності КМ може бути представлена за методиками загальних інженерних підходів, та кінчено-елементного аналізу - що дозволить отримати багатофакторну модель сигналів АЕ, точність якої буде відповідати уточненим розрахункам. Також дана робота пропонує розглядати напруження не лише як функції, що є викликаними зовнішнім навантаженням, а як такі що можуть викликати додаткове навантаження без будь-яких фізичних дій на об'єкт. Тобто, зовнішня сила, що прикладена до об'єкту в одному напрямку викликає в ньому напруження які складаючись починають впливати в іншому напрямку.

Наприклад, якщо використати волоконну модель матеріалу, та можна розробити модель міцності при поперечному навантаженні одного волокна та представити суцільний матеріал у вигляді деякої визначеної кількості волокон, які розташовуються на однаковій відстані один від одного та мають однакові фізичні властивості (рис. 1, а). Модель навантаження одного волокна з застосуванням методик кінчено-елементного аналізу дасть можливість створити загальну міцнісну модель КМ. Наприклад, в найпростішому випадку таку модель можна представити як волокно квадратного поперечного перерізу, яке защемлене з обох боків жорсткими опорами та навантажене поперечними силами f , які викликають зріз таким чином, щоб відстань від опори до сусідньої поперечної сили залишалася однаковою, а лінії дії сили не співпадали з деякою величиною порядку $10^{-2} L_n$ (рис. 1, б).

Оскільки величина L_n є досить малою в теорії опору матеріалів такий напружений стан представляють як чистий зсув (дві рівні за модулем та протилежні за напрямком сили діють майже на одній осі). Практично така розрахункова схема може бути представлена болтовим або заклепковим з'єднанням двох пластин рівної товщини.

Такий аналіз напруженого стану об'єкта дозволяє проаналізувати міцність одиничного волокна залежно від одного напруження у вже відомій площадці. Однак нормальне

напруження, за яким проводиться аналіз визначається з сумарної дії двох дотичних напружень, а отже результати не відображають повної картини напружено–деформованого стану об’єкта – оскільки вже в вихідній задачі визначається площадка в якій діють два рівновеликі дотичні напруження τ , одне з яких в цій площадці є нормальним а інше дотичним.

Слід відмітити, що даний вид навантаження елементів КМ є достатньо складним випадком напружено-деформованого стану об’єкту. Часто в таких випадках використовують метод початкових параметрів, який дозволяє провести аналіз деформованих ділянок об’єктів, наприклад, у випадку консольного закріплення елементів великої довжини або при аналізі непружних або неоднорідних опорних ділянок, які використовують в якості опор елементів. Проте використання даного методу для вирішення складних видів руйнування матеріалів до визначення великої кількості вхідних (початкових) параметрів від яких в значній мірі залежить вихідні результати моделювання напруженого стану об’єкта.

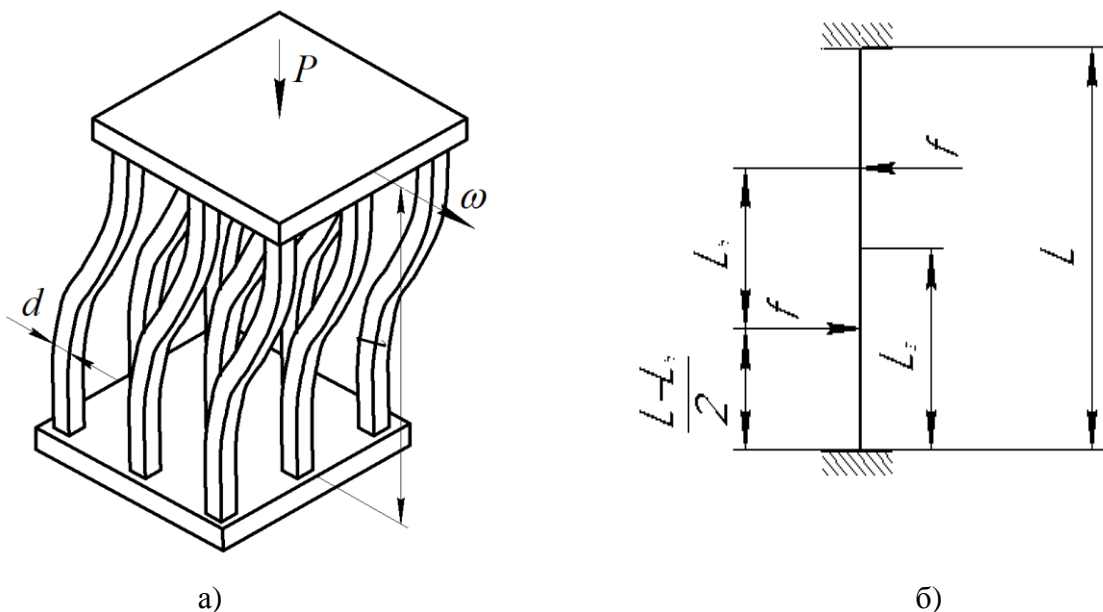


Рис. 1 – Представлення однорідного матеріалу у вигляді сукупності волокон (а) та розрахункова схема навантаження одного волокна згідно моделі (б): P – поздовжня або розтягуюча сила; d – геометричні розміри одного елемента; l – відстань між закріпленими нерухомими блоками; ω – поперечне зусилля; L – загальна довжина одного волокна; L_h – величина неспівпадіння ліній дії поперечних сил f ; L_s – координата геометричної середини одиничного волокна; f – поперечна сила

Крім цього при такій схемі закріплення в опорах виникатимуть реакції (сили та моменти), від яких також по довжини волокна виникатимуть нормальні напруження. Крім того в усіх твердих деформованих тілах виникає ефект Пуассона, який вносить додаткову складову в результуючу модель руйнування елементів КМ.

Список посилань

1. Shcherbakov, R. On modeling of geophysical problems: a dissertation for degree of doctor of philosophy [Текст] / Robert Shcherbakov. – Cornell university, 2002. – 209 p.
2. Філоненко, С.Ф. Модель сигнала акустической эмиссии при разрушении композиционного материала под действием поперечной силы [Текст] / С.Ф. Філоненко, В.М.Калита, А.П. Космач, Т.Н. Косицкая // Технологические системы. – 2010. – № 2. – С.23 – 32.
3. Філоненко, С.Ф. Акустична емісія при навантаженні композиційних матеріалів [Текст] / С.Ф. Філоненко, В.М. Каліта, О.П. Космач // Вісник НАУ. – 2010. – № 1.– С.133 –141.

УДК. 674.055/ 621.817

О.П. Космач, канд. техн. наук, ст. викладач

О.Д. Товстуха, студент

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОГО РУХУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ПРИ ЗМІНІ ХАРАКТЕРУ РУХОМИХ З'ЄДНАНЬ

Сучасні елементи машини сприймають досить високі навантаження, передають великий крутний момент, тобто характеризуються високою величиною передачі механічної потужності при малих розмірних співвідношеннях. Робота таких машин супроводжується високими температурами, нерівномірним зношуванням навантажених поверхонь контакту тощо.

При утворенні зазору між навантаженими з'єднаннями, безумовно, змінюється траєкторія руху виконавчих поверхонь механізму, зменшується точність відносного розташування деталей машини, змінюється плавність роботи та збільшується похибки викликані додатковим спрацюванням рухомих частин машини.

Окремою складною задачею є визначення необхідного характеру рухомого з'єднання, а також величини допустимого зазору або перехідної посадки в з'єднанні.

За останні десятиріччя широкого розповсюдження набули автоматизовані системи проектування та підготовки виробництва, які дозволяють в деякому наближенні вирішити складні конструкторські та виробничі задачі.

Дані системи включають в себе складні алгоритми різнонаправленого розрахунку технічних систем та об'єктів. До одного з найбільш розповсюджених в інженерному проектуванні є програмне середовище SolidWorks. З наукової точки зору інтерес викликає два незалежних модуля аналізу та розрахунку рухомих з'єднань: Cosmos Motion, а також блоки (sketch block). Основна відмінність цих модулів полягає в рівні складності кінематики технічних систем та вихідних результатах, які необхідно аналізувати [1]. З точки зору наочності, простоти та відсутності складних математичних розрахунків блокові структури мають переваги перед модулем Motion. Проте слід відмітити, що модуль Cosmos Motion дозволяє аналізувати складні умови навантаження елементів, які можуть змінюватися в часі.

В зв'язку з цим у роботі буде проведено кінематичний аналіз захватного механізму, який сумісний з усіма основними промисловими роботами (рис. 1). Буде проведено моделювання кінематики механізму з використанням посадок та зміні зазорів в ключових ланках механізму з метою оцінки ступеня динамічності технічної системи, а також проаналізований їх вплив на вихідні показники ланок механізму.

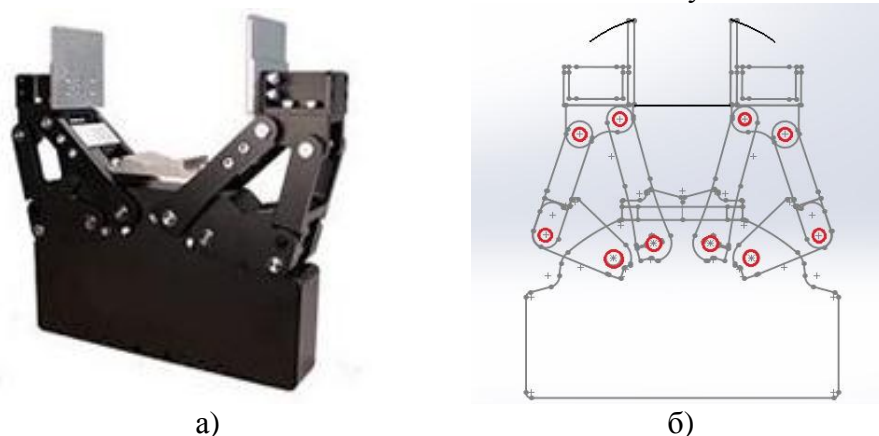


Рис. 1 – Адаптивний автоматичний захватний пристрій а) та траєкторія руху виконавчих поверхонь і ключові ланки механізму б)

При оцінці механізму була використана точна посадка з зазором, які характеризується різним ступенем рухомості в з'єднанні. Для аналізу кінематики пристрою була використана посадка Н7/г6 з оцінкою мінімального та максимального зазорів в межах даної посадки.

Слід відмітити, що посадка з'єднання характеризується різною трудомісткістю та умовами використання. Так посадка Н7/г6 має невеликий гарантований зазор. В основному застосовується для точних з'єднань, в яких необхідно забезпечити плавність переміщень зазвичай при зворотно-поступальному переміщенні.

Для посадки Н7/г6 максимальний та мінімальний зазор відповідно складає:

$$S_{\max} = Es - ei = 0,035 + 0,034 = 0,069 \text{ мм}, \quad S_{\min} = EI - es = 0 + 0,012 = 0,012 \text{ мм}$$

$$\text{Середній зазор } S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = 0,0405 \text{ мм}.$$

$$\text{Допуск зазору } T_s = S_{\max} - S_{\min} = 0,069 - 0,012 = 0,057 \text{ мм}.$$

Після виконання аналізу кінематики механізму, тобто визначення зміни траєкторії переміщення, швидкості та прискорення в часі, результати вказують на те, що навіть для однієї посадки з'єднання існує значна динамічність в швидкості та прискоренні основних ланок (рис. 2). Переміщення ланки для випадків з мінімальними та максимальними зазорами майже однакові.

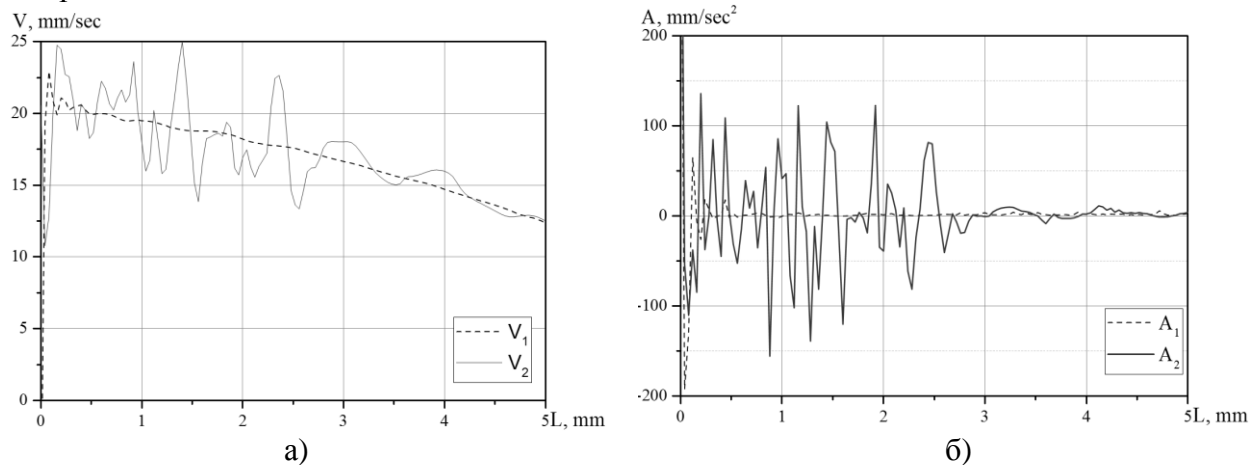


Рис. 2 – Залежності зміни швидкості а) та прискорення б) в зазорах посадок Н7/г6 та Н9/д9

Ступінь динамічності можна оцінити за відношенням максимального та мінімального значення досліджуваного параметра переміщення, швидкості та прискорення на вибраному часовому проміжку. Так ступінь динамічності для швидкості складає $D_s=1,001$, для швидкості $D_v=1,13$, для прискорення $D_A=40$.

Список посилань

1. Космач, О.П. Дослідження кінематики пристроїв для машинобудування та деревообробки в Solidworks [Текст] / О.П. Космач, О.Д. Товстуха // Вісник Чернігівського національного технологічного університету. – 2015.–№2(78). – С. 85–92.
2. Xiaobin, D. The Design on Automatic Feed Punching Mechanism on SolidWorks [Текст] / D. Xiaobin, H. Wu, H. Liu // Advanced Materials Research, 2013. – Vols. 655-657. – P. 272–276.
3. Kamil, P. Effective work in design of new product in MCAD systems [Текст] / P. Kamil, A. Łukaszewicz // Machine Dynamics Research. – 2013. – Vol. 37. – No 3. – P. 45–52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2014.10.001>
4. Łukaszewicz, A. Modelling of solid part using multibody techniques in parametric CAD systems [Текст] / A. Łukaszewicz // Solid State Phenomena. – 2009. – Vols. 147-149. – P. 924–929. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/ssp.147-149.924>.

УДК 539.3:534.1

В. Г. Дубенець, докт. техн. наук, професор
 О. В. Савченко, канд. техн. наук, доцент
 О. Л. Деркач, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, derkach.oleh@gmail.com

АКТИВНЕ ДЕМПФІРУВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ КОЛИВАНЬ БАЛКИ З ЕЛЕКТРОВ'ЯЗКОПРУЖНИМИ НАКЛАДКАМИ

В останні роки для демпфірування коливань тонкостінних елементів конструкцій інтенсивно застосовуються активні методи, які реалізують за допомогою п'єзоелектричних елементів у якості сенсорів (sen) та актуаторів (act) [1]. Для компенсації коливань на певній частоті до актуатора за допомогою керуючого пристрою прикладається розрахована заздалегідь різниця потенціалів

$$\tilde{\varphi}_{act} = -i\omega p \tilde{\varphi}_{sen}, \quad (1)$$

де $i\omega p$ – пропорційний швидкості параметр керування сигналом актуатора, який визначається за відомим сигналом сенсора.

Для ефективної реалізації активного демпфірування коливань особливо важливим є врахування розсіювання енергії в матеріалі за допомогою методів, які базуються на реальних фізичних залежностях. У [2, 3] показано, що для аналізу нестационарних коливань неідеально-пружних елементів конструкцій можна ефективно використати частотний метод скінченних елементів ЧМСЕ (FFEM), при якому синтез конструкції і аналіз коливань проводиться безпосередньо у просторі інтегральних перетворень Фур'є, що дозволяє коректно ввести частотно-залежні комплексні модулі та аналізувати нестационарні коливання із заданими початковими умовами.

Скінченно-елементний варіант диференційних рівнянь рівноваги відносно частотних зображень векторів переміщень \tilde{u} і електричних потенціалів $\tilde{\varphi}$ для конструкції з електров'язкопружними [4] накладками має вигляд:

$$-\omega^2 M \tilde{u} + \tilde{K}_{uu}^E \tilde{u} - \left(\tilde{K}_{u\varphi}^{(sen)} \tilde{\varphi}_{sen} + \tilde{K}_{u\varphi}^{(act)} \tilde{\varphi}_{act} \right) = F(i\omega),$$

$$\tilde{K}_{\varphi u}^{(sen)} \tilde{u} + \tilde{K}_{\varphi\varphi}^{\varepsilon(sen)} \tilde{\varphi}_{sen} = 0, \quad \tilde{K}_{\varphi u}^{(act)} \tilde{u} + \tilde{K}_{\varphi\varphi}^{\varepsilon(act)} \tilde{\varphi}_{act} = Q(i\omega), \quad (2)$$

де M – матриця мас;

\tilde{K}_{uu}^E , $\tilde{K}_{\varphi\varphi}^{\varepsilon}$ – комплексні матриці механічної і електричної жорсткості при сталій напруженості електричного поля і сталих деформаціях;

$\tilde{K}_{u\varphi}^{(sen,act)}$, $\tilde{K}_{\varphi u}^{(sen,act)}$ – комплексні матриці електромеханічної жорсткості;

$F(i\omega)$, $Q(i\omega)$ – частотні зображення векторів вузлових сил і зарядів відповідно.

Вектор потенціалів сенсора $\tilde{\varphi}_{sen}$ визначається із системи рівнянь (2) і залежить від вектора переміщень \tilde{u} , тому рівняння (1) перепишемо наступним чином:

$$\tilde{\varphi}_{act} = -i\omega p \left[\tilde{K}_{\varphi\varphi}^{\varepsilon(sen)} \right]^{-1} \tilde{K}_{\varphi u}^{(sen)} \tilde{u}.$$

Виключивши електричні змінні з системи рівнянь (2), за алгоритмом оберненого швидкого перетворення Фур'є (IFFT) отримаємо розв'язок системи лінійних алгебраїчних рівнянь відносно зображень вектора переміщень u у часовому просторі

$$u(t) = IFFT \left[Z(i\omega)^{-1} F(i\omega) \right],$$

де $Z(i\omega) = \tilde{K}_{uu}^D - i\omega p \tilde{K}_{\varphi u}^{(act)} \left[\tilde{K}_{\varphi\varphi}^{\varepsilon(sen)} \right]^{-1} \tilde{K}_{\varphi u}^{(sen)} - \omega^2 M$ – так звана матриця динамічної жорсткості; $\tilde{K}_{uu}^D = \tilde{K}_{uu}^E + \tilde{K}_{\varphi u}^{(sen)} \left[Q(i\omega) - \tilde{K}_{\varphi\varphi}^{\varepsilon(sen)} \right]^{-1} \tilde{K}_{\varphi u}^{(sen)}$ – комплексна матриця жорсткості при ненульовій напруженості електричного поля.

Слід зазначити, що підбором оптимальних значень елементів зовнішнього електричного кола (шунта) $Q(i\omega)$ можна досягти збільшення рівня розсіяння енергії коливань за рахунок розсіяння електричної енергії в шунтах [1, с. 103–115].

Розглянемо задачу оптимізації для випадку активного демпфірування нестационарних коливань, яка полягає у визначенні параметра проекту p_{opt} за критерієм максимального демпфірування (максимального декременту Δ) з урахуванням обмежень $p_{min} \leq p \leq p_{max}$, обумовлених характеристиками пристроїв керування. Дану задачу оптимізації сформулюємо у вигляді узагальненої задачі нелінійного програмування:

$$\max \Delta(p, u). \quad (3)$$

Оптимальне значення цільової функції (3) було знайдено за 14 ітерацій за допомогою програми *fmincon* в системі MatLab. Результати розрахунків реакції стрижня при дії ударного навантаження для оптимального значення коефіцієнта $p_{opt} = 10^{-4}$ показано на рис. 1.

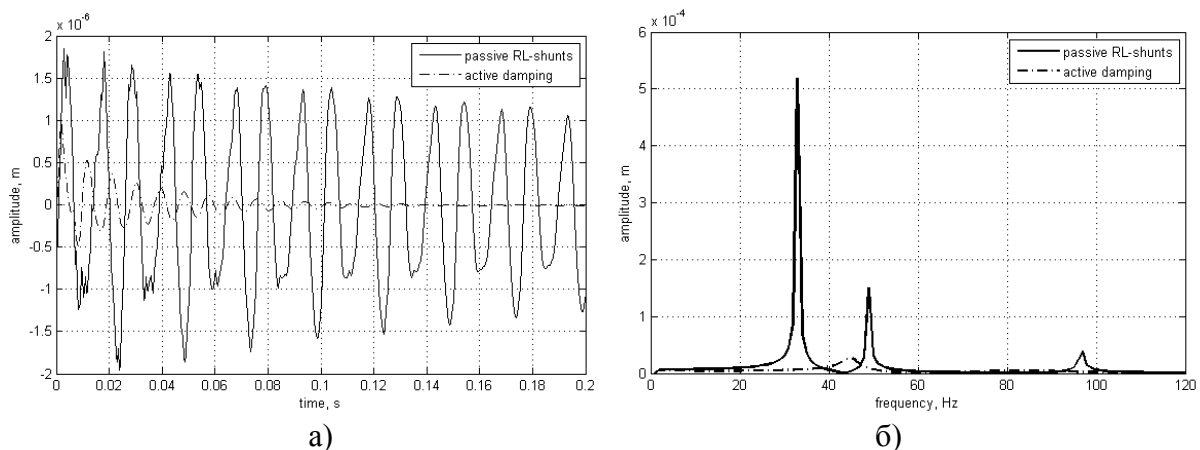


Рис. 1 – Реакція стрижня з п'єзоелектричними пасивними і активними накладками при дії ударного навантаження а); амплітудно-частотна характеристика б)

Таким чином, введення в конструкцію системи активного демпфірування з сталим керуючим параметром p_{opt} збільшує декремент коливань ($\Delta_{opt} = 0,4808$).

Розглянута методика скінченно-елементного моделювання у просторі інтегральних перетворень Фур'є дозволяє урахувати реальні фізичні залежності дисипативних властивостей матеріалів, що є важливим фактором на етапі проектування системи активного демпфірування коливань композиційних елементів конструкцій.

Список посилань

1. Preumont A. Vibration control of active structures: an introduction / A. Preumont. – Springer, 2011. – 453 р.
2. Дубенец В. Г. Колебания демпфированных композитных конструкций / В. Г. Дубенец, В.В. Хильчевский. – К.: Вища школа, 1995. – Т. 1. – 226 с.

3. Савченко Е. В. Пассивное демпфирование колебаний композитных конструкций: монография / Е. В. Савченко. – Нежин: Аспект-Поліграф, 2006. – 232 с.
4. Шульга Н. А. Колебания пьезоэлектрических тел / Н. А. Шульга, А. М. Болкисев; Отв. ред. Б. П. Маслов; АН УССР. Ин-т механики. – К.: Наукова думка, 1990. – 228 с.

УДК 621.7.044

Р. Г. Пузырь, канд. техн. наук, доцент

Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, puzyruslan@gmail.com

Л. Э. Дикая, ассистент

Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, lu.di@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОБОДЬЕВ КОЛЕС

Технологический процесс изготовления стальных ободьев колес методом радиально – ротационного профилирования не имеет аналогов в обработке металлов давлением. Этот метод изучен недостаточно полно не только в экспериментальном плане, но и теоретически, что не позволяет создать надежную базу для расчетов переходов профилирования, энергосиловых параметров процесса и не позволяет в полной мере использовать все преимущества процесса, разработать научно обоснованные ресурсосберегающие технологические процессы и устройства [1, 2, 3].

Целью экспериментальных исследований по определению напряженно-деформированного состояния при профилировании ободьев колес было установление интегральных логарифмических деформаций по трем взаимно перпендикулярным направлениям обода колеса, интенсивности деформаций и напряжений, ресурса пластичности.

Деформированное состояние определялось методом координатных сеток на моделях ободьев колес с масштабным коэффициентом 1:4. Исследовались типовые представители узкопрофильных и широкопрофильных ободьев колес: 4,5Ex16; W8x16; 5,5Fx20; ДW14Lx38; ДW20Ax26; 9,00x22,5. Семейство координатных линий образовывало на поверхности заготовки координатную сетку с квадратными ячейками. Размеры квадратных ячеек составили 3×3 мм.

Так как до деформации неискаженная сетка имела форму квадратной ячейки, в которую можно вписать окружность, то для расчета главных логарифмических деформаций по переходам можно воспользоваться зависимостями [4]:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_m &= \ln \frac{r_1}{r_0}, \\ \varepsilon_\theta &= \ln \frac{r_2}{r_0}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где r_0 , r_1 и r_2 – радиус круга и главные оси эллипса соответственно.

Третью составляющую истинных деформаций находили из условия постоянства объема без учета знаков деформаций [5]:

$$\varepsilon_m + \varepsilon_\theta + \varepsilon_r = 0, \quad (2)$$

где ε_r – логарифмическая деформация по толщине полуфабриката.

Деформированное состояние исследуемых участков по переходам оценивали интенсивностью логарифмических деформаций [6]:

$$\varepsilon_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\varepsilon_m^2 + \varepsilon_m \varepsilon_\theta + \varepsilon_\theta^2} . \quad (3)$$

Далее определяли использованный ресурс пластичности для каждого участка темплета по переходам профилирования, используя критерий В.А. Огородникова [7]:

$$\psi = \int_0^{\varepsilon_p} \left(1 + 0,2 \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{d\varepsilon_i} \right) \frac{\varepsilon_i^{0,2 \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{d\varepsilon_i}}}{[\varepsilon_p]^{1+0,2 \operatorname{arctg} \frac{d\eta}{d\varepsilon_i}}} d\varepsilon_i . \quad (4)$$

где η – показатель напряженного состояния;

ε_p – критическая интенсивность логарифмических деформаций.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что наибольшим логарифмическим сжимающим радиальным деформациям подвержены зоны радиусов закруглений от полок центрального ручья к центральному ручью, как для узко, так и для широкопрофильных типоразмеров ободьев колес, что частично согласуется с проведенными ранее исследованиями [1, 2] по данному вопросу. Не выявлена существенная разница между двумя технологиями профилирования ободьев:

1) формовка наметок бортовых закраин с последующим формированием центрального ручья;

2) формовка центрального ручья с последующим формированием бортовых закраин.

Для узкопрофильных ободьев предпочтительнее вторая технология, для широкопрофильных – первая (предпочтение отдавалось той технологии, для которой фиксировались наименьшие логарифмические сжимающие радиальные деформации). Очевидно, это связано не с технологиями профилирования, а с применяемым металлом для моделей заготовок ободьев колес – сталь 08кп для ободьев колес 4,5Ех16, W8х16, 5,5Fх20 и сталь 10пс – для ДW14Lх38; ДW20Ах26, которые имеют разные механические характеристики и степень упрочнения. Подтверждено положение о влиянии схемы деформированного состояния на степень утонения металла в опасном сечении: для снижения величины сжимающих радиальных деформаций необходимо придерживаться разноименной схемы деформаций в меридиональном и тангенциальном направлениях.

Список ссылок

1. Коноваленко А.Д. Экспериментальное исследование энергосиловых параметров процесса профилирования ободьев колес транспортных средств / А.Д. Коноваленко // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2001. – С. 162 – 167.
2. Потекушин Н.В. Исследование процесса профилирования обечаек / Н.В. Потекушин // Пластическая деформация металлов и сплавов. – Уфа, 1973. – Вып. 47. – С. 23 – 28.
3. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Касаткин Б.С. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений / Б.С. Касаткин, А.Б. Кудрин, Л.М. Лобанов и др. – К.: Наукова думка, 1981. – 583 с.
5. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
6. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением / Н.П. Громов. – М.: Металлургия, 1978. – 360 с.
7. Огородников В.А. Выбор критериев деформируемости при оценке использованного ресурса пластичности в процессах обработки металлов давлением / В.А. Огородников, А.В. Грушко, А.В. Гуцалюк // Вісник НТУ «ХП», 2014. – № 43 (1086). – С. 127 – 136.

УДК 621.923.42

В.І. Кальченко, докт. техн. наук, професор
В.В. Кальченко, докт. техн. наук, професор
Я. В. Кужельний, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, k.y.v.immortal@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ ВАЛА ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОСЯМИ ДЕТАЛІ ТА КРУГА

В машинобудуванні широко використовуються деталі з високоточними циліндричними поверхнями, кінцева якість яких визначається операціями шліфування.

При виготовленні широкого класу деталей машин необхідно з одного боку витримувати високі вимоги по якості отримання геометричних розмірів, шорсткості і фізико-механічного стану поверхневого шару, з іншого боку підвищувати продуктивність їх випуску в зв'язку з вимогами ринку.

Отримання високої якості виробів з високою продуктивністю і гнучкістю виробництва можливе з використанням універсальних технологій круглого шліфування на верстатах з ЧПК.

Відомо, що впровадження операцій шліфування на верстатах з ЧПК відстає, наприклад, від операцій фрезерування. Головною причиною цього є низька стійкість профілю абразивного інструмента, особливо при шліфуванні криволінійних поверхонь, і нестабільність положення формоутворюючої ділянки круга із-за його зносу.

Відомо, що німецька фірма Junker [1] при використанні методу шліфування зі схрещеними осями круга і деталі на верстатах Quickpoint 1001 і Quickpoint 1002 досягла підвищення продуктивності шліфування в 5-6 разів у порівнянні з традиційним шліфуванням. Але причини такого зростання продуктивності невідомі.

Як видно з вище викладеного – методи шліфування зі схрещеними осями шліфувального круга і деталі мають невикористані резерви, а можливість підвищення продуктивності обробки в декілька разів підтверджує актуальність цього напрямку.

Саме схрещення осей абразивного круга та деталі при шліфуванні з повздовжньою подачею циліндричних поверхонь визначає раціональне положення формоутворювальної ділянки. Суміщення цієї ділянки з нормаллю по координаті обробки дає можливість шляхом адаптивного керування компенсувати вплив зносу профілю круга на точність формоутворення та підвищує стійкість абразивного інструменту.

В роботі [2] було розроблено новий спосіб глибинного однопрохідного шліфування зі схрещеними осями деталі і шліфувального круга, а також математичну модель процесу, яка включає визначення миттєвої лінії контакту круга і деталі, плями контакту, питомої продуктивності шліфування, товщини зрізаємого шару металу однією різальною кромкою. Визначено оптимальний кут орієнтації круга: $\chi \approx 1^\circ$. Даний спосіб дозволяє поєднувати чорнове і чистове шліфування за один прохід.

Схема процесу шліфування (рис. 1) включає:

- деталь 1;
- шліфувальний круг 2, який повернутий навколо осі OX на кут χ ;
- пляму контакту 3.

Розглядаючи проблеми розповсюдження теплоти при шліфуванні, з'являються труднощі, головною з яких є недостатнє вивчення явищ, які відбуваються в зоні роботи кожного із зерен. Для того, щоб описати робочу поверхню шліфувального інструменту, необхідно знати не тільки середньомовірну кількість зерен, що припадають на одиницю його поверхні, а й розподіл вилетів цих зерен із зв'язки в межах робочого шару круга, тобто шару, який розміщується між зовнішньою поверхнею круга та поверхнею зв'язки.

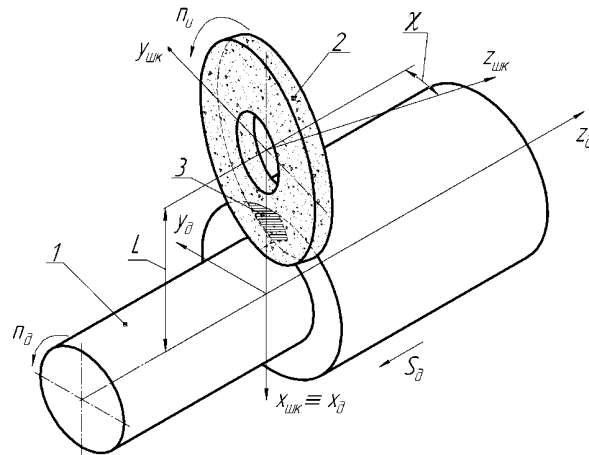


Рис. 1 – Схема процесу глибокого круглого шліфування зі схрещеними осями деталі і круга

У роботі [3] тепловиділення в зоні роботи кожного активного зерна розраховується наступним чином:

$$Q = 2,34 p_z v = \frac{2,34 m_z P_z v}{F_k n_p} \quad (1)$$

де V – швидкість шліфування;

$m_z < 1$ – коефіцієнт, що враховує витрату енергії на тертя зв'язки;

P_z – колова сила шліфування;

F_k – номінальна площа контакту круга з деталлю;

n_p – середньоймовірна кількість активних (працюючих) зерен на одиниці поверхні контакту круга з деталлю.

Для того, щоб розрахувати температуру при шліфуванні, необхідно теплову потужність Q розподілити між окремими джерелами тепловиділення в зоні контакту зерна із оброблюваним матеріалом.

У роботі [4] розподіл температури по глибині можна розрахувати за формулою:

$$Q_y = \frac{q}{2} \sqrt{\frac{2\pi h}{\lambda C_p V}} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x\sqrt{V}}{2\sqrt{\alpha h}} \right) \right] \quad (2)$$

де q – густина теплового потоку;

λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу оброблюваної деталі;

α – коефіцієнт температуропровідності;

C – питома теплоємність;

γ – густина матеріалу, що оброблюється;

h – ширина джерела теплоти;

V – швидкість впливу джерела теплоти.

Список посилань

1. Круглое шлифование на станках с ЧПУ Quickpoint 1001 и Quickpoint 1002 (проспект фирмы Junker mashinen), *Erwin Junker*, 1991. – 16 с.
2. Кальченко В.І. Глибоке кругле шліфування зі схрещеними осями деталі і круга / В.І.Кальченко, В.В.Кальченко, М.А.Дмитренко // Вісник Черніг. держ. технолог. ун-ту. – Чернігів, 2009. – №37. – С.64 – 72.
3. Резников А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов / А. Н. Резников – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
4. Якимов А. В. Оптимизация процесса шлифования. М., «Машиностроение», 1975. – 176 с.
5. Грабченко А. И. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали: монография / А. И. Грабченко, В. И. Кальченко, В. В. Кальченко. – Чернигов: ЧГТУ, 2009. – 356 с.

УДК 621.7

Р.Д. Іскович-Лотоцький, докт. техн. наук, професор

Є.І. Івашко, аспірант

О. С. Кучковський, студент

Вінницький національний технічний університет, zheka.vntu@gmail.com

ОХОЛОДЖУВАЛЬНА СИСТЕМА ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗПИЛЕННЯ ПОРОШКІВ ВОЛЬФРАМУ

Розпилення порошків вольфраму відбувається шляхом розплавленням вольфрамового стержня за допомогою електричної дуги, обертанням шпиндельного вузла, та повздовжньої подачі стержня. Процес розплавлення супроводжується суттєвим підвищенням температури, яка викликає нагрівання важливих елементів шпиндельного вузла. [1-2] Тому при відсутності відповідного охолодження це може призвести до виходу його з ладу.

Охолоджувальна система шпиндельного вузла установки для розпилення вольфраму, розробленої кафедрою металорізальних верстатів та обладнання автоматизованого виробництва Вінницького національного технічного університету [3] є об'єктом дослідження процесів теплопередачі. Вона представлена у вигляді спеціальних охолоджувальних підвідних та відвідних каналів.

З метою оцінки ефективності розробленої системи охолодження в шпиндельному вузлі установки для розпилення порошків вольфраму, була поставлена задача отримання розподілу температур системи охолодження.

Для оцінки впливу конструктивних і режимних параметрів на теплові процеси, що протікають в шпиндельному вузлі під час роботи даної установки використовувався програмний комплекс FlowVision, який дозволяє моделювати процеси теплопередачі методом кінцевих елементів в складних спряжених багатокомпонентних механічних системах, при одночасному охолодженні рухомою рідиною. Для розв'язання поставленої задачі необхідно використовувати чисельні методи математичного моделювання нелінійних задач теплопровідності [4-6].

Моделювання усіх фізико-механічних процесів засобами САПР, вимагає наявності моделі, геометричної області в якій відбувається процес теплопередачі між усіма тілами, що беруть участь у теплопередачі. Розробка даної геометричної моделі була проведена в САД системі Компас-3D, після чого була виділена характерна область (вузол), в якій інтенсивно протікає процес теплопередачі.

В результаті після встановлення стаціонарного процесу теплообміну ми отримуємо наступні результати моделювання, які представлені у графічному вигляді (рис. 1).

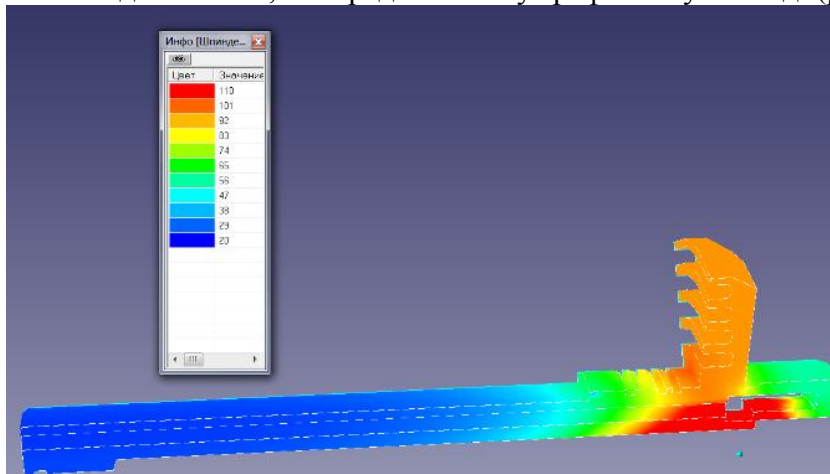


Рис. 1 – Розподіл температури вздовж веденої частини пустотілого шпинделя

Отримані результати моделювання підтверджують ефективність системи охолодження шпиндельного вузла установки для розпилення порошків вольфраму. В зв'язку з цим був отриманий патент на корисну модель України [7].

В основу корисної моделі покладено ущільнення шпиндельного вузла, яке при поєднанні зі спеціальною охолоджувальною системою значно знизить витрати змащувально-охолоджувальної рідини.

На рис. 2 представлено ущільнення шпиндельного вузла. Воно складається з охолоджувальної кришки 1 та кришки 2, на яких виконані канавки у вигляді лабіринту. Пустотілий вал 3, що обертається, має радіально розташовані канавки. При використанні спеціальної охолоджувальної системи, зменшується в'язкість змащувально-охолоджувальної рідини, а при використанні канавок зменшується її витрати.

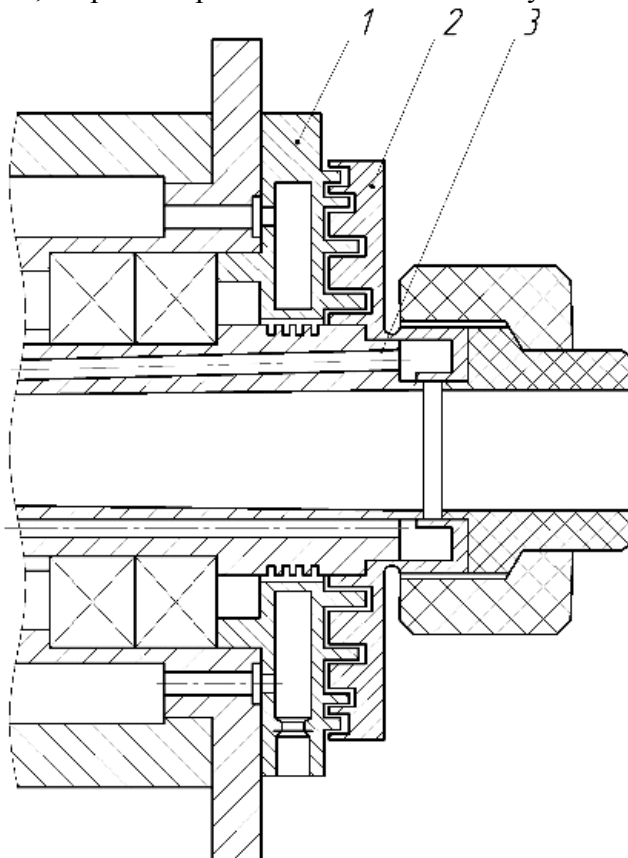


Рис. 2 – Ущільнення шпиндельного вузла

Отриманий, в результаті чисельного моделювання, розподіл температур, довів ефективність розробленої конструкції системи охолодження шпиндельного вузла установки для розпилення вольфраму.

Список посилань

1. Осокин Е.Н. Процессы порошковой металлургии / Е.Н. Осокин, О.А. Артемьева. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 421 с.
2. Гессингер Г.Х. Порошковая металлургия жаропрочных сплавов / Гессингер Г.Х. – Челябинск: Металлургия, 1988. – 320 с.
3. Пат. 50852 Україна, МПК В 22 F 9/00. Установка з отримання металевих порошків / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. І. Повстенюк, В. П. Міськов – № u 200913562; заявл. 25.12.2009; опубл. 25.06. 2010, Бюл. №12.
4. Берковский Б. М. Разностные методы исследования задач теплообмена / Б. М. Берковский, Е. Ф. Ноготов – Минск: Наука и техника, 1976. – 144 с.
5. Пасконов В. М. Численное моделирование процессов тепло- массообмена / В. М. Пасконов, В. И. Полежаев, Л. А. Чудов. – М.: Наука, 1984. – 288 с.

6. Андерсен Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х т. / Андерсен Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. – М.: Мир, 1990. – 728 с.

7. Пат. 89403 Україна, МПК F16J 15/447. Ущільнення шпindelного вузла / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Є. І. Івашко, – № u 201309947; заявл. 09.08. 2013; опубл. 25. 04. 2014, Бюл. №8.

УДК 62-231:621.9.04

О.В. Литвин, канд. техн. наук, доцент

Н. В. Гаврушквич, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

БАГАТОВАРІАНТНА СТРУКТУРА КОМПОНУВАНЬ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НЕЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

Затискні патрони широко застосовується для закріплення заготовок при обробці на токарних верстатах. Вимоги до підвищенню точності обробки деталей безперервно підвищуються і ця тенденція досить важлива для розвитку сучасного виробництва. Розмірна обробка тонкостінних деталей на технологічних операціях точіння, шліфування та інших пов'язана з прогином оброблюваних поверхонь під дією сил різання та закріплення з подальшим формуванням пов'язаних з цим похибок обробки. Розробка і дослідження показників точності даного обладнання є актуальною науково-технічною проблемою, яка має важливе значення для розвитку машинобудування. Одним із шляхів зменшення деформацій затиску тонкостінних деталей при їх механічній обробці на токарних верстатах є використання затискних патронів, оснащених плунжерними передавально- підсилюючими ланками [1].

Згідно класифікації, залежно від відношення товщини стінки h до радіусу R циліндричні деталі прийнято ділити на тонкостінні і товстостінні.

Для тонкостінних деталей це співвідношення:

$$\frac{h}{R} \ll \frac{1}{20} \div \frac{1}{3}. \quad (1)$$

У теорії пружності критерієм поділу тонкостінних циліндричних деталей по довжині є приведена довжина. При осесиметричному навантаженні приведена довжина становить $\beta \cdot l$, де l – довжина деталі.

Прийнято розрізняти циліндричні оболонки як дуже короткі оболонки, якщо

$$\beta \cdot l < 0.6 \quad (2)$$

і гільзи при

$$0,6 \leq \beta \cdot l \ll 3. \quad (3)$$

Метою роботи є розробка багатоваріантної структури компонувань та конструктивних реалізацій затискних патронів. Використання системного підходу привело до встановлення та систематизації можливих особливостей виконання затискних патронів з плунжерними передавально- підсилюючими ланками. Це можливо з використанням сучасних методів пошукового проектування та оптимізації нових технічних рішень.

По результатам аналізу конструкцій токарних патронів та їх характеристик встановлено наступні основні напрямки для їх пошукового проектування:

1. Забезпечення мінімально допустимого значення деформації оброблюваної деталі за рахунок:

– збільшення кута охоплення одним затискним елементом з об'єктом закріплення;

- збільшення кількості затискних елементів.
 - 2. Забезпечення необхідного зусилля затиску і його регулювання.
 - 3. Можливість швидкого переналагодження на інші розміри оброблюваних деталей.
 - 4. Довговічність патрону.
 - 5. Величина діапазону затиску при обробці деталей різних типорозмірів і номенклатури.
 - 6. Простота конструкції і можливість легкої заміни відповідних елементів, вібростійкість.
 - 7. Наявність пристроїв механізації затиску.
 - 8. Забезпечення необхідної точності центрування.
 - 9. Забезпечення достатньої жорсткості затиску та ін.
- Можна виділити три основні критерії якості патрона [2]:

- забезпечення необхідної точності патрону і затиску заготовки. Кількісна оцінка даного критерію реалізується різними моделями, побудованими на основі геометричних та розмірних характеристик конструктивних складових частин;
- забезпечення необхідної жорсткості затиску (статичної та динамічної);
- забезпечення необхідної надійності експлуатації.

Конструктивний елемент – це поверхня, група поверхонь, частина деталі, деталь або механізм, який виконує одну службову функцію і не може бути розбитий на інші конструктивні елементи. Конструктивний елемент є найнижчою ланкою системи. Він використовується на кінцевих етапах проектування під час формування конструкції деталей і синтезування кінцевої 3D-моделі.

Багатоваріантна структура конструктивно-функціональних особливостей виконання елементів плунжерного патрона, є такою:

- 1. Вид та напрямок силового потоку, всього можливо 72 варіанти.
- 2. Розміщення сил та моментів (осьові, торцеві, радіальні).
- 3. Виконання корпусу та його приєднання до шпинделя.
- 4. Види передавально-підсилючої ланки, які класифікують за джерелами та перетворювачами енергії, за характером замикання силового контуру.

Залежно від джерела енергії та способу її перетворення передавально- підсилюючі ланки поділяють на механічні, гідравлічні, пневматичні, вакуумні, електричні, відцентрової дії та їх комбінації (електрогідравлічні та інші).

За характером замикання існують патрони з непружним силовим, пружним силовим, геометричним, фрикційним, комбінованим замиканням.

- 5. Вид і кількість затискних елементів.
- 6. Виконання робочої поверхні затискного елемента (циліндрична, конічна, фігурна, гвинтова, параболоїдна, призматична, плоска, комбінована та ін. Спеціальні особливості поверхонь: гладкі, з елементами протиковзання (рифлені), з додатковими елементами (шипамі, тощо).

Висновок. На основі аналізу виконання конструктивних елементів затискних патронів і відомих підходів щодо побудови систем їх проектування можна запропонувати ієрархічні підходи до побудови таких баз знань, які дадуть змогу уникнути дублювання інформації, зменшити її обсяг та спростити пошук нових конструкцій.

Список посилань

- 1. Васильків В.В. До питання синтезу конструкцій механізмів з робочими затискними пружними гвинтовими елементами / В.В. Васильків, І.С. Генік, О.П. Кочубинська // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Житомир. держ. технол. ун-т. – Житомир: Вид-во ЖДТУ–2006.- №3. – С. 1–8.
- 2. Кузнецов Ю.Н. Самонастраивающиеся зажимные механизмы. Справочник / Ю.Н. Кузнецов, А.А. Вачев, С.П. Сяров, А.Й. Цервенков – К.: Техника, София: Гос. изд-во "Техника", 1988. – 222 с.

УДК 539.3:534.1

А.С. Ігнатенко, асистент
Чернігівський національний технологічний університет, isandre@ukr.net

НЕСТАЦІОНАРНІ КОЛИВАННЯ БАЛКИ ІЗ В'ЯЗКОПРУЖНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ДІЇ ТЕПЛОВОГО УДАРУ

При дії теплових ударів на конструкції, внаслідок швидкого нагрівання і нерівномірного розповсюдження температури у матеріалі, можуть виникати коливання.

Це явище є характерним для елементів конструкцій авіаційної та космічної техніки. Дослідження за даним напрямом проводились у роботах [1, 2].

У даній роботі розглядається задача визначення реакції жорстко закріпленої на одному торці балки із в'язкопружного матеріалу на дію теплового імпульсу, що розподіляється по одній з поверхонь. Для розв'язання даної задачі можна використати метод скінченно-елементного моделювання у просторі інтегральних перетворень Фур'є [3], в якому розрахунки проводяться у частотному просторі. Це дає можливість використати експериментальні дані про властивості в'язкопружних матеріалів. Таким чином можна аналізувати задачу без проміжного переходу до часового простору. Розглядаємо незв'язану задачу, тобто не враховуємо залежність механічних властивостей матеріалу від температури.

У задачах термов'язкопружності для описання залежностей між напруженнями та деформаціями в'язкопружних матеріалів використовуються рівняння [4]

$$\sigma = \int_0^t R(t-\tau) \frac{\partial \varepsilon(\tau)}{\partial \tau} d\tau - \int_0^t \phi(t-\tau) \frac{\partial \theta(\tau)}{\partial \tau} d\tau, \quad (1)$$

де $R(t-\tau)$, $\phi(t-\tau)$ – матриці функцій релаксації;

- σ – вектор напружень;
- ε – вектор деформацій;
- θ – приріст температури.

Скінченно-елементна форма рівняння нестационарної теплопровідності має вигляд

$$i\omega \tilde{C}_\theta \tilde{\theta} + K_\theta \tilde{\theta} + \tilde{F}_\theta = 0, \quad (2)$$

де компоненти \tilde{C}_θ , K_θ , \tilde{F}_θ є матрицями теплоємності, теплопровідності і теплового навантаження відповідно.

Модель балки побудовано за допомогою плоских 8-вузлових скінченних елементів (рис. 1). При використанні даного елемента враховується розподіл температури по товщині балки у порівнянні з одновимірними елементами, а також є можливість врахувати зсув при визначенні прогинів.

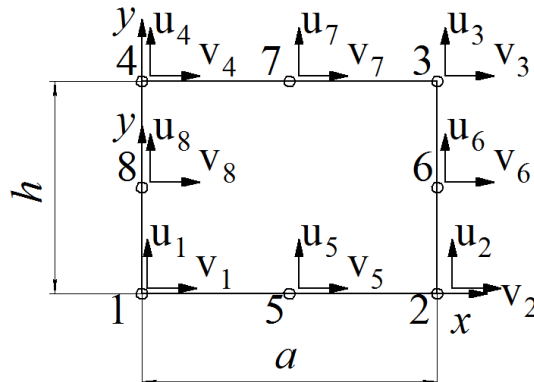


Рис. 1 – Скінченний елемент для моделювання балки

Для визначення прогинів використовуємо раніше побудовану скінченно-елементну модель. Переміщення перерізів конструкції від дії теплового імпульсу визначаємо за допомогою рівняння:

$$Z(i\omega)\tilde{q} = \tilde{F}, \quad (3)$$

де $Z(i\omega)$ – комплексна матриця динамічної жорсткості

$$Z(i\omega) = K(i\omega) + (i\omega)^2 M, \quad (4)$$

де \tilde{F} – матриця навантажень, спричинених тепловою деформацією ε_0 :

$$\tilde{F} = \int_V (AN)^T \tilde{C}(i\omega) \varepsilon_0 dV. \quad (5)$$

Розв'язавши рівняння (3) відносно \tilde{q} отримаємо зображення узагальнених переміщень

$$\tilde{q}(\omega) = Z(i\omega)^{-1} \cdot \tilde{F}(i\omega). \quad (6)$$

Щоб знайти значення переміщень в залежності від часу необхідно до (6) застосувати обернене перетворення Фур'є.

На рис. 2 показано осцилограму вертикальних переміщень торця балки при дії теплового імпульсу.

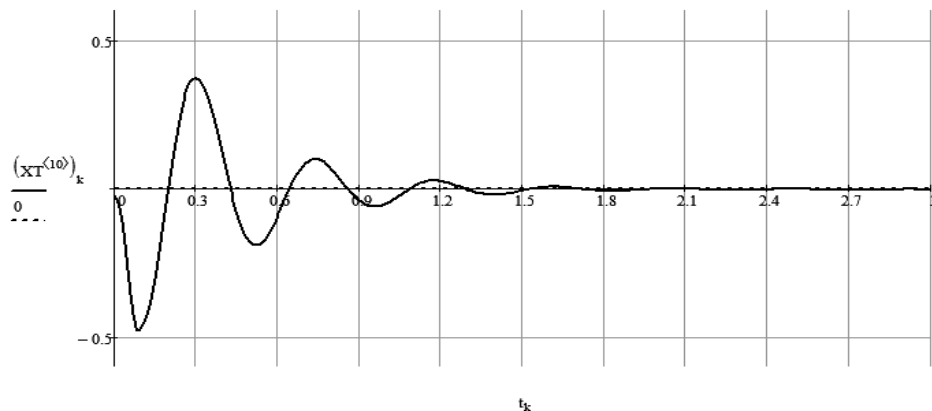


Рис. 2 – Осцилограми вертикальних коливань торця балки

В результаті теплового удару виникли вертикальні затухаючі коливання балки. Затухання коливань обумовлені в'язкопружними властивостями матеріалу конструкції.

Отже, за отриманими результатами можна зробити такі висновки:

1. При дії на поверхню конструкцій теплового удару з короткою тривалістю у часі можуть виникнути коливання.
2. Демпфірувати коливання можна при використанні в'язкопружних матеріалів для виготовлення конструкцій.
3. Для чисельного аналізу теплових процесів і динаміки конструкції зручно використовувати метод скінченно-елементного моделювання у просторі інтегральних перетворень Фур'є.

Список посилань

1. Горынин, Л.Г. Исследование нестационарных температурных полей тел вращения МКЭ [Текст] / Л.Г. Горынин, В.И.Радзивиловский, Холмянский И.А. // Проблемы прочности. – 1983. – №8. – С. 37–39.
2. Тамма, К.К. Конечно-элементный анализ теплового состояния и динамики конструкций, основанный на применении метода интегральных преобразований [Текст] / К. К. Тамма, К. К. Спиракос, М. А. Лэмби //Аэрокосмическая техника. – 1988. – №1. – С. 48 – 58.

3. Дубенец В.Г. Колебания демпфированных композитных конструкций [Текст] / В.Г.Дубенец, В.В.Хильчевский. – Вища школа, 1995. – Т.1. – 210 с.

4. Christensen R.M. Theory of viscoelasticity / R.M.Christensen. –Academic Press, Inc., 1982. – 365 p.

УДК 62-231:621.9.04

О.В. Литвин, канд. техн. наук, доцент

І.Р. Ящук, аспірант

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

СИНТЕЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ТІЛ

Процес проектно-конструкторської діяльності складається з ряду послідовних етапів, що починаються з визначення потреби суспільства в приладі; формулюванні мети і технічного завдання на прилад; пошуку ідей і концепції його загальної функції; розробці структури і технічних принципів; випуск технічної документації на прилад, необхідної і достатньої для його виготовлення і експлуатації.

Основні завдання цього процесу: синтез концепції затискного патрону; структурний синтез; параметричний синтез; точнісний синтез, які виконуються на основі всебічного аналізу прийнятих рішень.

Так як підвищення якості створюваного затискного патрона в порівнянні з аналогами найбільш ефективно досягається при використанні нових фізичних ефектів і принципів функціонування, надзвичайно важливим аспектом творчого процесу є пошук ідей, які закладаються в концепцію патрону і його функціональні властивості.

Ефективність індивідуальної роботи конструктора підвищується за допомогою синектичних і морфологічних прийомів (методів), що дозволяють перейти від творчості за методом "проб і помилок" до більш впорядкованого процесу пошукового проектування. Тим паче, що сьогоднішнім конструкторам, особливо молодим, після закінчення ВНЗ, бракує практичного досвіду і навичок.

Метод "проб і помилок" ґрунтується на знаннях і особистому досвіді конструктора, його інтуїції, уяві, фантазії, винахідливості. Процес рішення задачі полягає при цьому в пошуку і переборі варіантів, їх аналізі та оцінці з позиції відшукування оптимального рішення. Ефективність цього процесу підвищується за допомогою прийомів, які пробуджують потенційні творчі можливості конструктора, активізують його асоціативне мислення, систематизують процес пошуку аналогій і критеріїв оцінки ідей.

Процес конструювання передбачає створення ефективної передавально-підсилюючі ланки, які класифікують за джерелами та перетворювачами енергії, за характером замикання силового контуру. Залежно від джерела енергії та способу її перетворення передавально- підсилюючі ланки поділяють на: механічні, гідравлічні, пневматичні, вакуумні, електричні, відцентрової дії та їх комбінації (електрогідравлічні та інші). За характером замикання існують патрони з: 1) непружним силовим; 2) пружним силовим; 3) геометричним; 4) фрикційним; 5) комбінованим.

У численній літературі, присвяченій проектуванню і основам технічної творчості, детально розглядаються методи і правила пошуку ідей рішення інженерних задач. Вони дозволяють підвищити ефективність як індивідуальної творчої роботи конструктора, так і ефективність творчої діяльності колективу розробників.

Для пошуку нових конструкцій затискних патронів застосовують диференціально-морфологічний метод синтезу, в якому для вирішення протиріч на стадії пошуку використовують евристичні прийоми повного, неповного і комбінованого розчленовування затискного елемента, диференціюючі та інтегруючі функції та поверхні,

що дає різні основні і додаткові ефекти, а при повному однонаправленому розчленуванні структури, що синтезуються, відповідають новим принципам затиску або забезпечують нові якості. Відповідно до основного ефекту розчленування на стадії структурного синтезу вибирають декілька переважних структур по напівформалізованому критерію якості, що відображає основні вимоги до патрона, а далі проводять морфологічний аналіз схем з використанням прийомів: перестановки, поєднання, встановлення послідовності роботи і функції затискних елементів і передавально-підсилювальних ланок, введення різних зв'язків, вибору їх місця [1].

Пошук і розробка нових компоновок затискних патронів може здійснюватися за допомогою аналізу їх структурних формул, які запропоновано записуватимемо так: спочатку записуються букви, що визначають рухи ведучої ланки, а після розділового знаку (тире) записують рухи веденої ланки. Таким чином, переміщення елементів патрона описуватиметься відповідно до встановленої системи координат з позначенням індексів відносності рухів в позначеннях поверхонь [2].

Згідно методу уніфікаційного синтезу кожний із елементів технічної системи затискного патрона можна подати у вигляді бінарного коду, складеного із, так званих, X та Y хромосом. Генерування альтернатив здійснюється в декілька етапів: генерування структури X-хромосом, генерування структури Y- хромосом, комбінування XY хромосом. Одним із елементів уніфікаційного синтезу є підбір структури на основі дослідження функцій та властивостей елементів ієрархії [2].

Для пошуку нових конструкцій затискних патронів можна застосовувати результати дослідження структури функцій взаємодії оснащення з закріплюваною деталлю, що дозволили виділити зі структури конструктивно- технологічних рішень затискного патрона вузли, що відповідають за виконання головних функцій технологічного процесу, і визначити перелік можливих функціональних модулів патрона. В результаті може бути створена система функціональних модулів затискного патрона, які дозволяють вирішити проблему формування комплектів оснащення.

Також розроблено новий підхід до створення та опису затискних механізмів для технологічного обладнання на основі генетико-морфологічного синтезу. Його можна застосовувати не лише для опису та синтезу затискних механізмів та патронів, але і для захватних пристроїв промислових роботів і маніпуляторів. [6].

Затискний патрон зручно описувати через моделі з двох взаємодіючих речовин (виробу та патрону) і поля, тобто "веполь". Тому для створення нових структур багатофункціональних затискних механізмів використовується метод репольного аналізу, при якому відбувається інтегрування функцій в затискних механізмах: подавальних, затискних, підсилюючих, маніпулювання, додаткових [3].

Висновок: Подальші дослідження будуть пов'язані з використанням взаємозв'язку морфології затискного патрона з конструктивно-функціональним синтезом при вдосконаленні та реалізації оптимальних конструкцій елементів передавально-підсилюючих ланок патрону. Запропоновано підхід, який може бути ефективно використаний при синтезі будь-яких затискних патронів.

Список посилань

1. Кузнецов, Ю.Н. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник. / [Ю.Н. Кузнецов, А.А. Вачев, С.П.Сяров, А.Й.Цервенков]. – К.:Техника; София: Гос. изд-во "Техника", 1988. – 222 с.
2. Васильків В. В. До питання синтезу конструкції механізмів з робочими затискними пружними гвинтовими елементами / В. В. Васильків, І. С.Геник, О. П. Скиба // Житомирський державний технологічний університет. Зб. наук. праць. Вип. 3. – Житомир, 2006. – С. 171 – 180.
3. Кузнецов Ю.Н., Эль Рашии Х.А., Торба В.В. Многофункциональные зажимные механизмы токарных автоматов и станков с ЧПУ./ Ю.Н. Кузнецов, Х.А. Эль Рашии, В.В.Торба // "Вестник КПИ. Серия машиностроения". №30 – К.: 1993, – с.45 – 49.

УДК 621.923, 621.921.34, 621.315.59

Л.А. Проц, канд. техн. наук, доцент

Інститут електронної фізики НАН України, laprots@gmail.com

В.І.Лавріненко докт. техн. наук, професор

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М.Бакуля НАН України, lavrinenko@ism.kiev.ua

ФОРМУВАННЯ ПЛАСТИН ІЗ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ БОРОСИЛКАТНОГО СКЛА З НАПІВПРОВІДНИКОВИМИ НАНОКРИСТАЛАМИ $CdSe_{1-x}Te$

Стрімке зростання мінітюаризації сучасних електронних, оптоелектронних та мікромеханічних пристроїв стикається з необхідністю створення новітніх матеріалів із заданими властивостями. Задовольнити широке коло потреб теперішньої та майбутньої техніки можливо при створенні низьковимірних систем, у яких характерний розмір зменшився до величин нанометрового діапазону вздовж одного, двох чи трьох напрямків. Одними з таких систем є композитні матеріали з нанокристаллами типу A^2B^6 та сформовані на їх основі структури типу "ядро-оболонка" які все частіше знаходять своє практичне застосування в ролі комірок пам'яті, фотокаталізаторів, люмінесцентних маркерів у біохімічних та медичних експериментах, складових сонячних елементів, активних елементів оптичних і оптоелектронних пристроїв, світлодіодів, тощо. До виробів з таких матеріалів, особливо до тих що повинні мати необхідні оптичні властивості, ставляться високі вимоги до робочої поверхні. Отже, як фундаментальні, так і прикладні аспекти обумовлюють інтерес до розробки і вдосконалення технологій одержання та виготовлення робочих елементів квантових пристроїв з композитів до складу яких входять різні структури на основі напівпровідникові нанокристалів типу A^2B^6 , а саме досліджувані нами композитні матеріали на основі боросилікатного скла з напівпровідниковими нанокристаллами $CdSe_{1-x}Te_x$ [1]. Виготовлення тонких пластин з цих матеріалів завжди було важкою і кропіткою задачею, зумовленою їх специфічними фізико-механічними властивостями та високими вимогами до робочих поверхонь таких пластин.

Метою роботи було формування плоскої поверхні пластин підвищеної точності із композитних матеріалів на основі боросилікатного скла з напівпровідниковими нанокристаллами $CdSe_{1-x}Te$.

Формування плоскої поверхні пластин полягало у виготовленні однієї поверхні заготовки з композитного матеріалу на основі боросилікатного скла з напівпровідниковими нанокристаллами $CdSe_{1-x}Te$ та підкладці з аналогічного матеріалу з принаймні однією плоскою поверхнею [2].

В результаті проведення запропонованих робіт по створенню робочих поверхонь з композитного матеріалу на основі боросилікатного скла з напівпровідниковими нанокристаллами $CdSe_{1-x}Te$ та допоміжних приладь з ідентичного матеріалу одержані плоскі пластини товщиною 1 мм, шорсткістю $R_z < 0,05$ мкм, паралельністю $< 1'$ та площинністю $\lambda/4$ (633 нм).

Список посилань

1. Azhniuk Yu.M. Phonon spectroscopy of $CdSe_{1-x}Te_x$ nanocrystals grown in a borosilicate glass [Текст] / Yu.M. Azhniuk, A.V. Gomonnai, Yu.I. Hutysh, V.V. Lopushansky, L.A. Prots, Zahn D. R. T. - Physica Status Solidi C. – 2009. – V. 6, No. 9. – P. 2064–2067.

2. Патент на винахід № 94105 МПК(2011.01) В 24В 1/00, В 24В 37/04, В 24В 21/00. Спосіб виготовлення пластин/ Шпирко Г.Н, Рубіш В.Н., Проц Л.А., Ткаченко В.І. Ужгородський науково технологічний центр матеріалів оптичних носіїв інформації Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. 11.04.2011, заявл. 30.12.2008, опубл. 11.04.2011. Промислова власність, Бюл. №7.

УДК 621.9: 621.817

Д.Ю. Федориненко, докт. техн. наук, професор
О.П. Космач, канд. техн. наук, ст. викладач
С.П. Сапон, канд. техн. наук, доцент
Б.В. Цеков, магістрант

Чернігівський національний технологічний університет, fdy@mail.ru

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

В умовах складної економічної ситуації в країні та невпинно зростаючих цін на енергоресурси актуальною проблемою в промисловому секторі є ефективне використання енергоресурсів, зокрема електричної енергії. Дана проблема для більшості виробничих галузей України обумовлена, в першу чергу, використанням застарілого обладнання, низьким рівнем автоматизації технологічних процесів, недосконалістю енергетичного менеджменту на машинобудівних підприємствах, що призводить до зниження конкурентоспроможності виготовленої продукції.

Оскільки використання рухомих механізмів, машин та верстатів є невід'ємною складовою будь-яких процесів на виробництві, тому питання енергоаудиту технологічних процесів та обладнання все гостріше постає в сьогоденні. Так, наприклад, для роботи верстатів нормальної точності з налагодженим процесом різання лише 20% спожитої верстатом електричної енергії витрачається на механічну обробку матеріалу, яке характеризується відділенням однієї частини матеріалу відносно іншої шляхом використанням різального леза [1].

Метою роботи є розробка методики дослідження енергоефективності верстатів токарної групи на основі аналізу енергетичних потоків у просторі та часі.

Основна ідея, яка покладена у оцінювання енергоефективності токарних верстатів, полягає у порівнянні потужностей в часі у просторі, які безпосередньо пов'язані з процесом формоутворення поверхонь із потужністю, що споживає верстат з електричної мережі.

Для дослідження показників енергоефективності прецизійного токарного верстату створений комплекс засобів експериментальних досліджень, який дозволяє здійснювати вимірювання повної потужності, споживаної асинхронними двигунами верстата, за трьома фазами змінного струму з одночасним підключенням до комп'ютера. Це дає змогу в режимі реального часу проводити аналіз апріорної інформації. Оцінювання споживаної потужності приводів верстата з двигунами постійного струму, запропоновано здійснювати шляхом добутку показань цифрових мультиметрів, які призначені для вимірювання напруги та струму. Додатково для вимірювання постійного струму електродвигуна приводу головного руху використовувався шунт.

При проведенні експериментальних досліджень здійснювалося варіювання режимами різання, тиском робочої рідини в гідростатичних підшипниках шпинделя, дисбалансом оброблюваної заготовки.

Встановлено, що у процесі механічної обробки заготовок має місце ряд пікових значень споживаної електричної потужності. Також встановлені фактори, які чинять найбільший вплив на енергоспоживання у процесі механічної обробки на токарному верстаті. Отримані оптимальні режими різання з точки зору мінімізації енергоспоживання при одночасному забезпеченні продуктивності обробки на чорнових переходах або забезпеченні заданих параметрів точності обробки та шорсткості поверхонь при чистовій обробці.

Список посилань

1. Gutowski, T. Electrical Energy Requirements for Manufacturing Processes / T. Gutowski, J. Dahmus, A. Thiriez // 13th CIRP International Conference of Life Cycle Engineering, Lueven, May 31st – June 2nd, 2006 – pp. 1–5.

УДК 621.81

І.І. Верба, канд. техн.наук, доцент

А.С. Яхно, студент

Національний технічний університет України «КПІ», verba.dan@gmail.com

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТІВ.

Будь-який проектний чи перевірочний розрахунок потребує на першому етапі складання розрахункової схеми й визначення розрахункових навантажень

Режими навантаження зумовлюються як періодичними, так і випадковими факторами. Режими навантажень металообробних верстатів визначаються закономірностями окремих технологічних операцій, співвідношенням різних видів обробки, конфігурацією та матеріалом оброблюваних деталей. Їх оцінюють за фактичними силовими характеристиками в умовах експлуатації з врахуванням їх зміни у часі. Для більшості металорізальних верстатів характерна робота в умовах режимів навантаження, які змінюються у часі впорядковано (спеціальні верстати) або із статистичним розподілом (верстати загального призначення, більшість технологічних машин та транспортних засобів). Для верстатів з циклом обробки, який періодично повторюється, розрахунковий режим визначається за експлуатаційними даними (емпіричний розподіл). Для універсальних верстатів спочатку всі випадки навантаження зводять до кількох типових режимів.

Робочі навантаження на стадії розробки технічного завдання та попередніх етапах проектування визначають за приблизними залежностями та співвідношеннями, які не дають точні значення розрахованих зусиль, але дозволяють дати якісну і частково кількісну оцінку навантажень. Отже попередні розрахунки не дозволяють розпочати конструювання вузлів та деталей з точки зору напружень і жорсткості, але дають можливість прийняти загальні рішення щодо конструктивних схем вузлів.

Якщо мова йде про привод головного руху, то як для вибору електродвигуна, так і для статичного розрахунку шпинделя необхідно скласти цикл навантаження (баланс потужностей), який містить дані щодо процесу руху, рушійних сил та сил опору, найчастіше це діаграма потужність $P=f(t)$, де t – тривалість циклу обробки. Спрощений варіант розрахунку відповідно до діаграми:

$$P_{\text{ср.}} = \sqrt{\frac{1}{t_{\text{ц}}} (P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3 + \dots)},$$

де t_j – тривалість i -того інтервалу роботи з потужністю P_j ;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу обробки;

$P_{\text{ср.}}$ – середня потужність за цикл.

Діаграму будують для циклу роботи верстата при обробці однієї деталі або для певного проміжку експлуатації (тобто для випадку обробки кількох партій деталей).

У багатьох випадках для здійснення таких дій не вистачає даних. Розрахунок сил опору за режимами різання обробки типової деталі можна виконати, якщо є дані щодо типової деталі, а вони у багатьох випадках відсутні, особливо коли справа стосується багатоцільових верстатів. В разі модернізації можна орієнтуватися на потужність приводного двигуна базового верстату, але найчастіше наслідком модернізації є збільшення частот обертання кінцевої ланки, тобто ймовірне зменшення навантажень.

Існують рекомендації щодо визначення приблизних навантажень на стадії попередніх розрахунків у разі відсутності даних про параметри сили різання [1]. Наприклад, у разі

відсутності відомостей про час роботи верстата з різними режимами для розрахунку рекомендується приймати силу різання з умови $F_{роз}=0,8F_{різ. max}$. Враховують також характер навантаження на шпиндель за допомогою коефіцієнтів.

Деякі закономірності, виявлені при вивченні фактичних режимів експлуатації приводів головного руху верстатів, наведені [2]. Для головних приводів токарних верстатів слід врахувати наступне:

$$P_{сер} = (0,28 \dots 0,44) P_{ном}; \quad M_{шп сер} = (0,08 \dots 0,13) M_{шп ном}; \quad n_{шп сер} = (0,15 \dots 0,3) n_{шп max}.$$

З можливим відхиленням умов експлуатації вказані діапазони можуть збільшитись на 25-30%, наприклад, $P_{сер} = (0,32 \dots 0,5) P_{ном}$, $n_{шп факт} = (0,15 \dots 0,3)n_{шп max}$ – відношення фактичної й максимальної частот обертання для швидкісних верстатів. $P_{сер} = (0,1 \dots 0,4)P_{ном}$ – за час роботи двигуна. $P_{сер} = (0,15 \dots 0,45)P_{ном}$ – за час різання. Приблизно 40% машинного часу припадають на операції не інтенсивного навантаження (прорізування пазів, нарізування різей, свердління, центрування, тощо), 30% – на чистове точіння й розточування. В середніх умовах експлуатації $(0,6 \dots 0,8)t_{маш}$ припадає на потужності $P < 0,25P_{ном}$ (в важких умовах експлуатації – $(0,5 \dots 0,7)t_{маш}$), $(0,8 \dots 0,9)t_{маш}$ – на потужність $P < 0,5P_{ном}$, $0,005t_{маш}$ – на потужність $P > P_{ном}$.

Для сучасних верстатів з ЧПК та обробних центрів можна визначити ефективну (середню) потужність, з якою працює верстат у режимі роботи привода S1 і за якою обирають регульований електродвигун, який може працювати у трьох режимах: S1 – безперервна робота; S2 – короткочасна з тривалістю ввімкнення 30 хв та наступною зупинкою; S6 – безперервна робота з тимчасовим перевантаженням. Відносна тривалість перевантаження (відношення припустимого часу роботи з перевантаженням до загального часу роботи) становить 40% чи 60%, у деяких типів двигунів ще й 25% і 16%. Із зменшенням відносної тривалості перевантаження зростає потужність двигуна порівняно з режимом S1 (відповідно у 1,2; 1,4; 1,6 та 1,8 рази). Тривалість роботи під навантаженням обмежена (для асинхронних регульованих двигунів фірми Siemens найчастіше – 2 хв.). Фірма HAAS, наприклад, у своїх приводах обертання шпинделя забезпечує 150% безперервної потужності протягом 15 хв та 200% протягом 5 хвилин.

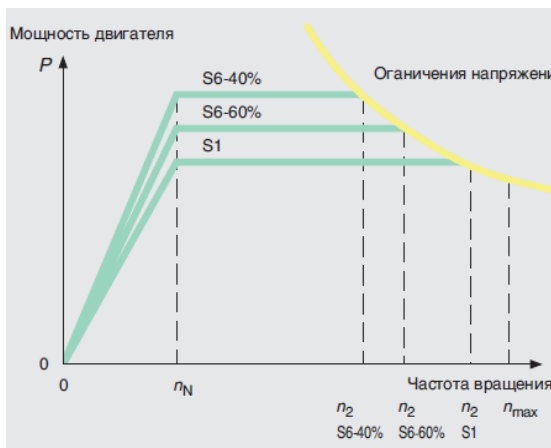


Рис. 1. – Типова діаграма кількість обертів / потужність для електродвигуна типу 1PH7.

Механічна характеристика у динамічному режимі дозволяє визначити, які максимальний обертовий момент і максимальну потужність та за якої частоти обертання може розвинути двигун.

При проектуванні двигуна розраховують середню частоту обертання двигуна та ефективний обертовий момент за один цикл навантаження і за ними визначають робочу точку двигуна. Робоча точка повинна знаходитись нижче граничної характеристики, яка враховує теплове навантаження. Обов'язково треба враховувати зниження характеристики із зростанням частоти обертання.

Список посилань

1. Орликов М.Л. Металлорежущие станки. Курсовое и дипломное проектирование: учебн. пособие / М.Л.Орликов, И.Г.Федоренко, В.Н. Шишкин – К.: Вища школа, 1987. – 152 с.
2. Детали и механизмы металлорежущих станков / [Каминская В.В., Левина З.М. и др]; под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1972. – 519 с. – (Шпиндели и их опоры, механизмы и детали приводов; т. 2).

УДК 678.01 : 539.538 : 539.211

А.И. Буря, канд. техн. наук, профессор

Е.А. Ерёмин, аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет, ol.burya@gmail.com

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОПОЛИМЕРОВ

В наши дни композиционные материалы все чаще применяются в технике за счет своих уникальных качеств. Ароматический полиамид фенилон вызывает к себе особый научный интерес благодаря сочетанию высокой термостойкости и хороших физико – механических свойств. Однако, попытки введения в него наполнителей, зачастую, ведут к ухудшению последних. Это связано с повышенной жесткостью макромолекул и сильным межмолекулярным взаимодействием, что приводит к агрегации частиц наполнителя.

Исходя из вышеизложенного, интерес представляет изучение влияния металлических дисперсных наполнителей на свойства фенилона при их равномерном распределении в полимерной матрице.

В качестве полимерной матрицы для изготовления металлополимеров (МП) использовали ароматический полиамид фенилон С-1 (ТУ 6-05-221-101-71), а как наполнитель – дисперсные порошки карбонильного никеля (ПНК-2К10, ГОСТ 9722-97), меди (ПМС-1, ГОСТ 4960-2009), алюминия (ПА-1, ГОСТ 6058-73), титана (ПТК-1 (2), ТУ 14-22- 57-92) и бронзы (Бр О5Ц5С5, ГОСТ 613- 79). Степень наполнения составляла 5 – 20 масс.%. Смешивание смесей проводилось во вращающемся электромагнитном поле в присутствии ферромагнитных частиц. Под действием вращающегося электромагнитного поля частицы приходят в интенсивное движение, благодаря чему наполнитель равномерно распределяется в полимерной матрице [1]. Полученные смеси перерабатывались в изделия компрессионным прессованием.

Как показано в [2], между наполнителем и полимерной матрицей обнаруживается сильное взаимодействие. Металлические наполнители оказывают катализирующее воздействие на процессы структурирования фенилона, что приводит к образованию фибриллярных структур на границе раздела полимер – наполнитель (см. рис. 1) и, как следствие, к улучшению физико – механических свойств МП (см. табл. 1).

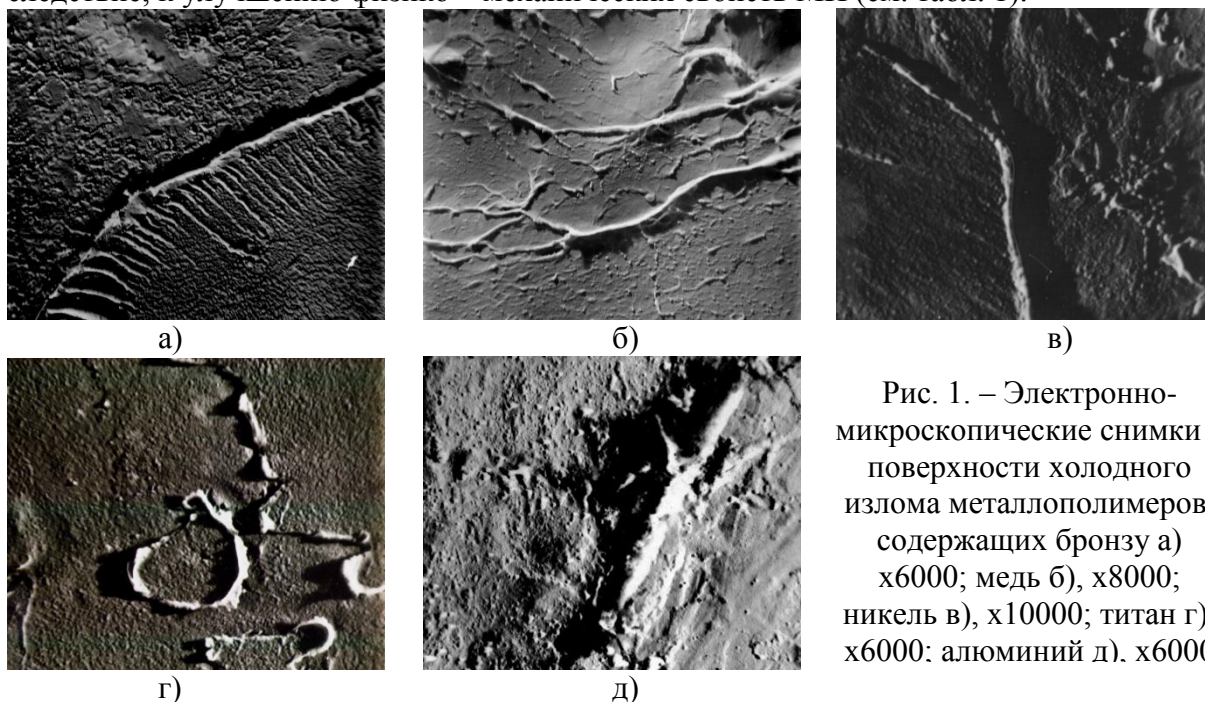


Рис. 1. – Электронно-микроскопические снимки с поверхности холодного излома металлополимеров, содержащих бронзу а) х6000; медь б), х8000; никель в), х10000; титан г), х6000; алюминий д), х6000

Таблица 1 – Физико-механические свойства металлополимеров, содержащих 15 масс% наполнителя

Показатели	C-1	Ni	Br	Cu	Ti	Al
Твердость, НВ, МПа	180	241	230	277	260	221
Предел текучести при сжатии, $\sigma_{сж}$, МПа	228,8	259,5	261,7	267,0	269,0	251,3
Предел пропорциональности, $\sigma_{п}$ МПа	152,6	212,8	200,8	210,0	203,0	187,5
Модуль упругости, E, МПа	2750	3310	3060	2990	3350	3310
Температура стеклования, T_c , К	457	465	561	577	553	571
I_h интенсивность износа, 10^{-8}	3,95	0,2	2,2	2,6	1,5	1,0

Как видно из таблицы, фибриллярная структура оказывает позитивное воздействие на физико-механические свойства, повышая твердость в 1,2 – 1,5, предел текучести при сжатии – в 1,1 – 1,2, предел пропорциональности – в 1,2 – 1,4, модуль упругости – в 1,1 – 1,2, износостойкость – в 1,5 – 19,75 раза, температуру стеклования – на 1,8 – 26,3 %.

Учитывая это, из разработанных металлополимеров были изготовлены глазки пальчикового механизма зерноуборочного комбайна (ЗК) ДОН 1500, испытания которых проводились на стенде, представляющем собой собранный пальчиковый механизм со средней частью шнека жатки, заключенного в герметичную камеру. На дно камеры насыпали кварцевый песок, который в процессе вращения пронизывал пальцы шнека, создавая условия для имитации абразивного износа. Результаты испытаний сведены в табл.2.

Таблица 2 – Износ глазков пальчикового механизма шнека жатки ЗК ДОН 1500

Материалы	Средний износ за 600 часов, мм
Капрон марки Б	1,85
Металлокерамика ЖГр3	0,77 – 1,85
Металлокерамика ЖГр2Д2, 5	2,0 /420 часов/
Алюминиевый сплав АК-7	2,0 /130 часов/
Композиция с бронзой	0,67
с медью	0,74
с никелем	0,44
с алюминием	0,47
с титаном	0,49

Таким образом, в процессе исследований установлено, что металлополимеры на основе фенилона, обладают оптимальным комплексом прочностных свойств, превосходят по износостойкости известные аналоги и могут быть использованы для производства глазков шнека жатки ЗК ДОН 1500.

Список ссылок

1. Буря А.И. Изучение электрических и магнитных свойств металлополимеров на основе фенилона С-1 / А.И. Буря, Е.А. Ерёмина, А.А. Кончиц, С.В. Красновид, Н.И. Твердоступ // Композитные материалы [Текст]: междунар. науч.-техн. сб. - Д.: [б. в.], 2016. – Т.9, № 2. – С. 68 – 76.
2. Буря А.И. Разработка и исследование свойств металлополимеров на основе фенилона С-1. Сообщение 1. // А.И. Буря, Н.Т. Арламова, С.П. Сучилина-Соколенко, [и др.] // Композитные материалы [Текст]: междунар. науч.-техн. сб. - Д.: [б. в.], 2015. – Т.9, № 1. – С. 34 – 45.

УДК 678

О.І.Буря, канд. техн. наук, професор
О.О. Набережна, аспірант

Дніпродзержинський державний технічний університет, ol.burya@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНОПЛАСТИКІВ НА ОСНОВІ ФЕНІЛОНУ С-1

Справжній бум в сучасному композиційному матеріалознавстві виник в першій половині ХХ ст., коли з'явилося промислове виробництво високоякісних скловолоконних матеріалів і фенолформальдегідних смол. На сьогодні все більше застосування знаходять композити на основі високоміцних органічних волокон. Ще за прогнозами 90-х р.р. середньорічний приріст органопластиків (ОП) становив (у США) 30% порівняно з 11,3% для склопластиків і 23,7% для вуглепластиків. Їх перевага в порівнянні зі скляними волокнами обумовлена не тільки великим модулем пружності (60 ... 80 ГПа), але і значно (в 1,3 рази) меншою густиною, що особливо важливо для створення виробів аерокосмічної техніки. Так, вироби з волокон кевлар в 1,5 ... 2 рази перевершують за своїми питомими показниками аналогічні вироби зі склопластику. Високі показники втомної міцності, пов'язані з підвищеною тріщиностійкістю ОП, сприяють більшому ресурсу цих композитів і відповідно забезпечують можливість закладати при конструюванні менший запас міцності, порівняно з розрахунковим [1]. «Зміцнення волокнами має так багато переваг – велика міцність, стійкість до руйнування, високотемпературна міцність, температурна стійкість і дешевизна, легкість і хімічна пасивність матеріалів волокон що, мабуть, у майбутньому складе основу для отримання міцних інженерних матеріалів. Головні проблеми тут – проблеми технологічні», – писав Коттрелл в одній з перших оглядових робіт армованих пластиків [2].

Враховуючи все перелічене, робота присвячена розробці пластиків на основі ароматичного поліаміду, армованого дискретними органічними волокнами, а також дослідженню механічних характеристик отриманих ОП. При створенні композитів в якості в'язучого використовували фенілон С-1 (ТУ 6–05–221–101–71). Для армування було обрано термостійке волокно сульфон-Т, довжиною 3мм; міцністю 500–569 МПа, подовженням 16–18%, модулем пружності $5,9 \cdot 10^{-3}$ МПа, густиною 1,45–1,46 г/см³, працеспроможністю в інтервалі температур 573–623К. Суміші вихідних матеріалів отримували в обертальному електромагнітному полі, з подальшою переробкою в блочні вироби методом компресійного пресування [3]. Поєднання властивостей і форм компонентів, сумісне з сучасними технологіями переробки полімерів, забезпечило створення нових конструкційних матеріалів.

Фізико-механічні характеристики: міцність ($\sigma_{сж}$), відносну деформацію (ϵ) і модуль пружності (Е) при стисненні визначали на універсальній сервопривідній випробувальній машині серії УІТ STM з комп'ютерним управлінням згідно ГОСТ 4651 – 78 і ГОСТ 9550 – 81. Питому ударну в'язкість випробовували, одноразовим ударом на вигин згідно з ГОСТ 4647 – 69, вимірювання мікротвердості проводили відповідно ГОСТ 9450 – 76, густини – за ГОСТ 15139 – 69.

При вивченні мікротвердості ОП (визначалась на в'язучому, волокні та границі наповнювача з полімером), було виявлено наступне. Мікротвердість вихідного матеріалу і наповнювача майже не відрізняються.

Отримані результати підтверджують дані визначення густини матеріалу (рис.1, б), де чітко видно структурування матеріалу до наповнення 15% волокна, після чого показники знижуються. Це може свідчити про те, що більша кількість вмісту наповнювача призводить до утворення мікропор та пустот, недостатнього змочування полімером волокна. Але не слід випускати той факт, що показники густини коливаються в межах

1,355 – 1,365 г/см³, що безперечно говорить про їх значущу перевагу, для використання в авіабудуванні.

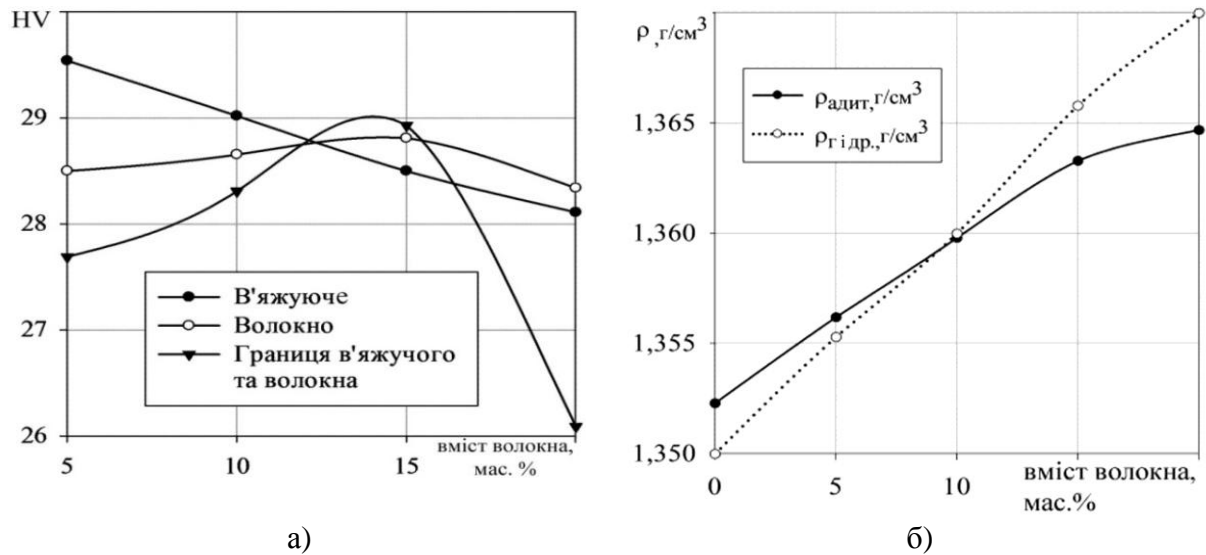


Рис.1 – Залежність значень мікротвердості а) та адитивної і гідростатичної густини б) пластиків від вмісту наповнювача

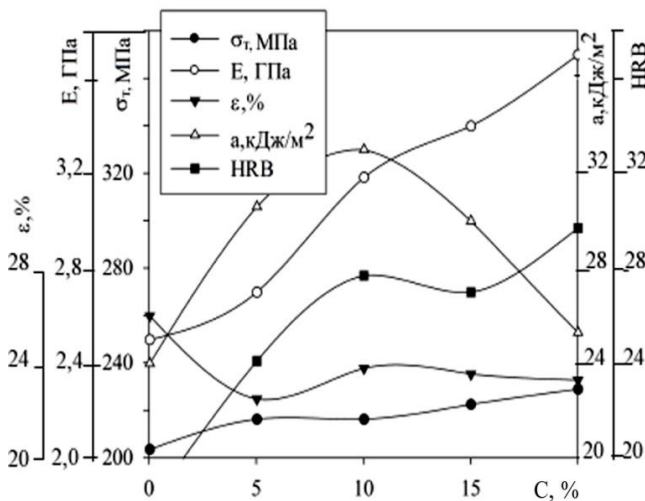


Рис. 2 – Механічні характеристики фенілолу та органопластиків на його основі

Дослідження механічних характеристик армованих пластиків, показало, що армування вихідного матеріалу сприяє покращенню цих показників в цілому, а саме спостерігається симбатна залежність модуля поздовжньої пружності при стисненні та його зростання в 1,5 рази, підвищення межі текучості в 1,1; ударної в'язкості в 1,4; твердості в 1,65 рази порівняно з вихідними показниками.

На основі наведених даних, можна зробити висновок, що розроблені ОП володіють гарним комплексом механічних характеристик, який може з легкістю використовуватись для виробу деталей конструкційного та відповідального призначення.

Список посилань

1. Набережная О.А. Органопластики-перспективные материалы будущего / О.А.Набережная, А.И. Буря // Композитные материалы [Текст]: междунар. науч.-техн. сб. - Д.: [б. в.], 2016. – Т.9, № 2. – С. 3 – 33.
2. Нильсен Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций / Л. Нильсен. – М: Химия, 1978. – 423 с.
3. Буря А.И. Влияние содержания волокна сульфон-Г на трибологические свойства органопластиков на основе фенилона С-1 / А.И. Буря, О.А.Набережная, А.М. Щетинин // Дизайн. Материалы. Технология. – Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, 2014. – С. 104 – 107.

УДК 620.178.169

А. И. Буря, канд. техн.наук, профессор
 А. – М. В. Томина, аспирант
 Ю.А. Турченко, студент
 Н.А. Веремейченко, студент

Днепродзержинский государственный технический университет, ol.burya@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОЛОКНА ОКСАЛОН НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНОПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ФЕНИЛОНА С – 1

Современное машиностроение нуждается в расширении ассортимента износостойких конструкционных материалов (КМ) с высокими эксплуатационными свойствами. В связи с этим большой интерес представляет получение полимерных КМ, обладающих высокими механической прочностью, износо- и химической стойкостью, что позволит их применять в машиностроении вместо дорогостоящих и дефицитных материалов и улучшить эксплуатационные качества многих машин и аппаратов [1,2].

Важную роль с точки зрения повышения надежности подвижных соединений машин и механизмов представляет разработка новых антифрикционных материалов, особенно органопластиков (ОП). ОП отличаются от типичных представителей полимерных КМ полимерной природой обоих компонентов – волокна и матрица. ОП, наполненные волокнами из гибкоцепных полимеров, являются материалами, в которых наиболее выгодно используются свойства данных волокон (высокие прочностные, диэлектрические и теплофизические свойства, химическая стойкость, триботехнические характеристики) [3].

Приготовление композиций фенилона С – 1 содержащего 5 – 20% дискретного (3 мм) волокна оксалон, осуществлялось методом сухого смешивания в аппарате с вращающимся электромагнитным полем (0,12 Тл) с помощью ферромагнитных частиц, впоследствии извлеченных методом магнитной сепарации.

Триботехнические характеристики изучали в условиях трения без смазки на дисковой машине трения при давлении 0,6 МПа, скорости скольжения 1 м/с. Путь трения составлял 1000 м. Образцы из ОП изготавливались цилиндрической формы $\varnothing=10$, $h=12$ мм; в качестве контртела использовали сталь 45 (45-48 HRC, $R_a=0,16 - 0,32$ мкм).

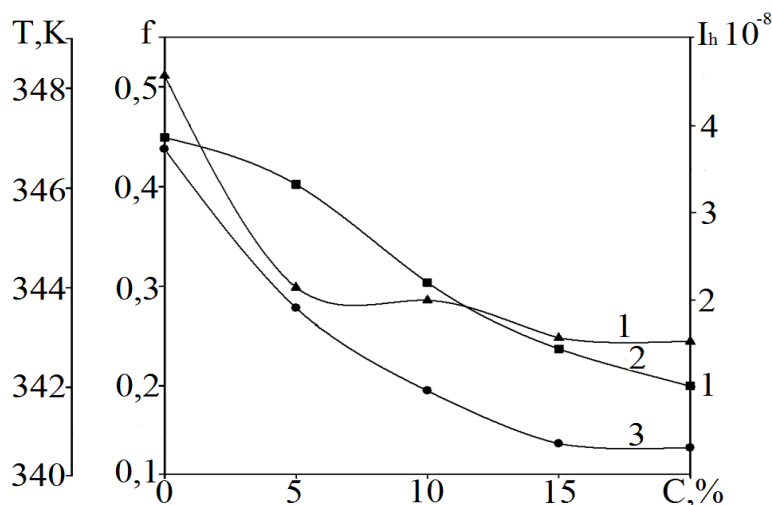


Рис.1 – Влияние содержания волокна оксалон на коэффициент трения (1); температуру в зоне контакта (2); интенсивность линейного износа (3) органопластиков на основе фенилона С – 1

Анализируя результаты исследований представленные на рис.1, можно заключить, что увеличение степени армирования фенилона С – 1 позволяет улучшить антифрикционные свойства органопластика на его основе. Увеличение количества оксалона с 5 до 20 масс.% уменьшает коэффициент трения и интенсивность линейного износа фенилона С – 1 на 49 – 56% и в 3,8 – 12,1 раза соответственно, что можно объяснить низким (0,18) коэффициентом трения волокна по стальному диску. Уменьшение коэффициента трения и повышение износостойкости органопластика можно объяснить упорядочением надмолекулярной структуры (рис.2).

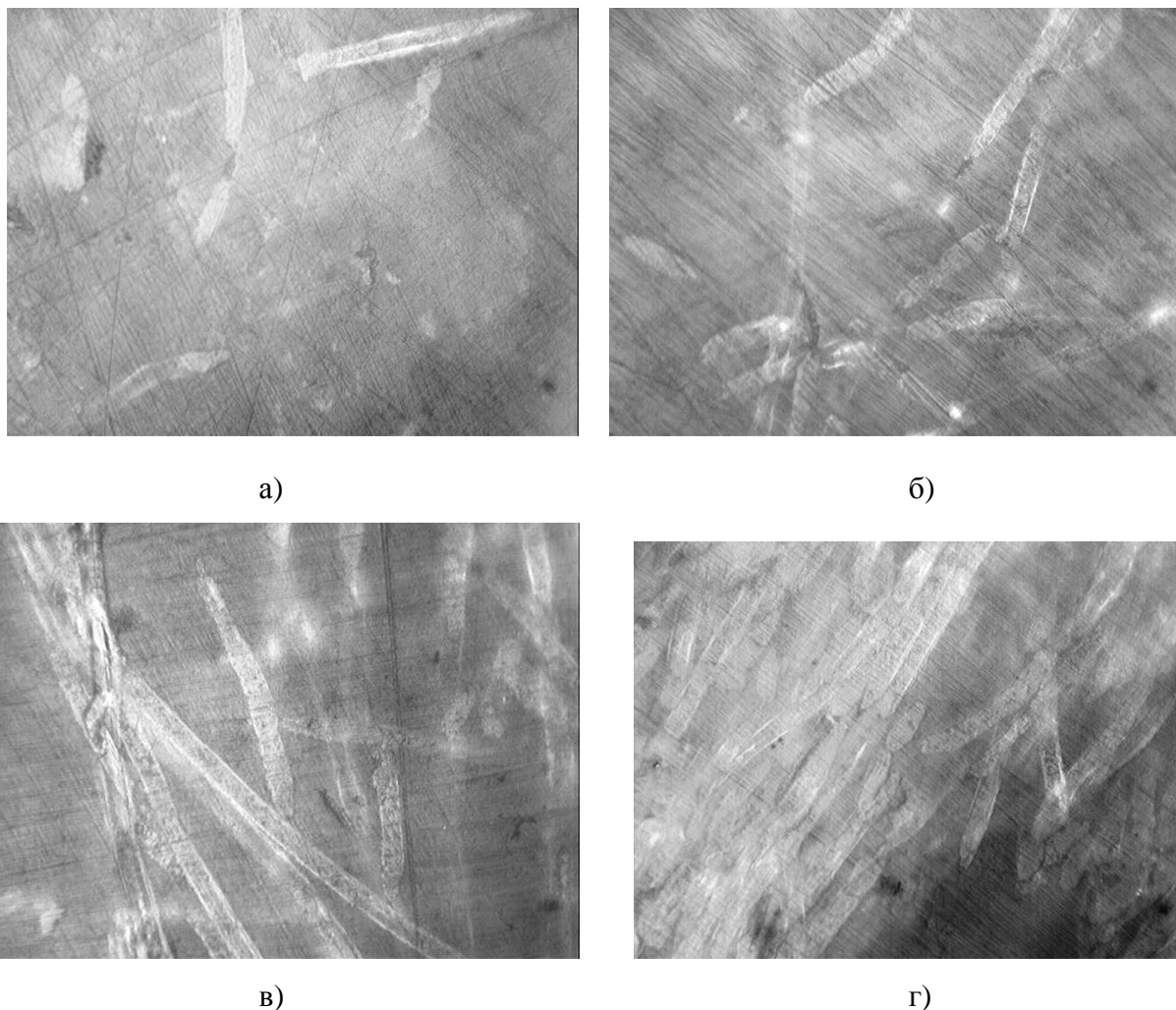


Рис.2 – Микроструктура органопластиков армированных: 5%(а); 10%(б); 15%(в); 20%(г) волокна

Список ссылок

1. Фомичев, И.А. Получение термопластичных полимерных материалов в магнитном поле / А. И. Буря , М. Г. Губенков // Электронная обработка материалов. – 1978. – №4 – С.26.
2. Пивень, А.Н. Теплофизические свойства полимерных материалов. / Н. А. Гречная, И. И. Чернобыльский // Справочник. – Издательское объединение «Вища школа». – 1976. – 180 с.
3. Михайлин, Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. – Издательство «НОТ» (Научные основы и технологии), 2008. – 822 с.

УДК 62.231

В.Б. Струтинський, докт.техн.наук, професор

О.Я. Юрчишин, канд.техн.наук, доцент

А.А. Гуржій, канд.техн.наук

Національний технічний університет України «КПІ», oksanajur@mail.ru

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ІНСТРУМЕНТУ НА ВЕРСТАТАХ З ПАРАЛЕЛЬНИМИ КІНЕМАТИЧНИМИ СТРУКТУРАМИ

Верстати з паралельними кінематичними структурами є новим і перспективним металообробним обладнанням. Перевагами такого обладнання є оптимальні масові показники, енергетична ефективність, задовільні динамічні характеристики. Дослідження особливостей обробки деталей на таких верстатах являє собою важливу науково-технічну проблему.

В останніх дослідженнях і публікаціях багато уваги приділено питанням формоутворення поверхонь деталей на верстатах такого типу. В основному в загальному вигляді розглядаються пряма і зворотна задачі кінематики для випадків обробки типових поверхонь (площини, циліндра, тощо). При цьому не враховується особливості просторового руху шпинделя верстата.

Актуальними питаннями дослідження є методи аналізу кінематичних особливостей роботи верстата з паралельними кінематичними структурами, які враховують специфіку формоутворення оброблюваних поверхонь.

У верстаті з паралельними кінематичними структурами розрізняються типові ділянки траєкторій руху інструменту, зокрема траєкторії петлеподібного виду, близькі до замкнених, що забезпечують рух інструменту, близький до періодичного, та зигзагоподібні траєкторії зі зворотнім рухом інструменту, які теж можуть вважатись періодичними. Параметри руху інструменту описуються у вигляді набору періодичних функціональних залежностей. Для цього вводиться замикаюча фіктивна ділянка траєкторії руху інструменту із відповідними узагальненими координатами. Значення параметрів руху інструменту на замикаючій ділянці вибирається із умови строгої періодичності параметрів траєкторії із врахуванням фізичних обмежень.

Опис періодичних (циклічних) траєкторій здійснено за допомогою рядів Фур'є, аргументом яких є довжина дуги траєкторії, визначена від деякої характерної точки. При цьому, окремими рядами описані декартові координати точки траєкторії. Число складових ряду вибрано із умови регуляризації некоректно поставленої задачі стосовно рядів Фур'є. На особливих ділянках траєкторії проведено згладження функціональних залежностей, що визначають проекції переміщення інструменту із врахуванням особливостей опису рядами Фур'є різко змінних (розривних) залежностей.

Введений математичний опис циклічних траєкторій послужив основою для аналітичного визначення характеристик просторового руху інструмента у верстатах з паралельними кінематичними структурами. Визначені геометричні та кінематичні параметри руху інструмента. Геометричні параметри знайдені у вигляді поточних залежностей ортів натурального триєдра (природного тригранника) траєкторії в функції довжини дуги. При цьому, встановлені напрямки нормалі, бінормалі, кривизни та кручення траєкторії. Ці параметри є основою для визначення оптимального положення, використаного при обробці інструмента. Кінематичні параметри руху інструмента включають визначення швидкостей відносного переміщення інструменту і заготовки та пришвидшення. Вони є основою для вибору необхідних режимів різання та проведення кінетостатичного аналізу динамічної системи верстата з паралельними кінематичними структурами.

Розроблений метод теоретичного аналізу руху інструменту є основою реалізації раціональних методів обробки криволінійних поверхонь на верстатах з паралельними кінематичними структурами.

УДК 621.9.07

Б.О. Ткаченко , канд. техн. наук, доцент

Ю.В. Яровий , канд. техн. наук, доцент

Одеський національний політехнічний університет, yuraodua@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

Однією з складових сумарної похибки обробки деталі на металорізальному верстаті є похибка встановлення заготовки у верстатному пристрої. Похибка встановлення заготовки складається з похибки базування, закріплення та похибки положення заготовки (похибки неточності пристрою). Похибка базування має найбільший питомий вплив на похибку встановлення. Ця похибка знаходиться як різниця між найбільшими та найменшими величинами проекцій зміщення вимірювальної бази на напрямок розміру, що виконується [1, 2].

Визначається похибка базування (випадкова величина) методом аналітичного розрахунку [3]. З цією метою складається розрахункова схема де наводиться два крайніх положення заготовки при встановленні у пристрої – заготовка має найбільший розмір та заготовка має найменший розмір за полем допуску. Похибка базування визначається із геометричних розрахунків, як величина відрізка. Якщо на похибку базування впливають поля допусків на попередніх операціях, то застосування методу геометричного розрахунку викликає труднощі. У цьому випадку застосовують універсальний метод розмірних ланцюгів.

Метод розмірних ланцюгів відображає об'єктивні розмірні зв'язки в конструкції машини при складанні, в технологічних процесах обробки або вимірювання деталі. Розмірні ланцюги дозволяють скласти метричну модель виробу і оптимізувати вимоги до точності геометричних параметрів з метою забезпечення показників якості функціонування в заданих межах при встановлених витратах на виробництво.

Розмірний ланцюг – сукупність взаємозв'язаних розмірів, що утворюють замкнутий контур і безпосередньо беруть участь в рішенні поставленої задачі.

Усі розрахункові схеми з використанням вказаного методу класифікуються на дві групи: встановлення заготовки з зазором; встановлення заготовки без зазору.

До першої групи (встановлення заготовки з зазором) відносяться такі схеми базування деталей: базування по площині на два отвори (базування корпусних деталей); базування по площині та перпендикулярному отвору (базування деталей типу диск).

До другої групи (встановлення заготовки без зазору) відносяться наступні схеми базування деталей: базування по трьом площинам; базування по зовнішній циліндричній поверхні та інші.

Використання методу розмірних ланцюгів дозволяє розрахувати похибку базування для будь-якої схеми встановлення заготовки, врахувавши вплив попередніх операцій.

Список посилань

1. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] / М. А. Ансеров – Л.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
2. Тарабирин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении [Текст] / О. И. Тарабирин, Абызов А. П., Ступко В. Б. – СПб: Издательство «Лань», 2013 – 304 с.
3. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений [Текст] / В. С. Корсаков – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.

УДК62.231

В.Б. Струтинський, докт.техн.наук, професор

О.В. Колот, докт.техн.наук, професор

В.М. Чуприна, канд.техн.наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ВЕРСТАТА-РОБОТА ІЗ САМОФОРМУЮЧИМИ СТРИЖНЕВИМИ СТРУКТУРАМИ

Верстати з паралельними кінематичними структурами мають низьку енерго- та матеріалоемність. Тому їх доцільно використати для високоточної обробки об'єктів у польових умовах. Але верстати даного типу мають недостатню жорсткість несучої системи.

Запропонована принципово нова ідея високоточної обробки об'єктів за допомогою мобільних верстатів-роботів, яка полягає у використанні обладнання, що має низьку жорсткість із додатковими пристроями. Пропонується забезпечити зміну робочого простору верстата шляхом використання самоформуєчих стрижневих просторових механізмів. Це дає можливість в 2...4 рази змінювати робочий простір верстата та реалізувати різноманітне розташування робочого органу верстата-робота відносно нерухомої основи. При цьому можлива обробка об'єктів згори, знизу або збоку. Допустимою є обробка об'єктів, розміщених в ямах або нішах. Це суттєво відрізняє запропоновану обробку об'єктів від традиційної обробки на верстатах в умовах цеху.

Несуча система верстата-робота складається із стрижневих просторових механізмів. Вона автоматично змінює свою конфігурацію (самоформується) і адаптується до оброблюваного об'єкта. Для компенсації похибок, обумовлених деформативністю пружної системи верстата застосовані різноманітні методи прив'язки пристрою обробки до об'єкта та контролю положення виконавчого органу верстата.

Для базування виконавчого органу верстата на об'єкті застосовується спеціальний анкер у вигляді схвата із регульованим положенням. Схват забезпечує жорстке з'єднання платформи верстата із оброблюваним об'єктом. При необхідності та можливості верстат-робот здійснює переміщення небезпечного об'єкта, його поворот або видалення окремих частин об'єкта чи сторонніх предметів, що заважають технологічному процесу обробки. Шпиндельна головка із інструментом здійснює обмежені переміщення відносно платформи верстата, здійснюючи обробку об'єкта. Контроль обробки забезпечується відеосупроводом процесу.

На платформі верстата автоматично можуть бути встановлені необхідні пристрої із магазину пристроїв, розташованому на верстаті. Застосовуються пристрої для ідентифікації об'єктів та пристрої обробки об'єктів. Зокрема, пристрої огляду об'єкта: відеокамери, лазерні сканери, вимірювальні щупи, тактильні пристрої, аналізатори хімічного складу, твердості та інших властивостей об'єкта. Пропонуються пристрої очищення об'єкта, зокрема піскоструменеві та гідроструменеві.

Основним методом обробки планується високоточна механічна обробка (6..9 квалітет точності). Для механічної обробки об'єкта пропонуються шпиндельні головки із одним або декількома шпинделями, призначеними для установки інструментів: дискових пил, фрез, свердел, мітчиків та інших. Можливе використання щіток та голкофрез для очищення поверхонь.

В якості можливих пристроїв механічної обробки пропонуються роботомеханічні пристрої типу автоматизованих ключів, викруток, поворотних лещат. Можливе застосування гідрофікованих пресових пристроїв для видавлювання, гнуття та різання, прошивки отворів, тощо.

Пропонуються до застосування різноманітні пристрої для реалізації інженерно-фізичних методів обробки. Зокрема, різакі газові, різакі плазмові, різакі лазерні. Зварювальні апарати для точкового зварювання, газового та електрозварювання.

Всі пристрої є комплектними і можуть змінюватись автоматично. Вибір виду пристрою здійснюється відповідно технологічного процесу обробки.

УДК 621.9.06

С.В. Струтинський, канд.техн.наук

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

ІННОВАЦІЙНА ЕЛЕМЕНТНА БАЗА СИСТЕМ ПРИВОДІВ ДЛЯ СКЛАДНИХ ПРОСТОРОВИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ'ЄКТІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

Просторові системи приводів застосовуються у пристроях для складних просторових переміщень об'єктів машинобудування. Розробка ефективних систем приводів здійснена на основі застосування принципово нової (інноваційної) елементної бази. На основі проведеного комплексу досліджень розроблена і апробована інноваційна елементна база систем приводів. Вона включає комплектні приводи поступальних та поперечно-кутових переміщень, агреатовані із приводами мікропереміщень та системами вимірювання положення вихідних ланок приводів. Приводи виконані у вигляді гідро- або пневмоциліндрів, сильфонних приводів, пружно деформованих кільцевих або торсіонних пристроїв та пластично-деформованих приводів на основі сплавів з пам'яттю форми.

Основною складовою елементної бази є з'єднання приводів у вигляді шарнірів або пружних елементів. Розроблені інноваційні сферичні аеростатичні та гідростатичні шарніри підвищеної точності із розширеними функціональними можливостями. Розширення функціональних можливостей полягає у регулюванні положення сфери шарніра в межах діаметрального зазору. Регулювання здійснюється за допомогою спеціальної струменевої системи, яка змінює гідравлічний опір щілини на виході опорного елемента шарніра. Розроблені схемні і конструктивні рішення шарнірів базуються на застосуванні нових матеріалів і технологій. Для виготовлення сфер використана кераміка (карбід бора та інші матеріали), а сферичні опори шарнірів виготовлені із металполімерного композиту. Окремі вузли і деталі шарнірів виготовлено з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій машинобудування (лазерної стереолітографії). Запропоновано ряд інноваційних рішень магнітних сферичних шарнірів. Розроблені шарніри із кільцевим магнітом та феромагнітною рідиною. Для виключення контакту магніта і сфери в отворі кільцевого магніта встановлено сферичний опорний елемент із металполімера.

Розроблено ряд конструкцій багатоважільних сферичних шарнірів із магнітною сферою. В даних шарнірах із поверхнею сфери контактують хвостовики, які мають спеціальні сферичні поверхні із виступами, що забезпечують надійний магнітний контакт хвостовика із сферою. Сфера і хвостовики знаходяться в еластичному корпусі, порожнина якого заповнена феромагнітною рідиною. Дані шарніри забезпечують високу несучу здатність при мінімальних силах тертя.

Важливою складовою розробленої елементної бази є інерційні пристрої із феромагнітною рідиною, які виконують функції активних і пасивних демпферів просторових коливань систем приводів. Пасивні демпфери мають магнітну сферу встановлену в сферичній порожнині корпусу виконаного із немагнітного матеріалу. По периметру корпусу встановлені постійні магніти, які забезпечують встановлення сфери в кількох рівноважних положеннях. При коливаннях корпусу положення сфери змінюється, що забезпечує ефективне демпфування коливань системи приводів.

Активні демпфери мають електромагніти розташовані на периферії корпусу. Періодичне включення електромагнітів по певному закону забезпечує переміщення сфери в протифазі коливань корпусу і відповідно ефективне демпфування коливань системи приводів.

УДК 621.914.02

В.Б. Струтинський, докт.техн. наук, професор

О.Я. Юрчишин, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ГІДРОМЕХАНІКИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСІВ ШВИДКІСНОГО РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

Процеси швидкісного різання з швидкостями 30...120 м/с супроводжуються інтенсивними фазовими змінами матеріалу в зоні різання. В ряді практично важливих випадків швидкісної механічної обробки в зоні різання утворюється шар розплавленого металу який при застиганні формує оброблену поверхню.

Точне визначення закономірностей формування шару розплавленого металу при обробці заготовок із якісної конструкції сталі потребує складних фізичних експериментів і не є доцільним. В процесі досліджень для визначення закономірностей робочих процесів швидкісного різання застосовані класичні методи гідромеханіки. При цьому одержані результати, які не протирічають фізичній суті процесу, і дають можливість розрахувати окремі геометричні параметри обробленої поверхні.

Експериментальні дослідження проведені при швидкісній обробці заготовок інструментом у вигляді диска з різальною кромкою з клиновидною формою поперечного перетину та циліндричною зовнішньою поверхнею диска. Заготовка зміщується відносно інструменту в напрямку, перпендикулярному вісі обертання диска. На поверхні заготовки утворюється стружка у вигляді деформованого тонкого листа металу, а на обробленій поверхні формується хвилястий шар застиглому металу. В процесі обробки на периферії диска спостерігається шар розплавленого металу який виноситься із зони різання і виділяється у вигляді крапель, які зриваються з поверхні диска по дотичній до неї.

Побудована спрощена розрахункова схема формування шару металу між рухомою циліндричною поверхнею диска та поверхнею стружки. Визначені характерні області течії металу. Виділено три характерні області, послідовно розташовані в напрямку окружної швидкості переміщення інструмента: область зворотньої течії, застійна (критична) область та область спутної течії. Область зворотньої течії виникає при врізанні поточної ділянки диска в заготовку. В даній області швидкість частинок рідкого металу протилежна окружній швидкості диска. Критична область течії металу характеризується незначною швидкістю течії в тангенціальному відносно диска напрямку. Область спутної течії металу займає більшу частину поперечного розміру заготовок. В даній області має місце основне тепловиділення та підвищення температури металу. Для шару рідкого металу, який знаходиться між поверхнею інструмента і поверхнею заготовки, застосовані методи розрахунку поля течії із врахуванням тепловиділення. В результаті, визначені профілі швидкостей в шарі рідкого металу. Складено баланс витрати рідкого металу із визначенням кількості металу, який попадає на оброблену поверхню. Показано, що внаслідок биття циліндричної поверхні інструменту відносно заготовки в шарі розплавленого металу має місце періодичне підвищення тиску, що супроводжується відповідними змінами кількості металу, який протікає між різальною кромкою інструменту і обробленою поверхнею. Періодичні зміни витрат металу забезпечують формування хвилястої обробленої поверхні. Досліджено процес формування хвилястої

поверхні та її геометричні характеристики. Для дослідження хвилястої поверхні застосовані методи спектрального аналізу. Встановлено залежність періода хвиль із частотою обертання шпинделя верстата.

УДК 621.793

О.І. Кулікова, аспірант

Житомирський державний технологічний університет, olena_igorivna@mail.ru

С.А. Клименко, докт. техн. наук, професор

М.Ю. Копейкіна, канд. техн. наук, с.н.с.

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ

АНАЛІЗ ВИСОТИ НЕРІВНОСТЕЙ ПОВЕРХНІ ПРИ ОБРОБЦІ ЛЕЗОВИМ ІНСТРУМЕНТОМ

В загальному вигляді висота нерівностей, які формуються на обробленій поверхні при лезовій обробці, може бути описана залежністю

$$Rz = Rz_p + \Delta H,$$

де Rz_p – кінематико-геометрична складова висоти нерівностей (детермінована складова);

ΔH – відхилення фактичної висоти нерівностей від розрахункової (випадкова складова), яке відображає зміну висоти нерівностей в результаті пружного відновлення поверхні зрізу ΔH_n , пластичної деформації оброблюваного матеріалу (стружки) перед передньою поверхнею інструменту $\Delta H_{пл}$, зрізу вершин нерівностей стружкою ΔH_c , тертя на задній поверхні інструменту $\Delta H_{т.з}$, зносу різальної кромки інструменту ΔH_i , вібрацій в технологічній системі ΔH_v , наявності дефектів, наприклад, поруватості в оброблюваному матеріалі ΔH_d та ін.

Аналіз наведених складових показує, що, в першу чергу, необхідно цілеспрямовано враховувати наступні складові: вплив пластичних явищ перед передньою поверхнею інструменту; пружне відновлення поверхні зрізу; рівень вібрацій в зоні різання.

Для розрахунку складової $\Delta H_{пл}$ в [1] запропонована залежність:

$$\Delta H_{пл} = 7,9 \left(F_p + SRz_p \zeta \frac{\cos(\varphi_p + \varphi_{1p} - \nu)}{2 \sin \varphi_p} \right) \frac{e^{0,003 \frac{R_m}{\delta}}}{\left(0,1 \frac{R_m}{\delta} \right)^{0,45}},$$

де F_p – площа поперечного перерізу нерівності, висота якої визначається як Rz_p ;

S – подача;

ζ – усадка стружки;

φ_p, φ_{1p} – головний і допоміжний кути різця в плані в точці, яка відповідає вершині нерівності, і висота якої визначається як Rz_p ;

ν – кут сходу стружки;

R_m, δ – границя міцності та відносне подовження оброблюваного матеріалу.

Наведена залежність пов'язує збільшення висоти нерівності з механічними властивостями оброблюваного матеріалу, режимами різання і геометричними параметрами інструменту.

Складова ΔH_n має істотний вплив на висоту нерівностей при обробці з тонкими стружками, коли протікання процесу різання багато в чому залежить від радіусу заокруглення різальної кромки різця ρ . В роботах А.І. Ісаєва, П.Е. Дьяченка,

А.Д. Макарова показано, що для широкої гама оброблюваних матеріалів величина $\Delta H_{\text{п}}$ не перевищує 3–8 % від суми $\Delta H_{\text{пл}} + \Delta H_{\text{т.з}}$.

Складова $\Delta H_{\text{в}}$ обумовлена амплітудою коливань, яка пов'язана з частотою сили, що викликана різницею припуску при проходженні вершиною різця по виступах або впадинах вихідних нерівностей (при повторному проході) або різницею припуску при видаленні нерівного поверхневого шару покриття і нерівномірною твердістю оброблюваного матеріалу. В роботі [2] запропоновано наступний вираз для розрахунку

$$\Delta H_{\text{в}} = \frac{\Delta P \omega}{\sqrt{\left(1 - \frac{\lambda^2}{f_p^2}\right)^2 + T_n^2 \lambda^2}}$$

де ω – приведена жорсткість технологічної системи;

ΔP – різниця між максимальною і мінімальною радіальними силами різання;

λ – частота сили, яка оборує систему;

T_n – стала часу демпфування;

f_p – частота власних коливань.

Аналіз наведених залежностей і експериментальних даних дозволяє проаналізувати вплив умов обробки на висоту нерівностей, які формуються при обробці лезовим інструментом.

В якості прикладу, розглянемо випадок обробки інструментом із захисним покриттям. В табл. наведені зміни складових висоти нерівності.

Таблиця 1 – Характер та причини зміни складових висоти нерівності

Складова висоти нерівності	Зміна	Причина зміни
R_{z_p}	зниження	підвищення радіусу при вершині інструменту
$\Delta H_{\text{пл}}$	зниження	зменшення величини усадки стружки
$\Delta H_{\text{в}}$	зниження	зменшення різниці між максимальної та мінімальної радіальними силами різання
$\Delta H_{\text{п}}$	збільшення	підвищення радіусу заокруглення різальної крайки інструменту

Враховуючи товщину вакуумних покриттів ~ 5 мкм і величину допуску на радіус при вершині різця, його можна вважати незмінним.

Із врахуванням даних [3] при точінні загартованої сталі інструментом із ПНТМ на основі КНБ з покриттям величина усадки стружки та розсіювання значень радіальної сили різання в порівнянні з точінням інструментом без покриття знижується до 25 і 30 % відповідно. При цьому значення $\Delta H_{\text{пл}}$ і $\Delta H_{\text{в}}$ знижуються до 10–20 і 20 % відповідно. Розсіювання значень складових $\Delta H_{\text{пл}}$ пов'язаний зі зменшенням впливу пластичних ефектів перед передньою поверхнею інструменту на шорсткість обробленої поверхні при зростанні міцності та зниженням пластичності оброблюваного матеріалу.

Як наведено в [1], величина пружного відновлення матеріалу виробу із загартованої сталі ШХ15 з боку задньої поверхні інструменту відповідає 0,14р. Різниця в розмірах радіусу заокруглення різальної кромки інструменту із покриттям і без покриття обумовлює зростання складової $\Delta H_{\text{п}}$ до 20–25 %.

Узагальнення наведених результатів дозволяє зробити висновок, що обробці інструментом із захисним покриттям притаманне формування на оброблюваній поверхні менших по висоті нерівностей.

Список посилань

1. Сверхтвердые материалы: получение и применение: В 6 т./ под общ. ред. Н.В. Новикова. – К.: ИСМ НАН Украины, ИПЦ «АЛКОН» НАН Украины, 2006. – т. 5. Обработка материалов

лезвийним інструментом / под ред. С.А. Клименко. – К.: ИСМ НАН Украины, ИПЦ «АЛКОН» НАН Украины, 2006. – 316 с.

2. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. / А.Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

3. Клименко С.А. Контактвання стружки із передню поверхню інструменту, оснащеного ПНТМ на основе cBN із покриттям / С.А. Клименко, С.А. Клименко // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. праць. – Одеса: Наука і техніка, 2015. – Вип. 3. – с. 58 – 65.

УДК 621.9.04

В.Б. Струтинський, докт. техн. наук, професор

А.С. Дем'яненко, канд.техн.наук

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

ПОБУДОВА ТВЕРДОТІЛЬНОЇ МОДЕЛІ ОБРОБЛЮВАНОЇ ДЕТАЛІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ БАЗ

На сьогоднішній день, в умовах активного розвитку САД програм для твердотілого моделювання, актуальною стає задача оцифрування деталей з метою подальшого формування їх твердотіЛЬНОЇ моделі та робочої технічної документації і передачі на механообробку. Вирішити задачу формування цифрової моделі трьохвимірного об'єкту та попереднє визначення його геометричних параметрів можна з використанням технологій 3-D сканування.

В мехатронних системах для 3D сканування використовуються два принципово різних підходи: контактне та безконтактне сканування. Контактне сканування передбачає безпосередній контакт чутливого елемента вимірювача з поверхню, що сканується. Основними недоліками даного методу є вірогідність пошкодження крихких матеріалів при проведенні вимірів та відносно невелика швидкість сканування. Використання безконтактних сканерів дає можливість уникнути небезпеки пошкодження об'єкта та передбачає більшу швидкість сканування, що є особливо важливим в умовах невизначеності баз, та властивостей деталі, що сканується.

Для дослідження процесу сканування запропонована конструкція мехатронної системи, яка передбачає встановлення об'єкту, що аналізується на рухомий стіл, що повертається навколо вертикальної вісі симетрії на 360 градусів. В якості привода стола використано кроковий двигун Nema 14 з контролером A4988. Мехатронна система використовує принцип активного сканування, в якому передбачено встановлення та безпосередній контроль додаткового (активного) джерела освітлення. Активним джерелом світла є лазер, який вмикається/вимикається через задані в системі управління проміжки часу. Камера, в свою чергу, фотографує отриманий профіль об'єкту, через задані в програмному забезпеченні проміжки часу. Фотографії профілів деталі зводяться в єдину цифрову 3D поверхню.

Сигнали управління для синхронної роботи лазера, відеокамери та двигуна подаються від контролера Arduino Uno, який під'єднаний до персонального комп'ютера та в режимі реального часу передає отримані фотографії в програму з open-source кодом FabScan. Сформована цифрова поверхня моделі зберігається в окремий файл в форматах .pcd, .ply або .stl. В подальшому ці файли використовуються для формування повноцінної твердотіЛЬНОЇ моделі деталі в пакетах САД програм. Використання запропонованого підходу, обладнання та програмного забезпечення дає змогу формувати цифрову поверхню об'єкту з похибкою від 0,1 до 1 мм на 100 мм по трьом координатам.

УДК 621.642.39

Ю.М. Хомяк, канд. техн. наук, доцент

І.А. Ярова, канд. техн. наук, доцент

Ю.В. Яровий, канд. техн. наук, доцент

Одеський національний політехнічний університет, jom38@mail.ru, inaodua@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИГИНУ ДНИЩ ЗМІННОЇ ТОВЩИНИ

Актуальною задачею сучасного машинобудування є поліпшення конструкцій і розробка точних методів розрахунку посудин і апаратів. Плaskі днища і кришки посудин і резервуарів, поршні, діафрагми і пружні елементи приладів розглядають як круглі кільцеві пластини. Перспективним напрямком поліпшення пластинчастих елементів конструкцій є оптимізація їх форми, яка полягає в мінімізації використаного матеріалу за рахунок його перерозподілу з метою зменшення рівня напружень. Таким чином, об'єктом дослідження є днища вертикальних посудин, що мають змінну товщину. Днища змінної товщини виготовляють методом штампування або лиття. Матеріал днищ – вуглецева або низьколегована сталь.

Днище розглянуто як пластина змінної товщини, що жорстко закріплена і навантажена рівномірно розподіленим поперечним навантаженням $q(r)$. Товщину пластини $\delta(r)$ та навантаження $q(r)$ вважаємо незмінними у коловому напрямку. Зміну товщини пластини у радіальному напрямку описуємо функцією Гауса

$$\delta(r) = \delta_0 \exp\left(-\frac{\beta r^2}{6a^2}\right), \quad (1)$$

де β – характеристика нерівномірності товщини;

δ_0 – товщина пластини в її центрі.

Визначення напружень і деформацій пластини має певні складнощі, оскільки коефіцієнти рівнянь, що описують напружено-деформований стан, змінюються в залежності від її товщини. Метод лінійного апроксимування [1] не дозволяє одержати точний розв'язок задачі для навантаженої пластини змінної товщини. Складність задачі розрахунку пластини змінної товщини призвела до необхідності застосовувати до її аналітичного розв'язку апарат спеціальних (трансцендентних) функцій – функцій Лежандра, поліноми Гегенбауера і Лагера [2]. Точний розв'язок задачі вигину пластини, товщина якої змінюється за експоненціальним законом, отримано із застосуванням функцій Уіттекера.

Диференціальне рівняння вісесиметричного вигину круглої пластини змінної товщини зводимо до безрозмірного рівняння другого порядку відносно кута повороту нормалі до серединної поверхні $\varphi(x)$:

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \left(\frac{1}{x} - \beta x\right) \frac{d\varphi}{dx} - \left(\frac{1}{x^2} + \mu\beta\right) \varphi = -px \exp\left(\frac{\beta x^2}{2}\right), \quad (2)$$

де загальна безрозмірна характеристика матеріалу, розмірів та навантаження пластини:

$$p = 6(1 - \mu^2) \frac{q_0 a^3}{E \delta_0^3}; \quad (3)$$

де q_0 – інтенсивність рівномірно розподіленого навантаження;

a – радіус зовнішнього контуру пластини;

μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу пластини.

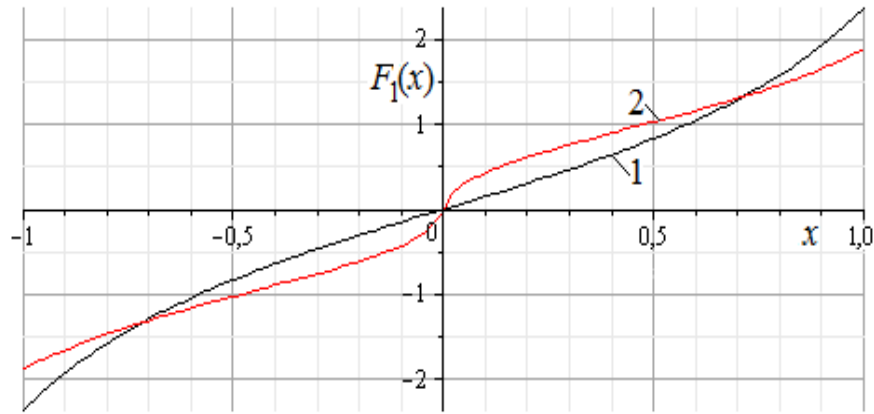


Рис. 1 – Власна функція $F_1(x)$ диференційного рівняння згинання круглої пластини змінної товщини при параметрі $\beta = 3$ та коефіцієнтах Пуассона: 1 – $\mu = 0$; 2 – $\mu = 0,5$.

Часткове рішення рівняння (2) для заданої правої частини:

$$\varphi_0 = -\frac{px}{(3-\mu)\beta} \exp\left(\frac{\beta x^2}{2}\right) \quad (4)$$

Загальне рішення рівняння (2):

$$\varphi_*(x) = \frac{\exp(0,25\beta x^2)}{x} \left[C_1 M_{k,\gamma}\left(\frac{1}{2}\beta x^2\right) + C_2 W_{k,\gamma}\left(\frac{1}{2}\beta x^2\right) \right] \quad (5)$$

де C_1 та C_2 – довільні постійні;

$M_{k,\gamma}(z)$ та $W_{k,\gamma}(z)$ – функції Уїттекера;

$k = (1-\mu)/2$, $\gamma = 1/2$ – параметри функцій Уїттекера.

Повне рішення неоднорідного рівняння (2) є сумою рішень (4) і (5):

$$\varphi(x) = \varphi_*(x) + \varphi_0(x). \quad (6)$$

В повному рішенні довільні постійні C_1 та C_2 мають визначатися з граничних умов для функції $\varphi(x)$.

Рівняння (2) має фундаментальну систему рішень, що представлені добутками елементарних функцій та функцій Уїттекера:

$$F_1(x) = x^{-1} \exp(0,25\beta x^2) \cdot M_{k,\gamma}(0,5\beta x^2), \quad (7)$$

$$F_2(x) = x^{-1} \exp(0,25\beta x^2) \cdot W_{k,\gamma}(0,5\beta x^2).$$

Оскільки днище – кругла пластина без центрального отвору, внаслідок осьової симетрії кут повороту в її центрі має дорівнювати нулю: $\varphi(0) = 0$. Цю умову виконаємо, прийнявши $C_2 = 0$ і враховуючи, що $F_1(x)|_{x=0} = 0$ при будь яких значеннях коефіцієнта Пуассона матеріалу пластини (див. рис. 1). Для наочності графік побудовано для діапазону аргументу $-1 < x < 1$. Зазначимо, що коефіцієнт Пуассона ізотропних матеріалів $0 < \mu < 0,5$, отже для довільної величини μ значення функції $F_1(x)$ будуть розташовані у проміжку, обмеженому лініями 1 та 2.

Список посилань

1. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник / И. А. Биргер, Б. Ф.Шорр, Г. Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.

2. Коренева Е.Б. Аналитические методы расчета пластин переменной толщины и их практические приложения. / Е. Б. Коренева/ – М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2009. – 239 с.

УДК 62-231:621.9.04

О.В. Шелепко, здобувач

А.М. Кириченко, докт.техн.наук, професор

Кіровоградський національний технічний університет, amkyrychenko@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ БАГАТОКООРДИНАТНОГО ВЕРСТАТА ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ «ПЕНТАПОД»

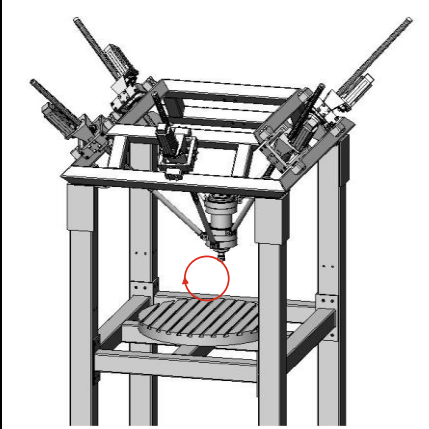
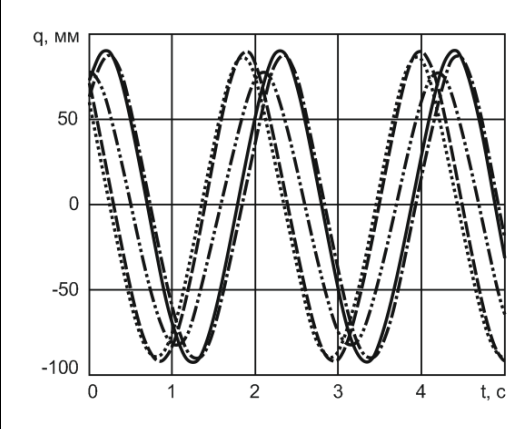
Для підвищення конкурентної спроможності та якості випускаємої продукції необхідно застосовувати у виробництві передове технологічне обладнання. До такого обладнання можна віднести верстати паралельної структури, які за своїми характеристиками відповідають сучасним потребам виробництва, маючи змогу швидко підстроюватися під зміни потреб ринку в випускаємій продукції.

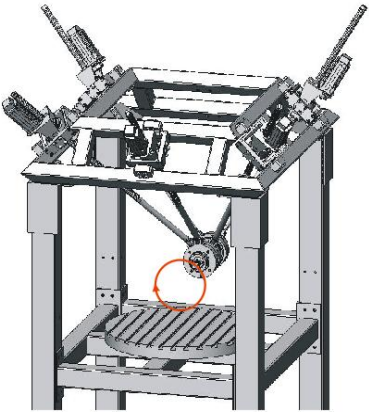
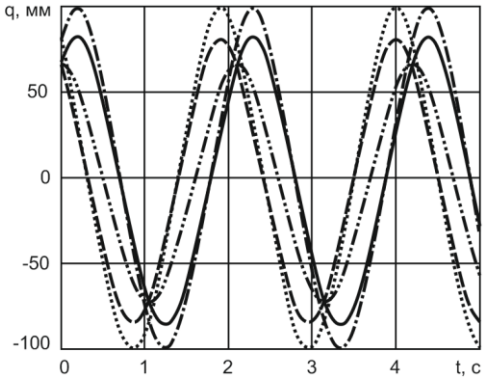
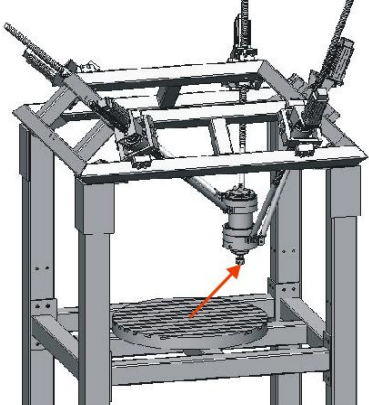
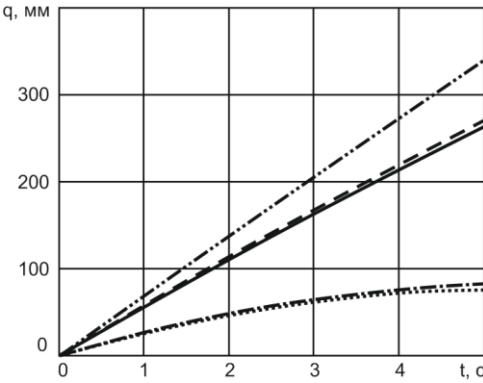
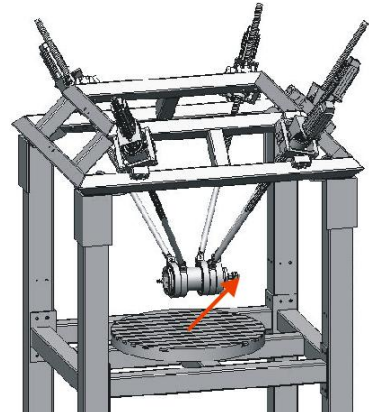
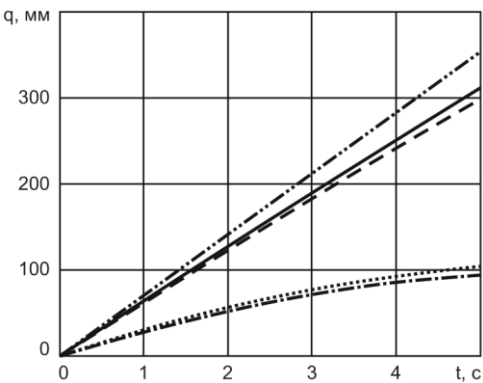
Багатокоординатний верстат паралельної структури «пентапод» здатний забезпечити більші кути повороту робочого органа, що можуть досягати 90° [1, 2].

Щоб виготовити якісне обладнання, яке відповідало б потребам конкретного споживача, необхідно на етапі проектування визначитись з геометричними параметрами вузлів верстата. Для цього потрібно дослідити залежності переміщення приводів при переміщенні робочого органа на типових траекторіях руху інструмента.

Для вирішення поставленої задачі спроектовано 3D модель багатокоординатного верстата паралельної структури з механізмом «пентапод» та на основі кінематичних залежностей [3] побудовані графіки переміщення приводів верстата при переміщенні по заданим траекторіям, приклади яких наведені у таблиці 1. Зокрема, діаметр кругової траекторії становить 200 мм, лінійне переміщення 250 мм по осям Y та Z. З отриманих залежностей можна зробити висновок, що характер зміни переміщення приводів при переміщенні по колу і лінійному переміщенні при різному розміщенні робочого органа в просторі має певні відмінності.

Таблиця 1 – Результати дослідження переміщення приводів верстата

Площина траекторії руху	Рух робочого органа по заданій траекторії	Переміщення приводів
1	2	3
<p>..... - перший привід, - · - · - · - другий привід, - - - - - третій привід, - - - - - четв'ятий привід, - · - · - · - п'ятий привід.</p>		
ХОУ		

1	2	3
		
YOZ		
		

Встановлені діапазони переміщень приводів при лінійному та круговому русі, визначені необхідні зусилля та потужності двигунів при виконанні типових траєкторій.

Список посилань

1. Кириченко А. М. Вибір компоновки багатокоординатного верстата паралельної структури з ланками змінної довжини / А. М. Кириченко, О. В. Шелепко // Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград : КНТУ, 2015. – № 28. – С. 3–8.
2. Кириченко А.М. Просторова жорсткість верстата з механізмом паралельної структури «пентапод» / А.М. Кириченко, О.В. Шелепко, М.І. Черновол // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Вип. 42, ч. II. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 187 – 190.
3. Кириченко А. М. Кінематика п'ятикоординатного верстата з паралельною структурою / А. М. Кириченко, О. В. Шелепко, С. П. Сапон // Вісник ЧДТУ. Серія ТН. – Чернігів, 2013. – № 67 (3). – С. 100 – 104.

УДК 62-231:621.9.04

Метак Мохамед Аль Ібрахімі, аспірант
А. М. Кириченко, докт. техн. наук, професор
Кіровоградський національний технічний університет, amkyrychenko@gmail.com

ВДОСКОНАЛЕННЯ БАГАТОКООРДИНАТНИХ ВЕРСТАТІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ВВЕДЕННЯМ НАДЛИШКОВИХ ПРИВОДІВ

Застосування механізмів паралельної структури дозволяє підвищити характеристики швидкодії, спростити та уніфікувати конструкцію багатокоординатного технологічного обладнання. Проте поширення механізмів паралельної структури обмежується їх особливостями, зокрема, недостатньою спроможністю орієнтації робочого органа та наявністю особливих положень.

Позбавлення згаданих недоліків слід шукати у використанні механізмів паралельної структури з надлишковими приводами [1]. Зокрема, у [2] математично доведено можливість зменшення кількості особливих положень шляхом введення приводного шарніру, а у [3] показано, що застосування надлишкової приводної ланки у плоских механізмах паралельної структури дозволяє забезпечити відсутність особливих положень у робочому просторі.

Для використання принципу надлишковості приводів у багатокоординатному обладнанні розроблено схему верстата паралельної структури з 5 керованими координатами і 6 приводами штанг змінної довжини (рис. 1), який має робочий орган з спільною віссю шарнірних опор [4].

Попередні результати моделювання показують, що приведена схема потенційно дозволяє розширити орієнтаційний робочий простір верстата у порівнянні зі схемою «пентапод». Встановлені зворотні кінематичні залежності, визначено матриці похідних зворотної кінематичної функції.

Напрями подальших досліджень включають аналіз прямих кінематичних залежностей верстата, визначення характеристик робочого простору, оцінку показників маніпулятивності і спритності робочого органа, обґрунтування раціонального розміщення шарнірних опор для реалізації максимального діапазону кутів орієнтації робочого органа при збереженні керованості просторової структури верстата.

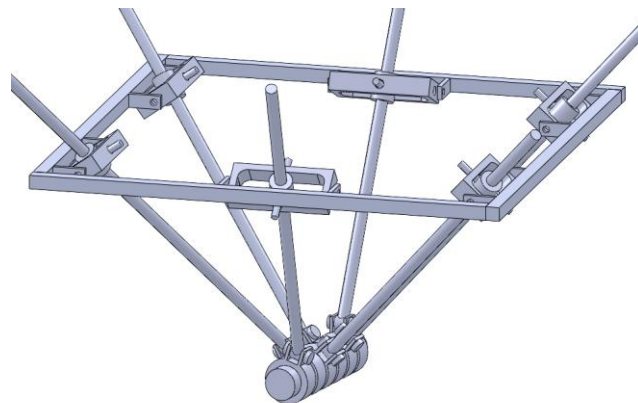


Рис. 1 – Схема багатокоординатного верстата з надлишковим приводом

Список посилань

1. Merlet J.-P. Parallel Robots. – Springer-Verlag New York Inc., 2006. – 394 p.
2. O'Brien J. Redundant Actuation for Improving Kinematic Manipulability / J. O'Brien, J. Wen // Proc. 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation. – 1999. – Vol. 4. – P. 1520 – 1526.
3. Müller A. Redundant actuation of parallel manipulators / A. Müller // Parallel Manipulators, Towards New Applications. – INTECH Open Access Publisher, 2008. – P. 87 – 108.
4. Кириченко А. М. Експериментальне дослідження жорсткості шарнірів робочого органа багатокоординатного верстата паралельної структури «пентапод» / А. М. Кириченко, О. В. Шелепко // Вісник ХНТУ. Інженерні науки. – Херсон, 2015. – № 4 (55). – С. 31 – 35.

УДК 621.021

Р. Д. Іскович-Лотоцький, докт. техн. наук, професор

В. П. Міськов, канд. техн. наук

Вінницький національний технічний університет, vadimmiskov@mail.ru

ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ІНЕРЦІЙНИМ ВІБРОПРЕС-МОЛОТОМ

Програмне забезпечення системи керування дозволяє автоматизувати уже відоме обладнання, наприклад інерційний вібропрес-молот (ІВПМ). Це дає можливість підвищити ефективність формоутворення заготовок з порошкових матеріалів та проведення дистанційного контролю за технологічними параметрами (зміна тиску у гідросистемі та частоти коливань вібростола). Такі способи модернізації відомі уже давно, однак перші промислові комп'ютери були досить громіздкими і їх було важко програмувати, що ускладнювало їх інтеграцію в технологічний процес. Саме тому, сьогодні велика увага приділяється не розробці нового технологічного обладнання, а модернізації, шляхом комп'ютеризації та автоматизації.

Для збудження вібрацій у ІВПМ, і зміни їх параметрів (частоти і амплітуди), використовується генератор імпульсів тиску (ГІТ), також відомий як «клапан-пульсатор» та «вібробудувач гідроімпульсного приводу». Основним його недоліком є складність переналагодження, яке відбувається шляхом регулювання пружних елементів. Для його автоматизації ми запропонували замінити генератор імпульсів тиску електрогідравлічним розподільвачем (ЕГР), який керується зі спеціально розробленого блоку керування (БК) [1, 2]. В свою чергу ЕГР і БК входять до спеціально розробленої електрогідравлічної системи керування, яка також містить давачі тиску та переміщення і аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Давачі тиску і переміщення використовуються для зворотного зв'язку і для слідування за технологічними параметрами ІВПМ. Така електрогідравлічна система керування дозволяє керувати ІВПМ «за тиском» та «за частотою» і отримувати вібраційний та імпульсний тип навантаження, що було підтверджено експериментально [3]. Зручний і простий інтерфейс БК дозволяє легко змінювати режим роботи електрогідравлічного розподільника без додаткового програмування чи переналагодження обладнання.

Уся використана електрогідравлічна апаратура підбиралась відповідно робочим параметрам ІВПМ при вібраційному та імпульсному режимі навантажень [3], а при її заміні може бути використана на обладнанні з іншими технологічними можливостями, а також для багатомоментного вібраційного навантаження.

Список посилань

1. Іскович-Лотоцький Р. Д. Експериментальний вібропрес-молот з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. П. Міськов // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2015. – № 2(78). – С. 80–86. ISSN 2306-8744

2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вимірювальний комплекс вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, В. П. Міськов, А. В. Слабкий // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія “Технічні науки” : науковий збірник. – Чернігів, 2014. – № 1(71). – 247 с.

3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Результати експериментального дослідження вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, В. П. Міськов, А. В. Слабкий // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Технічні науки. – Вінниця, 2015. Випуск 1(89) Том 1. – С. 17–21. ISSN 2306-756X

УДК 621.923

А.В. Кологойда, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, kolohoida@gmail.com

ШЛІФУВАННЯ ГОЛЧАСТОЇ ГАРНІТУРИ ВАЛИКІВ ТЕКСТИЛЬНИХ МАШИН ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОСЯМИ ІНСТРУМЕНТА ТА ДЕТАЛІ

На світовому ринку широко застосовуються різноманітні продукти текстильної промисловості, серед яких значну частину займають вироби з вовни. Вимоги до виготовлення конкурентоспроможної продукції потребують удосконалення процесу на кожному етапі виробництва з метою підвищення продуктивності та якості готового виробу. Наразі одним з провідних підприємств України у даній галузі є Чернігівське товариство КСК «Чексил», яке випускає близько 5 млн. м.п. тканини на рік, при цьому більш ніж 50% продукції експортується у країни Європи.

Одним з головних етапів виготовлення вовни є обробка на чесальних агрегатах, робочим елементом яких є голчаста гарнітура, що намотується на валики та барабани текстильних машин. Рівномірність висоти голчастої поверхні, а також геометричні характеристики голки є визначними факторами, які впливають на якість вовни [1, 2, 3]. Після первинного намотування, а також певного часу роботи, у результаті фрикційного зносу, виникає необхідність заточування голчастої гарнітури. За існуючими методами барабани шліфують не знімаючи з агрегату, враховуючі їх габарити, а валики встановлюють на круглошліфувальних верстатах. При невірно підібраних режимах різання, у результаті виникнення значних температур в зоні обробки, на кінчиках голок утворюються задирки, які практично не знімаються при подальшій обробці а при роботі чесального агрегату збільшують відсоток бракованої продукції. Відомі дослідження [4, 5] процесу заточування голчастої гарнітури не враховують пружні деформації голок та температуру у зоні різання, а запропоновані схеми шліфування не охоплюють всі наявні стадії заточування. Одним з ефективних методів дослідження особливостей процесів різання є їх моделювання у сучасних САЕ системах (Computer-aided engineering) [6, 7], аналіз найбільш поширених САЕ систем (Ansys, LS-Dyna, Abaqus та ін.) показав, що вони мають універсальний набір можливостей і не реалізують у повній мірі інструменти моделювання процесу шліфування нежорстких тіл з врахуванням температурного режиму.

Тому дослідження спрямовані на підвищення якості та продуктивності заточування голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин, шляхом розробки нових способів шліфування з урахуванням температурного режиму та випадкового характеру розміщення різальних кромки шліфувального інструменту є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої значно зменшить час обслуговування чесальних агрегатів, покращить якість готової продукції та зменшить відсоток браку.

Головною особливістю процесу заточування голчастої гарнітури є мала жорсткість оброблюваної деталі, внаслідок чого у процесі обробки голка значно деформується, що змінює напрям результуючої сили різання та кінцеву форму робочого торця голки. Дослідження показали, що при незначних швидкостях різання, за рахунок деформації голки у напрямку знімання припуску, робоча поверхня голки набуває форму еліпсу, а при збільшенні швидкості наближається до прямолінійної. Проте при високих швидкостях різання збільшується температура у зоні обробки, що спричиняє появу задирки та зміну структури матеріалу голки. З метою дослідження основних закономірностей процесу формоутворення робочої поверхні текстильної гарнітури та визначення оптимальних режимів її заточування і характеристик інструменту запропонована математична модель процесу шліфування. На базі якої уточнена кінематика процесу з врахуванням пластичної деформації голки в процесі обробки, визначені динамічні характеристики та вплив швидкостей різання на форму торцевої поверхні голки.

Запропонована методика визначення одиничних сил різання, які виникають при взаємодії однієї голки з одним абразивним зерном, а також загальної сили різання з врахуванням випадкового характеру розташування різальних кромки поверхні шліфувального круга та переривчастості поверхні голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин. Розроблено та досліджено термомеханічну модель процесу заточування голчастої гарнітури. Запропонована методика визначення продуктивності та якості заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин.

Експериментальним шляхом встановлені жорсткісні характеристики голки та вплив різних типів та товщини основи голчастої гарнітури на зміну форми та величини її деформації під впливом статичного навантаження. Проведено статичне та динамічне моделювання з використанням САЕ систем. За результатами обчислювального експерименту встановлені та експериментально підтвердженні закономірності формування геометричної точності форми робочої поверхні голки та температурне навантаження в залежності від режимів різання.

З метою покращення якості обробки гарнітури, запропоновано новий спосіб чистового заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин. При обробці за розробленим способом валик встановлюється в центри і обертається навколо власної осі з визначеною кутовою швидкістю, шліфувальний круг підводиться до поверхні та повертається відносно осі, яка перпендикулярна до осей деталі та інструмента і проходить крізь формоутворюючу ділянку. При цьому подача на оберт S_z вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу, при якій структура матеріалу залишається незмінною, а кут орієнтації інструмента α вибирається з умови повного навантаження профілю круга. Інструмент подається на врізання у радіальному напрямку та переміщується вздовж осі деталі з подачею S_z . Використання запропонованого способу підвищує якість заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин, забезпечує сталість структури матеріалу голок за рахунок вибору оптимальної подачі на оберт та кута орієнтації інструмента, а також зменшує розміри задирок на робочих кінцях голок.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано науково обґрунтовану методику вибору оптимальних режимів заточування голчастої гарнітури та характеристики шліфувального інструменту, з умови досягнення максимальної продуктивності та збереження якісних характеристик робочої поверхні.

Список посилань

1. Оренбах, С.Б. Повышение эффективности работы чесальных машин / С.Б. Оренбах, Э.Д. Кофман, М.И. Худых. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 176 с.
2. Салихов, С.Б. Ворсование шерстяных тканей и трикотажного полотна. / С. Б. Салихов. – М.: Легкая индустрия, 1967. – 287 с.
3. Кофман, Д.М. Чесальные машины хлопкопрядильного производства. Устройство, ремонт и обслуживание. / Д.М. Кофман, И. Р. Трофимов, Н. Н. Труевцев. – М.: Гизлегпром, 1963, – 164 с.
4. Деклараційний патент України на винахід (корисну модель) 10062 UA МПК D01G 15/38. Спосіб заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин. / Кальченко В.І., Кальченко В.В., Фень С.І.; заявник і патентовласник Чернігівський державний технологічний університет. – № у 2003043249; заявл. 11.04.2003; опубл. 15.11.2005, Бюл. № 11.
5. Грабченко, А. И. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали (Монография). / А. И. Грабченко, В. И. Кальченко, В.В.Кальченко. – Чернигов: ЧГТУ, 2009. – 356 с.
6. Криворучко Д.В. 3D Моделирование рабочих процессов резания методом конечных элементов. / Д. В. Криворучко, В.А.Залогова, В.Г. Корбач. – Сумы, 2008, – 326 с.

УДК 621.7.044

В.В. Третяк, канд. техн. наук, доцент

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», vladimir.tretjak@mail.ru

МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Унікальні можливості імпульсних технологій (до них можна віднести штампування БВР, електрогідравлічне штампування, штампування на прес-гарматах, магнітно-імпульсне штампування, гідродинамічне штампування і ін.) дозволяють виготовляти досить складні листові деталі з високоміцних матеріалів з високою ефективністю і простотою.

На створення експериментальних ділянок імпульсного штампування потрібні значно менші капітальні витрати, ніж для пресового устаткування відповідної потужності, а точність виготовлення деталей значно вище. Більшість розробок технологічних процесів і устаткування для імпульсного штампування виконувалася спільно фахівцями ХАІ та галузевих інститутів авіаційної промисловості і загального машинобудування.

Проте труднощі при вивченні процесів деформації металів, обумовлені складністю і різноманітністю фізичних явищ, вимагають розробки нових технологій на експериментальному устаткуванні й оснащенні, що природно вимагає значних засобів і часу.

Результати проведених наукових досліджень дозволили створити нові математичні моделі для розрахунку устаткування, оснащення і технологічних процесів з урахуванням напрацювання наукових досліджень, а також виробничого досвіду.

Розроблено новий підхід до проектування імпульсних технологій, заснований на можливостях об'єктного підходу до проектування імпульсних технологій з урахуванням можливостей сучасних САПР.

Проаналізовані можливості використання сучасних САПР для застосування розроблених алгоритмів проектування устаткування, оснащення і ТП імпульсних процесів.

Базовою САПР став використаний і пристосований програмний комплекс САПР СПРУТ. Він дозволяє підключати до своєї роботи розроблені фахівцями в області імпульсної обробки бази знань.

Для кожного рівня проектування використовуються різні математичні моделі і розроблені програмні комплекси.

Так, для вирішення винахідницьких задач на етапі формування принципів дії пристроїв і ТП використовуються комбінаторні методи.

Для вирішення зворотної задачі для етапу формування конструкції пристроїв, оснащення і ТП використовуються методи і програмні комплекси проектування методами синтезу з елементами аналогами на базі структурно-аналітичних алгоритмів розпізнавання образів.

Для етапу формування операційної технології використовуються методи аналога і регресійні моделі.

Для вирішення прямої задачі розрахунку напружено-деформованого стану заготовки розроблені алгоритми і програмні комплекси для розрахунку напружено-деформованого стану заготовки методом кінцевих різниць з урахуванням кавітаційних явищ, що виникають в процесі штампування.

Розроблена система є єдиним програмним комплексом проектування, який має властивості мультиагентної системи.

Розроблена система відпрацьовується для використання в навчальному процесі, а також в наукових роботах, пов'язаних з розробками нових перспективних технологій.

УДК 519.6:531.4

В.В. Куриляк, аспірантка

Київський національний університет технологій та дизайну, valentina.kuryliak@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТИ ПОСТАНОВКИ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МІЦІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНІЧНОГО СКЛА

Технічний продукт поліметилтакрилат (ПММА), відомий під назвою органічне скло створюється з ПММА і не тільки, оскільки це листовий матеріал, який отримують шляхом полімеризації метилметакрилату та мономерів. В залежності від конкретного призначення у суміш матеріалу вводять пластифікатори, барвники, замутнювачі і стабілізатори. Оскільки органічне скло використовують у широкому спектрі, це в свою чергу зумовлює інтерес до вивчення його поведінки в умовах різного ударного типу.

Так, при ударному руйнуванні ПММА в роботі Костіна В.В. [1] сумісно із співавторами було встановлено, що при швидкості удару 2000 м/с відбувається руйнування, а саме відокремлення великого центрального уламку, розміри якого у 3 рази перевищують розміри ударника, а також велика кількість дрібних уламків. В результаті проведеного експерименту було встановлено, що при розмірах ударника 100x100 і товщиною 38 мм, швидкість удару досягала від 800 до 2500 м/с і спостерігалися значні руйнування. А при швидкості меншій за 800 м/с не спостерігалось суттєвого руйнування мішені, але матеріал ударника починав розтікати по поверхні мішені. При швидкості удару 2000 м/с діаметр зони руйнування складав від 40 до 45 мм з глибиною 10 мм. Розміри центрального уламку були рівні 27 мм з висотою 9 мм. До того ж зона руйнування, яка відповідає за формування центрального уламку утворилася зразу ж після зіткнення. Через 2 мкс з'явилися розтягуючі напруження на глибині 8 мм, до того ж зона просувалася вниз і збільшувалася в об'ємі. Сам процес руйнування завершується повним відділенням уламку через 30 мкс. В роботі Зубкова П.І. [2] вимірювалася інтенсивність рентгенівського променя з щільністю матеріалів, яка змінювалася. А навантаження зразків ПММА висотою 10 мм з одного торця проводилось вибухом заряду вибухової речовини, такої ж форми висотою 70 мм. На рис. 1. Зображена схема експерименту.

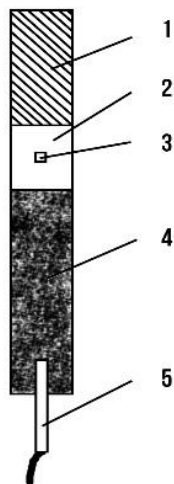


Рис. 1 – Схема постановки експерименту: 1 – металічний циліндр, 2 – зразок ПММА, 3 – зона наведення пучка, 4 – заряд ВР, 5 – детонатор

Незважаючи на значний відсоток експериментальних робіт присвячених дослідженню властивостей органічного скла, стійкий фізичний процес руйнування відсутній. Наприклад на сьогодні питання про те, які тріщини повздовжні або поперечні є визначальними при зсуві під дією хвилі руйнування. В даному випадку після удару слідує хвиля руйнування, зменшується щільність, яка дорівнює розмаху уламків у хвилях

розрідження і в самій хвилі ми спостерігаємо ударну хвилю з інтервалом 1,25 мкс з стисненням 0.75 мкс до моменту початку зсуву.

Список посилань

1. Костин В. В. Динамическое разрушение ПММА при ударе / В. В. Костин, В. И. Кунижев. – Москва: ИВТАН, 1993. – 360 с.
2. Наблюдение волн сжатия и разрушения в ПММА с помощью синхронного излучения / П. И.Зубков, Г. Н. Кулипанов, Л. А. Лукьянчиков, Л. А. Мержиевский. // том 39. – 2003. – С. 137 – 139.

УДК.621.91.02

С.М. Анастасенко, канд. техн. наук, доцент

І.О. Григурко, доцент

Первомайський політехнічний інститут Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, ondi2008@rambler.ru

ТЕХНОЛОГІЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ГЛУХИХ ТРИГРАННИХ КУТІВ ПОГЛИБЛЕНЬ В ДЕТАЛЯХ СПЕЦІАЛЬНОЮ ФРЕЗОЮ

При фрезеруванні глухих тригранних кутів поглиблень в штампах і прес-формах за допомогою кінцевих фрез два ребра кожного тригранного кута виконуються без радіуса, а третє – з радіусом, рівним радіусу фрези що застосовується для обробки даної поверхні. Якщо і третє ребро тригранного кута поглиблення не повинно мати радіуса, то кінцева обробка даної поверхні виконується за допомогою слюсарної операції (шабрування, зачищення), що потребує кропіткої ручної праці слюсаря високої кваліфікації.

Ми пропонуємо розглянути роботу спеціального різального інструмента що забезпечує повну механізацію обробки тригранного кута. Попередньо оброблений звичайним способом кут додатково обробляють кінцевою фрезою, конус робочої частини якої дорівнює конусу, вписаному в тригранний кут, а деталь переміщують послідовно вздовж ребер кута до співпадання вершин конуса фрези і виробу.

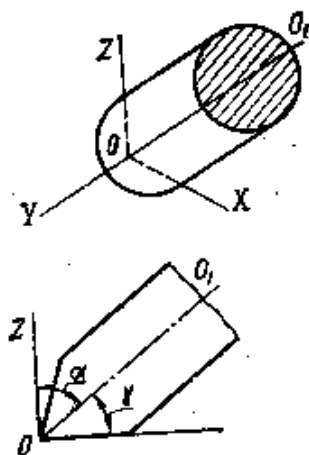


Рис.1 – Схема положення кінцевої фрези трьохгранного кута: OX, OY, OZ – ребра тригранного кута; O₁ – вісь фрези; γ – половина кута конуса фрези і кут нахилу осі фрези до площини XOY; α – кут нахилу осі фрези до ребра OZ.

В залежності від технологічного обладнання і розмірів оброблюваного поглиблення в штампах застосовують один із декількох варіантів фрезерування.

Технологічна операція фрезерування глухих тригранних кутів поглиблень в штампах виконується наступним чином (рис.2): для виконання більш точних робіт використовується додатковий координатний столик, який встановлений на поворотному столі 5 вертикально-фрезерного верстата. Деталь 2 закріплюють на верстаті, на координатному столику 3 сумісно з поворотним столом 5 так, щоб ребра оброблюваного тригранного кута повинні знаходитися паралельно подачі стола верстата. Обертаючи поворотний стіл сумісно з координатним столиком деталь повертають на кут, рівний половині трьохгранного кута. В шпинделі верстата закріплюють кінцеву конусну фрезу з різальною частиною, яка має кут 2γ , і повертають її вісь на кут α . Підводячи попередньо оброблений звичайним способом тригранний кут оброблюваної деталі під фрезу, останньою по черзі торкаються трьох граней кута і фіксують ці положення на лімбі 1 координатного столика 3 та лімбі вертикальної подачі поздовжнього стола 4 фрезерного верстата.

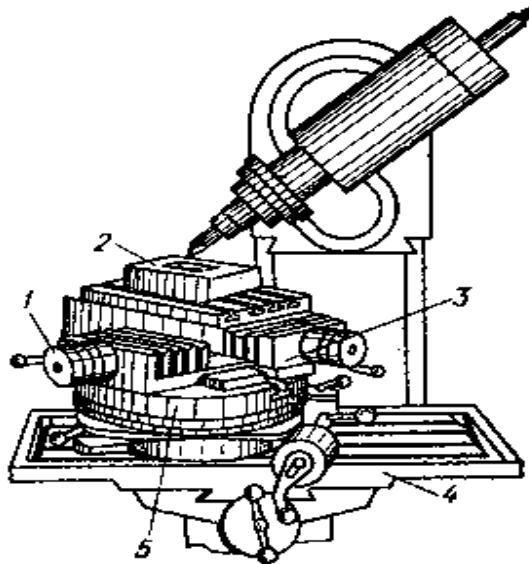


Рис. 2 – Координатний столик установлений на поворотний стіл вертикально-фрезерного верстата: 1 – лімба; 2 – деталь; 3 – координатний столик; 4 – поздовжній стіл; 5 – поворотний стіл

Послідовною подачею напрямних координатного столика уздовж двох ребер оброблюючого кута і вертикальною подачею стола верстата вздовж вертикально розміщеного ребра здійснюють обробку тригранного кута до заданих розмірів, тобто відміток на лімбі.

В положенні, коли вершина конуса фрези і вершина оброблюваного тригранного кута співпадають, фреза торкається одночасно всіх трьох граней кута.

При обробці тригранних кутів в деталях не завжди можливо нахилити шпиндельну голівку на такий великий кут, як $54^{\circ}39' = (90^{\circ} - 35^{\circ}21')$, оскільки протилежний оброблюваному тригранному куту бік поглиблення може заважати підведенню фрези (рис.3). В цих випадках вісь фрези нахиляють по відношенню до тригранного кута на кут, при котрому можна здійснювати без перешкод обробку тригранного кута. Різальна кромка фрези, обертаючись, повинна описувати конус, твірنا конуса залежить від кута повертання осі фрези.

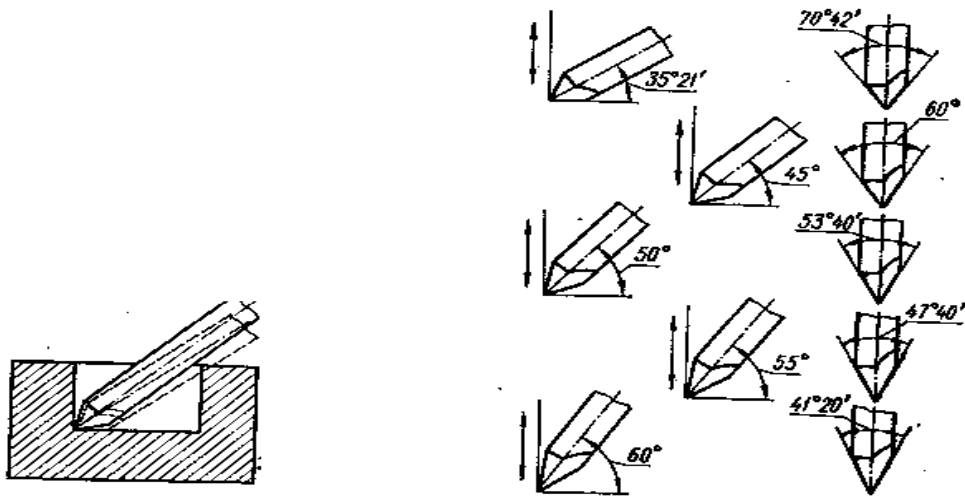


Рис. 3 – Схема кутів нахилу шпindelьної головки

На рис. 3, також розміщені кути нахилу шпindelьної головки і заточки фрези в залежності від розмірів поглиблень. Фреза для обробки тригранних кутів повинна бути двоперова і виготовлена із швидкорізальної сталі. Заточування виконують не доходячи до гострого кінця робочої частини фрези на 0,2–0,3 мм. При фрезеруванні глухих тригранних кутів в штампах і прес-формах таким способом продуктивність збільшується в 10...15 разів.

Список посилань

1. Скловский А.С. Приспособления и инструменты станочников-новаторов [Текст] / А.С Скловский, Г. А. Андрощук. – Киев : Техніка, 1986. – 111 с.
2. Андрианов А.И. Прогрессивные методы технологии машиностроения. / Андрианов А.И. – М. «Машиностроение». 1975. – 240 с.

УДК 535.317

О. І. Онкалюк, студент

С.С. Заєць, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», zss_vp@bigmir.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ КІНЦЕВОЇ ФРЕЗИ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

Забезпечення надійності в технологічних процесах в автоматизованому приладобудуванні відіграє дуже важливу роль і є актуальною задачею сучасного виробництва. Надійність процесів різання в основній своїй масі на підприємствах визначається, як параметри системи «верстат-інструмент-деталь», по даному принципу забезпечується і якість параметрів деталі, що обробляється на фрезерному верстаті з алюмінієвого сплаву.

Різальний інструмент в процесі фрезерування впливає на якість поверхні матеріалу, що обробляється і викликає утворення стружки та формування нової поверхні, але сам в процесі фрезерування піддається впливу з боку матеріалу, що обробляється і інтенсивно зношується. В свою чергу, інтенсивність зношення залежить від великого числа факторів:

властивості інструментального і оброблюваного матеріалів, режимів різання, геометричних параметрів інструменту, застосування мастильно-охолоджуючих рідин. В залежності від конкретних умов обробки фізична природа зносу контактних поверхонь може визначатись або механічним стиранням, або фізико-хімічними процесами, тісно пов'язаними з температурою.

Обробка сплавів на основі алюмінію за допомогою кінцевих фрез є високопродуктивним і універсальним методом обробки, який отримав широке застосування у всіх видах виробництва для обробки різних за конструкційною складністю деталей зі сплавів алюмінію. Обробку здійснюють безупинно, по методу обкатування.

Розглядаючи конструктивні та геометричні параметри кінцевих фрез, а також, технологічні фактори, що впливають безпосередньо на зношення різальної кромки інструменту, можливо зробити такі висновки.

Зі збільшенням подачі збільшується товщина шарів, що зрізуються різними ділянками різального профілю зубів фрези, збільшуються кути контакту кожної точки різальних кромки з оброблюваною заготовкою, внаслідок чого збільшується довжина шару, що знімається. Це призводить до проблем з утворення стружки і збільшення зносу зубів фрези.

Зі збільшенням глибини різання росте товщина шару, що знімається, але не прямо пропорційною збільшенню глибини різання. У зв'язку з цим виникає незначне зношення зуба. Однак, збільшення глибини різання, під час обробки, потребує застосування фрез більшого діаметру, з більшою довжиною завантаженої частини, а це в свою чергу сприяє кращому виділенню тепла із зони різання.

При збільшенні числа зубів фрези, яким проводиться обробка, в два рази зменшується, товщина зрізаного шару всього в 1,2-1,3 рази, тому знос фрези обернено пропорційний збільшенню числа зубів фрези.

Врахування вище перерахованих факторів впливу на зношення різальної кромки кінцевої фрези при фрезеруванні сплавів на основі алюмінію, дозволяє вносити зміни в режими різання і особливості технологічного процесу, що приводить до зменшення процесу зношення різальних кромки фрез.

УДК 621.923.42

Н.М. Сіра, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, metod_241@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЛИБИННОГО ОДНОПРОХІДНОГО ШЛІФУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА СТУПІНЧАСТИХ ВАЛІВ ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОСЯМИ КРУГА ТА ДЕТАЛІ

В даний час на автомобільних заводах широко використовуються валики. Як правило, їх обробляють на круглошліфувальних верстатах, зокрема на верстатах моделі 3М161 Харківського верстатного заводу, де циліндричний валик обробляється по всьому профілю методом круглого шліфування (рис. 1). При даному способі шліфування не можна точно визначити, яка з точок периферії круга буде формоутворюючою, а внаслідок нерівномірної завантажки шліфувального круга відбувається його нерівномірний знос, величина якого визначається величиною подачі на оберт.

В умовах сучасних ринкових відносин, коли постійно підвищуються вимоги до точності обробки, високої гнучкості та продуктивності виробництва, виникає потреба розробки більш ефективних універсальних способів повздовжнього круглого шліфування.

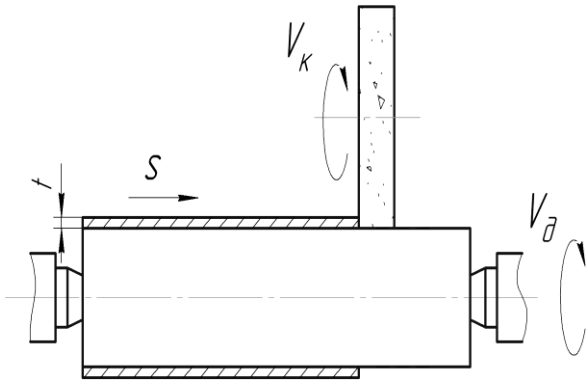


Рис. 1 – Зовнішнє кругле шліфування

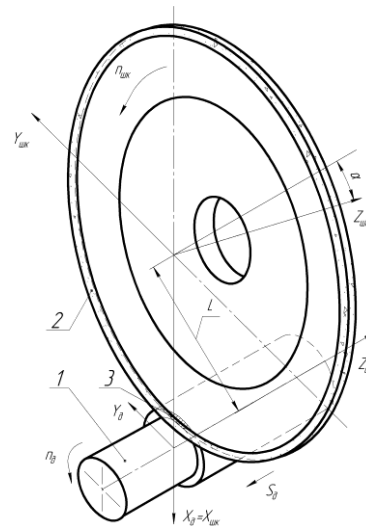


Рис. 2 – Схема процесу глибокого повздовжнього шліфування зі схрещеними осями інструмента та деталі

З метою підвищення точності обробки розроблений спосіб [1] глибокого шліфування поверхонь обертання широким абразивним циліндричним кругом зі схрещеними осями інструмента та деталі, де чорнове та чистове шліфування здійснюється периферією широкого абразивного круга. Цей спосіб широко використовується при обробці великогабаритних трубо- та листопрокатних валиків [2].

Успішне впровадження методу однопрохідного глибокого високошвидкісного шліфування зі схрещеними осями круга та деталі, здійснене фірмою Junker (Німеччина) на верстатах Quickpoint [3, 4], підтверджується збільшенням продуктивності в 5 – 6 разів в порівнянні з традиційним круглим шліфуванням при збереженні заданих параметрів точності та якості обробки [5].

Але в роботах [3, 4, 5] не приведено теоретичні дослідження точності формоутворення поверхонь обертання, вплив режимів шліфування та кута орієнтації круга на шорсткість та точність поверхні.

З метою підвищення ефективності та точності обробки поверхонь обертання розроблено новий спосіб і на його базі універсальну технологію глибокого повздовжнього круглого шліфування зі схрещеними осями інструмента 2 та деталі 1 (рис. 2), при якому чорнове шліфування здійснюється торцем круга, напівчистове – перехідною радіусною кромкою, чистове шліфування та калібрування – розвантаженою ділянкою периферії круга, що забезпечує його високу стійкість.

Однією із переваг даного способу шліфування в порівнянні із методом круглого шліфування є можливість програмування формоутворюючої точки на верстатах з ЧПК. Розроблено універсальний верстат для шліфування поверхонь обертання із нормальним розташуванням осей по координаті обробки [6].

Підвищення продуктивності та точності обробки при глибокому повздовжньому круглому шліфуванні зі схрещеними осями інструмента та деталі досягається вибором оптимального кута орієнтації круга α (рис. 2) із умови максимального зняття припуску при рівномірному завантаженні торця.

На основі проведених досліджень вперше розроблено методику визначення складових сил різання при глибокому шліфуванні орієнтованим кругом, яка враховує вплив не лише ріжучих зерен, але і деформуючих, де сумарна нормальна та тангенціальна складові

сили різання діють вздовж лінії контакту як на периферії, так і на торці шліфувального круга.

Розроблено алгоритм вибору технологічних параметрів при глибинному повздовжньому шліфуванні, при цьому продуктивність обробки підвищується в 2,5-3 рази в порівнянні з традиційним способом повздовжнього шліфування периферією круга.

Список посилань

1. А.с. 1234163 СССР, МКИ В24В 5/04. Способ круглого шлифования с продольной подачей. Авт. изобр. В.И. Кальченко. №3813415/25-08. Заявлено 20.11.84. опубл. 30.05.86. Бюл. №20. – 4 с.
2. Кальченко В.И. Научные основы шлифования криволинейных поверхностей с управляемой ориентацией абразивного инструмента: дис. докт. техн. наук: спец. 05.03.01 / В.И. Кальченко. – Харьков: ХГПУ. – 1994. – 329 с.
3. Круглое шлифование с ЧПУ: [Просп. фирмы «Junkermaschinen» на станки «Quickpoint 1001» и «Quickpoint 1002»] / ErwinJunker: MaschinenfabricGmbh, Junkerstraße 2. Postfach 25. D 7618. – Nordrash, Germany, 1991. – 16 с.
4. Quickpoint. Все в одном закреплении: [Просп. фирмы «Junkermaschinen» на станки «Quickpoint 1000», «Quickpoint 3000», «Quickpoint 4000»] / ErwinJunker: MaschinenfabricGmbh, Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787. – Nordrash, Germany, 2006. – 12 с.
5. Look & See: [Журнал для клиентов фирмы «Junkermaschinen»] / ErwinJunker: MaschinenfabricGmbh, Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787. – Nordrash, Germany, 2010. – Вып.: Ноябрь. – 12 с.
6. Пат. 60090 Україна МПК В24В 5/16 (2006.01)/ В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, Н.М. Погиба. Пристрій для шліфування криволінійних поверхонь обертання орієнтованим кругом. Опубл. 10.06.2011, Бюл. №11.

УДК 621.865.8

М.Д. Кайдаш, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, kmd_cn@mail.ru

ДИНАМІКА МАНІПУЛЯТОРА З ДВОМА ОБЕРТАЛЬНИМИ КІНЕМАТИЧНИМИ ПАРАМИ

Однією з задач механіки маніпуляторів промислових роботів є визначення управляючих сил та моментів, що діють в напрямку кожної з узагальнених координат і забезпечують реалізацію завданого закону руху вихідної ланки маніпулятора. Така задача відома, як задача динамічного синтезу, або обернена задача динаміки. В оберненій задачі враховується як структура маніпулятора, його геометричні та кінематичні параметри, так і характер сил, що діють на вихідну ланку [1, 2]. На сьогодні існує достатньо велика кількість аналітичних досліджень, де розглядаються загальні аспекти динаміки маніпуляторів. Разом з тим є необхідність розв'язку такої задачі для конкретних кінематичних схем з урахуванням їх специфічних особливостей. В даній роботі задачу динамічного синтезу розглянуто на прикладі механізму вантажного маніпулятора з двома обертальними кінематичними парами (рис.1).

Ланка 1 з центром мас в точці S_1 і моментом інерції I_{1z1} обертається відносно осі OZ_0 з кутовою швидкістю ω_1 . Ланка 2 із захоплювачем М, центром мас в точці S_2 і моментом інерції I_{2x2} шарнірно з'єднана з ланкою 1 у точці А і обертається відносно осі O_2X_2 зі швидкістю ω_2 . Центри S_1 і S_2 розташовані так, що: $OS_1=S_1A=l_1$, $AS_2=S_2M=l_2$. На захоплювач М, що переміщується у вільному робочому просторі, діє сила ваги вантажу G_M . Всі ділянки ланок 1 і 2 вважаються тонкими жорсткими однорідними стержнями.

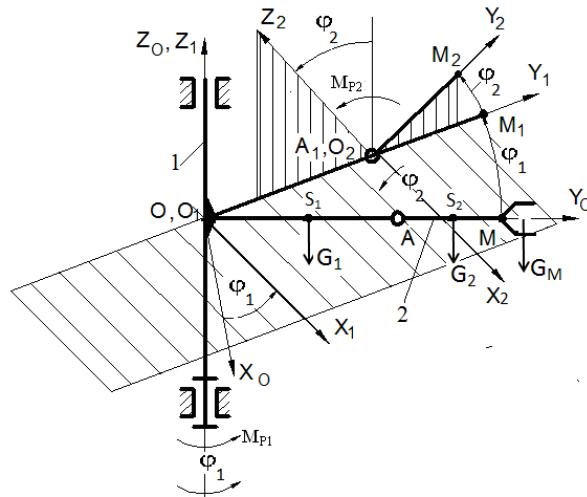


Рис. 1. – Розрахункова схема маніпулятора

Закони руху для вибраної системи з двома узагальненими координатами $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ та $\varphi_2 = \varphi_2(t)$ визначаються на підставі рівнянь Лагранжа II роду:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \omega_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi_1} = M_{P1} + M_{C1}, \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \omega_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi_2} = M_{P2} + M_{C2}, \quad (2)$$

де T – загальна кінетична енергія системи;

$M_{P1}, M_{P2}, M_{C1}, M_{C2}$ – зведені до узагальнених координат φ_1 і φ_2 моменти рушійних сил (управляючі моменти) та моменти сил опору відповідно.

Якщо розглядати механізм маніпулятора як систему з ідеальними в'язями, то силами тертя в кінематичних парах можна знехтувати, тоді:

$$M_{C1} = 0; \quad M_{C2} = -(G_2 + 2G_M)l_2 \cos \varphi_2. \quad (3)$$

Повна кінетична енергія для заданої системи визначається формулою:

$$T = \frac{1}{2} \left\{ I_{1z_1} + m_2 \left[(l_2 \cos \varphi_2 + 2l_1)^2 + \frac{l_2^2}{3} \cos^2 \varphi_2 \right] + I_{2x_2} \sin^2 \varphi_2 \right\} \omega_1^2 + \frac{2}{3} m_2 l_2^2 \omega_2^2. \quad (4)$$

Враховуючи співвідношення (3) і (4), з рівнянь (1) і (2) отримаємо управляючі моменти $M_{P1}(t)$ та $M_{P2}(t)$:

$$M_{P1}(t) = \left\{ I_{1z_1} + m_2 \left[(l_2 \cos \varphi_2 + 2l_1)^2 + \frac{1}{3} l_2^2 \cos^2 \varphi_2 \right] + I_{2x_2} \sin^2 \varphi_2 \right\} \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + \left\{ I_{2x_2} \sin 2\varphi_2 - 4m_2 l_2 \sin \varphi_2 \left(\frac{2}{3} l_2 \cos \varphi_2 + l_1 \right) \right\} \omega_1 \omega_2. \quad (5)$$

$$M_{P2}(t) = \left[m_2 \sin \varphi_2 \left(\frac{4}{3} l_2^2 \cos \varphi_2 + 2l_1 l_2 \right) - I_{2x_2} \sin 2\varphi_2 \right]^2 \omega_1^2 + \frac{4}{3} m_2 l_2^2 \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} + G_2 l_2 \cos \varphi_2. \quad (6)$$

При аналізі залежностей (5) і (6) вибір функцій $\varphi_1(t)$ і $\varphi_2(t)$ здійснювався за декількома критеріями:

- 1) захоплювач маніпулятора рухається, забезпечуючи «м'яке» зрушення та дотик в момент зупинки, що полягає у виконанні умови рівності нулю його швидкостей та прискорень в початковому та кінцевому положеннях;
- 2) захоплювач маніпулятора в момент зупинки має прискорення, яке обмежено завданням допустимим значенням;
- 3) захоплювач маніпулятора рухається по прямій між двома завданими точками робочого об'єму.

Програмні рухи $\varphi_1(t)$ і $\varphi_2(t)$, що задовольняють першим двом кінематичним умовам, прийнято у вигляді поліномів п'ятого ступеня. За третім критерієм функції $\varphi_1(t)$ і $\varphi_2(t)$ визначено, виходячи з вимог лінійності функцій переміщення точки М вздовж кожної з координатних осей X_0, Y_0, Z_0 .

Для всіх трьох випадків наведено порівняльний аналіз управляючих моментів, траєкторій руху та законів зміни швидкостей і прискорень точки М захоплювача маніпулятора.

Отримані результати можуть бути практично реалізовані в регульованих приводах маніпуляторів з контурним управлінням.

Список посилань

1. Коловский М.З. Основы динамики промышленных роботов / М.З. Коловский, А.В. Слоущ. – М.: Наука. Гл. ред. физ.мат. лит., 1998. – 240 с.
2. Механика промышленных роботов: [Учеб. пособие для вузов: В 3-х кн.] / Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Кн. 2: Расчет и проектирование механизмов / Е.И. Воробьев, О.Д. Егоров, С.А. Попов. – М.: Высш. шк., 1988. – 367 с.

УДК 621.2

Р.Ю. Муха, студент

С.С. Заєць, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», zss_vp@bigmir.net

ВИБІР МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВЛАСТИВОСТЕЙ КІНЦЕВИХ ФРЕЗ

Надійність – властивість об'єкта зберігати в часі і в установлених межах значення всіх параметрів що характеризують можливість виконувати деякі функції в заданих режимах і умовах застосування. Стійкість – здатність конструкції або її елементів зберігати певну початкову форму пружної рівноваги, відповідаючи на малі збільшення статичного навантаження малими приростами деформацій.

Метою роботи є підвищення стійкості твердосплавних кінцевих фрез, шляхом визначення методу який забезпечить найбільш ефективний ресурс інструмента.

Методи діагностування якості механічних властивостей застосовують у процесі й безпосередньо після завершення їх регламентного технічного обслуговування, а також при виконанні робіт на місці їх установки.

Розглянемо метод пасивної віброакустичної діагностики. Сутність пасивної віброакустичної діагностики твердосплавних кінцевих фрез полягає в оцінці параметрів технічного стану об'єкта в робочих умовах за характеристиками віброакустичних коливань, що є похідними процесів тертя, які супроводжують його функціонування. Об'єктами віброакустичної діагностики є дефекти, що мають різну фізичну природу утворення.

Призначенням віброакустичної діагностики є оцінка ступеня відхилення технічних характеристик системи від нормативних значень за непрямими ознаками, а саме за зміною параметрів віброакустичних процесів, що залежать від характеру механічної взаємодії.

Один з найбільш простих віброакустичних параметрів це загальний рівень вібрації, зареєстрований у діагностичних зонах. Для діагностики кінцевих фрез за загальним рівнем вібрації необхідно знати математичне очікування загального рівня вібрації, що відповідає двом станам: початковому й граничному зношенню, при якому необхідно проводити ремонт.

Застосування даного методу сприяє спрощенню технології виробництва й ремонту, економії робочого часу, підвищенню надійності й зменшенню вартості устаткування за рахунок усунення перебирань, пов'язаних з візуальним контролем якості монтажу.

Звісно ж, що глибина діагностування, надійність і вірогідність діагностичних даних, забезпечувані таким методом, як правило, є невеликими. Тому використовують їх, в основному, для розробки програми подальших досліджень на основі ідентифікації виявлених змін стану механічних властивостей за віброакустичними характеристиками.

Проте можна зробити висновок, що даний метод доцільно використовувати, тому що в недалекому майбутньому найбільшого поширення набудуть прилади для вимірювання й аналізу віброакустичних сигналів з різними технологіями обробки сигналів, вбудованим мікрокомп'ютером, що має необхідні обчислювальні можливості й стандартну операційну систему.

УДК 621.923

Д.Г. Музичка, канд. техн. наук
С.В. Калініченко, аспірант
І.С. Кашинський, аспірант

Дніпродзержинський державний технічний університет, diana_m@i.ua

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРИ ОБРОБЦІ СТАЛІ P18 КРУГАМИ З КНБ

Ефективність використання інструментальних матеріалів у машинобудівному виробництві безпосередньо залежить від якості їх обробки. Відомо [1], що на вибір показників шорсткості, що контролюються, впливають умови їх експлуатації. Так, для поверхонь, які працюють в умовах тертя ковзання та піддаються зносу, а також випробовують контактні напруження, застосовують наступні комплекси параметрів шорсткості: R_a або R_z та t_p ; для поверхонь, що випробовують змінні навантаження, – R_{max} (R_t), S_m або S та напрям нерівностей. При цьому слід врахувати, що при виборі параметрів R_a і R_z переважним буде R_a , оскільки цей параметр дає повнішу оцінку шорсткості.

У роботі [2] досліджено вплив режимів різання на показники працездатності (відносні витрати надтвердих матеріалів (НТМ), продуктивність, собівартість) при шліфуванні швидкорізальної сталі P18 кругами форми 12A2-45° діаметром 150 мм, шириною 20 мм із зернами КНБ марки KB зернистістю 125/100 100%-вої концентрації на полімерній зв'язці В2-08. Дослідження процесу плоского шліфування торцем круга здійснювалося на механізованому універсально-заточувальному верстаті моделі 3Д642Е, оснащеному гідроприводом подовжньої подачі і спеціальним пристроєм для підведення МОР у зону шліфування. У якості МОР використано 5%-вий розчин Na_2CO_3 та 0,5%-вий розчин $NaNO_2$.

Метою даної роботи є оцінка якості обробленої поверхні для вищевказаних умов обробки за наступними показниками шорсткості оброблювальної поверхні: середнє арифметичне відхилення профілю R_a , мкм; найбільша висота профілю R_{max} (R_t), мкм; середній шаг мікронерівностей S_m , мкм; відносна опорна довжина профілю t_p , %.

Для вимірювання й аналізу шорсткості обробленої поверхні застосовували профілометр MITUTOYO Surftest SJ-201 (Японія).

В основу проведення експериментів покладено метод одночасного варіювання параметрами режимів різання V , S_{np} , S_n [3]. Продуктивність обробки у залежності від призначених режимів різання варіювалася у діапазоні 400÷1600 мм³/хв.

У результаті обробки експериментальних даних отримано наступні залежності параметрів шорсткості від режимів різання при шліфуванні швидкорізальної сталі P18:

$$Ra = 2,619 \cdot V^{-0,671} \cdot S_{np}^{0,432} \cdot S_n^{0,124}, \text{ мкм}; \quad (1)$$

$$Rt = 10,605 \cdot V^{-0,417} \cdot S_{np}^{0,381} \cdot S_n^{0,158}, \text{ мкм}; \quad (2)$$

$$Sm = 138,665 \cdot V^{-0,241} \cdot S_{np}^{0,287} \cdot S_n^{0,271}, \text{ мкм}; \quad (3)$$

$$t_p = 12,001 \cdot V^{0,502} \cdot S_{np}^{-0,187} \cdot S_n^{0,108}, \text{ \%}. \quad (4)$$

Список посилань

1. Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения : Учебник / Н.С. Козловский, А.Н. Виноградов. – М. : Машиностроение, 1982. – 284 с.

2. Солод В.Ю. Вплив поздовжньої та поперечної подачі на відносну витрату кубоніту при обробці сталі P18 / В. Ю. Солод, Д. Г. Муzychка, С.В. Калініченко, І.С. Кашинський // Тези доповідей V-ої Всеукраїнської науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні». 8-12 лютого 2016 р., м. Львів. – С. 131 – 132.

3. Муzychка Д.Г. Повышение эффективности шлифования твердых сплавов направленным ограничением формоизменения режущей поверхности шлифовальных кругов : дисс. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Д.Г. Муzychка. – Чернигов, 2015. – 182 с.

УДК 621.923.42

А.М. Єрошенко, канд. техн. наук, доцент

А.М. Палій, студент

Чернігівський національний технологічний університет, yeroshenkoam@gmail.com

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ СИЛ РІЗАННЯ В ЗОНІ РІЗАННЯ ПРИ АБРАЗИВНОМУ ШЛІФУВАННІ

Процес абразивного шліфування займає значне місце в машинобудуванні як один з методів фінішної обробки. Під час шліфування в зоні контакту абразивного інструменту з заготовкою відбувається процес ковзання, пластичного деформування матеріалу заготовки або різання, що супроводжується виникненням значних сил. Зі збільшенням цих сил збільшується знос абразивного інструменту, скорочується період його стійкості, підвищується температура в зоні різання, що інколи призводить до тріщин і прижогів на обробленій поверхні. Це збільшує шорсткість обробленої поверхні та знижує точність обробки. Тому питання дослідження сил при абразивному шліфуванні і вплив різних чинників на їх зміну є предметом багатьох досліджень.

Метою роботи є визначення оптимального методу дослідження і моделювання сил різання для процесу абразивного шліфування.

Існує три основних підходи до методів дослідження сил різання [1]: статистичний, енергетичний та імітаційний.

При статистичному підході [1] шліфування розглядається як процес лезової обробки, при цьому кожне абразивне зерно вважається окремою різальною кромкою. Передбачається, що миттєва товщина зрізаного шару для всіх зерен, що перебувають в

контакті з поверхнею деталі, однакова. Повне зусилля різання може бути визначено по емпіричному співвідношенню, припускаючи пропорційну залежність рівнодіючої сил різання від товщини шару, що зрізується, помножену на кількість активних зерен, що знаходяться в контакті з матеріалом деталі. розрахунок кількості активних зерен проводиться на основі припущення про рівномірний розподіл зерен по поверхні шліфувального круга. Миттєва товщина шару, що зрізується для кожного з зерен розраховується на основі теоретичних залежностей. Геометричні характеристики зерен, їх випадковий розподіл по поверхні шліфувального круга і формування поверхні деталі не беруться до уваги.

Енергетичний підхід [1] до визначення сил шліфування розглядає тільки взаємодію між абразивними зернами і заготовкою, іншими видами взаємодії, нехтують. В рамках даного підходу передбачається, що зерна при взаємодії з матеріалом деталі проходять три стадії: ковзання, дряпання (пластичне деформування), зрізання матеріалу. При цьому повна енергія є сумою енергій для кожного з видів взаємодії. Підсумкова величина окружного зусилля шліфування визначається як суперпозиція зусиль всіх трьох стадій взаємодії зерен круга з поверхнею деталі.

Імітаційний підхід [1] передбачає моделювання процесу шліфування на мікрорівні, тобто визначення умов взаємодії кожного окремого зерна з матеріалом поверхні деталі. Як правило, для цих цілей використовують алгоритм геометричного моделювання. Алгоритм геометричного моделювання дозволяє описати зміни поверхні деталі при взаємодії з кожним зерном шліфувального круга, обчислити глибину занурення зерен в тіло деталі і з використанням цієї інформації, визначити локальні зусилля різання. Далі зусилля різання для активних зерен приводяться до загальної системи координат шліфувального круга з метою подальшого використання в загальній динамічній моделі.

При використанні алгоритму геометричного моделювання, не достатньо тільки величини занурення зерна в деталь і локального зусилля різання, необхідно також мати інформацію про закон розподілу зерен по поверхні круга. Експериментально в роботах [2 – 4] було доведено, що зерна підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Висновки. Найбільш оптимальним методом для визначення сил різання є імітаційний підхід, який дозволяє моделювати процес із зернами будь-якого розміру, форми та положення у зв'язці. Маючи інформацію про локальне зусилля різання та закон розподілу зерен по поверхні круга, можемо визначити загальну силу різання в місці контакту круга та заготовки.

Список посилань

1. Воронов, С. А., Имитационная динамическая модель процесса шлифования сложнопрофильных деталей. Развитие методов моделирования / [С. А. Воронов, И. А. Киселёв, В. Ма, А. А. Ширшов] // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал, 2015. – № 5. – С. 40 – 58.

2. Носенко, В. А. Методика расчета распределения вершин зерен на рабочей поверхности шлифовального круга по профилограммам шероховатости обработанной поверхности / В. А. Носенко, Е. В. Федотов, Л. К. Морозова // Известия Волгоградского государственного технического университета, 2013. – № 20 (123). – том 10. – С. 45 – 47.

3. Байков, А.В. Параметры рабочей поверхности эластичного шлифовального инструмента с ориентированным расположением режущих зерен / А. В. Байков, А. Н. Михайлов, Л. Н. Феник, К.А.Билишук // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – Вип. 41. – С. 33 – 37.

4. Федотов Е. В. Разработка вероятностно-статистической модели распределения зерен на рабочей поверхности абразивного инструмента при шлифовании с учетом разновидностей изнашивания : диссертация... кандидата технических наук : 05.03.01 / Федотов Евгений Владимирович. – Волгоград, 2007. – 158 с.

УДК 621.9.048

В.П. Симонюк, канд. тех. наук, доцент
Ю.А. Лук'янчук, канд. тех. наук, ст. викладач
В.І. Василюшина, студент
В.О. Троянчук, студент

Луцький національний технічний університет, volodimir_simonyuk@ukr.net

ДО КОНСТРУЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК

При конструюванні, математичному моделюванні, створенні нових схем вібраційних установок, що призначені для обробки деталей в абразивному середовищі, не завжди вдається в повній мірі передбачити основні моменти процесів, які відбуваються у віброуючому середовищі.

Проаналізуємо декілька випадків коливань з конкретними співвідношеннями частоти і амплітуди.

Перший випадок – контейнер, разом із абразивом та деталями, що оброблюються, рухаються, як одне ціле. В цьому випадку пришвидшення контейнера не перевищує пришвидшення вільного падіння, і тому суміш, яка в ньому знаходиться, не може відірватись від нього. Причиною цього є два фактори: мала амплітуда та мала частота. Співвідношення частоти та амплітуди, що дають подібні результати, недоцільно використовувати з метою технологічної обробки різнанням.

Другий випадок – суміш періодично відривається від контейнера, але не відходить від нього далеко. Цей випадок, та подібні до нього, вже можна використовувати в технологічних процесах різнанням при подальших відповідних дослідженнях, але при цьому можна отримати незначний ефект. Подібні випадки варті уваги, але лише на них зупинятись не варто.

Третій випадок – суміш періодично відривається від контейнера і відходить від нього відносно далеко. Такий випадок повинен давати гарантовану обробку в кожному періоді коливань, оскільки параметри кожного періоду досить стабільні. Випадки співвідношення частоти і амплітуди, що дають подібний результат, в першу чергу повинні розглядатися при аналізі більш точним методом.

Четвертий випадок – періоди польоту суміші дуже неоднакові. В цьому випадку, скоріше за все, будуть отримані інші результати (як правило, гірші), оскільки при падінні суміші на дно контейнера відбувається перерозподіл енергії, отже меншого періоду польоту суміші після більшого може просто не бути.

П'ятий випадок – період польоту суміші трохи більший, ніж період коливань контейнера. Суміш падає на дно контейнера досить плавно, без відчутного удару. Можна стверджувати навіть, що суміш зближується з контейнером, а не падає на нього. У зв'язку із тим, що мала сила удару не сприяє обробці, подібні випадки навряд чи варті подальшої уваги.

Шостий випадок – період польоту суміші значно більший, ніж період коливань контейнера. Очевидно, що енергія, надана системі, витрачається неефективно. Значна її кількість іде на динамічне тертя, яке завжди присутнє в реальній системі. Більш доцільним було би зменшення частоти з одночасним збільшенням амплітуди. Тоді зміна швидкості суміші при ударі в дно контейнера залишиться великою, а падіння і відрив суміші від контейнера буде в кожному періоді, отже ефективність підвищиться.

Отже, оскільки це лише наближені моделі коливань системи, необхідно у кожному випадку передбачати, наскільки отримані дані будуть відрізнятись від реального характеру коливань системи. При проектуванні вібраційного обладнання обов'язковим повинно бути передбачено дослідження та адаптування під конкретне виробництво.

УДК 504.064.4:669.181.28

В. А. Неведомский, канд. техн. наук
ООО «ТехноСКАРМ», nevedomsky47@gmail.com

А. В. Чернышов, ст. преподаватель
Днепродзержинский государственный технический университет, avch2006@ukr.net

А. А. Чернышов, инженер 1-й категории
ПАО «Днепровский металлургический комбинат», hapuga-1@ukr.net

ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Время требует осваивать новые технологии переработки металлургических шлаков. Изделия строительного и технического назначения изготовленные из огненно-жидких шлаков позволяют получать высокорентабельную продукцию, сокращать до минимума вредное воздействие на окружающую среду, полнее извлекать металл, рационально использовать минеральную составляющую шлаков [1].

Производство изделий из шлаковых расплавов выгодно и экономично, поскольку не требует дополнительных энергозатрат, отпадает необходимость в специальных плавильных печах, значительно снижаются удельные капитальные вложения и себестоимость единицы продукции. Однако, для обеспечения потребительских качеств изделия нуждаются в дополнительной термической обработке, что несколько усложняет их производство [1-2].

Во многих городах Украины эксплуатируются водопроводные и канализационные сети, построенные еще в советское время и давно физически износились. Для восстановления трубопроводов водоснабжения и водоотведения есть возможность изготавливать цельнолитую футеровку труб диаметром от 426 до 1700 мм, отводов (рис 1 и 2) и других конструкций с применением огненно-жидких шлаков (шлаколита). Кроме этого можно производить футеровку циклонов, гидроциклонов, труб, которые используются для транспортировки пульпы из золы ТЭЦ и электростанций, а также утяжелители для трубопроводов. Из шлаколита получается хорошая интерьерная и промышленная плитка.



Рис. 1 – Футерованный отвод



Рис. 2 – Футерованная труба

Плиты из шлаколита можно использовать при строительстве напольных складов, полов литейных и механических цехов заводов, для которых характерны экстремальные нагрузки на полы, что позволяет перемещать по поверхности крупногабаритные изделия, гусеничную технику и т.п. Прочность исходного материала позволяет правильно уложенной дорожной плите 3000×2000×200 мм держать нагрузку 200 тонн на м² при ударной нагрузке 40 тонн на м² с высоты 1 м.

Имеется опыт изготовления из шлаколита емкостей для захоронения радиоактивных отходов (РАО), гербицидов, пестицидов и других отходов техногенного происхождения.

Шлаковое литье (шлаколит) – это камень, относящийся к материалам, долговечность которых превосходит тысячелетний рубеж и имеющих прекрасный комплекс физико-механических, химических, биологических свойств, которые так необходимы при изготовлении строительных и технических изделий.

Материал изделий из шлаколита характеризуется мелкозернистой структурой и обладает представленными ниже свойствами:

Объемная масса	2900 – 3000 кг/м ³
Предел прочности при сжатии	500 – 600 МПа
Предел прочности при изгибе	50 – 70 МПа
Истираемость	0,01 – 0,02 г/см ²
Термостойкость	900 ⁰ С
КТР	6,3 – 6,8x10 ⁻⁶ град. ⁻¹
Влагостойкость	0 – 0,2 %
Кислотостойкость	98 %
Щелочестойкость	94 %

Уникальные свойства материала, разработанная технология литья изделий и футеровок различных геометрий и объемов на основе огненно-жидких шлаков металлургического производства позволяют решать поставленные задачи.

Проведенные исследования доказали экологическую и гигиеническую безопасность материала. Благодаря его морозостойкости он применяется как внутри, так и снаружи помещений.

Шлаколит практически не подвергается радиолизу, стойкий к ионизирующему облучению. Низкая проницаемость для радионуклидов обусловлена крайне малыми значениями коэффициентов диффузии в них.

Эффективность применения шлакового литья (шлаколит, никролит, СКАРМ – технология) и изделий из него определяется увеличением срока службы агрегатов в 6 – 12 раз. При этом улучшаются показатели работы, значительно снижаются трудозатраты при монтаже и расходы на содержание оборудования. На каждой установленной тонне шлаколита экономится 5 – 8 тонн металла и значительно сокращается объем ремонтов. В 50 раз меньшая теплопроводность и более низкий коэффициент трения шлаколита, по сравнению с металлами, намного улучшает эксплуатационные характеристики агрегатов, особенно в зимних условиях, в несколько раз снижается степень намораживания транспортируемого материала на стенки бункеров, трубопроводов, желобов, лотков, течек и др.

Области применения шлаколита самые различные: от защиты оборудования, агрегатов, устройств от коррозии и истирания в горнорудной, металлургической, химической, угольной, на тепловых электростанциях, ТЭЦ, строительстве, сельском хозяйстве, на транспорте и дорожном строительстве, до захоронения ядерных отходов атомных станций.

Многолетняя практика применения изделий из шлаколита показывает, что каждая тонна футеровки шлаколитом позволяет экономить от \$170 до \$ 3000.

Список ссылок

1. Неведомский, В.А. Энергосберегающая технология стеклокристаллических изделий из огненно – жидких шлаков / В. А. Неведомский // Сталь, 1996. – №2. – С. 21 – 22.
2. Неведомский, В.А. Специальные виды литья из огненно-жидких шлаков для хранения радиоактивных и токсичных отходов / В.А. Неведомский, Н.С. Михайленко // Экология и промышленность, 2008. – № 4 – С. 77 – 83.

УДК 621.7.015:539.43

Е.С. Барандич, асистент

С.П. Выслоух, канд. техн. наук, доцент

Национальный технический университет Украины «КПИ», barandichk@ukr.net

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Усталостная прочность и циклическая долговечность деталей, работающих в условиях циклического и знакопеременного нагружения, зависит от шероховатости поверхностей, отдельных дефектов и неровностей, которые способствуют концентрации напряжений и могут превысить предел прочности материала детали.

В связи с тем, что качество поверхностного слоя оказывает существенное влияние на усталостные характеристики деталей, а его формирование в основном происходит путем обработки резанием, актуальным является создание методики технологического обеспечения циклической долговечности материала деталей, работающих в условиях циклических нагрузок путем оптимизации режимов механической обработки. Решение этой задачи рассматривалось на примере оптимизации циклической долговечности деталей типа «вал» с токарной обработкой на завершающей стадии ее изготовления.

Влияние технологических условий обработки на усталостные характеристики материала детали определяли на образцах из конструкционной стали 40Х ГОСТ 4543 - 71. Экспериментальные исследования на усталость проводились согласно ГОСТ 25.502-79 при схеме нагружения – чистый изгиб при вращении образца. В соответствии с этой схемой были изготовлены образцы для проведения исследований. Токарную обработку осуществляли на токарном обрабатывающем центре HAAS ST20 резцом PVVNN 2525M-16Q с режущей пластиной VBGW 160404T00815SE без охлаждения. Перед обработкой все образцы были разделены на три группы по 10 штук в каждой. Обработку образцов выполняли с глубиной резания $t = 0,3$ мм и скоростью резания $V = 80$ м/мин и подачей $S = 0,12$ мм/об – для первой группы, $V = 120$ м/мин и $S = 0,08$ мм/об – для второй и $V = 180$ м/мин и $S = 0,08$ мм/об – для третьей группы. Испытания на усталость проводили на испытательной машине МУИ-6000 при частоте 2000 мин⁻¹.

По результатам экспериментальных исследований получена математическая модель циклической долговечности материала детали от режимов резания и напряжения цикла. Согласно методике многокритериальной оптимизации на основе полученной модели сформирована комплексная целевая функция, состоящая из двух частных критериев оптимизации – циклической долговечности и производительности процесса токарной обработки.

Таким образом, математическая модель процесса токарной обработки деталей типа «вал», работающих в условиях циклически переменных нагрузок, представлялась совокупностью целевой функции и системы ограничений по подаче, скорости, силе и мощности резания, точности обработки, стойкости инструмента и шероховатости обработанной поверхности. При этом напряжение цикла для наиболее опасного конструктивного элемента детали определялось с учетом условий ее эксплуатации методом конечных элементов в среде программного комплекса FEMAP 10.2.0.

Решение данной задачи многокритериальной оптимизации, которая является многомерной задачей нелинейного математического программирования, осуществлялось методом скользящего допуска. Это позволило определить режимы токарной обработки детали, которые обеспечивают максимальные значения циклической долговечности материала детали и производительности ее изготовления.

УДК 624.92

С.В. Бойко, канд. техн. наук, доцент

О.А. Назаренко, студент

Чернігівський національний технологічний університет, svboyko.cstu@gmail.com

ТЕМПЕРАТУРНІ ЯВИЩА В ПРОЦЕСІ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ

Температурні явища в процесі абразивної обробки відіграють дуже велику роль, тому даній темі присвячено дуже багато робіт винахідників різних країн. Одним з наслідків великих температур в зоні обробки є припали. Вони можуть бути суцільними, коли велика кількість поверхні зафарбована в колір мінливості, та місцевими, коли перегрітими виявляються окремі ділянки на поверхні. Припали відсліджують на поверхні деталі по кольорам мінливості. Поверхні без припалів залишаються світлими. Припали при обробці не допустимі, так як вони значно зменшують механічні властивості поверхневого шару та твердість металу. Припали досягають 2 мм глибини та зменшують твердість з 61...64 до 45...55 одиниць HRC.

Мета роботи: визначення впливу миттєвих температур на точність обробленої поверхні.

При шліфуванні в зоні контакту шліфувального круга та заготовки виділяється дуже велика кількість теплоти. Температура в зоні обробки досягає 1000-1600°C. Із усіх видів лезвийної обробки виділяється дуже багато теплоти, але при абразивній обробці найбільше. 94% усієї теплоти, яка виділяється при обробці, відходить у стружку та круг і лише 6% – в поверхню деталі.

Згідно [1]:

- більшість механічної енергії перетворюється в теплову;
- теплота виникає в наслідок тертя та пластичної деформації;
- сукупність діючих джерел визначає тепловий режим шліфування.

Розрізняють 3 види температур при шліфуванні [2]:

- миттєва, що розвивається в зоні мікрорізання шліфувальним зерном;
- контактна, яка установилась в зоні контакту круга з заготовкою;
- середня.

Теплові явища при шліфуванні істотно впливають на якість оброблених поверхонь, викликають фазові та структурні зміни. Найбільший вплив на якість обробленої поверхні мають миттєва та контактна температура. Високі температури в зоні обробки викликають різні дефекти в поверхневому шарі шліфованої деталі (припали, тріщини і т.д.), які суттєво знижують якість деталі.

Внаслідок високих температур загартовна сталь вторинно загартовується.

При високій температурі в зоні різання, з'являється велика кількість дефектів, які в свою чергу впливають на якість поверхні. Тому потрібно правильно підбирати оптимальні параметри обробки: режими різання, враховуючи швидкість різання, глибину, параметри круга, правильний підбір МОР та правильну її подачу. Не врахування всіх факторів приведе до отримання бракованої продукції. Таким чином температурний фактор стає одним із найважливіших факторів при абразивній обробці.

В ході роботи, за допомогою термографа були визначені миттєві температури під час абразивної обробки, які будуть використовуватись в подальших дослідженнях для визначення деформацій шліфувального круга і заготовки, та їх вплив на процес формоутворення деталі.

Список посилань

1. Островский В.И. Теоретические основы процесса шлифования. / В.И. Островский. – Изд-во Ленинградского университета, Ленинград, 1981. – 141 с.

2. Сизый Ю.А. О мгновенной температуре шлифования / Ю.А. Сизый, Д.В. Сталинский, А.Н.Ушаков // "Вестник национального технического университета ХПИ". – 2009. – №2. – 124 с.

УДК 620.22

А.И. Буря, канд. техн. наук, профессор
С.В. Калиниченко, аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет, ol.burya@gmail.com

УГЛЕПЛАСТИК НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЕТИЛЕН

Политетрафторэтилен - инертный материал, полученный искусственным путем. Обладая высокой химической стойкостью, он может эксплуатироваться в любой среде за исключением расплавов щелочных металлов, трёхфтористого хлора и элементарного фтора. ПТФЭ характеризуется высокой плотностью, отличными электроизоляционными и хорошими механическими свойствами. При этом, механическую и электрическую прочность он сохраняет в области температур от -190 до +250°C.

ПТФЭ обладает самым низким среди всех полимеров, почти не зависящим от температуры коэффициентом трения (при малых скоростях и нагрузках). Материал совершенно гидрофобен, биологически инертен.

Эти удивительные свойства материала делают его незаменимым в технике 21-го века, в том числе не только в космических аппаратах, авиации и военной технике, но и в приборостроении, машиностроении, химической, электротехнической, атомной, энергетической, пищевой, медицинской и других отраслях промышленности [1].

Но наряду из вышперечисленными преимуществами ПТФЭ имеет и недостатки такие как хладотекучесть, низкая твердость, имеет недостаточную износостойкость, а также при скорости трения более 1 м/с значительно увеличивается коэффициент трения.

Из-за этого изделия из ПТФЭ в машиностроении применяются в узком диапазоне нагрузок и скоростей, за частую подшипники скольжения.

Для устранения указанных недостатков в ПТФЭ вводят различные армирующие такие как: коксовая мука, графит, дисульфид молибдена, бронза, стекло волокна, что позволяет снизить износ в 200-1000 раз, при одновременном увеличении прочности при сжатии и твердости.

Учитывая выше изложенное нами был разработан композитный материал на основе ПТФЭ в качестве армирующего наполнителя было использовано углеродное гидроцеллюлозное волокно (УВ) Урал.

Технология переработки ПТФЭ и углепластиков на его основе, содержащих до 40 мас. % Урал в блочные изделия включала следующие стадии: таблетирование, сушку, формование, механическую обработку. Компрессионное прессование осуществляли на гидравлическом прессе при температуре 370 ± 2 °C и давлении 25-30 МПа.

Исследования трибологических и физико-механических свойств полученного углепластика проводилось согласно ГОСТам для пластмасс. Определение триботехнических характеристик композитов проводили в режиме сухого трения (машина трения 2070 СМТ-1) при удельной нагрузке 1,4 МПа, скорости трения 0,8 м/с и пути 1000м. Контр-тело было изготовлено из стали 45 с твердостью 50 HRC₃ и шероховатости Ra 0,08. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Анализируя полученные результаты можно отметить что введение в ПТФЭ 10 мас.% УВ повышает его износостойкость более чем в 300 раз при незначительном увеличении коэффициента трения. С увеличением процентного содержания волокна износостойкость улучшается, а коэффициент трения незначительно увеличивается.

Таблица 1 – Трибологические характеристики ПТФЭ с различным содержанием УВ

Показатели	Содержание волокна, мас.%				
	0	10	20	30	40
Коэффициент трения	0,09-0,1	0,16	0,19	0,20	0,21
Износ, мг	63,08	0,2	0,18	0,15	0,11
Температура в зоне трения, °С	45	53	68	72	78

Испытание механических свойств УП проводили на машине сжатия-разрыва FP-100 при скорости деформации образца 1 мм/мин.

Изучение полученных кривых (рис. 1) сжатия углепластиков показало что оптимальное содержание УВ в связующем 20 мас.%. В частности, для УП с указанным содержанием наполнителя предел прочности при сжатии почти в 4 раза выше, чем у исходного полимера (87 МПа).

Обращает на себя тот факт, что характер изменения кривых σ - ε для фторопласта и УП на его основе различен.

Так, на кривой связующего (1), которая, согласно классификации Херцберга [2], относится к кривым I типа имеется прямолинейный участок до напряжения, соответствующего пределу пропорциональности; участок, где наблюдается некоторое отклонение от закона Гука, связанное с проявлением сегментальной подвижности макромолекул, предел текучести, после которого развивается пластическая деформация, стадия деформационного упрочнения и разрушения. Кривые УП (2-5), согласно указанной классификации, относятся ко II типу: помимо прямолинейного участка, описывающего упругую деформацию при малых ее значениях наблюдается параболический участок кривой, характеризующий гомогенную пластическую деформацию.

По результатам физико-механических и триботехнических испытаний как оптимальное было выбрано содержание УВ в УП - 20 мас.% УВ.

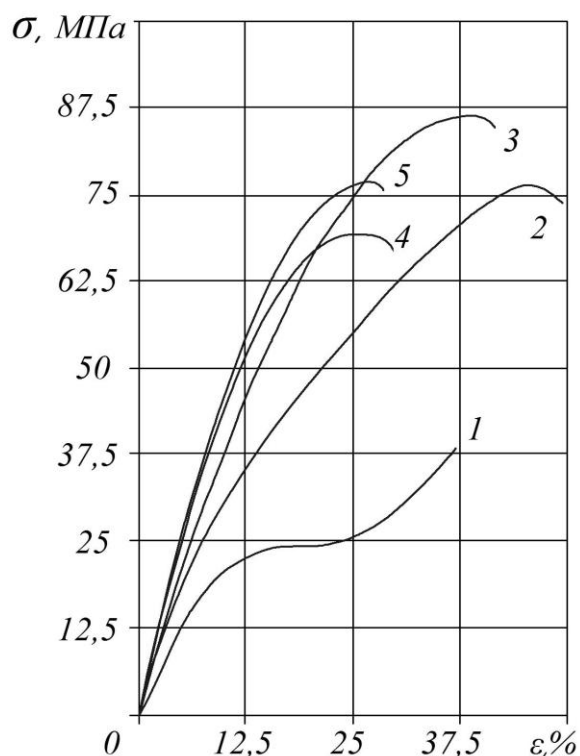


Рис. 1 – Влияние содержания УВ на предел прочности и относительное удлинение при сжатии ПТФЭ (1) и УП на его основе, содержащих 10 (2); 20 (3); 30 (4) и 40 (5) мас.% УВ

Список ссылок

1. Логинов Б.А. Удивительный мир фторполимеров. / Б.А. Логинов. – 2-е изд, дополненное. – М.: 2009. – 168 с.
2. Херцберг Р.В. Деформация и механика разрушения конструкционных материалов: Пер. с англ./ Под ред Бернштейн М.Л., Ефименко С.П. – М. Металлургия, 1989. – 576с.

СЕКЦІЯ 2
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЛАДНАННЯ, ІНСТРУМЕНТ ТА
ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ДЕРЕВООБРОБКИ ТА МЕБЛЕВОГО
ВИРОБНИЦТВА»

УДК 674.049

О.О. Пінчевська, докт. техн. наук, професор
В.М. Головач, канд. техн. наук
О.Ю. Горбачова, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
opinchewska@gmail.com; vale_go@mail.ru, gorbachova.sasha@ukr.net

ПРОГНОЗУВАННЯ КОЛЬОРУ ТЕРМООБРОБЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ ГРАБА

Під дією високої температури без доступу кисню в деревині протікають складні процеси сушіння і термічного розкладання. Під термічною деструкцією розуміють порушення хімічних зв'язків між структурними складовими деревини (геміцелюлоз, целюлози і лігніну), яке носить багатостадійний поетапний характер. Для розроблення математичної моделі прийнято ряд припущень: деревина в умовах інтенсивного нагрівання є багатокомпонентною відкритою трьохфазовою термодинамічною системою з фізико-хімічними перетвореннями; в кожному безкінечно малому об'ємі цього матеріалу присутній стан локальної термодинамічної рівноваги; газова фаза розглядається як трьохкомпонентна суміш газів і складається з водяної пари, повітря і продуктів розкладання деревини; конвекційне перенесення газу в середині деревини описується рівнянням Дарсі; температури твердої, рідкої і газової фази рівні між собою; задача вирішується в одновимірному представленні.

Термічне розкладання деревини, яка в своєму складі містить кілька структурних елементів, є багатостадійним процесом і його можна описати як будь-який фізико-хімічний процес рівнянням Арреніуса:

$$-\frac{d\omega}{d\tau} = \sum_{j=1}^m \omega_j^n \cdot A_j \cdot \exp\left(-\frac{E_j}{RT(\tau)}\right), \quad (1)$$

де m – кількість стадій;

j – індекс стадії;

A_j – частотний фактор j -тої стадії, с^{-1} ;

E_j – енергія активації j -тої стадії, Дж/моль;

n_j – порядок реакції j -тої стадії;

ω_j – безрозмірна ступінь термічного розкладання деревини на j -тій стадії;

R – універсальна газова стала, $R = 8314$ Дж/(моль·К);

T – температура, К.

Рішення цього рівняння відносно ω дає можливість визначити ступінь розкладання деревини у разі оброблення різними режимами. Найбільш привабливим показником є колір деревини, який змінюється в процесі її термічного оброблення. Якщо визначити з допомогою запропонованої моделі ступінь термічного розкладання деревини під час термооброблення, то можна спрогнозувати показники її кольору. Для оцінки характеристики кольору термообробленої деревини граба була використана система розкладання кольору на L, a, b складові в програмі Photoshop. Залежність кольору термічно модифікованої деревини від температури і тривалості оброблення представлена у вигляді рівнянь регресії:

$$L = L_0 + l_1 \cdot T + l_2 \cdot \tau + l_{12} \cdot T \cdot \tau, \quad (2)$$

$$a = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot \tau + a_{12} \cdot T \cdot \tau, \quad (3)$$

$$b = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot \tau + b_{12} \cdot T \cdot \tau, \quad (4)$$

де L_0, a_0, b_0 – початкові значення складових кольору для необробленої деревини;
 l_i, a_i, b_i – коефіцієнти регресії.

Для визначення коефіцієнтів регресії, що входять в залежності (2 – 4) проведено експериментальні дослідження, які полягають у визначенні кольору на певних завчасно спланованих етапах термічного розкладання деревини. В результаті експериментальних досліджень отримані співвідношення:

$$L = 31,25 - 16,58 \cdot T - 6,25 \cdot \tau + 3,25 \cdot T \cdot \tau, \quad (5)$$

$$a = 7 - 3,83 \cdot T - 0,33 \cdot \tau - 2,17 \cdot T \cdot \tau, \quad (6)$$

$$b = 9 - 6,5 \cdot T - 1,33 \cdot \tau - 1,5 \cdot T \cdot \tau, \quad (7)$$

Рівняння (5 – 7) перевірені на адекватність по однорідності середніх значень (за критерієм Стюдента) і дисперсії параметрів кольору (за критерієм Фішера). На основі результатів цих рівнянь встановлено, що під час термооброблення на колір деревини впливає температура та час оброблення. Світлість кольору буде змінюватися від блідо-сірого до чорного, тобто складова кольору L зменшується. Для оцінки можливості використання запропонованої моделі прогнозування кольору деревини після термомодифікування побудовано залежності складової кольору L від тривалості оброблення і побудовано лінії тренду на базі цих залежностей (рис. 1).

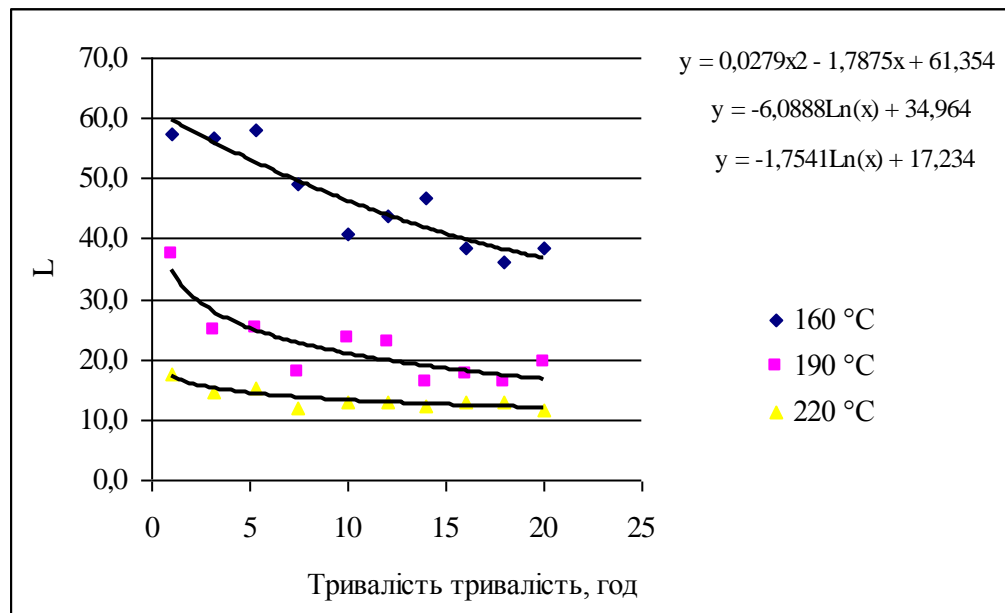


Рис. 1 – Залежність складової кольору деревини граба L від параметрів режиму термічного модифікування

Результати апроксимації графіків показують, що залежність параметру кольору L термообробленої деревини граба від тривалості оброблення при температурі 160 °C описується поліноміальною лінією тренду з похибкою апроксимації $R^2 = 0,8459$; при температурі оброблення 190 і 220 °C – логарифмічною лінією з похибками апроксимації $R^2 = 0,8041$ та $R^2 = 0,8069$ відповідно. Це свідчить про достовірність моделі. Також

експериментально досліджено механічні властивості зразків деревини граба до та після термічного оброблення. Встановлено, що для отримання найкращих значень межі міцності при стиску вздовж волокон та при статичному згині оптимальною є термомодифікування при температурі 190 °С.

УДК 691.075.5

О.О. Пінчевська, докт. техн. наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
OPinchewska@gmail.com

О.Ю. Цапко, провідний інженер з вогнезахисту
ТОВ «Д-33», Aleks_workingmail@ukr.net

ШЛЯХИ ЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІД ВПЛИВУ ВОГНЮ

Деревина, як будівельний матеріал, широко застосовується в будівництві й архітектурі завдяки своїм механічним та експлуатаційним властивостям, але у зв'язку з підвищеною горючістю є пожежонебезпечним матеріалом. Підвищити рівень пожежної безпеки об'єктів, де використовуються будівельні конструкції з деревини, можливо за допомогою її вогнезахисного оброблення, суть якого полягає в наданні деревині здатності протистояти дії полум'я та поширенню полум'я поверхнею [1]. Ефективність просочувальних засобів для деревини обумовлюється: розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів; зміною напрямлення розкладу деревини в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку; гальмування окислення в газовій і конденсованій фазі; утворенням на поверхні теплозахисного шару коксу (рис. 1).

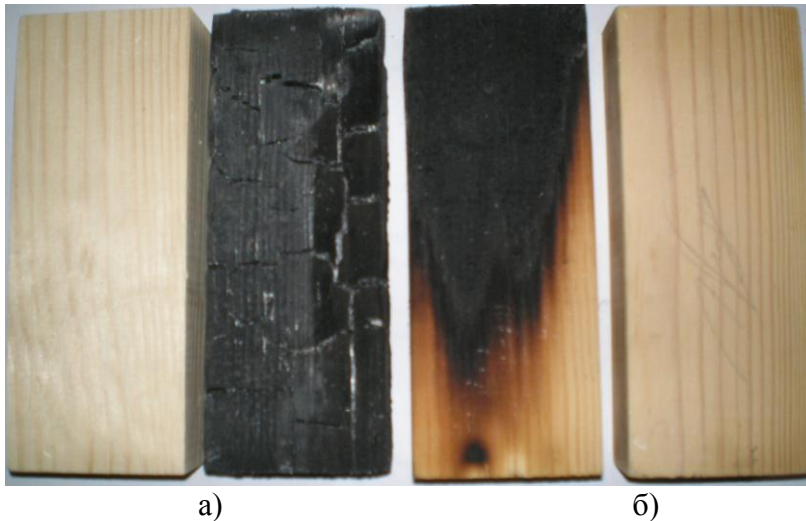


Рис. 1 – Зразки деревини до і після вогневих випробувань: а) необроблений, б) просочений антипіренами

Однак існуючі просочувальні засоби, що застосовуються для захисту матеріалів від термічної і біологічної дії, вміщують у своїх складах високотоксичні сполуки, підвищують гігроскопічність та корозійність виробів, мають обмежену сферу застосування (вологість до 80 %) та вимиваються при експлуатації. На недостатньому рівні знаходяться і технології оброблення, так поверхневе нанесення просочувальних розчинів має низьку ефективність захисту, а автоклавне потребує застосування металоємного обладнання.

Другий спосіб – це нанесення на поверхню деревини покриття на органічному чи неорганічному в'язучому.

Неорганічні вогнезахисті покриття не мають біозахисних властивостей і під дією атмосфери втрачають адгезійні властивості та осипаються [2].

Ефективними вогнезахисними покриттями є такі, що спучуються, утворюючи бар'єр для теплопровідності [3].

Під час спучування відбувається розм'якшення складових з одночасним ендотермічним розкладанням антипіренів і газоутворювачів (рис. 2), а додавання до цієї системи мінеральних наповнювачів призводить до утворення щільного шару пінококсу, що спричиняє вогнезахисні властивості покриття (рис. 3).



а) б)

Рис. 2 – Зразки деревини вогнезахисної покриття до а) та після вогневих випробувань б)



Рис. 3 – Спучений шар пінококсу на поверхні деревини після вогневих випробувань

Таким чином, використання мінеральних речовин дозволяє розробити новий тип вогнезахисних покриттів для будівельних конструкцій, наявність яких дозволить сповільнити прогрівання матеріалу й зберегти свої функції при пожежі протягом заданого періоду часу.

Список посилань

1. Жартовский В.М., Цапко Ю.В. Профилактика горения целлюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика / В.М.Жартовский, Ю.В.Цапко. – Київ: УкрНДПБ МНС України, 2006. – 256 с.

2. Гузій, С. Вогнезахист деревини покриттям на основі геоцементу: наук. Зб. / С. Гузій, А. Кравченко // ІДУЦЗ. – 2013. – № 1. – С. 102–106.

3. Стахов В.Л. Огнезащита строительных конструкций: современные средства и методы оптимального проектирования / В.Л. Стахов, А.М. Герашенко // Строительные материалы. – 2002. – № 6. – С. 2–6.

УДК 674.031.1/3

О.П. Космач, канд. техн. наук, ст. викладач

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНОЇ ТВЕРДОСТІ ДЕРЕВИНИ

Достовірне визначення комплексу фізико-механічних показників матеріалів, зокрема різних порід деревини відіграє важливу роль при вивченні процесів, які пов'язані з виготовленням продукції, міцністю, стійкістю, теплопровідністю, звукоізоляцією та ін. Такі дослідження дозволяють встановити стійкі зв'язки між фізико-механічними показниками деревини та процесами, які супроводжують процеси формоутворення поверхонь, їх деформування, різання, зміцнення, жолоблення тощо. До одного з таких фізико-механічних показників деревини відносять її твердість.

Використання існуючих методів визначення твердості деревини залежить від багатьох факторів, наприклад, якості випробувальних зразків та їх розмірів, часу випробування, обладнання та ін. Порівняння даних методів може бути реалізоване за комплексом характеристик, які притаманні існуючим методам визначення фізичних або механічних величин. В зв'язку з цим виявлення методів визначення твердості деревини, які мають суттєві переваги над іншими методами з використанням їх кількісної оцінки є достатньо актуальною задачею. Такі дослідження дозволяють сформулювати у дослідників напрямки подальшим теоретичних та експериментальних досліджень, які пов'язані з визначенням твердості деревини, а також інших пружних або пружно-пластичних м'яких матеріалів.

Для визначення твердості деревини використовуються методи, які ґрунтуються на комплексі різних фізичних та хімічних ефектів. В загальному випадку твердість деревини визначають статичними та динамічними методами. Статичні методи ґрунтуються на визначенні показників твердості деревини при сталих (стабільних) умовах навантаження або постійності умов оточуючого середовища. Динамічна твердість деревини визначається в результаті протікання короткотривалих процесів, наприклад, циклічних або ударних навантажень. Для даних методів характерні особливості, обмеження та певні характеристики. З цієї точки зору необхідне проведення детального аналізу та порівняння існуючих основних методів на основі опрацювання науково-технічних літератури.

Результати досліджень показали, що найбільш розповсюдженими методами визначення статичної твердості деревини є наноінденторний метод, методи Янка та Брінелля.

Результати аналізу наукових джерел показують, що на сьогодні не існує узагальненої класифікації методів визначення статичної твердості деревини. Тому з цією метою актуальним напрямком дослідження є збір та аналіз інформації про процеси визначення статичної твердості деревини, а також виявлення основних переваг та недоліків існуючих методів. Для подальшого розвитку та удосконалення перспективних методів визначення статичної твердості деревини необхідно визначення найбільш актуальних напрямків теоретичних та експериментальних досліджень з врахуванням існуючих господарських та промислових потреб. Це досягається шляхом прийняття раціональних та обґрунтованих рішень, які витікають з особливостей основних характеристик методів. При цьому засоби для їх реалізації можуть коливатися від звичайної інтуїції спеціалістів до залучення групи висококваліфікованих експертів і використання методів прийняття рішень.

З цієї точки зору для аналізу основних характеристик методів визначення статичної твердості були використані перспективні методи прийняття рішень, зокрема метод розстановки пріоритетів.

Аналіз та порівняння існуючих методів визначення статичної твердості деревини проводився для наступних основних характеристик методів [1]: інтегральність, універсальність, швидкодія, достовірність, чутливість, автоматизація, безпечність, вартість (рис. 1).

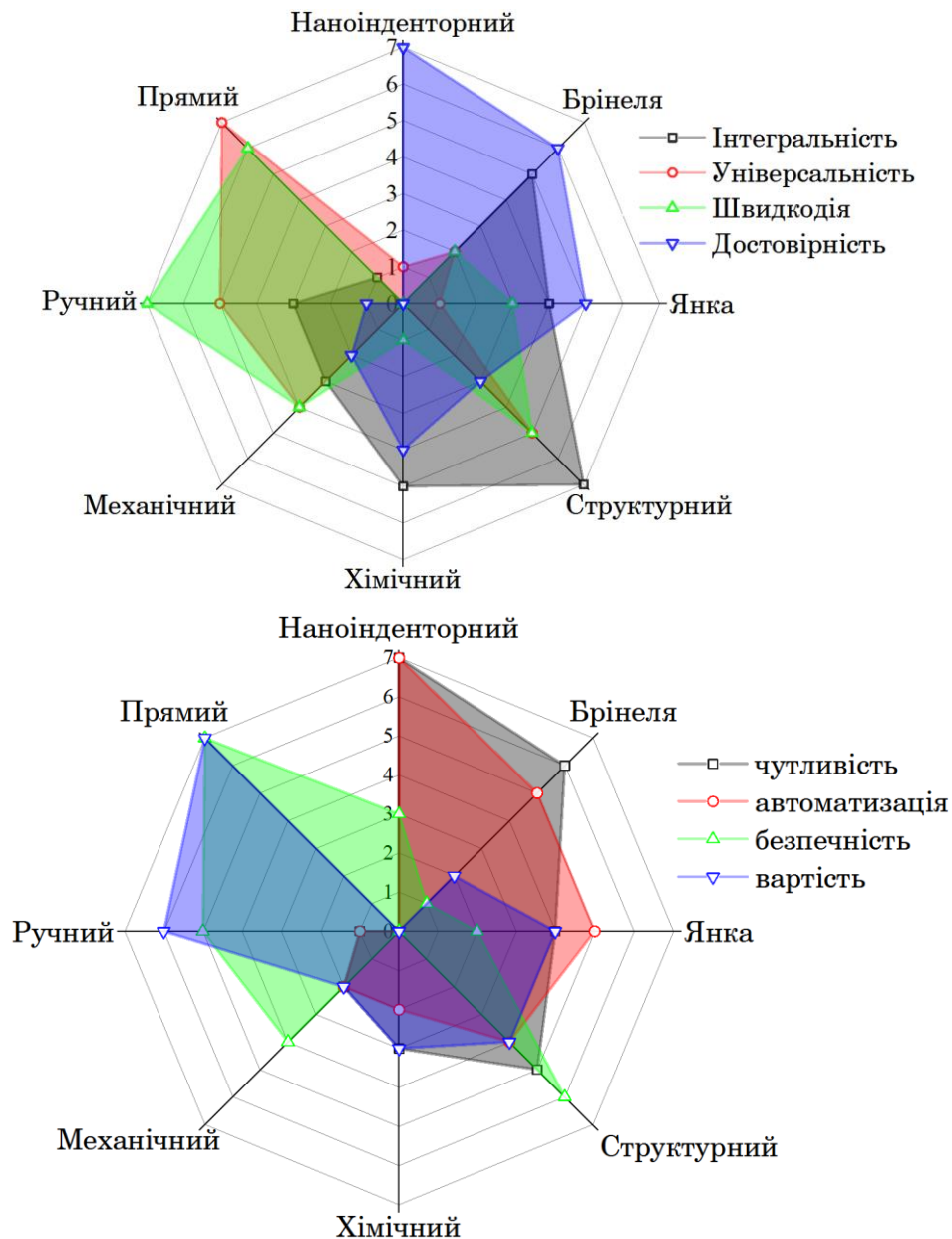


Рис. 1 – Порівняння методів визначення статичної твердості деревини

Результати досліджень з використанням методу розстановки пріоритетів показують, що до пріоритетних методів визначення статичної твердості деревини можна віднести структурний метод, методи Брінелля та Янка, а також ручний метод [2].

Список посилань

1. Демина, Л. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : уч. пос. / Л. Н. Демина. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 292 с.
2. Космач, О.П. Аналіз методів визначення статичної твердості деревини / О.П. Космач, А.В. Кадик // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 5(7). – С. 19 – 24.

УДК 674.047

О.О. Пінчевська, докт.техн.наук, професор
Ю.П. Лакида, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
yuriy.lakyda@gmail.com

ЩОДО РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ НОВОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Для проведення експериментальних досліджень з визначення фізичних та механічних властивостей було виготовлено тришарову плиту, оскільки з попередніх досліджень відомо що одношарова плита має неоднакові показники міцності у взаємно перпендикулярних напрямках, а для двошарової плити характерно жолоблення після витримки, тобто вони мали не пласку форму.

Отже під час основного експерименту були виготовлені наступні плити:

1. Тришарова плита з дрібної фракції (1-5 мм);
2. Тришарова плита з великої фракції (6-10 мм);
3. Тришарова плита, зовнішні шари з дрібної фракції, внутрішні з великої;
4. Тришарова плита, зовнішні шари з великої фракції, внутрішні з дрібної.

Визначення фізичних властивостей композиційного матеріалу проводили за ГОСТ 10634-88. Щільність матеріалу становила 760 – 810 кг/м³. Розбухання матеріалу у воді – 67 %. Вологість експериментальних зразків була 8 %. Ударну в'язкість визначали згідно стандарту ГОСТ 11842-76. Ударна в'язкість становила 0,03 – 0,06 Дж/м². Питомий опір вириванню гвіздків визначали згідно стандарту ГОСТ 10637-78. Отримані результати становлять 5 – 8 МПа.

Сучасний стан вимірювальної техніки дає можливість вимірювати модулі пружності не лише механічним а й акустичним (ультразвуковим) методами не руйнуючи досліджуваний матеріал. Визначення межі міцності та модуля пружності під час згинання механічним та ультразвуковим методами проводили згідно стандартів ДСТУ EN 310:2003 та ГОСТ 16483.31-74 відповідно. Результати експериментальних досліджень з визначення модуля пружності наведено на рис.1.

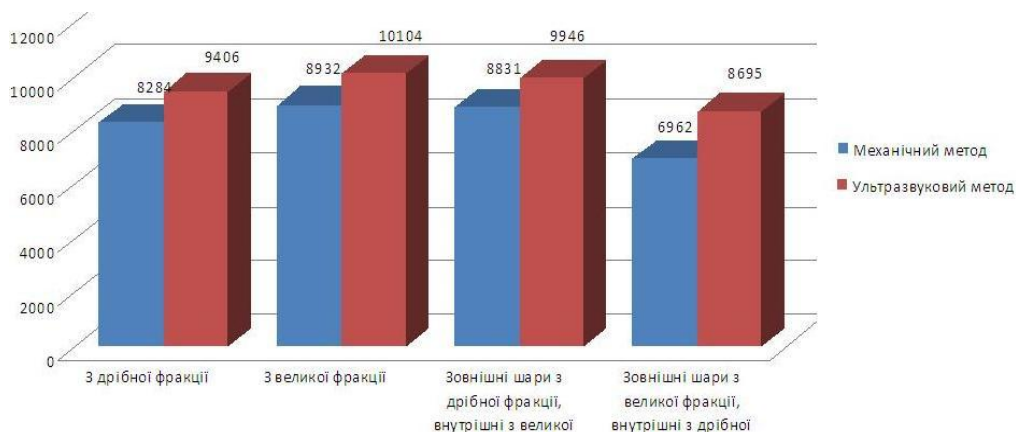


Рис. 1 – Середні значення модуля пружності визначеного механічним та ультразвуковим методами

Отриманий новий композиційний матеріал показав високі механічні властивості: його межа міцності при згині становила – 29,8 -37,6 Н/мм². Для порівняння плити OSB 9-17 Н/мм² (Загального призначення) та 26-30 Н/мм² (Підвищеної міцності). Модуль пружності нового композиційного матеріалу при згині становила: 8605 – 10104 Н/мм². Похибка

досліджень модуля пружності композиційного матеріалу механічним та акустичним методом становила 9 %.

УДК 674.047

О.О. Пінчевська, докт. тех. наук, професор

Д.М. Скляр, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ПРОБЛЕМА СТАНДАРТІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВНИХ КОМПОЗИТІВ

На даному етапі євроінтеграції України неостаннім питанням є перегляд всіх існуючих стандартів та інших нормативних документів, за допомогою яких відбувається як виготовлення продукції, та і контроль її якості. Відповідно до Закону України «Про стандартизацію» від 05.06.2014 [1] оновлення бази даних українських нормативних документів вирішено проводити шляхом перекладу міжнародних та європейських стандартів та їх гармонізації з українськими документами. Безпосередніми виконавцями даної роботи є технічні комітети (ТК), до складу яких входять спеціалісти-технологи своєї галузі та наукові співробітники провідних університетів країни. Такий склад ТК забезпечує, перш за все, якісний переклад та професійне опрацювання текстів нормативних документів. Але відсутність скоординованого управління та належного фінансування з боку держави призводить до нестабільної роботи технічних комітетів та зменшує в них кількість кваліфікованих кадрів.

Починаючи з 2015 року співробітники кафедри технології деревообробки НУБіП України у співпраці з колегами з Технічного університету міста Зволена (Словаччина) працюють над розробкою та вдосконаленням технології виготовлення деревного композиту, личкувальним матеріалом якого є шар з деревних зрізів (чіпсів), просочених клеєм [2]. Спираючись на проведені дослідження, підкладкою для нового личкувального матеріалу було обрано тріску, що використовують для формування килиму деревностружкової плити. З цього виходить, що основними стандартами при дослідженні фізико-механічних та експлуатаційних властивостей (міцність на згин та розтягування, розбухання, випаровування формальдегіду тощо) отриманого композиту є стандарти по плитним деревинним матеріалам. Державні підприємства «Укрметртестстандарт» та «УкрНДНЦ» пропонують перелік українських державних стандартів (ДСТУ), які були гармонізовані з європейськими EN та міжнародними ISO стандартами. Але на даний час вони недоступні для українських дослідників, оскільки, або не мають кваліфікованого перекладу на українську мову, або мають зависоку ціну. Замість них при дослідженнях використовують старі радянські стандарти, які вже тривалий час не перевірялися та не удосконалювалися.

Така ситуація є суттєвою проблемою для сучасних виробників та дослідників, оскільки ускладнює створення конкурентоспроможного з європейським продукту, знижує значущість отриманих в ході експериментів даних, обмежує сфери використання виготовленого товару чи результатів досліджень внутрішнім простором України. Це дестабілізує зовнішньоекономічні зв'язки нашої держави та зменшує можливість міжнародної наукової співпраці інститутів та університетів України.

Список посилань

1. Закон України "Про стандартизацію" № 1315-VII від 05.06.2014 – К.: Урядовий кур'єр, 2014.
2. Pinchevska O. Wood particleboard covered with slices made of pine tree branches / O. Pinchevska, M. Šmidriaková. // Acta Facultatis Xylogologiae. – 2016. – №58. – С. 67–74

УДК 674.093.24.06

О.Б. Ференц, канд. техн. наук, доцент
З.П. Копинець, канд. техн. наук
В.М. Сторожук, канд. техн. наук, доцент
О.О. Ференц, аспірант

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, ferents_ob@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ КЛЕЄНОГО БУДІВЕЛЬНОГО БРУСА

На виробництво столярно-будівельних виробів (СБВ) щорічно потрібна велика кількість лісоматеріалів та заготовок високої якості. Тому постало завдання розробки ресурсо- та енергоощадних технологій виготовлення сучасних СБВ, які базуються, насамперед, на раціональному та ефективному використанні деревини на всіх етапах (операціях) технологічного процесу.

Розроблено методику визначення коефіцієнтів витрати лісоматеріалів та пиломатеріалів, проведено експериментальні дослідження у виробничих умовах шляхом дослідних розпилювань, використано бази даних передових підприємств, проведено аналіз і обробку отриманих результатів [1...2].

Під час виробництва сучасних дерев'яних будівельних конструкцій для яких застосовують клеєний брус можна виділити низку технологічних етапів. Зокрема, технологічний процес виробництва передбачає такі основні етапи: розкрій лісоматеріалів на пилопродукцію; сушіння пиломатеріалів; розкрій пиломатеріалів на заготовки, калібрування заготовок; вирізання дефектних місць (оптимізація розкрою); зрощування відрізків заготовок за довжиною, витримка та друге калібрування зрощених заготовок; склеювання зрощених заготовок за товщиною, виготовлення клеєного бруса, витримка та полімеризація клею, третє калібрування-профілювання бруса; поперечний розкрій бруса за довжиною на специфікаційні вироби; фрезерування кутових з'єднань; фрезерування отворів, пазів під з'єднання; оброблення антисептиком, антипіреном, ґрунтування та опорядження; підготовка до монтажу.

Сучасні технологічні процеси виготовлення СБВ із клеєного бруса та зрощених заготовок, найчастіше починають із розкрою лісоматеріалів на потрібні перерізи майбутніх заготовок. Такий підхід дає змогу ефективніше використовувати деревину із всіх зон пиловника під час індивідуального розкрою на стрічкопилкових колодопиляльних верстатах. На витрату деревини впливає низка чинників, зокрема, розмірно-якісна характеристика сировини, вибір способів і схем розкрою, дотримання та удосконалення типових технологічних процесів і режимів оброблення деревини, вибір обладнання та інструменту, використання склеювання, людський фактор та інші.

Середньозважений коефіцієнт витрати пиловника на виготовлення 1 м³ клеєного будівельного бруса перерізом 160 x 170 мм або 185 мм з шипом для дерев'яних будинків становить 3,533 м³/м³, а коефіцієнт витрати обрізних пиломатеріалів – 2,100 м³/м³. Розроблені нормативи витрати деревини у виробництві клеєного будівельного бруса дозволяють контролювати питання щодо раціонального та ефективного використання деревинної сировини та проводити єдину технологічну політику в деревообробній галузі.

Список літератури

1. Вивчити та провести обґрунтування ефективних способів розпилювання круглих лісоматеріалів та структури технологічних потоків на базі стрічкопильного обладнання. Звіт з НДР. / НЛТУ України; № держреєстрації 0104U005509. Тема №282д-04, Львів, 2005 р. – 102 с.
2. Розробити науково обґрунтовані нормативи витрат деревини у виробництві пиломатеріалів. Звіт з НДР / НЛТУ України; № держреєстрації 0105U004468. Тема №316д-05, Львів, 2005 р. – 73 с.

УДК 621.9.06:62-525

Д.Ю. Федориненко, докт. техн. наук, професор

С.П. Сапон, канд. техн. наук, доцент

Б.В. Цеков, магістрант

А.О. Надточій, студент

Чернігівський національний технологічний університет, fdy1974@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОПРИВОДІВ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

Сьогодні в умовах складної економічної ситуації в країні та постійного зростання цін на енергоносії, а також жорсткої конкуренції на ринках збуту продукції все більш актуальною проблемою є ефективне використання енергоресурсів, зокрема електроенергії. Особливу актуальність зазначена проблема набуває для більшості деревообробних підприємств України, що здебільшого використовують застаріле енерговитратне обладнання. Одними з основних елементів деревообробних машин, що визначають їх енергоспоживання є електро- та гідроприводи.

Основною метою даної роботи є розробка ефективних схемних рішень гідравлічних приводів для зниження енергоспоживання деревообробних верстатів. Гідрофіковані верстати набули широкого використання у деревообробній промисловості. В роботі проаналізовані типові схемні рішення систем гідроприводів головного руху та приводів подач верстатів. Розглянуто способи узгодження роботи насосного агрегату та системи приводів: дроселюванням, розвантаженням через розподільник, використанням регульованих насосів з різними типами регуляторів, використанням гідроаккумуляторів, штучним «голодуванням» насосу, машинним регулюванням, ступінчастим регулюванням, введенням штучних витоків [1]. Здебільшого для регулювання швидкості робочого органу використовується дросельна система регулювання, як найбільш простіша з точки зору реалізації та початкової вартості. Але, водночас, ця система характеризується значними втратами енергії, що підвищує вартість її експлуатації.

Одним з найбільш перспективних напрямків підвищення енергоефективності гідроприводів верстатів є програмоване керування розвантаженням насосної установки шляхом використання мікропроцесора з двоканальним зворотним зв'язком за тиском і подачею робочої рідини насосною станцією. Це дозволяє здійснити адаптацію гідроприводу до технологічного процесу механічної обробки деревини та ефективно використовувати електричну енергію на всіх етапах роботи верстата. Наприклад, змінювати потужність приводу на час прискореного руху, руху із сталою швидкістю чи руху із прогнозованим законом навантаження на привод.

Встановлено, що найбільш ефективною схемою з точки зору зменшення енерговитрат є виконання гідроприводу з машинним регулюванням витрат робочої рідини шляхом використання регулювання частотою обертання привідного електродвигуна гідравлічного насосу на основі перетворювача частоти. Це дозволяє знизити енергоспоживання у межах до 30% залежно від режиму роботи обладнання. Запропоновано схемне рішення гідроприводу подач деревообробних верстатів із використанням гідроаккумулятора для часткового живлення робочого органу та машинним регулюванням витрат робочої рідини. Запропоноване рішення дозволило знизити енергоспоживання у 2,5 рази при двозмінному режимі роботи обладнання.

Список посилань

1. Левченко О.В. Підвищення ефективності роботи систем гідроприводів циклічної дії / Левченко О.В. // Вісник Національного технологічного університету України «Київський політехнічний інститут» – Київ, 2012. – с. 125 – 130.

УДК 674.02:621.922.1/8

Н.В. Гончар, канд. техн. наук, доцент
В.Н. Томилин, зав. лабораторией
К.С. Плевака, студент

Запорожский национальный технический университет, gonchar@zntu.edu.ua

ШЛИФОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОЛИМЕРНО-АБРАЗИВНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Как известно, шлифование деревянных деталей производят перед покрытием лакокрасочными материалами, так как на лакированной поверхности особенно заметны мельчайшие неровности; кроме того, шлифование уменьшает расход лакокрасочных материалов. Чаще всего используют ленточное шлифование. Для получения высокого качества поверхности шлифуют несколько раз, также возможна дошлифовка дефектных мест. Учитывая относительно высокую трудоемкость процесса шлифования (например, в мебельном производстве она составляет около 12% общей трудоемкости), поиск новых, более производительных методов и инструментов для выполнения этого процесса является актуальным.

Целью данной работы было провести предварительные исследования возможности применения щеточных инструментов на основе полимерно-абразивных (ПА) волокон для шлифования деревянных изделий.

Полимерно-абразивный инструмент (ПАИ) – является инструментом вращательного действия (рис. 1, а) и представляет собой металлическую или пластмассовую ступицу, в которой закреплены волокна. Волокно ПАИ (рис. 1, б) состоит из двух компонентов: полиамид (нейлон) – прочный высокоэластичный полимерный материал, выступающий в качестве связующего элемента, и равномерно распределенные по его объему абразивные зерна, непосредственно участвующие в процессе резания. Они занимают до 40 % общего объема, что обеспечивает высокую прочность и эластичность волокон, обладающих режущими свойствами.

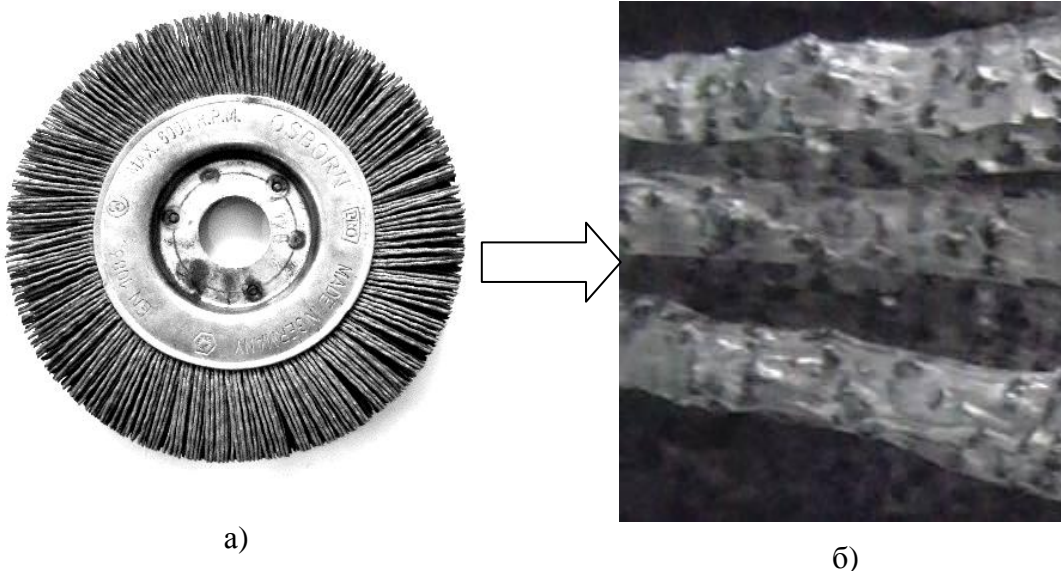


Рис. 1 – Инструмент на основе полимерно-абразивных волокон фирмы «Osborn» [1]

ПА инструмент выпускается различной формы и конструктивного исполнения (рис. 2). Применение той или иной конфигурации обуславливается формой и кривизной обрабатываемой поверхности, а также свойствами поверхностного слоя, которые необходимо обеспечить.

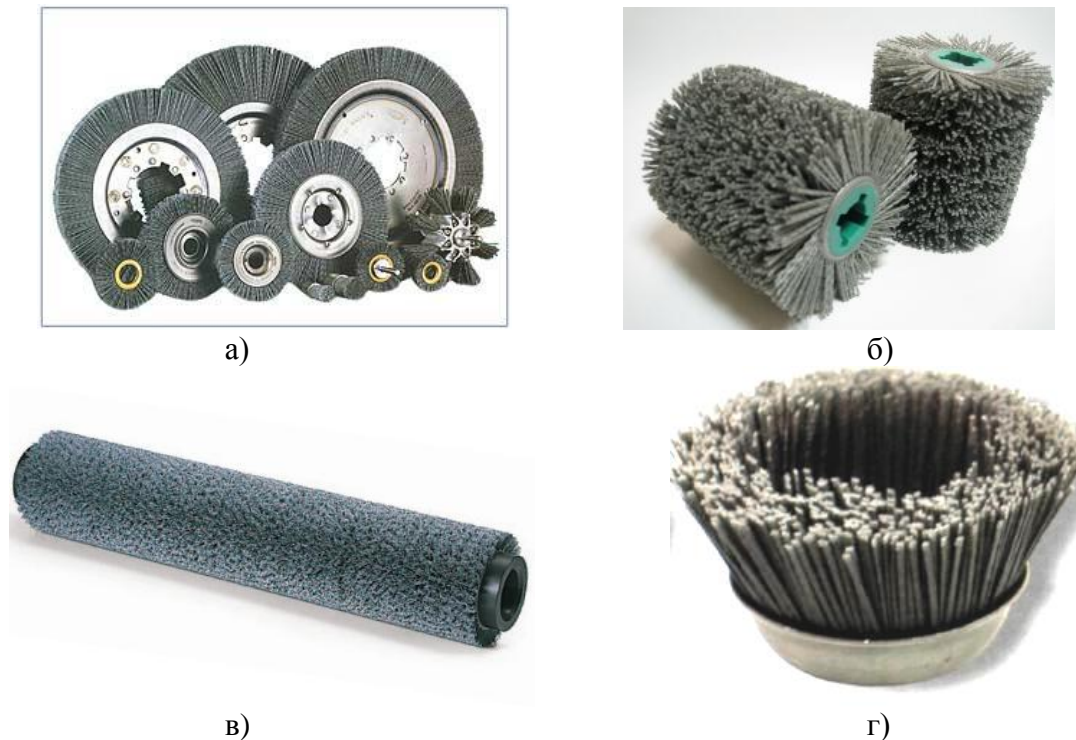


Рис. 2 – Дисковые а), цилиндрические б), роликовый в), торцевой г) полимерно-абразивные инструменты

Благодаря широкому ряду вариантов настройки инструмента путем сочетания определенных параметров и режимов обработки возможно обеспечение высокой производительности и качества при выполнении финишных операций.

Следует отметить, что полимерно-абразивный инструмент обладает отличительными свойствами, говорящими в пользу его применения на производстве. Благодаря волокнистой структуре, которая повторяет контур обрабатываемой поверхности, а также малым усилиям резания, данным нежестким инструментом возможна обработка тонкостенных и сложнопрофильных изделий из разных материалов. При этом обеспечивается высокое качество обработанной поверхности ($Ra\ 0,2...0,8\ \mu\text{м}$).

Особенностью ПАИ в эксплуатации является ограничение температурного режима до $80...120\ ^\circ\text{C}$, что предотвращает появление прижогов на обрабатываемой поверхности.

Недостатком можно считать появление органических паров в зоне обработки в очень незначительном количестве (намного меньшем, чем при обработке шлифовальными кругами с полимерной связкой). Однако учитывая специфику шлифования дерева, вызывающего запыленность и пожароопасность из-за взвешенной мелкой стружки (деревянных опилок), все рабочие места оснащены установками для отсасывания пыли, которые удаляют из рабочей зоны вышеназванные пары.

Эксперименты проводили на деревянных брусках из различных пород дерева. Бруски закрепляли в тисках. Оборудование: плоскошлифовальный станок 3Г61.

Режимы обработки полимерно-абразивным инструментами варьировали в следующих диапазонах: продольная подача $S = 1...3\ \text{м/мин}$, окружная скорость $V = 15..18\ \text{м/с}$, натяг (степень прижатия инструмента к детали) $i = 0,5...2,5\ \text{мм}$.

Параметры инструмента: полимерно-абразивный инструмент – дисковый, диаметр $D = 120\ \text{мм}$, диаметр волокон $d_v = 1\ \text{мм}$, вылет волокон $L = 21\ \text{мм}$, материал абразива 63С, зернистость F90. Обработку проводили без СОТС.

Установлено, что шлифование вдоль волокон дает лучшее качество обработанной поверхности. В большинстве случаев для получения значения $Ra = 0,32\ \mu\text{м}$ достаточно одного прохода полимерно-абразивного инструмента.

Значення натяга i , регулюючого величину удельного тиску на матеріал, більше 1,5 мм, не тільки видаляють висупи мікронервностей, але і викликають додаткове зняття шару оброблюваної поверхні, особливо у м'яких порід дерева.

В цілому можна зробити наступний висновок: полімерно-абразивні інструменти є багатопроцесовими для шліфування дерев'яних виробів при умови подальшого вивчення процесу обробки і вибору раціональних режимів.

Список ссылок

1. OSBORN International: Каталог продукції / Osborn PRO, 2008. – 101 с.

УДК 674.09: 674.093

В.С. Коваль, канд.техн.наук, доцент
З.С. Сірко, канд.техн.наук, доцент
Н.В. Марченко, канд.техн.наук, доцент
С.М. Мазурчук, асистент
В.В. Борячинський, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
WSkowal42@rambler.ru; nv_marchenko@ukr.net, mazurchuk.s.m@ukr.net;

ЩОДО ПИТАННЯ РЕСУРСОЕКОНОМНОСТІ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА ПИЛОПРОДУКЦІЇ

Однією з передумов ресурсоекономності у технологічних процесах лісопиляння є автоматизація технологічних процесів розкрою лісо- й пиломатеріалів, яка призводить до зменшення впливу людського фактору на корисний вихід і якість продукції та обумовлює підвищення ефективності використання деревної сировини.

Процесами розкрою круглих лісоматеріалів передбачається врахування розмірно-якісної характеристики сировини та виконання наступних основних вимог: максимальний вихід пиломатеріалів чи заготовок; відповідність випиленої продукції заданій специфікації; отримання пилопродукції найвищої якості. Виконання цих вимог та пошук ефективних методів, способів та схем розкрою деревної сировини на пилопродукцію є складною багатокритеріальною задачею, ефективно вирішення якої у теперішній пов'язане з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, що розроблене на основі сучасних наукових доробок і передбачає аналіз величезної кількості інформації та вибір оптимального варіанту плану розкрою деревини.

На сьогодні існує достатньо численна кількість розробок з комп'ютерного моделювання процесів раціонального розкрою лісоматеріалів, одні з яких націлені на отримання радіальних пиломатеріалів, інші – заготовок або пиломатеріалів змішаного виду. Програмні продукти з планування розкрою колод мають як переваги, так і недоліки, основними з яких є: достатня трудомісткість процесу оптимізації планів розкрою; складність без засобів сканування об'єктивно врахувати якісну характеристику колод і пиломатеріалів, що надходять до розкрою на заготовки; концентрація на формуванні планів розкрою більше за товщинами пилопродукції, ніж за їх ширинами та довжинами.


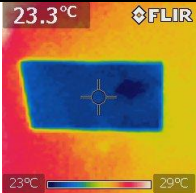
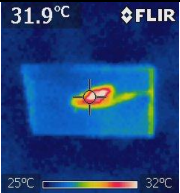
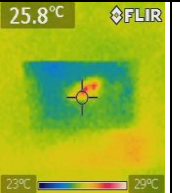
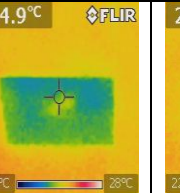
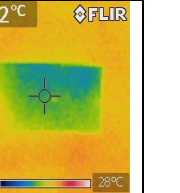

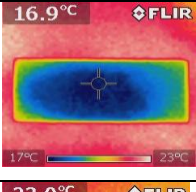
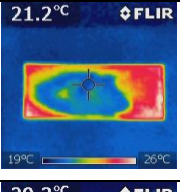
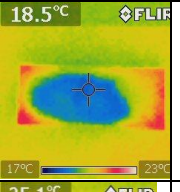
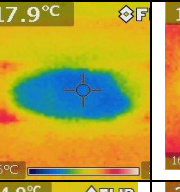
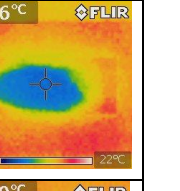

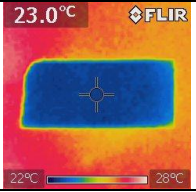
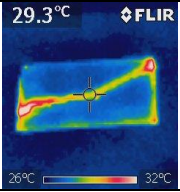
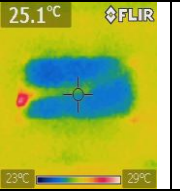
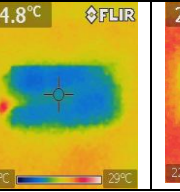
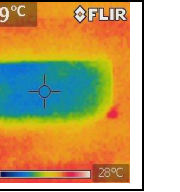
Врахування розмірно-якісної характеристики сировини за експериментально встановленими коефіцієнтами пропонується у новому програмному продукті «Технолог лісопиляння», розробленому в мові програмного забезпечення Delfi 7. Метою створення даної програми була простота і доступність у використанні, можливість застосування на підприємствах різної виробничої потужності та швидкого адаптування до особливостей конкретного підприємства. Програма орієнтована на отримання максимального виходу специфікаційних пиломатеріалів і заготовок за базовими схемами розкрою на

лісопильному устаткуванні будь-якого виду залежно від фактичних параметрів колод. Програмним продуктом передбачено як індивідуальний розкрій дошок на заготовки так і можливість здійснення виробничого контролю за прогнозованими й фактичними результатами розкрою. Передбачено також оптимізацію планів розкрою, отримання найбільшого ціннісного виходу продукції та розрахунок економічного ефекту. Результатом моделювання процесу пиляння колод у програмі «Технолог лісопиляння» є карти розкрою на кожен сортимент, за якими безпосередньо можливо здійснювати пиляння на лісопильному устаткуванні будь-якого виду.

У процесах виробництва заготовок пиляних слід на сьогодні відмітити складність здійснення розкрою пиломатеріалів, особливо листяних порід деревини, без попереднього оцінювання їх якості автоматизованими методами неруйнівного контролю.

Проаналізувавши основні методи неруйнівного контролю якості пиломатеріалів було відмічено, що найбільш поширеними є: оптичне, лазерне, X-променеє СТ-сканування, ультразвукове, мікрохвильове, інфрачервоне сканування, імпульсний радар. Відмічені методи контролю на даний час є дорогими для реалізації їх в умовах України, що разом із значною матеріалоемністю виробництва може призвести виробництво до збитковості. Тому актуальним є питання пошуку більш дешевих методів автоматизованого визначення якості пиломатеріалів, одним з яких може бути тепловий. З цією метою в рамках даної роботи було виконано масштабні експериментальні дослідження з визначення якості твердолистяних пиломатеріалів за допомогою тепловізорів (табл.1), які підтвердили можливість використання в технологічному процесі виробництва заготовок пиляних теплового методу оцінювання якості пиломатеріалів.

Таблиця 1 – Частина масиву даних експериментальних досліджень параметрів оцінювання якості дубових пиломатеріалів

№ п/п	Цифрове зображення зразка	Зображення теплового випромінювання зразка перед експериментом	Зображення теплового випромінювання зразка після нагрівання через 20 с.	Зображення теплового випромінювання зразка після охолодження на протязі:		
				60 с.	120 с.	180 с.
1						
2						
3						

У процесі досліджень було встановлено, що більш ефективним часовим проміжком фіксації теплового випромінювання, з точки зору отримання найкращого зображення вад деревини і потоковості технологічного процесу, є 20 с.

На основі експериментальних даних було розроблено та запропоновано корисні моделі способу (патент № 98967) та лінії (патент № 104328) для теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів, які базуються на використанні фото-відеотепловізійної зйомки поверхонь матеріалу та установки з обдування пиломатеріалу гарячим повітрям. Результати експериментальних досліджень можуть слугувати основою для розробки технології, пристроїв та автоматизованих систем комп'ютерного керування процесами розкרוю пиломатеріалів на заготовки.

УДК 674 – 047

П.Л. Ігнатенко, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, ignatenkopl@mail.ru

ВПЛИВ СУШІННЯ НА МІЦНІСТЬ ДЕРЕВИНИ

Міцність деревини залежить в основному від її породи, температури та вологості. При сушінні вологість та температура деревини змінюються, тому її міцність також не залишається постійною. Зміна міцності деревини спостерігається лише в діапазоні вологості нижче зони гігроскопічності, при чому зниження вологості приводить до суттєвого збільшення міцності. Зміна вологості в діапазоні вище зони гігроскопічності не впливає на міцність деревини.

Зміни міцності, пов'язані з вологістю, зворотні, тобто при зволоженні сухої деревини знижується її міцність, а при наступному висушуванні попередні міцнісні показники повністю відновлюються.

Підвищення температури приводить до пониження міцності деревини. Короткочасний вплив не досить високої температури дає зворотні зміни міцності. З підвищенням температури та тривалості її впливу в деревині відбуваються незворотні процеси, що призводять до зміни її міцнісних показників при наступній експлуатації [1].

Тому розрізняють міцність деревини в процесі обробки при тому чи іншому стані та експлуатаційну міцність, котру має деревина після доведення її вологості та температури до експлуатаційних норм.

Міцність деревини в процесі обробки підвищується з пониженням температури та вологості. Це добре ілюструє діаграма (рис. 1) межі міцності деревини берези при розтягненні поперек волокон (тангенціальний напрям).

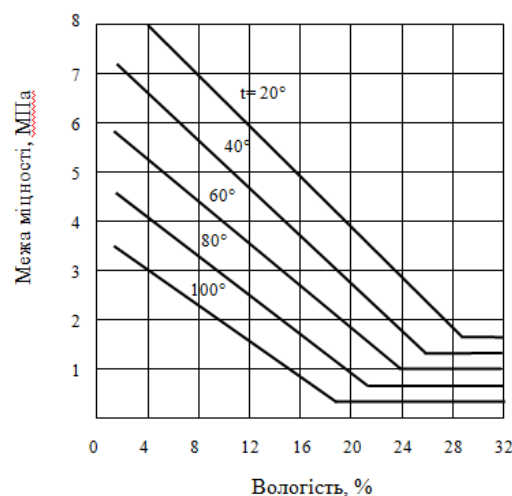


Рис. 1 – Діаграма межі міцності деревини берези при розтягненні поперек волокон в тангенціальному напрямі

Так межа міцності холодної сухої деревини вище межі міцності гарячої сирої деревини в 15-20 разів. Для інших показників механічних властивостей деревини та інших порід характер зміни міцності та їх співвідношення можуть коливатися в широких межах.

На експлуатаційну міцність деревини здійснюють вплив її порода, вологість та характер попереднього сушіння. В якості еталону експлуатаційної міцності прийнято вважати міцність деревини, яка не підлягала впливу підвищеної температури нижче 60° С не знижує її експлуатаційну міцність незалежно від тривалості сушіння. Вплив більш високої температури починає з'являтися, якщо тривалість сушки при $t=80^{\circ}\text{C}$ перевищує 40-50 год, а при $t = 120^{\circ}\text{C}$ – 2-3 год.

Ступінь зниження міцності деревини залежить від породи, вологості, температури та тривалості сушіння. Так, наприклад, в високо інтенсивних процесах сушіння, коли температура складає 120-130° С при тривалому впливі 30-60 год., показники механічних властивостей деревини понижуються: при розтягненні, стисненні та статичному згині на 5-8%, а при сколюванні та розколюванні – на 15-20% [1].

Список посилань

1. Кречетов И. В. Сушка и защита древесины [Текст] / И. В. Кречетов. – М.: Лесн. Пром-сть, 1987. – 372 с.

УДК 647. 038. 3: 681.2.083

В. М. Головач, канд. техн. наук, доцент
О. С. Баранова, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України, vale_go@mail.ru

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОРЕЛЯЦІЇ МІЖ ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ УДАРНОГО ТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ФАНЕРИ

Ультразвуковий метод контролю якості різних матеріалів дуже ефективний. Недоліком цього методу є необхідність застосовувати в процесі контролю мастильні рідини для одержання надійного акустичного контакту ультразвукових датчиків з контрольованою поверхнею. Металеві, пластмасові поверхні це не руйнує. Для фанери застосування мастильних рідин неприпустимо. Але, з огляду на точність методу, було вирішено перевірити кореляцію сигналів ультразвукового та ударного методів для підтвердження ефективності параметрів ударного методу при контролі розшарувань у фанері [1].

Дослідження проводились за допомогою ультразвукового дефектоскопу УК-10ПМС, випромінювача П111-П33МС, приймача П111-0,1-П31МС. Були проведені досліді по розподілу значень швидкості звуку в зразках фанери розміром 0,3x0,2x0,022 м, масою 0,799 кг із внутрішнім дефектом площею $S = 0,0079\text{м}^2$. Зразки були розмічені на 25 рівних ділянок розміром 0,06x0,04 м. Виміри проводились в центрі цих ділянок [2]. Вихідним параметром в досліді була швидкість звуку v . У таблиці 1 та рис. 1 наведено результати дослідів.

Таблиця 1 – Розподіл швидкості звуку по площині фанери

Довжина, м	Швидкість звуку, v , м/с				
0,04	1260	1272	1195	1139	1198
0,08	1206	1195	1223	1164	1250
0,12	1205	501	1204	1223	1165
0,16	1144	911	1238	1250	1261
0,2	1225	1267	1228	1258	1274
Ширина, м	0,06	0,12	0,18	0,24	0,3

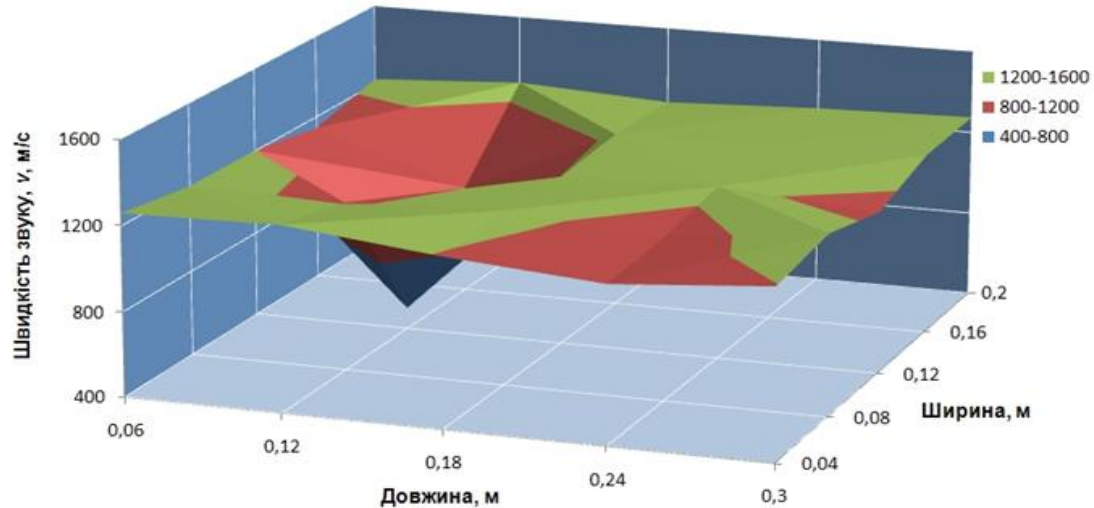


Рис.1 – Розподіл швидкості звуку по площині фанери

Порівнюючи два методи контролю одержали наступні значення коефіцієнтів кореляції:

- коефіцієнт кореляції між числом пульсацій вихідного сигналу ударного датчика n та швидкістю звука v : $K_{n,v} = 0,47$;
- коефіцієнт кореляції між частотою пульсацій сигналу ударного датчика n та швидкістю звука v : $K_{f,v} = 0,44$.
- коефіцієнт кореляції між коефіцієнтом гармонік K_2 сигналу датчика та швидкістю звука v : $K_{K_2,v} = 0,84$.

Розраховані коефіцієнти кореляції між сигналами двох методів контролю якості фанери показали, що найбільшу кореляцію з ультразвуковим методом контролю розшарування у фанери має вихідний параметр ударного датчика – коефіцієнт гармонік $K_2 = 0,84$.

Також можна зробити висновок, що ударний метод надійно виявляє у фанері розшарування розміром $0,06 \times 0,04$ м.

Список посилань

1. Основы научных исследований в деревообработке : [учеб. для вузов для специальностей 260200 "Технология деревообработки", 170400 "Машины и оборудование лесного комплекса"] / А. А. Пижурин, А. А. Пижурин ; Моск. гос. ун-т леса. – Москва : Издательство Моск. гос. университета леса, 2005. – 304 с.
2. Головач, В.М. Аналіз впливу характеристик дефекту фанери на кількість пульсацій вихідного сигналу ударного датчика [Текст] / В. М. Головач, О. С. Баранова // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – №25.10. – с.280 – 284

УДК 674.815 : 631.572

М.М. Копанський, канд. техн. наук, доцент.

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, mkopansky@ukr.net

ДЕРЕВИННІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ВИГОТОВЛЕНІ З СТЕБЕЛ РІПАКУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО В'ЯЖУЧОГО

Одним із перспективних видів рослинної сировини для виготовлення деревинних композиційних матеріалів є стебла ріпаку. Ріпак – надзвичайно цінна кормова культура, але він також може бути і одним з елементів сировинної бази у виробництві вказаних матеріалів. Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового

виробництва та виробництва ДКМ дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і стебел ріпаку. З соломи ріпаку (2-6 тонн з гектара) можна виготовляти папір, целюлозу, картон. З одного гектара ріпакового поля можна виготовити до 2 т паперу. Такі технології успішно застосовуються у Великобританії, Угорщині, Іспанії, Португалії. Із не деревної сировини у світі виробляють вже близько 10% целюлози [1].

Мета роботи – встановити закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинних композиційних матеріалів з використанням ріпакових відходів.

Відповідно до поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

- встановити можливість і доказати доцільність використання ріпаку у виробництві деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого;
- вивчити властивості ріпаку та визначити розміри і фракційний склад подрібнених ріпакових частинок;
- дослідити вплив складу арболітової суміші, вмісту ріпакової сировини, кількості цементу на фізико-механічні властивості деревинних композиційних матеріалів.

Дослідження проводилися за трьома напрямками.

Перший напрямок дослідження був направлений на визначення впливу співвідношення ріпакових і деревинних частинок у деревинно – цементній композиції на фізико – механічні властивості арболіту.

Другий напрямок досліджень був присвячений визначенню впливу фракції ріпакових часток на фізико – механічні показники арболіту. При цьому виготовлявся арболіт марки М25, як найбільш поширений у будівництві.

Третій напрямок досліджень був направлений на визначення фізико – механічних властивостей арболіту різних марок виготовлених з використанням тільки ріпакового наповнювача. Компонентний склад карболітової суміші підбирався згідно існуючих норм витрат для арболіту виготовленого з деревинного наповнювача.

Змінними факторами при проведенні досліджень впливу основних технологічних параметрів сировини і матеріалів на властивості деревинних композиційних матеріалів прийняті: співвідношення деревинних і ріпакових частинок в різних пропорціях, % (75:25, 50:50, 25:75, 0:100), фракційний склад частинок ріпаку.

Для виконання досліджень використовувались такі матеріали:

- деревинні частинки, які використовуються у промисловому виготовленні арболіту;
- відходи ріпакової сировини, виготовлені шляхом подрібнення на лопатевій дробарці, яка використовується для подрібнення органічних матеріалів ;
- портландцемент марки М 400;
- затверджувач: хлорид кальцію (ГОСТ 3773-72);
- вода технічна (ГОСТ 2874-82);

Деревинні частинки були такими, які використовуються у виготовленні арболіту. Після подрібнення частинки сортувалися на відповідні фракції, щоб відокремити великі частинки і порошок.

Фракційний склад ріпакових частинок визначався шляхом фракційного аналізу. Розміри частинок вимірювали за допомогою індикаторного товщиноміра і штангенциркулів і мікрометра. Довжину частинок визначали з точністю до 0,1 мм, ширину – до 0,02 мм, товщину – до 0,01 мм.

Процес виготовлення зразків складався з п'яти етапів: підготовки ріпакової сировини, приготування розчину мінеральної добавки, оброблення частинок розчином мінеральної добавки, змішування частинок наповнювача з цементом та водою, формування виробу і твердіння виробу у формах.

Сформовані зразки витримувалися у формах протягом 1 доби. Після цього їх виймали з форм і витримували у термокамері за температури 40 °С протягом 24 годин, потім їх витримували ще 10 днів за нормальних умов.

Виготовлені зразки нумерувались і випробовувались. Перед випробуванням визначалися розмірні і вагові показники.

Випробування зразків проводимо відповідно до ДСТУ Б В.2.7-82-99.

Виготовлялись дослідні зразки розмірами 100×100× 100 мм.

Зразки досліджували на водопоглинання, набрякання за товщиною та на міцність на стиск.

Проведені у відповідності із поставленими завданнями експериментальні дослідження дозволили отримати результати, які забезпечують встановлення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості арболіту виготовленого з використанням відходів ріпаку.

Основними чинниками, що впливають на міцність арболіту є вміст водорозчинних речовин у деревному наповнювачі, адгезія деревного наповнювача до цементного в'язучого, міцність наповнювача, активність цементу і його витрата на 1 м³ цього матеріалу.

Підвищений вміст мінеральних речовин у стеблах ріпаку має позитивний вплив на адгезію з мінеральними в'язучими.

Експериментально доведено, що деревинні композиційні матеріали, виготовлені за звичайною технологією, з додаванням у композиційні матеріали деревинних частинок до 35% ріпакових частинок мають механічні показники що відповідають вимогам державного стандарту ДСТУ EN 312-2:2003.

Висновки. На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано способи виготовлення деревинних композиційних матеріалів на основі мінерального в'язучого з використанням відходів ріпаку які дають змогу розширити сировинну базу завдяки залученню відходів сільськогосподарського виробництва, а саме ріпакової сировини, зменшити собівартість арболіту і, зекономити цінну деревинну сировину.

Список посилань

1. Торгашов В.И. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур. / Е.В. Герт, О.В. Зубец, Ф.Н. Капуцкий // Химия растительного сырья. – Минск. – 2009. – №4. – с. 45 – 54.

УДК 621.941-229.3:531.133

О.М. Чередніков канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, cheron@gmail.com

ІДЕНТИФІКАЦІЯ БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВАНОК

Можливості збільшення виробництва основних видів продукції стримує зростаючий дефіцит деревної сировини в перспективі, що посилює необхідність всілякого прискорення темпів науково-технічного прогресу в усіх підгалузях деревообробної промисловості.

Механічна обробка деревини має спільні принципи забезпечення точності технологічних операцій з механічною обробкою металу. Однак, у практиці найбільше поширення отримали уявлення, що в деревообробці в декілька разів збільшено фактичні відхилення від номінальних розмірів заготованок, деталей та складальних одиниць. Індивідуальний підхід одиничного виробництва, методи пригонки та групової взаємозамінності не забезпечують високої продуктивності, але дозволяють забезпечити

необхідну точність продукції скануванням поверхонь вихідних заготованок [1, 2], що збільшує корисний вихід деревини та знижує витрати ручної праці на найбільш трудомістких процесах.

Складовою загальних похибок обробки деревинних заготованок є похибка базування як суттєва складова похибки установлення. Характеристики однієї з основних технологічних операцій розкраювання пиломатеріалів на заготованки такі як довжина, кількість і розміри вад, їх координати і розміри є величини випадкові і важко піддаються систематизації. Аналіз схем базування з метою зменшення похибок здійснює передумови для автоматизації процесу, що дозволяє в свою чергу значно підвищити точність технологічних переходів. У зв'язку з цим спостерігається значне коливання значень об'ємного виходу заготованок в межах однієї якісної групи пиломатеріалів.

Стрімкий розвиток обчислювальної техніки робить можливою реалізацію доповненої реальності як технології, що поступово підкорює різноманітні галузі життєдіяльності людини [3].

Узагальнена процедура ідентифікації (рис. 1) починається з класифікації об'єкту, вибору для певного класу об'єкту моделі, структуру і параметри якої можна міняти в процесі ідентифікації, критерій (оцінку) якості ідентифікації, алгоритму ідентифікації (механізм налаштування моделі розмірно-якісна характеристика дощок і довжин їх співпадаючих ділянок необхідної якості заготованок).

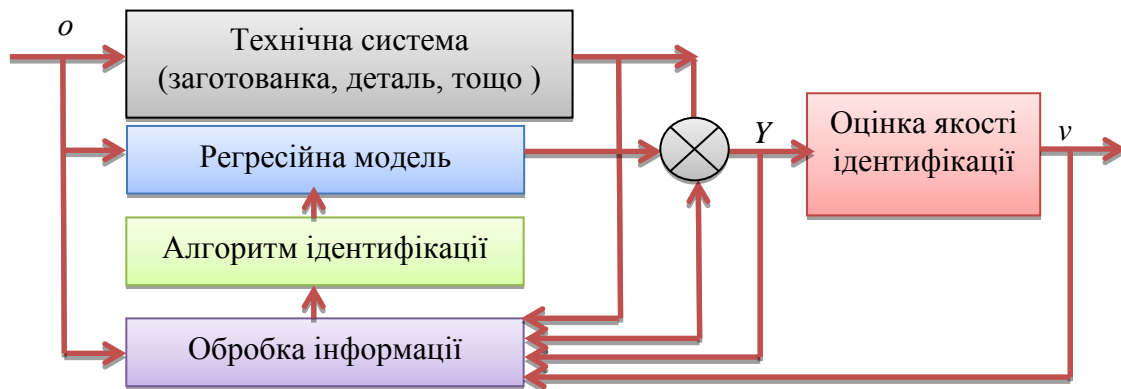


Рис.1 – Схема ідентифікації об'єкту базування

Необхідність розмірного аналізу під час створення технологічних баз на заготованках перед їх розпилюванням пов'язано з великими складнощами, що потребує переробки пиловочних колод із заздалегідь визначеними технологічними базами, брусів і дощок необрізів в процесі їх розкрою, оскільки вони не мають надійних технологічних баз, викликаючи невизначенність базування [4]. Опорну і направляючу бази утворюють паралельною обробкою колоди на 4-сторонньому фрезерному агрегаті. Таким чином, свідомо "горбильна" частина колоди до розпилювання вже перетворюється на технологічну тріску.

Розглядаючи концепцію побудови математичної моделі системи оцінювання геометричної точності запропонована система разом з передовою інформаційною технологією програмним забезпеченням "штучного зору". В кібернетиці об'єкт, що аналізують (елемент системи, об'єкт управління, елемент технологічного процесу тощо) є "чорним ящиком". Дослідникові необхідно, піддаючи об'єкт зовнішнім діям і аналізуючи його реакції, отримати математичну модель (опис його структури і параметрів), тобто перетворити "чорний ящик" на "білий ящик", добитися його "інформаційної прозорості". Ідентифікація об'єктів обробки в загальному випадку полягає у визначенні їх структури і параметрів за спостережуваними даними - вхідною дією і вихідними величинами.

Якість продукції деревообробки визначає відсутність розсіювання вихідних характеристик технологічних операцій починаючи із заготованок до оздоблення та складання. Велика кількість чинників, що впливають на якість, зазвичай не підлягають кількісному оцінюванню, але повинні враховуватись при проектуванні технології та визначенні експлуатаційних показників.

Показники всіх видів зв'язків виробничого процесу мають відхилення від своїх номінальних значень: показники властивостей матеріалів заготованок, інструментів, устаткування, деталей або складальних одиниць. Випадкові відхилення виникають у ланках всіх видів розмірних зв'язків. Інформаційні зв'язки супроводжуються перешкодами і збоями. Коливаються витрати часу на реалізацію всіх частин виробничого процесу.

При виконанні будь-якого технологічного процесу діє велика кількість різних чинників, які безперервно змінюються, змінюючи й усі ймовірнісні показники якості продукції. Тому, не дивлячись на те, що вироби виготовлені за допомогою одного й того самого технологічного процесу, всі вони відрізняються один від одного за всіма характеристиками якості, включаючи геометричні параметри розмірів, які визначаються виходячи з відомих розмірно-якісних характеристик сортності пиломатеріалів.

Використовуючи цей факт, істотне місце в проблемі ідентифікації математичної моделі приділяють процедурі уточнення параметрів і функцій, отриманих з літературних джерел, на підставі інформації з дослідження діючих технологічних процесів або проводиться з використанням комп'ютерних методів імітаційного моделювання.

Список посилань

1. Спосіб детекції та моделювання просторових об'єктів на поверхні. МПК G01B 21/30 (2006.01)/ Игнатенков М.О., Павленко П.М., Чередніков О.М. [Текст] / Патент на корисну модель № 104858, Номер заявки: u201507449, Опубл. 25.02.2016, бюл. № 4/2016.
2. Бондаренко, С.Г. Технології автоматизованого механоскладального виробництва: монографія [Текст]/ С.Г.Бондаренко, О.М.Чередніков, О.О.Борисов, О.П.Космач /за заг. ред.. С.Г.Бондаренка – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 400с.
3. Структурно-параметрический синтез математических моделей в задачах обработки экспериментально-статистической информации [Текст] / И.А. Прошин, Д.И. Прошин, Н.Н. Прошина– Пенза: ПГТА, 2007. – 178 с.
4. Бондаренко, С.Г. Розмірні зв'язки конструкцій та технологічних процесів: монографія [Текст]/ С.Г.Бондаренко, О.М.Чередніков /за заг. ред.. С.Г.Бондаренка – Чернігів: ЧДТУ, 2013. –527 с.

УДК 621.941-229.3:531.133

О.М. Чередніков, канд. техн. наук, доцент

О.О. Борисов, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, cheron@gmail.com

АНАЛІЗ ТЕХОЛОГІЙ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ

Для успішного виконання виробничого процесу на підприємствах деревообробної галузі необхідно:

- вибрати раціональну структуру виробництва: виробничі приміщення повинні розміщуватися по ходу технологічного процесу, щоб уникнути зустрічних потоків сировини, напівфабрикатів і готової продукції;
- забезпечити потоковість виробництва і послідовність здійснення технологічних процесів: правильно розмістити обладнання;
- забезпечити робочі місця необхідним обладнанням, інвентарем, інструментами;

- створити оптимальні умови для роботи забезпечивши мінімальний вплив на навколишнє середовище та відповідність механізму культури.

Технологічна система (ТС) як організована сукупність функціонально взаємозв'язаних ланок (розмірних, часових, властивостей матеріалів, економічних і інформаційних) діє як єдине ціле для досягнення поставленої мети випуску виробів заданої якості, в заданій кількості, у встановлені терміни з урахуванням економічних показників.

Система (сума) технологій – дуже складна багаторівнева ієрархічна система, яка тісно пов'язана з іншими системами, тобто природним середовищем і механізмом культури, утворюючи тим самим суперсистему (рис. 1).

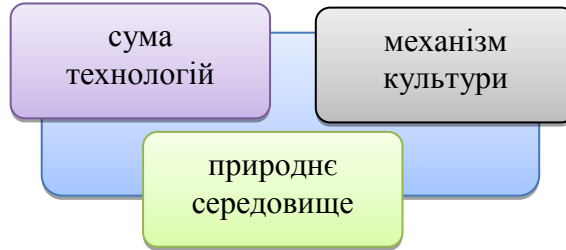


Рис. 1 – Загальна структура суперсистеми виробництва

У середині механізму культури людське суспільство формує замовлення, виконання яких забезпечує технологічна система шляхом виготовлення якої-небудь продукції. У той же час продукція ТС впливає найбезпосереднішим чином на увесь механізм культури і формування нових потреб.

В ТС здійснюється певна послідовність технологічних перетворень потоків матеріалів, енергії і інформації. Кібернетичний підхід дозволяє побудувати модель на концепції "чорної скриньки" із зворотним зв'язком (рис. 2). Під «чорною скринькою» розуміється об'єкт, в якому розробникові при зовнішньому спостереженні доступні значення вхідних і вихідних величин, а внутрішня будова об'єкту (структури, елементу і їх взаємозв'язок) невідома. Суть методу полягає в тому, що розробник при рішенні задачі відмовляється від спроб прямого визначення структури об'єкту, а висновки про поведінку об'єкту намагається показати шляхом аналізу причинно-наслідкового зв'язку вхідних і вихідних величин [1, 3].

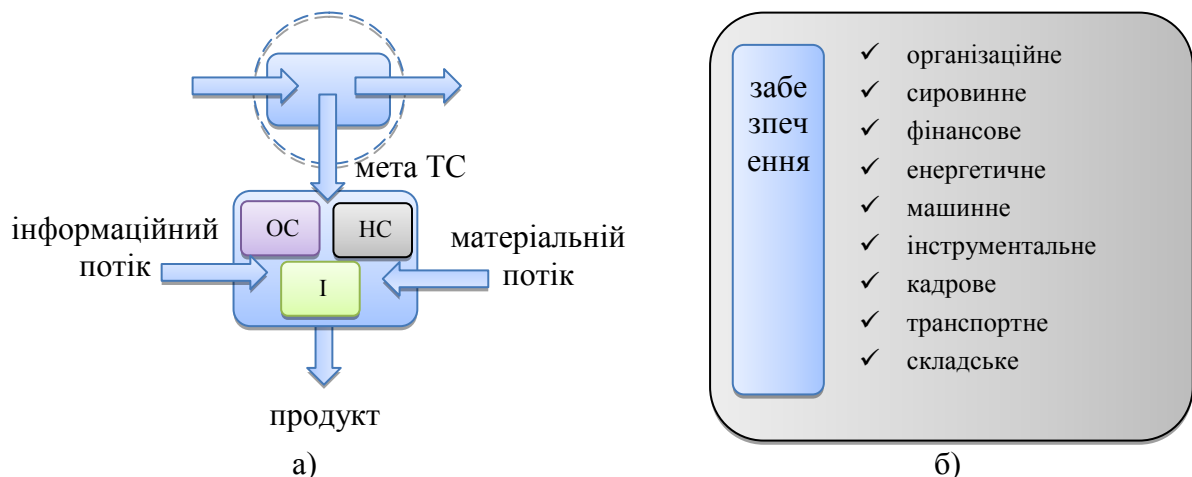


Рис. 2 – Напрямки взаємодії елементів системи а) та види забезпечення б)

У всякій системі зв'язок між її складовими елементами має бути міцнішим і стійкішим, чим зв'язок кожного з цих елементів з частинами інших систем. Дотримання цієї умови відрізняє всяку дійсно цілісну систему від простого конгломерату яких-небудь елементів N змінних $X_1, X_2 \dots X_n$ пов'язаних рівняннями:

$$F_j(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0; j = 1, 2, \dots, m, m < n$$

де F_j – функція, що диференціюється, в заданій області зміни змінних m з математичним очікуванням \bar{m}_j .

Технологічну систему можливо аналізувати як сукупність функціонально взаємозв'язаних засобів технологічного оснащення, призначених для виконання в умовах виробництва заданих технологічних процесів відповідно до вимог технологічної документації. Кожна з підсистем має свої особливості, проте структура і основні властивості їх однакові. Їх процес аналізу засновано на системному підході.

Сучасна технологічна наука ділить виробництво по своєму характеру на масове, серійне і одиничне з внутрішнім підрозділом (наприклад, на дрібносерійне, середньосерійне і багатосерійне). Найважливішими показниками, що характеризують виробництва є кількість і номенклатура виробів, що випускаються. Технологічна система характеризується великою складністю. При цьому на одному і тому ж підприємстві виробництво може мати різний характер, висуваючи певні вимоги до технологічного устаткування. Якщо в умовах масового виробництва із стабільним характером продукції, що випускається, головною вимогою до робочих машин є висока продуктивність, то для умов серійного і одиничного виробництва первинного значення набувають якість та собівартість.

ТС – організована сукупність функціонально взаємозв'язаних ланок (розмірних, тимчасових, властивостей матеріалів, економічних і інформаційних) що поєднує елементи системи – її невідимі частини, цілісна сукупність елементів, настільки тісно пов'язаних між собою, що вони виступають по відношенню до інших систем і довілля як щось єдине. Діюча система як єдине ціле для досягнення поставленої мети випуску виробів заданої якості, в заданій кількості, у встановлені терміни, з урахуванням економічних показників в якій здійснюється певна послідовність технологічних перетворень потоків матеріалів, енергії і інформації. Функція системи – інформаційний образ кінцевого продукту системи. Функція системи формулюється відповідно до мети її створення. Існують також надмірні визначення функції системи – службове призначення, функціональне призначення та ін.

Параметри системи – кількісні характеристики властивостей системи, необхідні для реалізації її функції. Структура системи формується, виходячи з функції системи як сукупності елементів та їх зв'язків, необхідних і достатніх для досягнення системою поставленої мети.

Список посилань

1. Математичне моделювання систем і процесів : [навч. посіб.] / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтук. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2015. – 424 с.
2. Чередніков, О.М. Використання теорії подібності для визначення часу склеювання шпона / Чередніков О.М., Юрченко М.Е. Федоренко С.В.// Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів: ЧДТУ. – 2011. - №4(53). – С. 242 – 246.
3. Бондаренко, С.Г. Технології автоматизованого механоскладального виробництва: монографія [Текст]./ С.Г.Бондаренко, О.М. Чередніков, О.О. Борисов, О.П. Космач /за заг. ред.. С.Г.Бондаренка – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 400с.

СЕКЦІЯ 3

«РОБОЧИ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ ГІДРАВЛІКИ ТА ПНЕВМАТИКИ»

УДК 621.225.001.1

А.І. Панченко, докт. техн. наук, професор
А.А. Волошина, докт. техн. наук, професор
І.А. Панченко, інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, tia_tgata@bk.ru

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ОБЕРТАЧІВ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПУ

Використання гідравлічних обертачів планетарного типу в приводах активних робочих органів мобільної техніки обмежено невисокими вихідними параметрами існуючих гідравлічних обертачів, основним недоліком яких є низькі значення вихідних параметрів, обумовлені недосконалістю конструкції елементів витискувальної і розподільної систем.

Поліпшення вихідних характеристик гідрообертачів планетарного типу багато в чому залежить від раціонального проектування їх витискувальних і розподільних систем. У зв'язку з цим розробка методології проектування гідравлічних обертачів планетарного типу з урахуванням методик проектування елементів їх витискувальної і розподільної систем є однією з найважливіших задач при проектуванні гідрообертачів планетарного типу.

Аналіз кінематики руху витискувальних елементів гідрообертачів планетарного типу (шестерні і напрямної) при розподілі потоків робочої рідини в робочі камери гідрообертача, дозволив обґрунтувати, що якісна робота витискувальної системи визначається величиною зазорів між зубами витискувачів, що утворюють робочі камери. Тому, при проектуванні елементів витискувальної системи гідрообертачів планетарного типу велике значення має визначення раціональних значень зазорів (які визначаються геометричними параметрами самих витискувачів – шестерні і напрямної).

Розроблена методика визначення міжцентрових відстаней між зубами елементів витискувальної системи дозволяє визначити зміну зазорів між зубами витискувачів (шестерні і напрямної) гідрообертача планетарного типу в залежності від розташування зубів напрямної і шестерні.

Поліпшення вихідних характеристик гідрообертачів планетарного типу багато в чому залежить від раціонального проектування їх розподільних систем. Одним з основних вимог до проектування розподільних систем гідрообертачів є відповідність площі прохідного перетину об'ємам робочих камер гідрообертача. Тому, розробка методики проектування елементів розподільної системи планетарних гідрообертачів має велике значення при обґрунтуванні вихідних характеристик проєктованих гідрообертачів.

Розроблена методика визначення міжцентрових відстаней між вікнами нагнітання і зливу розподільної системи безпосереднього типу дозволяє визначити зміну площі прохідного перетину розподільної системи гідрообертача планетарного типу в залежності від розташування вікон розподільного пристрою та вікон нагнітання та зливу золотникового пристрою.

В результаті проведених досліджень розроблена методика проектування гідравлічних обертачів планетарного типу із заданими вихідними характеристиками, що дозволяє проектувати елементи його витискувальної і розподільної систем з урахуванням їх конструктивних і функціональних особливостей, що дає можливість поліпшити вихідні характеристики гідравлічних обертачів планетарного типу.

УДК 621.225.001.1

А.І. Панченко, докт. техн. наук, професор
А.А. Волошина, докт. техн. наук, професор
І.А. Панченко, інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, tia_tgata@bk.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ НАСОС-КЛАПАН-ГІДРООБЕРТАЧ

Однією з важливих задач на етапі проектування і експлуатації високомоментних низькооберткових гідромашин обертальної дії є дослідження динаміки зміни вихідних характеристик гідравлічних обертачів планетарного типу з урахуванням їх конструктивних особливостей, які працюють у складі гідроагрегату, що включає в себе насосну станцію мобільної машини з розімкнутою циркуляцією потоку, з приводним двигуном дизельного типу, нерегульованим шестеренним насосом і запобіжним клапаном непрямої дії в реальних умовах експлуатації.

Моделювання робочих процесів, що відбуваються в гідравлічному обертачі планетарного типу, що працює в складі гідроагрегату, виконувалося як для серійного, так і для модернізованого гідрообертачів з великими робочими обсягами $V_{гв} = 6300 \text{ см}^3$, були обґрунтовані і прийняті необхідні початкові умови, обмеження і допущення, що дозволяють моделювати роботу досліджуваного гідроагрегату за допомогою пакета імітаційного моделювання Vissim і досліджувати динаміку зміни вихідних характеристик гідрообертача в реальних умовах експлуатації.

Дослідження динаміки зміни вихідних характеристик серійного і модернізованого гідрообертачів планетарного типу, що працюють у складі гідроагрегату, з урахуванням їх конструктивних особливостей, а також взаємозв'язку всіх елементів гідроагрегату та їх взаємодії з робочою рідиною показують, що номінальне значення тиску робочої рідини у модернізованого гідрообертача на 22% вище, ніж у серійного, при цьому коливання тиску робочої рідини у серійного на 23% більше, ніж у модернізованого; значення крутного моменту у модернізованого гідрообертача на 37% вище, ніж у серійного, при цьому амплітуда максимальних коливань крутного моменту у серійного на 23% більше, ніж у модернізованого; номінальне значення подачі насоса для модернізованого гідрообертача на 21,5% вище, ніж для серійного; номінальне значення кількості робочої рідини, що підводиться до модернізованого гідрообертача і надходить на злив з нього, на 24% вище, ніж у серійного; номінальне значення частоти обертання у модернізованого гідрообертача на 33% вище, ніж у серійного, при цьому коливання частоти обертання у серійного на 9% більше, ніж у модернізованого; номінальне значення витраченої потужності у модернізованого гідрообертача на 37% вище, ніж у серійного, при цьому амплітуда максимальних коливань витраченої потужності у серійного на 13% більше, ніж у модернізованого; номінальне значення корисної потужності у модернізованого гідрообертача на 45% вище, ніж у серійного, при цьому амплітуда максимальних коливань корисної потужності у серійного на 35% менше, ніж у модернізованого; номінальне значення об'ємного ККД модернізованого на 17% вище, ніж у серійного обертача, механічного ККД - на 14% і загального ККД - на 29% вище.

Результати моделювання роботи гідравлічного обертача планетарного типу в складі гідроагрегату, що включає насосну станцію мобільної машини з розімкненою циркуляцією потоку, з приводним двигуном дизельного типу, нерегульованим шестеренним насосом і запобіжним клапаном непрямої дії, під час пуску, підтверджують результати теоретичних і параметричних досліджень по обґрунтуванню геометричних параметрів витискувальної і розподільної систем модернізованого гідрообертача.

УДК 62-82:532.528.(045)

Г.Й. Зайончковський, докт. техн. наук, професор
Т.В. Тарасенко, канд. техн. наук
В.М. Бадах, канд. техн. наук

Національний авіаційний університет, м.Київ, zaygidravlika@voliacable.com

ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ГІДРАВЛІЧНОЇ АРМАТУРИ НА ОСНОВІ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ

Очищення поверхні металевих виробів, внутрішніх поверхонь трубопроводів, внутрішніх порожнин гідравлічних пристроїв [1] являє собою сукупність складних фізико-хімічних і механічних процесів, ефективність яких залежить від властивостей миючого середовища, розміру і властивостей часток забруднення, технологічних режимів очищення та конструктивних особливостей виробів. Ефективність очищення і вигляд очищеної від забруднень поверхні безпосередньо залежить від способу очищення та типу миючого середовища.

Режим очищення внутрішньої поверхні трубопроводу потоком миючої рідини визначають, виходячи із аналізу гідродинамічної взаємодії миючої рідини з частинками забруднень, а також на основі результатів експериментальних досліджень. Цей процес можна розділити на пов'язані між собою елементарні процеси: відрив частинок забруднень від поверхні, що очищується, підхоплення забруднень потоком рідини, транспортування забруднень до фільтруючих пристроїв.

Спеціальні дослідження [2] показують, що ефективне видалення полідисперсного порошку забруднень розміром 2...100 мкм можливо при помірних середніх швидкостях миючої рідини, якщо штучним способом створити збурення, що викликаються коливаннями тиску або швидкості потоку рідини [3].

Для підвищення продуктивності очищення внутрішньої поверхні трубопроводу запропоновано використати ефекти гідродинамічної кавітації при високонапірному дроселюванні робочої рідини [4]. При очищенні внутрішньої поверхні трубопроводу створюються кавітаційні високочастотні коливання тиску із зовні чи з середини, завдяки дросельному пристрою. Внаслідок чого в трубопроводі виникають повздовжні і поперечні коливання. Враховуючи різну питому вагу частинок забруднень і матеріалу трубопроводу, частинки забруднень видаляються з поверхні трубопроводу. Принципова схема очищення представлена на рис.1.

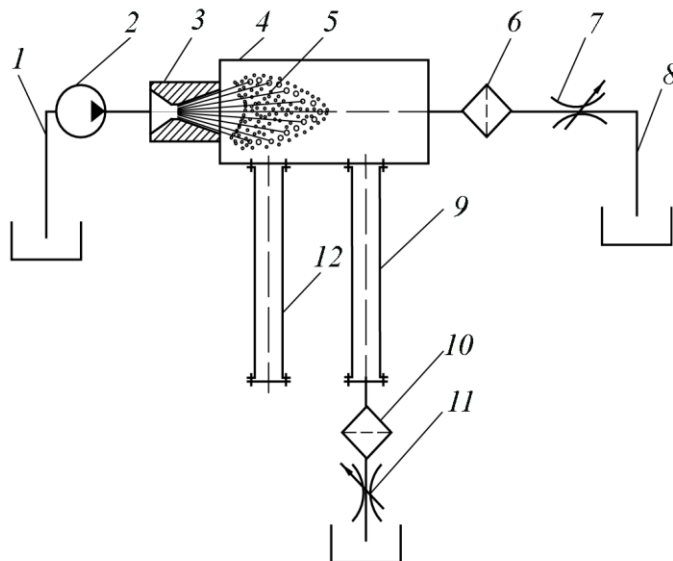


Рис. 1 – Конструкція пристрою для очищення внутрішньої поверхні трубопроводу: 1 – лінія всмоктування; 2 – насос; 3 – кавітаційний випромінювач; 4 – робочий колектор; 5 – кавітаційна область; 6, 10 – фільтр; 7, 11 – дросель регульований; 9; 12 – трубовід, що очищується

На частинку, що лежить на поверхні, діють сили, зображені на рис. 2: сила тяжіння частинки у рідині G ; сила адгезії частинки до поверхні $F_{ад}$; підйомна сила W_y , яка представляє собою вертикальну складову головного вектора гідродинамічної дії рідини на частинку; сила лобового опору W_x , яка являється складовою головного вектора гідродинамічної дії рідини на частинку, що співпадає із напрямком вектора швидкості потоку; сила інерції $F_{ін}$, що діє на частинку забруднення, яка виникає від високочастотної радіальної деформації трубопроводу у кавітаційному полі.

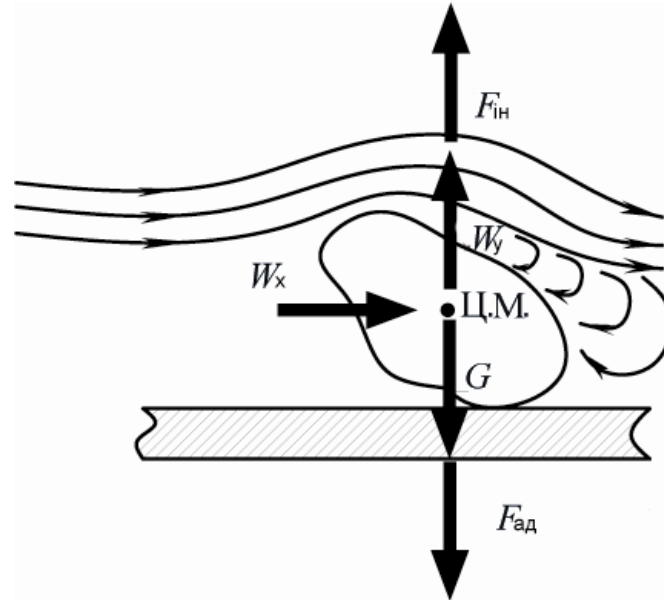


Рис. 2 – Схема дії сил на частинку забруднення, що знаходиться на поверхні у потоці рідини

Оскільки реальні розміри частинок забруднень, які необхідно видалити, знаходяться у межах від 0,5 до 100 мкм, то певна їх кількість знаходиться у товщі пограничного шару рідини, так як рух їх загальмовано біля поверхні під дією сил в'язкості і адгезії. Пограничний шар перешкоджає контакту частинок забруднень із сусідніми, що рухаються інтенсивно у сусідніх шарах рідини. Це ускладнює видалення частинок забруднень, що прилипли до поверхні. Але завдяки інерційній складовій $F_{ін}$ частинки забруднень, рухаючись поперек пограничного шару, «вистрелюються» у сусідні шари, де має місце інтенсивний рух рідини.

Список посилань

1. Белянин П.Н. Промышленная чистота машин [Текст] / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
2. Тимеркеев Р.Г. Промышленная чистота и тонкая фильтрация рабочих жидкостей летательных аппаратов [Текст] / Р.Г. Тимеркеев, В.М. Сапожников. – М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.
3. Бородин С.П. Промывка полостей корпусных деталей с использованием эффекта кавитации [Текст] / С.П. Бородин // Гидравлические исследования сооружений. Очистка и осветление жидкости: межвузовский научный сборник. – Саратов, 1976. – Вып. 2. – С. 97–102.
4. Патент 51481, Україна, В08В9/27. Спосіб очищення внутрішньої поверхні трубопроводу та пристрій для його здійснення / Глазков М.М., Курінков В.М., Тарасенко Т.В.; заявник і патентотримач НАУ. – № 2002042866; Заявл. 09.04.2002; Опубл. 15.11.2002, Бюл. №11. – 2 с.

УДК 621.225

Д.О. Чайка, аспірант

Харківський національний університет будівництва та архітектури, d.chayka93@mail.ru

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ УНІВЕРСАЛЬНОГО ШЛАНГОВОГО БЕТОНОНАСОСА

Використання гідравлічних систем збудованих на базі високомоментних гідромоторів в бетононасосах, які знайшли широке застосування для автоматизації будівельних робіт, дозволяє відмовитися від застосування громіздких та малонадійних редукторів, значно спростити обслуговування та зменшити їх собівартість. В доповіді розглядається гідравлічна система бетононасоса, що містить: шестеренний насос, запобіжний клапан, фільтр, гідророзподільники, регулятор потоку, два високомоментні гідромотори, антикавітаційні клапани, гідроциліндр, зворотний клапан.

При розробці математичної моделі гідравлічної системи бетононасоса використовували її схему та приймали припущення, які зазвичай приймають при розробці математичних моделей гідравлічних систем. Параметри робочої рідини (РР) приймали постійними та такими, що дорівнюють їх середнім значенням. Математичний опис процесів, що відбуваються в гідравлічних системах, ґрунтується на фундаментальних рівняннях механіки твердого тіла, гідромеханіки, теорії автоматичного керування. Декомпозиція гідравлічних систем на окремі структурні елементи відкриває можливість проводити їх аналіз і синтез, базуючись на єдиних методологічних наукових концепціях. Використовували математичні моделі окремих гідроапаратів з робіт [1, 2]. Основними елементами гідравлічної системи, які визначають її енергоефективність, є насос та високомоментні гідромотори. Зупинимося на їх математичних моделях більш докладно.

У загальному випадку середня подача шестеренного насосу із зовнішнім зачепленням визначається за залежністю [3]

$$Q_H = 6,5m^2 z b n_H, \quad (1)$$

де m , z і b – відповідно модуль зачеплення, кількість зубів і ширина шестерень;
 n_H – частота обертання шестерень.

Тиск на виході шестеренного насосу обумовлений навантаженням гідравлічної системи на його виході.

Математична модель гідромотора складається з системи рівнянь [4]:

$$\begin{cases} Q_{ГМ\text{ сл}}(t) = Q_{ГМ\text{ сл}}(t) + Q_{ГМ\text{ у}}(t) + Q_{ГМ\text{ п}}(t) + Q_{ГМ\text{ к}}(t) + Q_{ГМ\text{ д}}(t), \\ Q_{ГМ\text{ у}}(t) = C_{ГМ\text{ у}} p_1(t), \quad Q_{ГМ\text{ п}}(t) = C_{ГМ\text{ п}} [p_1(t) - p_{\text{сл}}], \\ Q_{ГМ\text{ к}}(t) = C_{ГМ} \omega(t) [p_1(t) - p_{\text{сл}}] / E_{\text{пр}}(t), \\ Q_{ГМ\text{ д}}(t) = [V_{ГМ0} / 2 E_{\text{пр}}(t)] dp_1(t) / dt, \\ Q_{ГМ\text{ сл}}(t) = (V_{ГМ0} / 2\pi) \omega_{ГМ}(t), \end{cases} \quad (2)$$

де t – час;

$Q_{ГМ\text{ сл}}(t)$ – витрата злива гідромотора;

$Q_{ГМ\text{ у}}(t)$ і $Q_{ГМ\text{ п}}(t)$ – відповідно витрати витоків (в корпусі) і перетоків;

$Q_{ГМ\text{ к}}(t)$ і $Q_{ГМ\text{ д}}(t)$ – відповідно витрати в наслідок компресії і деформації РР;

$C_{ГМ\text{ у}}$, $C_{ГМ\text{ п}}$, і $C_{ГМ}$ – відповідно коефіцієнт витоків, перетоків і пропорційності;

$V_{ГМ0}$, і $\omega_{ГМ}(t)$ – робочий об'єм гідромотора і частота обертання його вала;

$p_1(t)$ і $p_{\text{сл}}$ – відповідно тиск на вході і зливу гідромотора;

$E_{\text{пр}}(t)$ – приведений модуль пружності РР;

Так як у гідросистемі встановлено запобіжний клапан, який спрацьовує, від перевищення тиску у напірній магістралі, то кількість РР, яка підводиться до гідромотору, визначається за рівнянням

$$Q_{\text{ГМ}}(t) = Q_{\text{Н}}(t) - Q_{\text{КЛ}}(t).$$

Вважаючи, що видаток насоса $Q_{\text{Н}}(t)$ та навантаження $M_{\text{с}}$ постійні, кутова швидкість гідромотора буде визначатися з рівняння моментів

$$M_{\text{ГМ кр}} = M_j + M_{\text{с}}, \quad (3)$$

де $M_{\text{ГМ кр}}$ – крутний момент на валу гідромотора,

$$M_{\text{ГМ кр}} = \frac{V_{\text{ГМ 0}}}{2\pi} \eta_{\text{мех}} p_1, \quad (4)$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – гідромеханічний ККД гідромотора, $\eta_{\text{мех}} = 0,9$;

M_j – момент інерції,

$$M_j = J \frac{d\omega_{\text{ГМ}}(t)}{dt}, \quad (5)$$

де J – момент інерції мас які обертаються;

$M_{\text{с}}$ – момент опору.

Підставляючи в рівняння (3) усі складові та розв'язуючи його відносно похідної $\frac{d\omega_{\text{ГМ}}(t)}{dt}$, отримаємо

$$\frac{d\omega_{\text{ГМ}}(t)}{dt} = \frac{1}{J} \left[\frac{V_{\text{ГМ 0}}}{2\pi} \eta_{\text{мех}} p_1(t) - M_{\text{с}} \right]. \quad (6)$$

Отримані рівняння окремих елементів гідравлічної системи бетононасоса описують перехідні процеси в ньому та дозволяють визначити статичні і динамічні характеристики, як гідросистеми так і окремих її елементів. Для отримання динамічних характеристик гідросистеми та її окремих елементів їх математичні моделі розглядають разом з початковими умовами. Задають характер зміни витрати навантаження при заданих початкових умовах, на ПК за допомогою пакета прикладних програм отримують графіки перехідних процесів.

Уперше, шляхом декомпозиції на окремі елементи, отримана повна математична модель гідравлічної системи бетононасоса збудована на базі високомоментних гідромоторів і яка є базою для його аналізу та синтезу, вибору раціональних конструктивних і робочих параметрів.

Список посилань

1. Объемные гидравлические приводы [Текст] / [Башта Т.М., Зайченко И.З., Єрмаков В.В. и др.]; под ред. Т.М. Башты. – М. : Машиностроение, 1968. – 628 с.
2. Андренко П.М. Гідравлічні пристрої мехатронних систем : навч. посіб. [Текст] / П.М. Андренко. – Х. : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2014. – 188 с.
3. Кононенко А.П. Об'ємні гідравлічні машини гідроприводів [Текст] / А.П. Кононенко Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 292 с.
4. Панченко А.И. Математическая модель гидропривода вращательного движения [Текст] / А.И. Панченко А.А. Волошина // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАУ. – 2011. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 10 – 21.

УДК 66.023

А.Ю. Лебедєв, аспірант

Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків, anton.kh@mail.ru

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕЧІЇ РОБОЧОЇ РІДИНИ В ЛАБІРИНТНО-ГВИНТОВОМУ НАСОСІ

Лабіринтно-гвинтові насоси (ЛГН) знайшли широке застосування для перекачування неоднорідних та агресивних середовищ, газорідних емульсій дозволяють отримувати великі напори при малих подачах, працювати на агресивних рідинах з малою в'язкістю, при значеннях коефіцієнта швидкохідності $n_s = 10 \dots 40$, що особливо вигідно порівняно з відцентровими насосами. Такі насоси значно простіші у виготовленні ніж вихорові та завдяки відсутності механічного тертя деталей більш надійніші. Математична модель течії робочої рідини (РР), визначення ліній течії в проточній частині ЛГН та розподіл тиску по його довжині дозволяють обґрунтовано проводити вибір форми робочих органів таких насосів, їх конструктивні і робочі параметри.

За кресленнями ЛГН нами розроблена його базова чисельна модель, у вигляді трьохвимірної фігури, за якою досліджували течію РР в ньому. Приймалось, що одна вісь співпадає з віссю ЛГН, втулка насоса знаходиться у нерухомому стані, втулка та гвинт абсолютно жорсткі. Розглядали ізотермічну течію ньютонівської РР для якої коефіцієнт динамічної в'язкості є постійним. Тримірною задачею течії в'язкої нестисливої РР описується рівняннями [1]

$$\frac{\partial \bar{V}}{\partial t} + (\bar{V} \cdot \nabla) \bar{V} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + v_{\text{eff}} \nabla^2 \bar{V}, \quad \text{div } \bar{V} = 0, \quad (1)$$

де \bar{V} і ρ – відповідно швидкість та густина РР;

∇ – оператор Гамільтона;

\bar{F} – головний вектор масових сил, що припадають на одиницю маси РР і мають розмірність прискорення;

$v_{\text{eff}} = v_t + v_T, v_t$, і v_T – відповідно молекулярна і турбулентна (вихрова) кінематичні в'язкості РР.

Для замикання математичної моделі ЛГН нами була використана модифікована двошарова « $k - \omega$ » модель турбулентності переносу зсувних напружень Ментера [2, 3]:

$$v_T = \frac{a_1 k}{\max(a_1 \omega, \Omega F_2)} \quad (2)$$

де $a_1 = 0,31$ – емпіричний коефіцієнт;

k і ω – кінетична енергія турбулентності та питома швидкість дисипації;

Ω – абсолютна величина завихреності;

F_2 – змішувальна функція.

$$F_2 = \tanh \left[\left[\max \left(\frac{2\sqrt{k}}{\beta^* \omega y}, \frac{500 v}{y^2 \omega} \right) \right]^2 \right], \quad (3)$$

де y – відстань від стінки;

β^* – константа, величина якої становить: $\beta^* = 0,075$.

Зміна в часі й просторі кінетичної енергії турбулентності й питомої швидкості її дисипації описуються рівняннями переносу характеристик турбулентності:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial k}{\partial t} + V_j \frac{\partial k}{\partial x_j} &= P_k - \beta^* k \omega + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_{k1} v_T) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] \\ \frac{\partial \omega}{\partial t} + V_j \frac{\partial \omega}{\partial x_j} &= a \Omega^2 - \beta \omega + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_{\omega 1} v_T) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + 2(1 - F_1) \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \end{aligned} \right. , (4)$$

де $P_k = \min \left(\tau_{ij} \frac{\partial V_i}{\partial x_j} \cdot 10 \beta^* k \omega \right)$ – генеративний турбулентний член;

$F_1 = \tanh \left\{ \min \left[\max \left(\frac{\sqrt{k}}{\beta^* \omega y} \cdot \frac{500 v}{y^2 \omega} \right) \cdot \frac{4 \sigma_{\omega 2} k}{CD_{k\omega} y^2} \right]^4 \right\}$ – емпірична функція;

$CD_{k\omega} = \max \left(2\rho \sigma_{\omega 2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \cdot 10^{-10} \right)$ – позитивна частина перехресних

дифузійних членів.

Математичне моделювання течії РР у ЛГН проводилося при таких значеннях констант моделі турбулентності: $\sigma_{k1} = 0,85$, $\sigma_{k2} = 1$, $\sigma_{\omega 1} = 0,5$, $\sigma_{\omega 2} = 0,856$, $\alpha_1 = 5/9$; $\alpha_2 = 0,44$, $\beta_1 = 3/40$, $\beta_2 = 0,0828$, обумовлених рівнянням $\phi = \phi_1 F_1 + \phi_2 (1 - F_1)$. Рівняння (1), (2), (4) розглядали разом з початковими умовами розподілом проекцій швидкостей в області течії в початковий момент часу t_0 . Приймали що функції безперервні та існують їх похідні. У якості граничних умов приймали, що на твердих стінках швидкості РР, внаслідок її прилипання, дорівнюють нулю. РР має густину – $\rho = 920 \text{ кг/м}^3$, кінематичну в'язкість – $\nu_t = 25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, температуру – $T_a = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, вміст повітря – 0,8 %. Тиск на вході в насос дорівнює атмосферному. Робочі органи насоса мають такі розміри: втулка з номінальною внутрішньою розточкою діаметра – 62 мм, кроком нарізки одного гвинта – 112 мм, нарізка ліва; гвинт з зовнішнім діаметром 61 мм, кроком нарізки одного гвинта – 112 мм, кількість заходів гвинта – 10, довжина гвинта $l_{гв} = 112 \text{ мм}$, нарізка ліва; гвинтові канавки мають напівкруглу форму; радіальний зазор між втулкою та гвинтом – 0,5 мм; гідравлічний радіус гвинтової канавки $R_r = 2,25 \text{ мм}$. Гвинт обертається з частотою – 2900 хв^{-1} . Розташування насоса вертикальне.

Рішення гідродинамічної задачі проводилось у програмному комплексі з відкритим вихідним кодом OpenFOAM (OpenCFD Ltd). За результатами математичного моделювання отримано розподіл тиску вздовж насоса та лінії току РР в гвинтових канавках у різні проміжки часу. Встановлено, що швидкість течії РР на початку роботи ЛГН становить $v = 2,58 \text{ м/с}$, а при виході насоса на усталений режим роботи (за два оберти гвинта) – $v = 8,58 \text{ м/с}$. Значення числа Рейнольдса на початку роботи ЛГН становить $Re = 928$, а при усталеному режимі роботи зростає до $Re = 3070$.

Розроблена математична модель і методика моделювання течії РР у проточній частині ЛГН дозволяє суттєво доповнити методику його розрахунку та проектування, встановити вплив конструктивних та робочих параметрів на вихідні характеристики.

Список посилань

1. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика / Б.Т. Емцев. – М.: Машиностроение, 1987. – 440 с.
2. Menter F.R. A scale-adaptive simulation model for turbulent flow predictions / F.R Menter, M. Kuntz, R. A Bender // AIAA Paper. – 2003.
3. Rumsey C. The Menter Shear Stress Transport turbulence model / C. Rumsey // NASA Langley Research Center. – 2009.

УДК 621.646:62-83

В.И. Соколов, докт. техн. наук, профессор
Ю.Б. Рассказова, аспирант

Восточноукраинский национальный университет имени В.Даля, urass.snu.edu@gmail.com

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Современные технологии машиностроения и материалобработки предъявляют все возрастающие требования к техническим и функциональным характеристикам технологического оборудования (металлорежущие станки и системы, оборудование инструментального производства, машины для обработки давлением, оборудование для механической обработки материалов и т.п.). Качество изделий во многом зависит от возможности реализации оптимальных законов движения рабочих органов, точности регулирования их перемещения и стабильности заданных скоростей в условиях переменной нагрузки. Достижение произвольной кинематики рабочего органа, возможность программной реализации оптимальных законов движения обеспечивается применением автоматических гидроприводов. Расширение функциональных возможностей и повышение эффективности специального технологического оборудования достигается разработкой и применением систем автоматического управления (САУ).

Разработана математическая модель рабочих процессов в автоматическом гидроприводе вращательного движения с объемным регулированием. Для уточнения математической модели получены аналитические зависимости для расчета расхода вязкой несжимаемой жидкости в микрозазорах элементов и устройств привода с учетом скачкообразного граничного изменения вязкости вблизи твердой поверхности. Разработано программное обеспечение для численного моделирования рабочих процессов в приводах. Представлена структурная схема математической модели специального технологического оборудования с гидроприводом вращательного действия как объекта автоматического управления.

Разработана и исследована САУ оборудованием, которая учитывает стохастическое возмущение объекта и шум наблюдения. Решение задачи стохастической линейной оптимальной системы при неполной информации о состоянии в соответствии с методом разделения разбито на две: задачу синтеза оптимального наблюдателя и детерминированную задачу синтеза оптимальной системы. Для разработки оптимального регулятора использован метод динамического программирования.

Предложены технические решения, защищенные патентами Украины, позволяющие расширить функциональные возможности специального технологического оборудования за счет произвольной кинематики рабочего органа и возможности реализации оптимальных законов его движения, повысить точность регулирования и жесткость характеристик автоматических электрогидравлических приводов. Показана возможность увеличения коэффициента полезного действия за счет снижения потребляемой мощности путем уменьшения затрат энергии, связанных с процессом регулирования расхода, поступающего к гидродвигателю. Использование разработанной системы автоматического управления и усовершенствованных приводов дает возможность увеличить производительность и улучшить динамические характеристики оборудования.

Разработана методика расчета автоматического гидравлического привода вращательного движения специального технологического оборудования, позволяющие по значениям максимального момента нагрузки и скорости вращения производить оценку и выбор параметров элементов и устройств привода, прогнозировать его статические и динамические характеристики.

УДК 621.646:62-83

Я.В. Соколова, канд. техн. наук, доцент

Ю.Б. Рассказова, аспирант

Н.Г. Азаренко, аспирант

Восточноукраинский национальный университет имени В. Даля, urass.snu.edu@gmail.com

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ С ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Современные технологии обработки материалов в машиностроении предъявляют высокие требования к техническим и функциональным характеристикам технологического оборудования. Качество получаемых изделий во многом зависит от возможности реализации оптимальных законов движения рабочих органов оборудования, точности их перемещения и стабильности заданных скоростей в условиях переменной нагрузки. Достижение произвольной кинематики рабочего органа, возможность программной реализации оптимальных законов его движения обеспечивается применением автоматических электрогидравлических приводов. В этой связи актуальной является проблема совершенствования приводов машиностроительного оборудования за счет расширения их функциональных возможностей и повышения энергетической эффективности.

Для уточнения математических моделей рабочих процессов в машиностроительном оборудовании с электрогидравлическим приводом установлены аналитические зависимости для расчета расхода вязкой несжимаемой жидкости в микрозорах элементов и устройств приводов с учетом скачкообразного граничного изменения вязкости вблизи твердой поверхности. Получены передаточные функции для нестационарного касательного напряжения на подвижных элементах гидравлических устройств с учетом инерционности изменения структуры потока в зазоре, установлены границы квазистационарного подхода для расчета сил вязкого трения в элементах и устройствах привода. Проведены исследования процесса торможения на внутренних жестких упорах исполнительного механизма в приводе с инерционной нагрузкой, на основании чего предложен критерий установки тормозного устройства и дана оценка погрешности позиционирования, вызванной наличием пленки рабочей жидкости между упором и рабочим органом.

Разработаны математические модели характеристик электрогидравлических приводов с дроссельным и объемным способом регулирования скорости выходного звена, разработано программное обеспечение в среде пакета прикладных программ *MATLAB*, позволяющее исследовать нестационарные рабочие процессы, протекающие в приводах. На основании исследований характеристик рабочих процессов разработана типовая математическая модель электрогидравлического привода машиностроительного оборудования как объекта автоматического управления. Разработана и исследована система автоматического управления приводами оборудования, учитывающая стохастическое возмущение объекта и шум наблюдения.

Предложены технические решения, защищенные патентами Украины, позволяющие расширить функциональные возможности за счет произвольной кинематики рабочего органа и возможности реализации оптимальных законов его движения, повысить точность регулирования и жесткость характеристик приводов машиностроительного оборудования. Показана возможность увеличения коэффициента полезного действия за счет снижения потребляемой мощности путем уменьшения затрат энергии, связанных с процессом регулирования расхода, поступающего к гидродвигателю. Использование разработанной системы автоматического управления и усовершенствованных электрогидравлических приводов дает возможность увеличить производительность и улучшить динамические характеристики машиностроительного оборудования.

Разработаны методики расчета автоматических электрогидравлических приводов машиностроительного оборудования, позволяющие по значениям максимальной нагрузки (момента) нагрузки и скорости (частоты вращения) вращения производить оценку и выбор параметров элементов и устройств привода, прогнозировать его статические и динамические характеристики.

УКД 622.64:62-522.2

Л.К. Поліщук, канд. техн. наук, доцент
О.В. Піонткевич, аспірант
О.О. Коваль, здобувач

Вінницький національний технічний університет, leo.polishchuk@gmail.com

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ГІДРОПРИВОДІ КОНВЕЄРА

Залежно від технології виробничих процесів транспортні вантажопотоки конвеєрів, що використовуються в гірничих та вугільних шахтах, при видобуванні корисних копалин відкритим способом, сільськогосподарській техніці тощо характеризуються відносною постійністю чи змінністю як за інтенсивністю, так і за періодом завантаження [1]. Наприклад, у буртоукладниках, що використовуються на цукрових заводах під час розвантаження коренеплодів з автотранспорту у бункер приймального конвеєра залежно від ємності кузова можливе виникнення перевантажень його привода, що значно перевищує номінальне. В такому випадку, в електромеханічному приводі конвеєрів можливим є вихід з ладу елементів привода, а в гідрофікованому [2] – аварійне вимикання через спрацьовування запобіжного клапана. Для подальшого відновлення роботи конвеєра зменшують навантаження на його робочому органі, після чого здійснюють повторний пуск привода.

Для забезпечення безупинної роботи гідропривода і підвищення продуктивності конвеєра доцільно використати у вмонтованому приводі додатково встановлений гідромотор, паралельно до основного. З цією метою в гідроприводах конвеєрів необхідно використати адаптивну систему керування, чутливу до зміни навантаження на робочому органі [3].

До особливостей досліджуваної системи керування слід віднести наявність пристрою керування, побудованого на основі двокаскадного клапана, в якому перший каскад (сенсор) виконаний у вигляді клапана параметричного принципу дії, а другий каскад – у вигляді запірно-регулювального елемента та фрикційної муфти з гідроприводом вмикання передавального механізму додаткового гідромотора. Для зменшення пускового моменту на валу додаткового гідромотора необхідно щоб навантаження під час його зрушення було мінімальним, а за розгону – вмикалася фрикційна муфта передавального механізму. Цю функцію виконує запірно-регулювальний елемент.

Дослідження впливу характеристик розробленої адаптивної системи керування на динамічні процеси в гідроприводі конвеєра виконано на основі математичної моделі [4], удосконаленої врахуванням характеру зміни навантаження на приводному барабані, механічних втрат в гідромоторах, зміни напрямків руху робочої рідини під час роботи пристрою керування. Правомірність застосованих принципів побудови моделі та коректність прийнятих припущень доведено порівнянням теоретичних та експериментальних досліджень [5].

Математична модель містить диференціальні рівняння моментів на валах гідромоторів, коли працюють один та два гідромотори, рівняння руху кулькового запірного елемента сенсора, запірно-розподільного елемента в різних фазах переміщення, натискного плунжера фрикційної півмуфти, рівняння балансу витрат рідини в сенсорі, запірно-

регулювальному елементі в різних фазах його переміщення, а також рівняння, що визначають тиски «відкриття» та «закриття» кулькового запірнього елемента сенсора.

Дослідження динамічних процесів в адаптивній системі керування гідропривода конвеєра проведено із застосуванням комп'ютерного програмного пакету MATLAB Simulink. Для розв'язання диференціальних рівнянь математичної моделі, обчислення її станів в процесі моделювання і генерації коду використано функцію *ode23s*, в основу якої покладено однокроковий модифікований метод Розенброка 2-го порядку, покликаний забезпечити високу швидкість обчислень для жорстких систем.

В результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь з різними значеннями початкових даних отримані у вигляді графіків теоретичні залежності зміни в часі крутного моменту навантаження $M(t)$, тиску напірної гідролінії $p_n(t)$, тиску «відкриття» та «закриття» сенсора $p_1(t)$, тиску в порожнині плунжера $p_2(t)$, переміщення сенсора $x(t)$, переміщення запірньо-регулювального елемента $y(t)$, переміщення плунжера фрикційної півмуфти $z(t)$. Аналіз теоретичних графіків показує, що система керування адекватно реагує на зміну зовнішнього навантаження. Перехідні процеси тривають невеликий за проміжком час (до 0,009 с), максимальне амплітудне значення коливань тиску не перевищує тиск «відкриття» ($0,76 p_1$). Характеристики пружини та площа сенсора відповідають налаштуванню на тиск «відкриття» 21 МПа запірньо-регулювального елемента. Тривалість відкриття запірньо-регулювального елемента до моменту спрацьовування сенсора становить 0,006 с. Затримка в часі між пуском вала другого гідромотора та зчепленням фрикційної муфти становить $9 \cdot 10^{-4}$ с, за якої відбувається перекомутація гідроліній напору та зливу порожнини плунжера. Після зниження навантаження запірний елемент сенсора повертається у вихідне положення за тиску «закриття» близько 12 МПа. При відмиканні другого гідромотора відбувається тимчасове зростання тиску в напірній порожнині першого гідромотора до 18 МПа, який є меншим від тиску «відкриття» сенсора і забезпечує стійку роботу гідропривода до моменту виходу на номінальний режим. Порівнянням перехідних процесів встановлено вплив характерного об'єму другого гідромотора ГМ2 на стійкість системи. Коли характерний об'єм не перевищує значень $q_{m2} \leq 0,5q_{m1}$, система працює в стійкому режимі і тиск «відкриття» відповідає тиску налаштування сенсора. Коли ж характерний об'єм другого гідромотора ГМ2 має більші значення (наприклад, $q_{m2} = 0,75q_{m1}$), в гідросистемі спочатку розвиваються нестійкі процеси спрацьовування сенсора і лише за досягнення значень тиску 23 МПа, що більше тиску налагодження, повністю відкривається запірний елемент, коливання якого у цьому положенні відбуваються впродовж 0,05 с, а перевищення тиску над номінальним сягає 30 %.

Визначено параметри системи керування, що забезпечують безупинну роботу конвеєра за рахунок вмикання і вимикання додаткового гідромотора в умовах дії перевантажень.

Список посилань

1. Спиваковский А. О. Теоретические основы расчета ленточных конвейеров / А. О. Спиваковский, В. Г. Дмитриев. – М. : Наука, 1977. – 154 с.
2. Поліщук Л. К. Гідрофікація транспортних засобів буртоукладальних машин / Л. К. Поліщук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. П. Коцюбівський. – Вібрації в техніці і технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. – Вінниця: ВГАУ. – 2002. – №5 (26).
3. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи конвеєрів з гнучким тяговим органом, чутливі до зміни навантаження: монографія / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 184 с.
4. Polishchuk L. Mathematical modeling of dynamic processes of control device of hydraulic drive of belt conveyor with variable load / Polishchuk L., Koval O. – Tehnomus. New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – 2015 – Issue 1. – P. 141 – 147.
5. Поліщук, Л.К. Дослідження динаміки привода конвеєра зі змінним навантаженням / Л.К. Поліщук, О.О. Адлер. – Вібрації в техніці та технологіях. Вінниця, 2009. – №3 (55). – С. 35 – 35.

УКД 681.12

Л.К. Поліщук, канд. техн. наук, доцент

О.О. Коваль, здобувач

Б.В. Лютий, студент

Вінницький національний технічний університет, leo.polishchuk@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОПРИВОДА В ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ

В умовах постійного зростання цін на енергоносії гостро постає питання запровадження технології енергозбереження, чи використання альтернативних екологічно чистих джерел енергії.

Деревообробна промисловість накопичує велику кількість відходів у вигляді тріски, тирси, стружки тощо, які у більшості випадків не використовуються, і негативно впливають на екологію навколишнього середовища. Крім того, щорічне прорідження та обрізка лісових, паркових, придорожніх насаджень спонукає до пошуку розв'язання проблеми утилізації утворених відходів.

Одним з перспективних напрямків раціонального використання цієї сировини є виробництво пелет чи брикетів та їх подальше використання для отримання теплової енергії. Застосовується різне за устаткуванням обладнання: мобільне – у вигляді додаткових змінних пристроїв базової машини (наприклад трактора); стаціонарне – у вигляді технологічної лінії деревообробного виробництва. Основними вимогами щодо якості сировини, яка підлягає брикетуванню, є величина фракції (ступінь подрібнення 2...5 мм) та вологість (від 6 до 8 %) [1].

Запропоновано конструкцію подрібнювача з вмонтованим гідравлічним приводом з регульованими параметрами для виготовлення брикетів стандартів RUF, NESTRO, Pini Kau. Пошук конструктивної схеми вмонтованого привода виконано за рекомендаціями [2]. Особливістю конструкції подрібнювача є можливість його використання в нестационарних умовах роботи (мобільних комплексах), за умови живлення насосної станції гідросистеми енергією від дизельного двигуна. Основними складовими елементами вмонтованого в корпус барабана подрібнювача є гідромотор, розміщений в порожнині складеної півосі, передавальний механізм, скріплений з цією піввіссю, на вихідному валу якого розміщено приводний елемент, що з'єднаний з внутрішньою поверхнею корпусу барабана. Вихідний вал встановлено на підшипниках в другій півосі. Для запобігання поламак у приводі під час потрапляння з деревиною сторонніх об'єктів високої міцності, наприклад, дрібного каміння, між валом гідромотора та вхідним валом передавального механізму розміщено муфту межового моменту. На поверхні корпусу барабана за гвинтовою лінією встановлено різці із змінними робочими поверхнями різальної частини.

Застосуванням такого привода досягнуто компактність, малі габарити та високу питому потужність обладнання.

Зміною величини потоку рідини та тиску в гідросистемі регулюємо частоту обертання барабана та силу різання.

Список посилань

1. Деревні паливні брикети: переваги та особливості / Енергоресурс. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energyka.com.ua/biotoplivo/550-derevni-palyvni-brykety-perevahy-ta-osoblyvosti>

2. Поліщук Л. К. Вибір раціональної схеми привода конвеєра за критеріальними оцінками / Л. К. Поліщук, Р. П. Коцюбівський, С. А. Барабанов. – Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки – 2012. – Вип.10, т.2(59) – С. 149 – 154.

УДК 62-85

М. А. Новік, канд.техн.наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ»
В.Є. Дідовець, здобувач, асистент
Університет «Україна», м. Київ, ddfisher@rambler.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОГО БАГАТОПОЗИЦІЙНОГО ПРИВОДА

Багатопозиційні пневматичні, гідравлічні та комбіновані приводи з цифровим керуванням знаходять широке застосування в якості виконавчих пристроїв промислових роботів, метало- та деревообробних верстатів, у зварювальному та складальному виробництві, в станціях наведення наземних ракет та ін. Такі приводи легко стикуються з цифровими системами керування, не вимагають тонкої очистки робочого тіла (повітря, рідини), стійкі до вібрацій, можуть працювати в радіаційних, електричних та магнітних полях. Цифрові приводи, які виконані у вигляді послідовно розміщених розрядних поршнів у виконавчому циліндрі забезпечують високу точність позиціонування і повторюваність переміщення вихідної ланки (штока) в задану позицію [1]. Недоліком таких цифрових приводів є значний осьовий габаритний розмір виконавчого циліндра. Так, наприклад, десятирозрядний ($n = 10$) цифровий привод з дискретністю $X_0 = 1$ (мм) буде мати довжину виконавчого циліндра (в якому послідовно розміщені розрядні поршні) приблизно:

$$l = X_0(2^n - 1) \cdot 3 = 1 \cdot (2^{10} - 1) \cdot 3 = 1023 \cdot 3 = 3069 \text{ (мм)}.$$

Значний осьовий габаритний розмір циліндра значно обмежує область застосування таких цифрових пневматичних та гідравлічних приводів.

В запропонованій роботі розглянуто пневмогідравлічний цифровий привод з об'ємними дозаторами [2].

Такий привод характеризується модульною побудовою, тобто маючи виконавчий циліндр можна компонувати цифровий привод будь-якої розрядності з заданою дискретністю. При цьому осьовий габаритний розмір виконавчого циліндра приблизно дорівнює величині максимального переміщення вихідного штока. Незначний габаритний розмір виконавчого циліндра дозволяє значно розширити область застосування таких приводів.

Приведена математична модель, що описує статичні та динамічні характеристики, які на стадії проектування дають можливість оптимізувати основні параметри таких приводів. Досліджена залежність точності позиціонування вихідної ланки від втрати рідини в рухомих спряженнях розрядних поршнів з циліндром. Запропоновані способи компенсації втрат робочої рідини під час роботи таких цифрових приводів.

Отримані результати дослідження можуть використовувати спеціалісти, які займаються розробкою і експлуатацією таких цифрових приводів.

Список посилань

1. Новік, М.А. Порівняння статичних характеристик багатопозиційних приводів з цифровим керуванням [Текст] / М. А. Новік, В. Є. Дідовець / Збірник наукових праць «Технологія і техніка друкарства», 2012. - №1(35). – С.142 – 149.
2. Патент України №109195 МПК F15B. Пневмогідравлічний цифровий привод / Новік М. А., Дідовець В. Є., заявл. 14.11.2013, опубл. 27.07.2015 – Бюл. №14.

СЕКЦІЯ 4
**«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ХІМІЧНОЇ, ЛЕГКОЇ,
 ПЕРЕРОБНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»**

УДК 677.05.+677.521

О.О Акимов, канд. техн. наук, доцент
 Б.С. Завертаний, магістрант
 С.А. Наумчик, ст. викладач

Чернігівський національний технологічний університет, akimov.al.al@gmail.com

І. Л. Оборський, канд. техн. наук
 Київський національний університет технологій і дизайну

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРУЖНОСТІ КРІПЛЕННЯ УКОЧУЮЧОГО РОЛИКА
 НА ДИНАМІЧНУ СКЛАДОВУ СИЛИ ПРИТИСКУВАННЯ**

Для забезпечення якісного пакування при перемотуванні ниток на машині БП-340 необхідно забезпечити низький рівень вібрації за весь час його напрацювання [1]. Дослідженню підлягають динамічні процеси, які протікають при напрацюванні пакувань на бобінотримач в механізмі для намотування ниток з пружним кріпленням ролика за весь цикл намотування поковки.

Динамічна модель намотувального механізму з пружним кріпленням укочуючого ролика зображена на рис. 1.

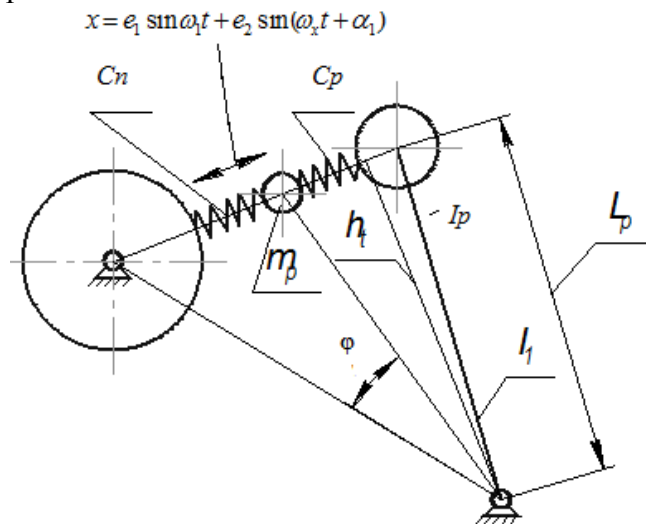


Рис. 1 – Динамічна модель намотувального механізму з пружним кріпленням укочуючого ролика

В точці контакту тіла намотування з укочуючим роликом система отримує кінематичне збудження [2]. Аналогічно [2], система диференціальних рівнянь другого порядку, що описує вимушені коливання ролика, має наступний вигляд:

$$\begin{cases} m_p \ddot{x} + (C_p + C_n)x - C_p h_t \varphi = C_n \cdot (e_1 \sin \omega_1 t + e_2 \sin(\omega_x t + \alpha_1)), \\ I_1 \ddot{\varphi} - C_p h_t x + C_p h_t^2 \varphi = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де φ – узагальнена координата, що характеризує коливання ролика;
 C_p – жорсткість кріплення ролика;
 C_n – жорсткість пакування;
 I_1 – Момент інерції важеля.

Інтегрування системи диференціальних рівнянь здійснюється в системі Mathcad за допомогою оператора $Y=Rkadapt(y,t_0,t_1,N,D)$, що реалізує метод Рунге – Кутта з перемінним кроком інтегрування.

Динамічна складова сили притискування визначиться з виразу [2]:

$$P_d = C_n(x - h \varphi), \quad (2)$$

На рис. 2 наведена залежність динамічної сили притискування від маси пакування при різних видах кріплення ролика.

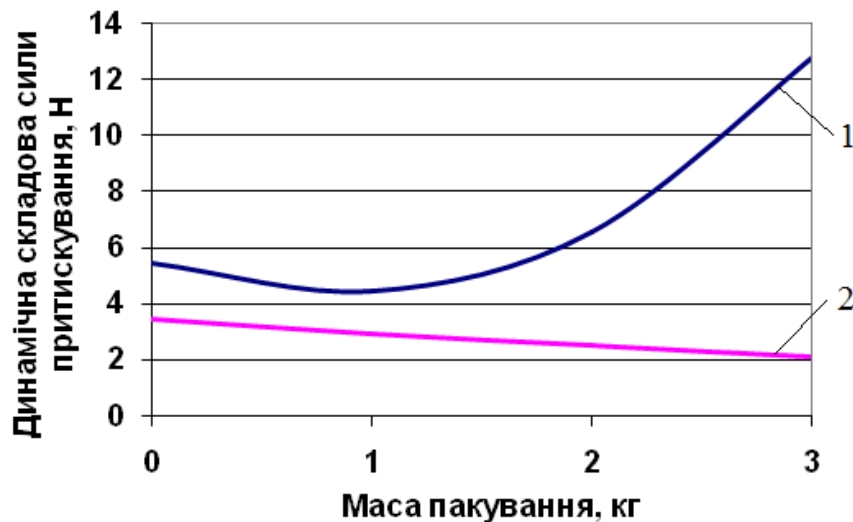


Рис. 2 – Залежність динамічної сили притискування від маси пакування при різних видах кріплення ролика: 1 – жорстке кріплення ролика; 2 – пружне кріплення ролика

З рис. 2 видно значну ефективність використання пружного кріплення ролика особливо на заключному етапі напрацювання пакування.

Таким чином діапазоном швидкостей намотування при вибраних параметрах при середньому радіусі намотування $R=0.031$ м:

- мінімальна $\omega_{\text{п}}=105 \cdot 1,4= 147$ рад/с.; $V=147 \cdot 0,031=4,55$ м/с;
- максимальна $\omega_{\text{к}}=639 \cdot 0,7= 447$ рад/с.; $V=447 \cdot 0,031=14,87$ м/с.

Робоча швидкість базової машини не більше 10 м/с.

Визначено динамічні характеристики укочуючого ролика з підвісом, швидкість намотування нитки механізмом, власні коливання підвісу при лінійній характеристиці пружності тіла намотування, власні коливання підвісу при пружному кріпленні укочуючого ролика, вимушені коливання підвісу при пружному кріпленні укочуючого ролика

Показана ефективність використання пружного кріплення ролика особливо на заключному етапі напрацювання пакування.

Найбільш сприятлива жорсткість елементів кріплення укочуючого ролика $2 \cdot 10^6$ Н/м.

Найбільша швидкість перемотування, яку може забезпечити механізм з пружним кріпленням ролика - 14,8 м/с , що майже на 50% вище досягнутої на виробництві

Список посилань

1. Прошков, А.Ф. Расчет и проектирование машин для производств химических волокон : Учебник для студентов вузов. [Текст] / А.Ф. Прошков – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 402 с., ил.
2. Коритынский Я.И. Динамика упругих систем текстильных машин.[Текст] / Я.И. Коритынский. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 272 с.

УДК 66.061.34

О.О. Акимов, канд. техн. наук, доцент
 О.Л. Ігнатенков, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, akimov.al.al@gmail.com

Є.К.Платонов, канд. техн. наук
 Чернігівський інститут МАУП, м. Чернігів

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕЛИЧИНИ ОПОРУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТАРИЛОК

Екстрагування подрібнених матеріалів широко застосовується у багатьох галузях промисловості, зокрема у харчовій, хімічній промисловості та інших [1].

Одним з перспективних видів екстракторів є апарати з сопловими диференціально-струминними елементами.

Перспективною є розробка коливальної пристрою резонансного типу диференційно-струминного екстрактора для промивання подрібненої сировини харчових виробництв, що забезпечує інтенсивне отримання корисних речовин [1], [2].

Тарілки в корпусі закріплені на восьми ресорах прямокутного перерізу. Механічна система має одну ступінь вільності.

В роботі [2] наведені результати досліджень впливу пружності ресорного кріплення тарілок на їх амплітуди вимушених коливань, показані переваги резонансного режиму, але не зроблена оцінка впливу величини демпфування на енергетичну ефективність коливальної системи тарілок.

Для однієї вертикальної секції тарілок динамічна модель механічної системи представляє одномасову модель з кінематичним збудженням (рисунок 1).

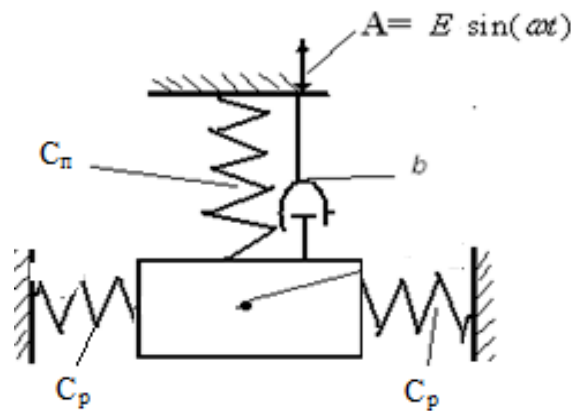


Рис. 1 – Динамічна модель коливальної системи

Згідно з [3], математична модель коливального процесу в безрозмірній формі має вигляд:

$$X'' + D \cdot X' + X = E \cdot \cos(\eta \cdot \tau) \quad (1)$$

де тут і далі: $D = b/2m \cdot p$ – безрозмірний коефіцієнт демпфування;

b – коефіцієнт опору середовища[2];

$p = \sqrt{C/m}$ – частота вільних коливань недемпфованої системи;

C – жорсткість підвісу;

m – маса коливальної системи;

ω – частоти збуджуючої сили;

$\eta = \omega/p$;

E – амплітуда збуджуючої сили (ексцентриситет валу);

$\tau = p \cdot t$ – власний час системи.

Переваги ресорного кріплення тарілок полягають в фіксації коливальної системи в горизонтальному напрямку та можливості змінювати частоту власних коливань шляхом зміни довжини ресори. При раціональному виборі довжини ресори біля $l_p=0,5$ м частота вимушених коливань становить близько 20 рад /с, що забезпечує здійснення резонансного режиму існуючим приводом. В роботі [2] показано, що в резонансному екстракторі можливо досягнення значно більшої амплітуди коливань тарілок в порівнянні з їх жорстким підвісом.

В коливальній системі має місце активна та реактивна потужності [3]. Залежність безрозмірного коефіцієнту підсилення активної потужності від параметрів системи має вигляд:

$$Vm(\eta, D) := \frac{D \cdot \eta^2}{\sqrt{(1 - \eta^2)^2 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2}} \quad (2)$$

На рис. 3 наведена залежність коефіцієнту підсилення активної потужності від параметрів системи

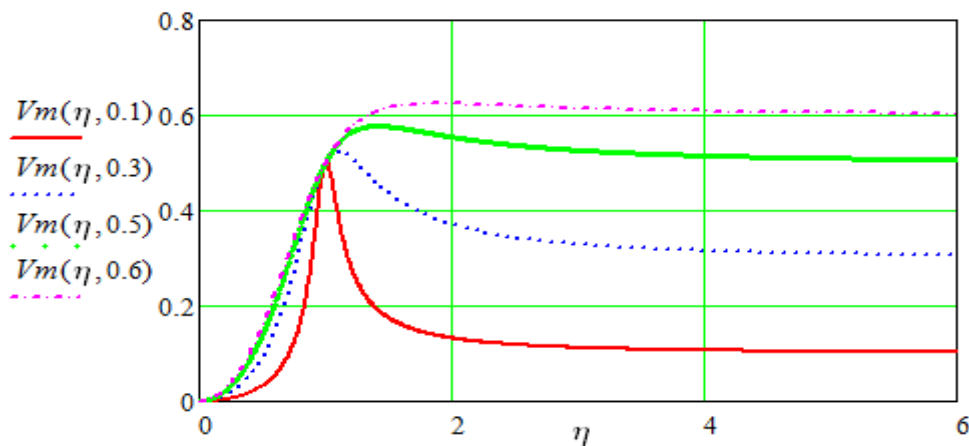


Рис. 2 – Залежність коефіцієнту підсилення активної потужності від параметрів коливальної системи

З рис. 2 видно, що коефіцієнт підсилення активної потужності залежить не тільки від співвідношення частот вимушених та власних коливань, а так же від значення безрозмірного коефіцієнту демпфування. При значеннях безрозмірного коефіцієнта демпфування $D \geq 4$ в системі не спостерігається явний резонанс, а коефіцієнт підсилення активної потужності мало залежить від співвідношення частот вимушених та власних коливань, що робить роботу екстрактора в енергетичному аспекті неефективною.

Одержані результати дозволяють вибирати оптимальні технологічні параметри резонансних екстракторів та створювати ефективні в енергетичному відношенні екстрактори.

Список посилань

1. Игнатенков А.Л. Противоточные твердофазные массообменные аппараты. [Текст] / А. Л. Игнатенков. – К.: УМКВО, 1992. – 68 с.
2. Акимов О.О. Дослідження впливу пружності ресорного кріплення тарілок на їх амплітуди вимушених коливань. / О. О. Акимов, О. Л. Игнатенков, С. К. Платонов // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2015): матеріали тез доповідей V міжнародної науково-практ. конф., (19 – 22 травня 2015 р., м. Чернігів). – Чернігів: ЧНТУ, 2015 – с.167 – 170.
3. Магнус К. Колебания: Введение в исследование колебательных систем. [Текст] / Магнус К. – М.: Мир, 1982. – 304 с.

УДК 664

М.С. Коваленко, студентка
В.М. Челябісва, канд. техн. наук, доцент
 Чернігівський національний технологічний університет, vika.chl@mail.ru

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ НА ХАРЧОВУ ЦІННІСТЬ ЯБЛУЧНОГО СОКУ

Сучасне сокове виробництво на 90 % представлене відновленими з концентратів переважно освітленими соками. Освітлені й фільтровані соки мають привабливий вид, при тривалому зберіганні не утворюють осад. З метою освітлення соку з нього видаляють дисперсні частинки. Адже саме вони надають непрозорий вигляд плодово-ягідним сокам. Однак піддаючи сік очищенню, з нього вилучають корисні для здоров'я людини складові: пектинові речовини, мікроелементи тощо.

Практика очищення або рафінування продуктів харчування не корисна для здоров'я. Під час рафінування цільну їжу поділяють на складові частини, відкидаючи деякі її компоненти, багаті поживними речовинами. Частка раціону сучасної людини, що припадає на рафіновані продукти, як ніколи висока і постійно зростає [1]. Свідоме і масштабне рафінування сировини і напівпродуктів загрожує несприятливими для здоров'я людини наслідками, оскільки при цьому з готових продуктів виділяється або руйнується більшість цінних мікронутрієнтів. Для забезпечення населення здоровим харчуванням на сучасному етапі харчова промисловість повинна віддавати перевагу технологіям, які дозволяють максимально зберегти харчову цінність вихідної сировини, отримати харчові продукти з оздоровчими властивостями [2], продукти в яких максимально збережені вітаміни, мікроелементи та інші життєво важливі нутрієнти.

Неосвітлений яблучний сік, отриманий за технологією, яка включає миття, інспектування сировини, подрібнення, термообробку паром, фасування, містить корисні для здоров'я людини пектинові речовини, в ньому забезпечується збереження вітаміну С на рівні свіжовіджатого соку оскільки при підвищенні температури вище 42°C швидко інактивується фермент аскорбатоксидаза, який прискорює окиснення, а отже і руйнування вітаміну С, збільшується кількість макро- та мікроелементів у формі доступній для засвоєння організмом (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив технології виготовлення на харчову цінність яблучного соку

Технологія виготовлення	Вміст пектинових речовин, мас.%,	Вміст вітаміну С, мг/100 см ³	Сумарний вміст Са та Mg у % СаО до маси продукту	Вміст Fe, мг/дм ³
Свіжовіджаний яблучний сік	0,32	19,8	27	0,42
Свіжовіджаний яблучний сік, пастеризований при 90 °С протягом 15 хв.	0,56	19,8	27	0,55
Свіжовіджаний яблучний сік, пастеризований при 90 °С протягом 30 хв.	0,74	19,8	32	0,59
100% неосвітлений відновлений пастеризований сік	0,50	не визначали	16	0,40
100% освітлений відновлений пастеризований сік	0,12	не визначали	12	0,35

Список посилань

1. Українець А.І. Технологія оздоровчих продуктів [Текст] / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна – К: НУХТ, 2009. – 310с.
2. Сімахіна Г.О. Концепція оздоровчого харчування та шляхи її реалізації / Г. О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. – 2010. – № 33. – С. 10 – 12.

УДК 637.026

О.А. Маяк, канд. техн. наук, доцент
А.М. Сардаров, аспірант

Харківський державний університет харчування та торгівлі, process229@ukr.net

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ В'ЯЗКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Проблема поліпшення постачання населення нашої країни високоякісними продуктами харчування нерозв'язна без повного використання сировинних ресурсів, розробки нових високоефективних технологій, створення нового технологічного обладнання [1].

З метою інтенсифікації процесу теплообміну пропонується вдосконалена конструкція апарату (рис. 1), а саме шнек, що має вигляд скрученого порожнистого вала в який подається теплоносій (пара). Таке конструктивне рішення дозволяє значно прискорити процес нагрівання сировини та зменшити тривалість теплової обробки. Скребки шнекової скребкової мішалки розміщені на спіралі таким чином, що під час руху перекривають один одного.

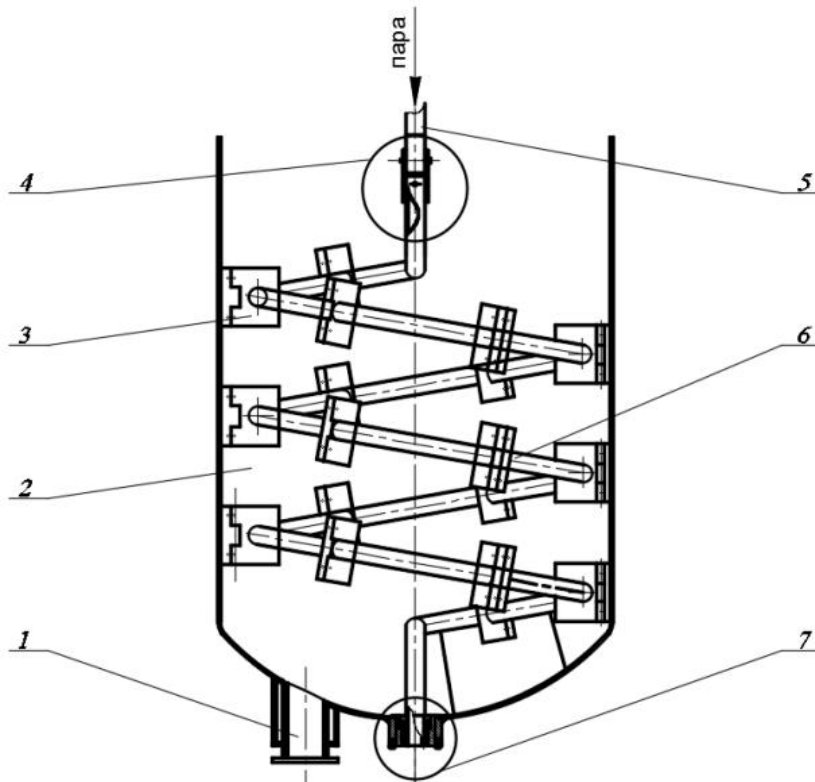


Рис. 1 – Пристрій для перемішування та нагрівання в'язких харчових продуктів:

1 – патрубок для відведення готового продукту, 2 – робоча камера апарату, 3 – скребки мішалки; 4 – втулкова муфта; 5 – вал привідний, 6 – ступеневий порожнистий металевий вал мішалки, 7 – опорний вузол вала мішалки

Робота перемішуючого пристрою полягає в наступному: привідний вал 5 обертаючись призводить до руху конструкцію мішалки, це забезпечується жорстким з'єднанням втулкової муфти 4 вала привідного та ступеневого порожнистого металевого вала мішалки 6. При обертанні скребки 3 рухаються, притискаючись до внутрішньої стінки робочої камери апарату 2. Опорний вузол вала мішалки 7 служить для запобігання потрапляння продукту в парову сорочку, а також для запобігання потрапляння теплоносія (пар, вода) у робочу камеру.

Використання порожнистого вала для підведення теплоносія, сприяє збільшенню площі контакту продукту з нагрівальними елементами та інтенсифікує процесу теплообміну.

Список посилань

1. Домарецький В.А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв з рослинної сировини / В.А. Домарецький – М.: ФОРУМ, 2007. – 444с.

УДК 641.447:664.5

В.М. Михайлов, докт. техн. наук, професор

І.В. Бабкіна, канд. техн. наук, професор

А.О. Шевченко, канд. техн. наук, доцент

С.В. Михайлова, канд. техн. наук, ст. викладач

Харківський державний університет харчування та торгівлі, process229@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗМІН РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ПІД ЧАС ЇЇ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА СУШІННЯ

Однією з відповідальних стадій виробництва харчової продукції на основі рослинної сировини є тепло- і масообмінна обробка, оскільки вона супроводжується змінами її складових компонентів, втратами харчової та біологічної цінності. Застосуванням раціональних методів тепло- і масообмінної обробки рослинної сировини, удосконаленням режимних параметрів можна впливати на збереженість її харчового та біологічного потенціалу при виробництві готової до споживання продукції.

На прикладі сумішей подрібнених коренів та подрібненої зелені пряних овочів (петрушки, пастернаку, селери, кропу) авторами роботи проводяться системні дослідження, спрямовані на вирішення науково-прикладного завдання щодо зниження витрат енергетичних ресурсів і рівня фізико-хімічних змін рослинної сировини під час виробництва на її основі концентрованої та сушеної продукції. З цією метою концентрування та сушіння здійснюється в НВЧ-полі за умов вакуумування (40...60 кПа) та перемішування, що призводить до зниження температурного режиму цих процесів (76...86 °С) та скорочення їх тривалості (у середньому на 28...32 % та 22...26 % відповідно).

Метою досліджень на даному етапі роботи є визначення змін фізико-хімічних властивостей сумішей на основі пряних овочів в процесах вакуумного НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння. Для вищевказаної сировини найбільш глибоку увагу приділено визначенню вмісту азотовміщуючих компонентів та вітамінів, які мають надзвичайно важливе значення у харчуванні людини.

Для аналізу змін фізико-хімічних властивостей важливо було отримати уявлення про хімічний склад сумішей у нативному стані. Визначено, що при практично однаковому значенні вмісту води 85...86 % для двох видів досліджуваних сумішей, за показниками хімічного складу суміш подрібненої зелені пряних овочів перевищує суміш подрібнених коренів. Так, вміст азотовміщуючих компонентів у суміші подрібненої зелені складає 4,3 %, що в 2,2 рази перевищує їх вміст у суміші подрібнених коренів. Суттєвою також є різниця за вмістом вітаміну С (у суміші подрібненої зелені у 5,7 рази більше і складає 120 мг/%), а також каротину (2,1 мг/% по відношенню до 0,02 мг/%). Вміст інших вітамінів різниться несуттєво і знаходиться в межах: V_1 – 0,06...0,09 мг/%, V_2 – 0,07...0,08 мг/%, РР – 0,57...0,75 мг/%.

Наступним етапом цих досліджень є визначення хімічного складу пастоподібного (табл. 1) та порошкоподібного (табл. 2) продуктів, отриманих шляхом НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння за умов вакуумування та перемішування (дослід) у порівнянні з тими, що отримані за звичайних умов НВЧ-нагрівання (контроль).

Цими результатами доведено, що НВЧ-нагрівання за умов вакуумування і перемішування сприяє значно більшому ступеню збереженості фізико-хімічних

властивостей вихідної сировини. Так, вміст азотвміщуючих компонентів (у відносних величинах) у пастоподібного продукту більше на 36...43 %, а у порошкоподібного – на 56...63 %. Вміст вітамінів також є більшим, відповідно: вітаміну С – на 69...92 % та 93...120 %, каротину – на 65...75 % та 80...83 %, вітаміну В₁ – на 65...73 % та 88...93 %, В₂ – на 67...91 % та 90...125 %, РР – на 73...80 % та 80...94 %. Тобто, у середньому вміст вітамінів перебільшує у пастоподібному продукті – на 65...92 % , а у порошкоподібному продукті – на 80...125 %. Безумовно, що менші пошкодження азотвміщуючих компонентів та втрати вітамінного складу пояснюються помірною тепловою обробкою, яка відбувається за умов вакуумування при низькотемпературному режимі та скороченій тривалості.

Таблиця 1 – Хімічний склад пастоподібного продукту

Показники	Суміш подрібнених коренів прямих овочів		Суміш подрібненої зелені прямих овочів	
	контроль	дослід	контроль	дослід
Загальна волога, %	50,0	50,0	50,0	50,0
Азотвміщуючі компоненти, %	4,4	6,3	10,0	13,6
Вітамін С, мг/%	39	66	198	380
Каротин	0,04	0,07	4,0	6,60
В ₁	0,11	0,19	0,17	0,28
В ₂	0,15	0,25	0,11	0,21
РР	1,40	2,42	1,0	1,80

Таблиця 2 –Хімічний склад порошкоподібного продукту

Показники	Суміш подрібнених коренів прямих овочів		Суміш подрібненої зелені прямих овочів	
	контроль	дослід	контроль	дослід
Загальна волога, %	10,0	10,0	10,0	10,0
Азотвміщуючі компоненти, %	6,2	10,1	14,0	21,8
Вітамін С, мг/%	55	106	277	608
Каротин	0,06	0,11	5,6	10,1
В ₁	0,15	0,29	0,24	0,45
В ₂	0,21	0,40	0,16	0,34
РР	1,96	3,80	1,40	2,52

Таким чином, дослідженнями хімічного складу доведено більш високий ступінь збереженості фізико-хімічних властивостей вихідної сировини за рахунок скорочення тривалості та зниження температури тепло-масообмінного процесу, що відбуваються при НВЧ-обробці сировини за умов вакуумування та перемішування.

Список посилань

1. Нестерпна, М.Ф. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / М. Ф. Нестерина, И. М. Скурихина. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.
2. Филоненко Г.К. Сушка пищевых растительных материалов [Текст] / Г. К. Филоненко, М. А. Гришин, Я. М. Гольденбенг, В. К. Коссек. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 438 с.
3. Корисні властивості селери [Електронний ресурс] // Користь та шкода. – Режим доступу до ресурсу: korust.znay.info/korysni-vlastyvosti-selery/.

УДК 620.197.3:620.197.6: 664.5

О.М. Савченко, канд. техн. наук, доцент

О.І. Сиза, докт. техн. наук, професор

А.О. Максименко, студент

Чернігівський національний технологічний університет, savchenkolm@rambler.ru

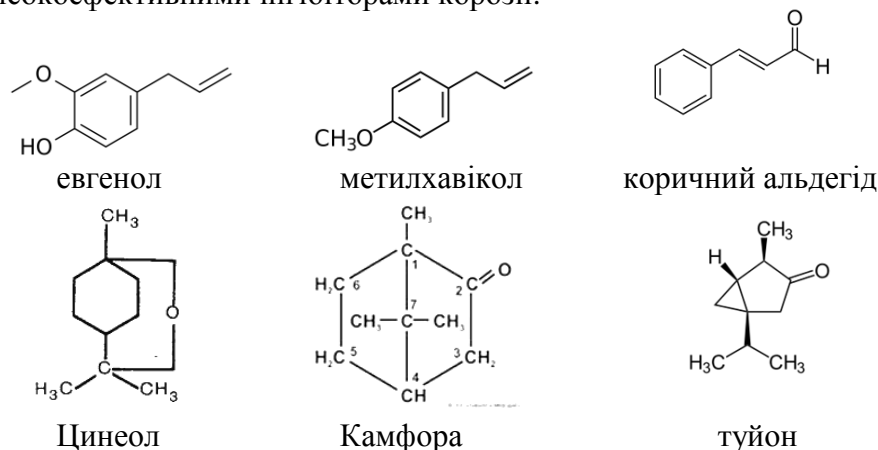
ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК В ІНГІБІТОРНОМУ ЗАХИСТІ ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ

Основними проблемами в оборотному водопостачанні охолоджуючих систем є утворення щільних сольових відкладень та наявність корозійного зносу металу обладнання і трубопроводів. У зв'язку з цим виникає проблема забезпечення експлуатаційної надійності устаткування, трубопроводів і металоконструкцій [1, 2, 3] охолоджуючих систем.

Найчастіше для захисту систем оборотного водопостачання від корозії використовуються неорганічні інгібітори: хромати, біхромати, фосфати (в основному натрію гексаметафосфат і триполіфосфат), а також нітрати [4, 5], що є токсичними речовинами. Добавка інгібіторів у системах з відкритим і закритим контуром циркуляції води повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам, має бути високоефективною, технологічною, економічною, не порушувати плин технологічного процесу і здійснювати мінімальну токсичну дію на навколишнє середовище.

У зв'язку з цим, метою даної роботи була розробка ефективних і екологічно безпечних інгібіторів, які забезпечать високий протикорозійний захист сталі в нейтральних середовищах. Таким вимогам відповідають продукти на основі органічних сполук рослинного походження.

Для одержання інгібіторів використовували рослини, які широко застосовуються у харчовій промисловості як харчові добавки: базилік, кориця, шавлія, гвоздика, спіруліна. Екстракти готували методом мацерації (настоювання) у водно-спиртовому розчині. Вибір рослинних добавок обумовлений тим, що органічні речовини екстрактів [6] можуть бути потенційними високоефективними інгібіторами корозії:



Протикорозійні дослідження проводили гравіметричним методом у водопровідній питній воді при 295 К на зразках із Ст3 на протязі 168 годин. Захисну ефективність інгібіторів оцінювали ступенем захисту (Z, %):

$$Z = \frac{K_m - K_m'}{K_m} \cdot 100\%,$$

де K_m – швидкість корозії сталі без інгібітору;

K_m' – швидкість корозії сталі з добавками інгібітору.

Результати розрахунків швидкості корозії Ст3 за втратою маси зразків, ступеня захисту (Z_m) та коефіцієнту гальмування (γ_m) у водогінній воді наведено в таблиці 1. Виявлено, що оптимальна концентрація добавок базиліку, кориці, шавлії, гвоздики складає 10 г/л, а спіруліни – 20 г/л. Ефективність протикорозійного захисту зразків сталі за оптимальної концентрації інгібіторів висока ($Z_m = 91,64 - 94,65\%$, $\gamma_m = 10,68 - 18,71$). Підвищення концентрації (C_{in}) до 20-30 г/л призводить до зниження ступеня захисту та коефіцієнту гальмування. Контрольні зразки у воді без добавок вкриті пухкими, чорними продуктами корозії. У розчинах з досліджуваними інгібуючими добавками за оптимальної концентрації поверхня зразків без видимих слідів руйнувань протягом усього періоду дослідження, швидкість корозії сповільнюється у 10 – 19 разів залежно від виду добавки.

Таблиця 1 – Ефективність харчових добавок у захисті сталі Ст3 від корозії у водогінній воді (295 К)

Інгібуюча добавка	C_{in} , г/л	K_m , г/(м ² ·год)	Z_m , %	γ_m
Без добавки	–	0,0570	–	–
Базилік	10	0,0049	91,29	11,49
	20	0,0105	81,58	5,43
	30	0,0107	81,28	5,34
Спіруліна	10	0,0107	81,14	5,30
	20	0,0053	90,64	10,68
	30	0,0059	89,54	9,56
Кориця	10	0,0047	91,68	12,03
	20	0,0190	66,50	2,98
	30	0,0419	26,42	1,35
Гвоздика	10	0,0035	93,78	16,09
	20	0,0096	83,07	5,91
	30	0,0166	70,86	3,43
Шавлія	10	0,0030	94,65	18,71
	20	0,0112	80,25	5,06
	30	0,018	68,40	3,16

Запропоновано нові екологічно безпечні, не токсичні інгібітори корозії маловуглецевих сталей на основі рослинних добавок – базиліку, кориці, шавлії, гвоздики, спіруліни для захисту теплообмінного обладнання охолоджуючих систем харчових підприємств. Виявлено залежність протикорозійної активності досліджених рослинних добавок від їх концентрації у водогінній воді. Максимальні захисні властивості спостерігаються при застосуванні інгібіторів на основі екстракту гвоздики та шавлії при концентрації 10 г/л: ступінь захисту $Z = 93,78 - 94,65\%$, коефіцієнт гальмування $\gamma_m = 16,09 - 18,71$.

Список посилань

1. Тищенко, Г.П., Корозія і захист від корозії в харчовій промисловості. / Г.П. Тищенко, М.В.Бурмістр. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 461 с
2. Роменский, Н.П. Защита от коррозии оборудования пищевой промышленности. / Н. П.Роменский, В. К. Супрунчук, Г. А. Прейс – Киев: Техника, 1981. – 152 с.
3. Тищенко Г.П., Трофимович А.Н. Повышение долговечности пищевого оборудования. / Г.П. Тищенко, А.Н.Трофимович – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
4. Шабалин А.Ф. Обратное водоснабжение промышленных предприятий. / А. Ф. Шабалин. – М., Стройиздат, 1972. – 296 с.
5. Розенфельд И.Л. Замедлители коррозии в нейтральных средах. / И. Л. Розенфельд. – М.: Химия, 1953. – 248 с.

6. Дудченко Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Л.Г.Дудченко, А.С. Козьяков, В. В. Кривенко. отв. ред. К. М. Сытник. – К.: Наукова думка, 1989. – 304 с.

УДК 663.8.051

Mayak Olga, Cand. of Tech. Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.)

Sardarov Aziz, Graduate student

Kharkiv State University of Food Technology and Trade, process229@ukr.net

USE OF DIHYDROQUERCETINE IN BEVERAGES

Natural psychostimulants have been known for people all over the world since ancient times. The most widespread of them was caffeine. Apart from this, history knows the examples of the usage of more potent stimulators, such as coca bush in South America, ephedra and kat in Asia. The people of Mongolia and Siberia used ginseng, eleutherococcus, aralia and other stimulant plants. In 1984 Dietrich Mateschitz founded the first enterprise on the industrial production of energy drink "Red Bull", popular ever since. The product proved to be so successful, that ten more drinks with similar properties appeared on the market soon. Giants of beverage industry "Coca-cola" and "Pepsi-cola" did not remain aside as well, producing "Burn" and "Adrenaline Rush" correspondingly. But it should be noted that in many European countries, namely in Norway, Denmark and France energy drinks are considered dietary supplements and are allowed for sale only in pharmacies.

Beverages like this contain restorative substances, mostly caffeine (sometimes caffeine in beverage composition is substituted for the extracts of guarana, tea or yerba mate, that contain caffeine, or caffeine appears under other names: mathein, thein) and other stimulants: Theobrominum and Theophyllum (alkaloids of cacao), as well as vitamins, as an easily digestible energy source, carbohydrates (glucose, saccharose), different adaptogens and amino acids. Consider the main of these ingredients.

Taurine is a derivative of cysteine amino acid (despite the widespread viewpoint, taurine itself is not an amino acid). 500 ml of drink generally contain from 400 to 1000 mg of taurine. This component is accumulated in muscular tissues. It is considered to improve the work of myocardium. In recent time, however, physicians tend to believe that taurine exerts no influence on human body. Carnitine is a component in human body cells that contributes to the rapid oxidization of fatty acids. Carnitine intensifies metabolism and reduces muscle fatigue. Guarana and ginseng are medical plants that have restorative properties. Leaves of guarana are used in medicine: they remove lactic acid from muscular tissues, diminishing pain at physical activities, prevent the occurrence of atherosclerosis and purify liver. Physicians, however, consider that stimulant properties that are attributed to guarana and ginseng are not confirmed by researches. B vitamins are necessary for the normal work of the nervous system and cerebrum in particular. A human body can feel their deficit, but the increase of dose will not improve your performance, cognitive abilities or anything else, as it is claimed by the producers of energy drinks. Melatonin is contained in human body and is involved in the entrainment of the circadian rhythms. Malein is a substance present in the composition of Mate green tea in South America. The extract of *Ilex Paraguarensis* evergreen tree helps to still hunger and aids in weight loss.

Energy drinks should be used strictly dosed. Maximum is 1 litre per day. Excessive consumption of such drinks can result in considerable increase in blood pressure and in the level of blood sugar. Vitamins contained in energy drinks cannot replace an ordinary multivitamin complex. People having cardiac problems should avoid consuming these drinks. The idea that energy drinks have high satiety value is absolutely wrong. Content of a can is like a key that opens doors to internal reserves of an organism. One uses his own resources, and, in other words,

borrowers them. The debt is to be paid back sooner or later in a form of fatigue, insomnia, irritability and depression. Caffeine contained in tonics just like any other stimulant exhausts the nervous system. Its effect generally lasts from three to five hours, whereupon an organism needs rest. And, besides, caffeine causes addiction. It should be remembered that caffeine is a good diuretic, which means that its intake after physical training with sufficient water losses must be avoided. Overdose may result in side effects like arrhythmia, anxiety, nervousness, depression [1].

Rules of consuming beverages with energy-enhancing ingredients suppose certain warnings. Specialists in health and medicine assert that tonics – are nothing but vitaminized substitutes of coffee, with more possible harmful effects on health. That is why natural fruit and vegetable juices and drinks containing natural vegetable extracts should not be disregarded. Dihydroquercetine (DHQ) is one of such substances. This substance is antioxidant of natural origin. It was first obtained in 1959, but because of its high cost (about 1000 dollar per 1 gram) it did not find wide distribution. But no later than in year 2000 the research on extraction of this substance renewed. DHQ is extracted from the Siberian pine. Its positive influence on human body has been proved; and therapeutic and prophylactic properties have been researched by many scientists [2]. These research results make it possible to use DHQ as dietary supplements in foodstuffs, namely in soft drinks.

On the department of processes, devices and automation of food production at Kharkiv State University of Food Technology and Trade investigations were carried out to reveal antioxidant properties of DHQ, its solubility and ability to slow the processes of spoilage in foodstuffs.

Researches showed that DHQ is able to increase the product's storage life by 1,5-4 times, as well as to slow down the development of microorganisms in the product.

Aiming to study the influence of DHQ on viability of microorganisms the preparation was added into water solution of sugar with lemon acid in the amount of 50 mg/dm³. Control solution was prepared without addition of DHQ. The solutions were not exposed to heat treatment. The samples were kept in a refrigerator at a temperature 4-5°C throughout 7 days.

Quantitative determination of dihydroquercetine in the composition of beverages results in the following: with the increase of the term of the product's storage the amount of dihydroquercetine falls down by 10-15% for the first month, then the rate of decrease slows down and grows up by 20% to the six-months term of storage.

The methods of DHQ introduction into soft drinks were investigated.

Experiments showed that DHQ as powder is practically insoluble in water, however dissolves in alcohols - ethyl, propyleneglycol and glycerin. Thus, DHQ must be introduced into soft drinks in final product before passing it to the filling equipment in the following way: to dissolve constantly stirring in 1-2 litres volume of the prepared product a certain amount of DHQ, which was preliminary dissolved in alcohol, and then infuse the obtained mixture with GHQ into the reservoir with prepared drink.

Conclusions. The research results allowed suggesting using dihydroquercetine antioxidant in the recipes of soft energy beverages as poly-vitamin means. Its positive influence on the microbiological indexes of obtained drinks was discovered; its solubility in water and alcohols was studied, proving that DHQ is insoluble in water, however dissolves in ethyl, propyleneglycol and glycerine, which determines the features of the process of DHQ introduction into final product.

References

1. Аткинс Р. С. Биодобавки: природная альтернатива лекарствам [Текст] / Р. С. Аткинс – Минск: Попурри, 2011 – 800 с.
2. Бибик И. В. Научное обоснование количества внесения дигидрокверцетина при разработке технологии кваса «Виноградный» [Текст] / И. В. Бибик, Е. В. Лоскутова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – №1. – С. 5-10.

УДК 677.494.017.85

Н.М. Денисова, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет. den_7114@ukr.net

ФОРМУВАННЯ ПОЛІАМІДНИХ НИТОК. УДОСКОНАЛЕННЯ МОБІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ВІДСМОКТУВАННЯ ЗАБРУДНЕНОГО ПОВІТРЯ

Забезпечення належних умов праці на виробництвах є основним конституційним правом кожного громадянина України.

Виробництво синтетичних волокон належить до галузей зі шкідливими та небезпечними умовами праці. Під час формування полі-ε-капроамідних (поліамідних – ПА) ниток, у повітря робочої зони виділяються шкідливі речовини, які призводять до розвитку захворювань органів дихання. Так захворюваність апаратників формування ПА ниток на органи дихання в 3 рази перевищує показники виробництв з безпечними умовами праці [1].

Технологічний процес формування супроводжується інтенсивним виділенням забруднюючих речовин – низькомолекулярних сполук капролактаму (НМС КЛ), що спричиняє перевищення ГДК аерозолі капролактаму в повітрі робочої зони у 3-4 рази ($ГДК_{кл}=10 \text{ мг/м}^3$) [2]. З метою покращення санітарно-гігієнічних умов праці та зменшення рівня захворюваності працюючих необхідними є дослідження в напрямку зниження забрудненості повітря при формуванні ПА ниток. Важливим завданням на цьому шляху є досягнення стандарту ЄС зі вмісту аерозолі КЛ у повітрі робочої зони, що становить 5 мг/м^3 .

Відомо, що дотепер основними методами зниження забрудненості повітря робочої зони формувальної дільниці є установка формувальних машин закритого типу та використання систем загальної та місцевої вентиляції. Але фінансова нестабільність не дає можливості встановлення нового обладнання, то ж перспективним є удосконалення існуючого з одночасним зберіганням якості отриманої продукції.

Для захисту працівників від підвищеної концентрації пилу в робочій зоні, використовують засоби колективного (загальна та місцева системи вентиляції) та індивідуального захисту органів дихання (респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати) [3]. Колективні засоби захисту, що використовуються сьогодні на підприємствах втрачають ефективність у зв'язку з фізичним та моральним старінням. До того ж, запиленість повітря у різних зонах робочої дільниці є змінним фактором, що заважає об'єктивному оцінюванню існуючої загрози здоров'ю апаратників формування.

В даний час на дільницях формування, оснащених формувальними машинами ПП-1-1000-Ир, використовується система місцевого відсмоктування НМС, принципова схема якої наведена на рис. 1а.

Існуюча схема включає до себе формувальну камеру, з'єднану металевим трубопроводом зі всмоктувальним повітропроводом загальної вентиляції.

Для дослідження стану повітряного середовища розроблено методику точкової оцінки інтенсивності виділень, що базується на властивостях підвищеної адгезії часток НМС до мідних поверхонь (зумовлено електростатичною взаємодією між полярними групами молекул забруднюючих часток та металу, який має тонку окисну плівку та низьку роботу виходу електрону з атому). Використання наведеного принципу дозволяє оцінити розподіл інтенсивності виділень НМС на невеликих ділянках, в різних напрямках та під будь-яким кутом нахилу [1].

За результатами проведених досліджень для ниток різних асортиментів встановлено максимуми випаровувань в інтервалах: від 5 до 15 см від філь'єри, від 60 до 80 см від філь'єри (найбільша кількість випаровувань в зоні турбулентності та застигання нитки) та на відстані від 140 до 150 см від філь'єри (на вході до супроводжувальної шахти).

Камера місцевого відсмоктування, що розташована безпосередньо під філь'єрою ефективна лише тільки для верхньої ділянки прядильної шахти (близько 80 мм).

Тому запропоновано конструкцію мобільного пристрою (рис. 1, б), в якому камера відсмоктування розташовується мобільно по довжині прядильної шахти, залежно від технічних характеристик формуемого волокна.

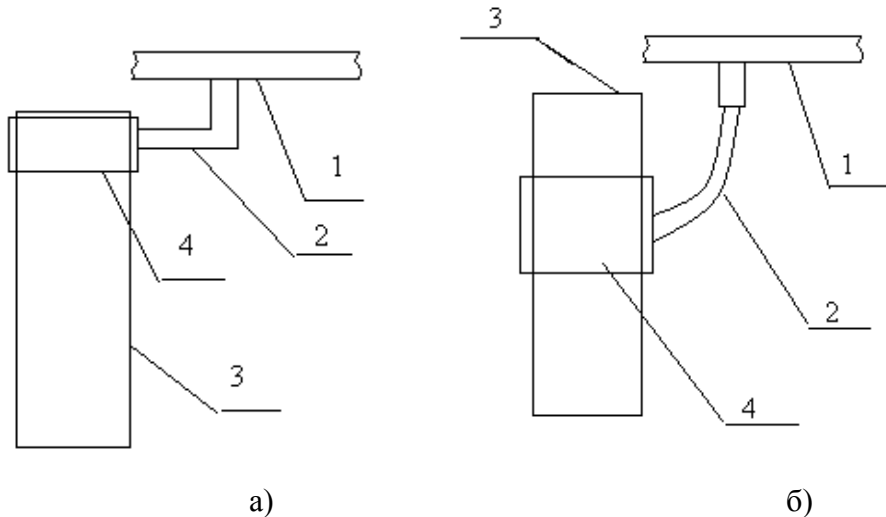


Рис. 1 – Принципова технологічна схема існуючої місцевої вентиляції а) для формувальної машини ПП-1-1000-Ір та запропонована схема місцевої вентиляції б):

1 – повітропровід загальної вентиляції; 2 – стаціонарний повітропровід місцевої вентиляції; 3 – прядильна шахта; 4 – камера відсмоктування НМС.

Запропонований мобільний пристрій відсмоктування простий у здійсненні, не потребує значних енергетичних і фінансових витрат та має наступні характеристики: розмір 295x280 мм, змінне шарнірне кріплення, що забезпечує його універсальність та багаторазове використання, з'єднання з загальним повітропроводом за допомогою гнучкого повітропроводу, внутрішній об'єм газоходу орошається водою.

Технічним результатом є ліквідація підвищеної запиленості робочої зони апаратника формування. При здійснюванні запропонованого способу поверхні камери відсмоктування необхідно очищувати від забруднення шляхом пропарювання, періодичністю один раз на зміну.

Отже, мобільний пристрій відсмоктування повітря, що запропоновано, дозволить поліпшити умови праці апаратників з відкритими прядильними шахтами, знизити запиленість повітря робочої зони на 15...58%, що в свою чергу дозволить знизити витрати підприємства на пільги та компенсації за шкідливі та небезпечні умови праці.

Список посилань

1. Денисова Н.М. Зниження забрудненості повітря робочої зони при формуванні поліамідних ниток. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 - охорона праці / Н.М. Денисова. – К., 2010. – 20 с.

2. Дослідження впливу виробничих факторів з метою підвищення ефективності засобів охорони праці: звіт про науково-дослідну роботу / Чернігівський державний технологічний університет: № ДР 0106V002522; Інв. № 0207U000072. – Чернігів, ЧДТУ, 2006. – 45 с.

3. Овсянкин А. Д. Средства индивидуальной защиты работающих на производстве: Учебное пособие [Текст] / А. Д. Овсянкин – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т., – 1995. – 57с.

УДК 687:658

С.С. Матвійчук, канд. техн. наук, доцент

О.О. Слава, магістр

Мукачівський державний університет, salma1405@mail.ru

КОНСТРУКТИВНО–ДЕКОРАТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ НАРОДНОГО КОСТЮМУ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СУЧАСНОГО ОДЯГУ

Дослідження зразків народної творчості в музейних колекціях Закарпаття переконує, наскільки органічно в народному костюмі з'єднані утилітарні й естетичні якості. Форми і конструкції народного костюму знаходяться в прямій залежності від виду матеріалу, його властивостей, малюнка, фактури, кольору. Принцип композиційної побудови народного костюма, чіткість його форм, ліній, продумана конструкція, підпорядкування декора крою, відповідність матеріалу і форми призначенню костюма для сучасного фахівця є прикладом дизайнерського підходу до створення завершених сучасних образів. Крій народного одягу простий, ергономічний і економічний. Саме ці складові становлять основу даної художньо-дизайнерської роботи, метою якої є на базі художньо-конструктивних особливостей народного костюму Закарпаття спроектувати сучасний жіночий ансамбль, який би відображав етностилістику, орнаменти, мотиви, колористичне оформлення, композиційне вирішення, особливості декорування.

За джерело дослідження взято народний костюм Хустщини Закарпатської області, який характеризується багатошаровістю за певними правилами, вимогами та порядком нашарування різних видів одягу. Констатуємо, що найпоширенішим і масовим видом декоративно-вжиткового мистецтва тут була і є вишивка, яка кардинально відрізняється від інших видів вишивок Хустщини завдяки виконанню оригінального декора, який більше ніде не зустрічається в даному регіоні. Виникнення орнаментики вишивки Хустщини Закарпатської області глибоко пов'язане із обереговими та ритуальними функціями, а отже, має семантичний характер.

При дослідженні орнаментики Хустщини виявлено, що найбільш поширеними засобами композиції та принципами художнього вирішення одягу даної області є ритмічні композиції, які складають чергування різних мотивів (ромбів, хрестиків, зигзагів, квітів, квадратів, тощо), здебільшого геометричного орнаменту. Різні інтерпретації ритмічних композицій із мотивів ромбу, квадрату, трикутника і т.д. представлено на рисунку 1.

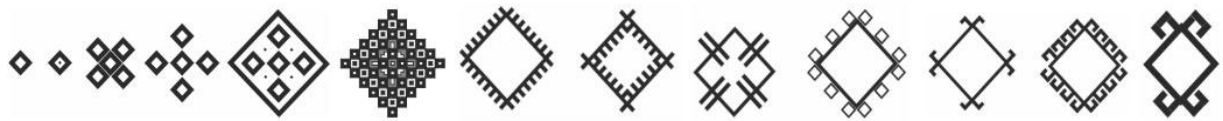


Рис. 1 – Ритмічні геометричні орнаменти Хустщини

Також для жіночого вбрання Хустщини характерні сорочки з розрізом збоку або на спині. Основним декором в них виступає морщення і брижі, оздоблені різнокольоровими нитками. На довгих сорочках, так званих «довганях», на плечах вишиті великі ромби; від них через увесь рукав до зап'ястка тягнеться одна чи кілька ромбоподібних смуг – «хвіст». Як поясний одяг, носили фартухи і широкі спідниці з кольорової тканини, пошиті в складки. У деяких районах Закарпаття поясним одягом був лише широкий фартух – «плат», який закривав сорочку, залишаючи тільки вузьку смугу ззаду. Низ сорочки і низ плата оздоблювали мереживом. Верхнім одягом служили дуже гарно вишиті гладдю безрукавні кепеняки та кептарі. Дівчата носили яскраві головні убори, прикрашені квітами, бісером, намистинами. Головний убір покривав верхню частину голови і окремими яскравими накладками – вуха. Найчастіше головний дівочий убір називали

«парта», «партиця». На шиї носили широку бісерну стрічку. Фрагмент систематизації різних виробів народного костюму Хустщини представлений на рисунку 2.



Рис. 2 – Основні компоненти жіночого народного костюму Хустського району Закарпатської області.

Отже, здійснена систематизація основних компонентів є основою для детального вивчення народного одягу з можливістю подальшого проектування сучасних виробів враховуючи такі складові, як силуети, покрій, техніки вишивки тощо, які на сьогоднішній день вдало можуть бути відтворені у проектуванні дизайнерського одягу.

Список посилань

1. Гайова Є. Сорочки долинян Закарпаття [Текст] / Є. Гайова // Народне мистецтво. – 2006. – № 1–2. – С. 58 – 60.
2. Коцан В. Особливості традиційного народного вбрання долинян Закарпаття ХІХ — першої половини ХХ ст. [Текст] / В.В. Коцан. – Ужгород: Видавництво Олександри Гаркуші, 2012. – 16 с.
3. Полянська О.В. Особливості одягу населення Закарпаття [Текст] / О.В. Полянська // НТЕ. 1976. – № 3. – С. 23 – 29.
4. Парлаг М.І. Народні вишивки Закарпаття [Текст] / М.І. Парлаг // НТЕ. – 1972. – № 4. – С.46 – 49.

УДК 687:658

С.С. Матвійчук, канд. техн. наук, доцент

А.М. Пристая, магістр

Мукачівський державний університет, salma1405@mail.ru

ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ З КОМБІНУВАННЯМ РІЗНИХ ЗА ВЛАСТИВОСТЯМИ МАТЕРІАЛІВ

Сучасні економічні умови перед дизайнерами ставлять вимоги щодо оригінальності продукції за своїм художнім і конструктивним рішенням. Виходячи з того, що сучасна мода відрізняється великим багатством ідей і свободою вибору, вона створила «демократичні» умови для того, щоб були поєднані різні стилі, форми і покрої, широка кольорова гама, а також різні за властивостями і призначенням матеріали. Тобто художнє оформлення одягу стає критерієм якості сучасного модного одягу.

Проведений аналіз модних тенденцій жіночого верхнього одягу дозволив в якості однієї з ключових тенденцій виділити комбінування різного за основним призначенням матеріалів у виробі. На сьогодні більшість дизайнерів свої колекції верхнього одягу представляють на контрасті застосованих матеріалів, наприклад пальтовий матеріал в поєднанні з хутром, з шкірою чи плівкові матеріали (штучна шкіра) у поєднанні з трикотажем, тканиною.

Такі комбінування в значній мірі формують естетичне сприйняття, дозволяють істотно поліпшити якість і розширити асортимент одягу але при цьому виникає проблема забезпечення якості технологічної обробки. Вивчення способів (методів) обробки основних вузлів виробів, їх технології та апробація представляється одним з важливих завдань конструктивно-технологічної підготовки сучасного виробництва [1]. Тому актуальною є тема детального вивчення даних видів декорування. Об'єктом вивчення є методи обробки швейних виробів з різними за комплексом властивостями матеріалів для оцінки їх продуктивності та раціональності. Предметом дослідження є сучасний верхній плечовий одяг з раціональним комбінуванням різних за властивостями матеріалів.

В даній роботі систематизовано методи декорування пальто такими матеріалами, як натуральна та штучна шкіра. Найтиповіші варіанти декорування вузла «коміра стійки» наведений на рисунку 1.

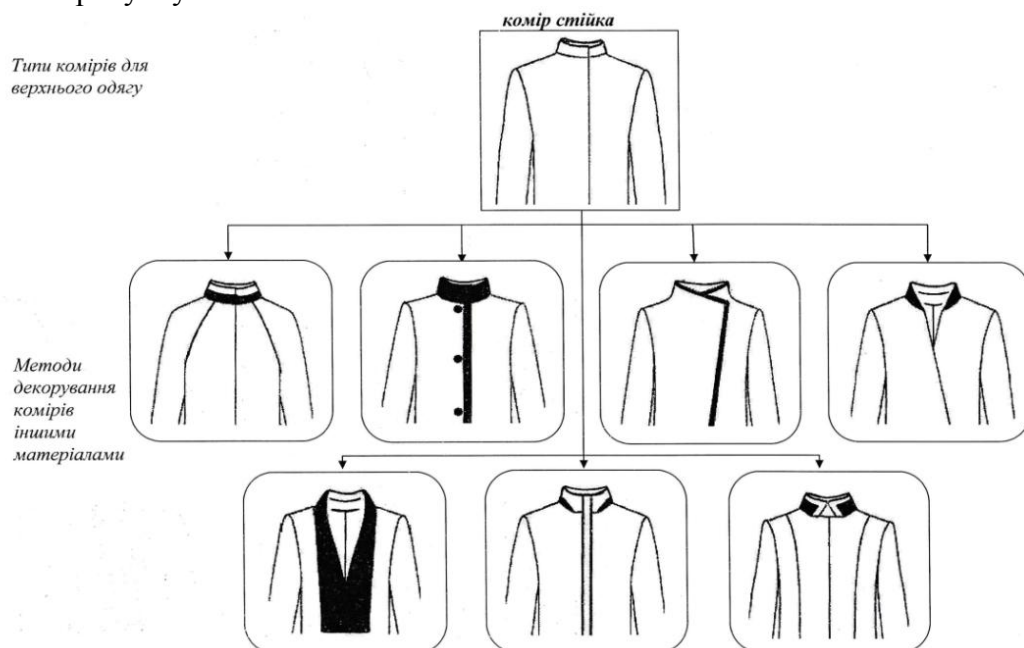


Рис. 1 – Аналіз декорування «коміра стійки» в пальто іншими матеріалами

При обґрунтуванні вибору методів обробки беруться до уваги можливості самого виробництва, які на сьогоднішній день наявні на швейних підприємствах. Поzza як дані моделі притаманні саме промисловим колекціям, тому це не тільки задача естетики але й технології.

Підходи до використання оздоблення пальто дуже різноманітні і серед них найбільш розповсюдженим є декорування шкірою. Однак інструментарій такого підходу не систематизований. Множинність методів декорування виробів і способів отримання різноманітних елементів одягу ускладнює задачу вибору тих з них, які будуть найбільш ефективні при вирішенні конкретних проектних (виробничих) задач [2].

Крім цього актуальність обумовлена тим, що з появою нових видів матеріалів і нових видів обробки матеріалів виникає необхідність пошуку нових технологічних прийомів, які дозволять зберегти єдність утилітарності і художньої виразності, що відповідає запитам сучасності.

Дана робота окреслює такі задачі як :

- розгляд типових методів обробки верхнього одягу на прикладі асортиментної групи;
- розробка методики поєднання різних за властивостями матеріалів;
- вибір раціональних методів обробки основних вузлів;
- оцінка технологічної ефективності виготовлення даних вузлів у виробі.

Проблема поєднання різних матеріалів стосується як естетики - гармонійне змішання різнорідних фактурних та текстурованих варіантів оформлення матеріалів (матеріал різних фактур - гладкі, блискучі і матові, або рельєфні, прозорі, важкі, щільні і т.д.), який повинен відображати сучасні тенденції, так і за надійнісними показниками, при цьому слід знати такі їх властивості як: розтяжність, рівномірність їх за товщиною декоративного матеріалу основному, їх загальна зносостійкість. Також процес отримання новизни моделей за рахунок композиційної різноманітності і декору потребує досвід роботи і відповідну кваліфікацію в підборі матеріалу.

З іншого боку, проблема можливості поєднання матеріалів дозволяє їх раціонально використовувати. Крім цього, виникає можливість виготовлення аксесуарів, які створюють естетичний супровід виробам, підвищують при цьому їх конкурентоспроможність.

Технологія обробки проєктованих моделей є рухомих елементом і змінюється з удосконаленням процесів моделювання та конструювання, з появою нових матеріалів, нової різноманітної техніки [3]. Саме тому, потребується робота націлена на удосконалення технології, а саме підбір режимів технологічної обробки, ниткових з'єднань, методів обробки основних вузлів з метою оцінки їх продуктивності, які необхідно дослідити та вивчити їх в плані досягнення технологічної ефективності і об'єктивності її оцінки.

Таким чином, констатуємо, що наявні тенденції щодо оздоблення пальтового асортименту є актуальним і перспективним варіантом декорування і потребує уточнення прийомів технології, які доцільні в умовах масового виробництва.

Список посилань

1. Крюкова, Н.А. Технологические процессы в сервисе. Отделка одежды из различных материалов [Текст] / А.Н.Крюкова: учеб. пособие. – М.:ФОРУМ:ИНФРА, 2007. – 440 с.
2. Амосова, Э.Ю. Формирование модных тенденций под воздействием инновационных технологий [Текст] / : дис. ... канд. техн. наук : 17.00.06: защищена 22.12.10 / Амосова Элеонора Юрьевна – М., 2010. – 198 с.
3. Зурабян К.М. Материаловедение изделий из кожи [Текст] / К.М. Зурабян, Б.Я. Краснов, М.М. Бернштейн – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 416с.

УДК 687:658

Н.В. Білей-Рубан, канд. техн. наук, доцент

М.С. Тегза, магістр

Мукачівський державний університет, natalija.ruban@gmail.com

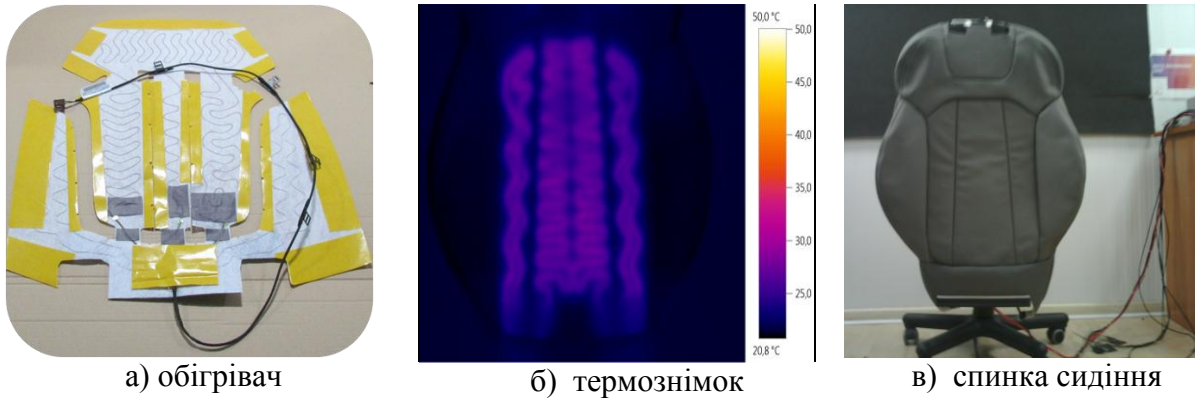
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШВЕЙНОГО ВИРОБНИЦТВА В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Швейна галузь на сьогодні експлуатує велику кількість різного за технічним та технологічним призначенням швейного обладнання. Чітко визначеними є і особливості застосування та можливості вишивального обладнання, призначення якого зорієнтоване переважно на оздоблення як легкого асортименту, так і верхнього, особливо в період гострого попиту на одяг з елементами вишивки. Проте перспективи використання вишивальних машин аж ніяк не обмежуються лише виконанням оздоблюючих операцій на швейних виробках різного призначення. Зокрема, завдяки можливостям вишивального обладнання щодо відтворення різних видів стібків та траєкторію їх прокладення, наразі в автомобільній галузі їх широко використовують для виготовлення таких функціональних елементів як обігрівачів.

Автомобільна галузь в сучасному світі є одним із лідерів щодо динамічного використання нових технологій та їх продукування. Задачі забезпечення надійності, безпеки та комфортності автомобілів, всіх функціональних елементів, вузлів, деталей, в тому числі і аксесуарів є найвагомішими. До прикладу, лише для підвищення комфорту в автомобілі вмонтовують різного виду обігрівачі, які розташовані в сидіннях, рулі, дверцятах, тощо. Наявний широкий спектр використання обігрівачів потребує застосування різних видів технологій виготовлення, кріплення водночас із широким вибором власне нагрівальних елементів і різних матеріалів, як носія.

Здійснений нами аналіз обігрівачів дозволяє констатувати про те, що є декілька технологій виготовлення обігрівачів, назва яких походить від назви нагрівачого елемента (матеріалу) або від назви технології їх виготовлення. Це такі: карбонові обігрівачі, обігрівачі провідникового нагріву, прошивні і гібридні (поєднання декількох технологій в одному обігрівачі).

І саме, використання вишивальних машин для виготовлення обігрівачів призвело до більшої автоматизації їх монтажу та оптимізувало витрати поряд з підвищенням продуктивності праці. Сучасне виробництво обігрівачів та аксесуарів зазвичай використовує 14–12-ти та 10-ти головочні вишивальні машини таких відомих фірм як Tajima (Японія) і Richpeace (Китай). На даний час перевагу надають обігрівачам прошивної технології так як більше можливостей в дизайні, менші затрати часу на виготовлення, досить великий вибір нагрівального елемента (мідний, карбоновий, срібний термодрот) та використання різних текстильних матеріалів як носія, також можливий варіант вишивання двох нагрівальних елементів відразу. Мається на увазі спочатку вишивається одним термодротом потім іншим. Широкі можливості щодо програмування вишивальних машин дозволяють дизайнеру при створенні нового виробу програмувати файл з максимально щільнішим розташуванням заготовки одна до одної. При цьому, одним із завдань дизайнера є вибір типу вишивальної машини враховуючи специфіку матеріалу, величину заготовки та вид обігрівача. Після вишивання рулони з заготовками потрапляють на такі виробничі процеси як проклеювання, вирубання і завершальним етапом у виготовленні обігрівача є приклеювання кабелю на фінальній лінії і тестування його на опір і наявність всіх необхідних клейових елементів. В подальшому готовий обігрівач піддають тестуванню за термознімком і вмонтовують в сидіння. Рисунок 2 представляє обігрівач у виробі.



а) обігрівач
 б) термознімок
 в) спинка сидіння
 Рис. 1 – Обігрівач, виготовлений прошивною технологією та оцінка якості прошивки обігрівача

Отже, швейні технології в автомобільній галузі дозволяють забезпечити відповідність естетики салону автомобіля та підвищити комфортність. Зручність та експлуатаційна відповідність в автомобілях класу люкс також забезпечується вмонтованими в автомобіль різних функціональних елементів при виготовленні яких використовуються не лише технології машинобудування, а й легкої промисловості. Зокрема, для виготовлення автомобільних сидінь та аксесуарів в основному використовують технології швейного виробництва такі, як і при виготовленні виробів із шкіри, одягу та виробів спеціального призначення. Також, в залежності від призначення того чи іншого аксесуару, наприклад чохлів каркасних, застосовуються технології виготовлення одягу із шкіри. Тобто проводиться герметизація швів при пінному заповненні чохлів, а не виконується герметизація швів та самого матеріалу при каркасному заповненню. На рисунку 2 візуалізованими є аксесуари, які виготовлені каркасним та пінним способами із застосуванням швейного обладнання.



а) зовнішній вигляд пластмасового каркасу та заготовка чохла каркасного

б) зовнішній вигляд готового та вмонтованого чохла каркасного;

в) ЧОХОЛ з наповнювачем піна.

Рис. 2 – Каркасні аксесуари, виготовлені зшивним способом

УДК 687:658

Н.В. Білей-Рубан, канд. техн. наук, доцент

О.О. Кулл, магістр

Мукачівський державний університет, natalija.ruban@gmail.com

ДЕКОРУВАННЯ ПАЛЬТОВИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТІВ ЕТНО-СТИЛІСТИКИ

Серед визначальних тенденцій сучасної моди в одязі на сьогодні вигідно вирізняється українська вишивка, яка уособлює світ краси і фантазії, поетичного осмислення навколишньої природи, спонукає до розповіді про думку і почуття людини, актуалізує образи, які торкаються звичаїв і уявлень наших предків. Крім цього захоплюються вишивкою не тільки українські дизайнери (Роксолана Богуцька, Олеся Теліженко та Олена Датс), а й дизайнери за кордоном.

Актуальність наукових досліджень у даному випадку полягає в тому, що вишивка лише починає застосовуватися в верхньому одязі і вже зараз споживачам пропонується гігантський вибір пальто створених для прохолодної пори року. Здійснена нами систематизація моделей (рис.1) свідчить не тільки про багатство і різноманітність елементів в українській вишивці, а й про необхідність врахування місця розташування вишивки і її співвідносність з силуетом одягу (прямої, напівприлеглий, трапецієвидний, А-подібний, О-подібний тощо) [1]. При цьому фольк стиль в одязі не копіює національний костюм, а використовує деякі типові риси, властиві національному одязі. Це є свідченням того, що етнічний стиль, тобто внесення фольклорних мотивів в сучасний одяг і інтер'єр, переживає нове народження.

Таблиця 1 – Місце розміщення вишивки на пальто

Місце розташування вишивки на пальто						
Прилеглий силует		Прямий силует		Трапецієвидний силует		О-подібний
						
Нижня частина пілочки і виробу	Борт виробу	Верхня частина пілочки та низ рукавів	Кокетка, низ рукавів та виробу	Комір та ліва частина пілочки, низ виробу та рукавів	Рукава та нижня частина пілочки	Нижня частина виробу та рукава

Враховуючи те, що для пальто в фольклорному стилі характерними є тканини з натуральних волокон, тобто вовни, льону, бавовни і шовку простих переплетень, а також те, що українська вишивка характеризується багатьма видами і технічними прийомами вишивання (гладь, хрестик, низь, мереження, бігунець, плетіння тощо), важливими є вирішення таких задач в технології декорування, як :

1) необхідність аналізу сучасних пальтових матеріалів, технології їх отримання та визначення фізико-механічних властивостей з метою розуміння специфіки показників матеріалів, які забезпечать експлуатаційну зносостійкість виробу разом з декоруванням;

2) розгляд та аналіз особливостей сучасної промислової технології виготовлення пальто жіночого з метою оцінки виробничих потужностей для реалізації вибраного декорування;

3) визначення художньо-конструктивних особливостей пальто жіночих з врахуванням сучасних прийомів декорування та модних тенденцій в пальтовому асортименті в стилі етно-, фольк;

4) оцінка експлуатаційної зносостійкості основних та допоміжних матеріалів для декорування з метою забезпечення рівня якості технології декорування (техніки вишивки, виду вишивки) та технічної довершеності проектуемого виробу.

Наразі, сучасні тенденції моди в одязі диктують свої правила. Це стосується стилю, орнаментики, художньої виразності і врешті-решт конструкторсько-технологічних особливостей. Широкого застосування отримує українська вишивка, якою здавна оздоблювали майже все: від рушників та подушок, до взуття та предметів побуту. До основних художньо-стилістичних особливостей вишивального мистецтва України можна віднести художньо-колеристичне забарвлення вишивки та основного матеріалу, техніки та види вишивки, їх засування на матеріалах різного призначення, а отже і різної структури, товщини та властивостей. Виконаний нами аналіз показав, що технік виконання вишивки налічують більше 100 видів. Підбір виду вишивки дуже складний процес, починаючи від визначення асортименту виробів, асортименту матеріалів, вибір виду орнаменту, а вже після техніки вишивання. Залежно від того, де застосовується вишивка, кількість членувань, та декоративних деталей відповідно до цього і вибирають орнамент вишивки. Особливістю виконання вишивки на пальто є те, що кінцевий результат можна передбачити переважно з точки зору естетики, а не з точки зору експлуатаційної зносостійкості. Різні орнаменти вишивки з різним художньо-колеристичним забарвленням задають власну фактурність, змінюють структуру матеріалу, і відповідно потребують уточнених параметрів догляду за виробом, що викликає необхідність оцінки експлуатаційної надійності виробу в цілому [2]. Також при експлуатації пальто з вишивкою виникає проблема з відповідністю показників стійкості забарвлення пальтового матеріалу та декоративних елементів, що потребує оцінки якості основних та допоміжних матеріалів щодо впливу різних фізико-механічних та хімічних факторів. З іншої сторони, існуюче на ринку велике різноманіття пальтових матеріалів, ставить задачу цілковитої визначеності в їх основних властивостях та розуміння технології їх отримання. Адже, під час вибору декорування стикаються з таким питанням, як рівномірність матеріалів за товщиною, що впливає на вибір техніки декорування пальто, виду вишивки та місця розташування у виробі.

Отже, декорування пальто жіночого на основі елементів етно-стилістики в умовах промислового виробництва потребує комплексності в підходах вибору не тільки орнаментики, а й оцінки основних фізико-механічних властивостей матеріалів. Це дозволить забезпечити відповідність модним тенденціям та якісну експлуатацію.

Список посилань

1. Ермилова Д. Ю. Моделирование и художественное оформление одежды [Текст] / Д.Ю. Ермилова, В.В.Ермилова.: учеб.пособие для студ.учреждений сред. проф. образования. – М.: Мастерство; Издательский центр «Академия»; Высшая школа, 2000. – 184 с.

2. Кокеткин П. П. Одежда: технология - техника, процессы – качество [Текст] / П.П. Кокеткин – М.: Изд. МГУДТ, 2001. – 560 с.

УДК 677.021.125.52.677.051.125

С.П. Корнієнко, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет. cornel@ukr.net**ВИКОРИСТАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МАСООБМІНУ ПРИ
МОДЕЛЮВАННІ ВОЛОПОГЛИНАННЯ НИТКИ, ЩО ФОРМУЄТЬСЯ**

Процес зволоження ниток, що формуються робить істотний вплив на їх властивості і якість. Для визначення факторів, що впливають на якість зволоження нитки, проведені теоретичні дослідження процесу вологопоглинання ниткою на всьому шляху її формування. При проведенні теоретичних досліджень довжина шляху формування умовно була поділена на 3 ділянки, на яких відбувається вологопоглинання. Ділянка 1 розташована в охолоджуючому пристрої і початок її знаходиться на лінії, де температура відповідає рівноважному стану фаз процесу адсорбції і закінчується на пристрої для зволоження нитки. Ділянка 2 знаходиться між пристроєм для зволоження нитки і пристроєм для намотування нитки. На межі переходу від першої ділянки до другої відбувається якісна зміна умов масообміну, з'єднання елементарних ниток в пучок і нанесення вологи на поверхню нитки. У зв'язку з цим, на поверхні ниток можуть бути області з вільної вологою. Ділянка 3 - ділянка формування тіла намотки. При побудові математичної моделі в межах кожної ділянки умови вологообміну вважали постійними. Крім того, зроблені припущення, що нитка являє собою циліндр необмеженої довжини радіусом R , $1/2R \gg 1$, матеріал нитки однорідний і ізотропний, відносна вологість повітря – концентрація вологи W_{cp} в середовищі постійна для кожної ділянки протягом всього перехідного процесу. Процес вологообміну відбувається за рахунок внутрішньої дифузії і масообміну. Математична модель процесу масопереносу для всіх ділянок може бути представлена диференціальними рівняннями масообміну для циліндра необмеженої довжини, яка в циліндричних координатах має вид [1]:

$$\frac{\partial W(t, r)}{\partial t} = D \left[\frac{\partial^2 W(t, r)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial W(t, R)}{\partial r} \right], \quad (1)$$

де $W(t, r)$ – вологість всередині нитки; t – час, $t > 0$; r – радіальна координата; D – коефіцієнт дифузії вологи.

Початкові умови для розглянутої задачі вологопоглинання наступні:

$$W(0, r) = W_0 = const, \quad (2)$$

де W_0 – початкова вологість нитки по перерізу в початковий момент часу.

Граничні умови задачі наступні:

$$-\frac{\partial W(t, R)}{\partial r} + \lambda [W_{cp} - W(t, R)] = 0, \quad (3)$$

де $W(t, R)$ – вологість нитки на поверхні; λ – коефіцієнт масообміну; W_{cp} – вологість нитки, рівноважна з вологістю навколишнього повітря.

$$\frac{\partial W(t,0)}{\partial r} = 0. \quad (4)$$

Загальний розв'язок диференціального рівняння (1) з урахуванням початкових (2) і граничних умов (3) і (4) має вид :

$$\frac{W_{cp} - W(r,t)}{W_{cp} - W_0} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{I_1(\mu_n) I_0\left(\mu_n \frac{r}{R}\right)}{\mu_n [I_0^2(\mu_n) + I_1^2(\mu_n)]} \exp\left(-\mu_n \frac{Dt}{R^2}\right), \quad (5)$$

де $I_0(\mu_n)$ – функція Бесселя першого роду нульового порядку;

$I_1(\mu_n)$ – функція Бесселя першого роду першого порядку;

μ_n – характеристичні корені розв'язку рівняння (4) граничних умов.

Для першої ділянки при розрахунку вологопоглинання значення R приймаємо рівними значенню радіуса елементарної нитки в охолоджуючому пристрої. Відповідно для цієї ділянки визначаються коефіцієнти внутрішньої дифузії і масообміну. Початкова вологість нитки визначається з умов формування нитки. Кінцева вологість нитки є сумарною, отримана в результаті вологопоглинання на першій ділянці і нанесення вологи на пристрої для зволоження. Для другої ділянки справедлива розглянута модель за рівняннями (1 – 4). Початкова вологість нитки є сумарною, отримана в результаті вологопоглинання на першій ділянці і нанесення вологи на пристрої для зволоження. Радіус нитки дорівнює радіусу пучка з'єднаних між собою елементарних ниток. Кінцева вологість практично дорівнює початковій. Для третьої ділянки модель процесу, описана рівняннями (1 – 4), є досить наближеною, так як тіло намотки є обмеженим циліндром і значний вплив на процес вологопоглинання можуть надавати крайові ефекти. Крім того, завдання ускладнюється тому, що коефіцієнт дифузії D всередині тіла намотки величина змінна. У зовнішньому шарі він змінюється в процесі зберігання – це пояснюється набуханням нитки при поглинанні вологи і відповідним ущільненням тіла намотки.

Для практичного використання отриманої математичної моделі сорбції вологи необхідно знання коефіцієнтів внутрішньої дифузії D і коефіцієнтів масообміну λ , для різних ділянок шляху формування нитки. Коефіцієнти внутрішньої дифузії для нитки і для пакування визначені в роботі [1]. Визначення коефіцієнтів масообміну λ проведено на основі отриманої математичної моделі, використовуючи дані вимірювань вологості та коефіцієнтів внутрішньої дифузії. Вимірювання вологості капронової нитки лінійної щільності 187 текс проведені на ділянках формування, намотування і в тілі намотки.

Для ділянки 1 маємо: $D = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$; $t = 0,72 \text{ с}$; $R = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$; $W_0 = 0,05\%$; $W_{cp} = 5,5\%$. Тоді коефіцієнт масообміну для 1 ділянки $\lambda = 2 \cdot 10^6 \text{ 1/м}$. Для ділянки 2 кількість вологи, що наноситься залежить і визначається процесом зволоження. Для ділянки 3 (при витримуванні пакування в текстильному відділенні) маємо: $D = 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$; $t = 7200 \text{ с}$, $R = 0,15 \text{ м}$ – зовнішній радіус пакування; $W_{cp} = 5,5\%$; $W_0 = 3,5\%$. Тоді коефіцієнт масообміну для пакування при витримуванні в умовах текстильного ділянки $\lambda = 667 \text{ 1/м}$.

Аналіз отриманих залежностей показує, що значний вплив на вміст вологи в нитки надає компактність пучка рухомих ниток, час контакту нитки з навколишнім середовищем на кожній з ділянок, рівноважна вологість нитки, що залежить від температури і вологості навколишнього середовища, а також коефіцієнти внутрішньої дифузії і масообміну. На підставі отриманих залежностей можна визначити кількість сорбованої вологи на кожній з ділянок з метою оптимального зволоження тіла намотки для подальшої текстильної переробки.

Список посилань

1. Чередниченко П. И. Замасливание химических нитей : Монография / П. И. Чередниченко, С. П. Корниенко. – Чернигов : ЧГТУ, 208. – 336 с.

УДК 66-9

С. В. Загоруй, студент

В. І. Бородін, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», boxfiles88@gmail.com

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СТАТИЧНОГО РЕЖИМУ КИП'ЯТИЛЬНИКА РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ У ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ СТИРОЛУ

Стирол-сирець, до якого додають сірку, пройшовши через підігрівник, надходить у ректифікаційну колону діаметром 2 м, яка має 45 тарілок. Для створення висхідного потоку пари в кубовій частині ректифікаційної колони частину кубової рідини направляють в теплообмінник (кип'ятильник) [1]. Не дотримання оптимальної температури в кубі колони значно погіршує процес проходження ректифікації, що негативно відзначиться на наступних стадіях технологічного процесу очищення стиrolу і в загальному випадку на якості отриманої сировини. В такому разі, постає задача створення ефективної системи керування кип'ятильником.

Об'єкт керування, являє собою кожухотрубний теплообмінник. Особливу групу кожухотрубних теплообмінників представляють випарники, що застосовуються як кип'ятильники для ректифікаційної колони.

Кожухотрубний теплообмінник – найбільш поширений в хімічній техніці тип теплообмінних апаратів. Теплообмінники такого типу мають велику за обсягом площу теплообміну, прості у виробництві та надійні в експлуатації.

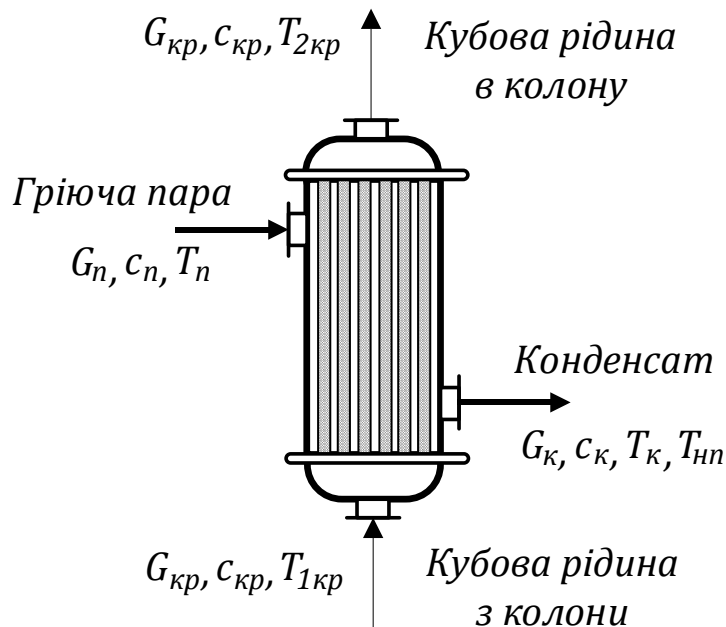


Рис.1 – Розрахункова схема кип'ятильника: G_n – витрата пари; c_n – теплоємність пари; T_n – температура пари; G_k – витрата конденсату; c_k – теплоємність конденсату; T_k – температура конденсату; $T_{нп}$ – температура насиченої пари; $G_{кр}$ – витрата кубової рідини; $c_{кр}$ – теплоємність кубової рідини; $T_{1кр}$ – початкова температура кубової рідини; $T_{2кр}$ – кінцева температура кубової рідини.

Кип'ятильник відноситься до теплообмінних пристроїв де один з теплоносіїв протікає по трубах, інший – по міжтрубному простору. Теплота від одного теплоносія до іншого передається через поверхню стін труб. В нашому випадку теплоносієм, що протікає по міжтрубному простору та віддає свою теплоту є гріюча пара, а теплоносієм, що отримує теплоту і протікає по трубах є кубова рідина, яка після нагрівання повертається в куб колони. Пара, потрапивши на поверхню теплообміну конденсується і стікає по перегородках в нижню частину корпусу апарата звідки утворений конденсат видаляється через штуцер [2].

Керування об'єктом полягає в підтриманні заданої температури кубової рідини на виході за рахунок зміни витрати гріючої пари. Тобто, каналом керування є залежність температури від витрати пари.

Для здійснення математичного моделювання вводимо такі припущення:

- кип'ятильник являє собою об'єкт із зосередженими параметрами;
- витрата на вході і виході з кип'ятильника є однаковою;
- теплоємність і густина кубової рідини є постійними і не залежать від температури.

Рівняння теплового балансу для теплообмінного апарату має вигляд:

$$Q_1 = Q_2 + \Delta Q;$$

де Q_1 – кількість теплоти в одиницю часу, віддане гріючим теплоносієм, Вт;

Q_2 – кількість теплоти в одиницю часу, сприйняте нагрівною речовиною, Вт;

ΔQ – втрати в навколишнє середовище, Вт.

Кількість теплоти витраченої на нагрівання кубової рідини визначається:

$$Q_1 = G_{кр} c_{кр} (T_{2кр} - T_{1кр}).$$

Кількість теплоти витраченої на нагрівання парою визначається:

$$Q_2 = G_{п} c_{п} (T_{п} - T_{пп}).$$

Кількість теплоти витраченої в навколишнє середовище визначається:

$$\Delta Q = G_{п} c_{а} + G_{к} c_{к} (T_{пп} - T_{к});$$

де $c_{а}$ – питома теплоємність пароутворення кубової рідини.

Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$G_{кр} c_{кр} (T_{2кр} - T_{1кр}) = G_{п} c_{п} (T_{п} - T_{пп}) + G_{п} c_{а} + G_{к} c_{к} (T_{пп} - T_{к}).$$

З останнього рівняння отримуємо залежність регульованої величини від керуючого впливу:

$$T_{2кр} = \frac{G_{п} c_{п} (T_{п} - T_{пп}) + G_{п} c_{а} + G_{к} c_{к} (T_{пп} - T_{к})}{G_{кр} c_{кр}} + T_{1кр}.$$

Отримана математична модель статичного режиму роботи кип'ятильника встановлює взаємозв'язок між технологічними параметрами, а також показує, що збільшення витрати гріючої пари призводить до збільшення температури кубової рідини на виході.

Список посилань

1. Юкельсон И. И. Технология основного органического синтеза [Текст]: учеб. пособие / И. И. Юкельсон ; под ред. Урывалова Н. И. – М: Химия, 1968. – 848 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст]: Пособие по проектированию / [Г. С. Борисов, В. П. Брыков, И. Ю. Дытнерский и др]. под ред. Ю. И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Химия 1991. – 496 с.

УДК 678.056

В.Г. Бакалов, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, bakalow@mail.ru

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ПЛОСКОЩІЛИННОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТОНКОЇ ПОЛІМЕРНОЇ ПЛІВКИ

Розвиток сучасних пакувальних матеріалів вказує на тенденції зменшення товщини полімерного покриття та на використання ширших плоскощілинних головок, що веде до зростання нерівномірності товщини плівки і утворення в ній розривів [1-3]. Це наслідок неоптимальних геометричних розмірів внутрішніх каналів плоскощілинних головок для малої товщини плівки. Для визначення оптимальних розмірів потрібно проведення експериментальних досліджень на промислових установках, що потребує великих матеріальних витрат для виготовлення плоскощілинних головок різних розмірів, або інженерних розрахунків геометричних розмірів внутрішніх каналів.

Слід зауважити, що на даному етапі розвитку проектування та розробки плоскощілинних головок не існує науково обґрунтованої інженерної методики розрахунку оптимальних геометричних розмірів їх внутрішніх каналів. Враховуючи це, з нашої точки зору, важливу роль в проектуванні та дослідженні поведінки розплаву полімеру в формуючих каналах плоскощілинної головки будуть відігравати математичні методи моделювання.

При виготовленні плівки методом плоскощілинної екструзії, головне місце займають два вузла – екструзійна головка, яка виконує формування плівки з розплаву та охолоджуючий валок [1]. Валок зазвичай встановлюється за екструзійною головкою і виконує функцію напрямного пристрою, виконуючого пластичне деформування екструдату, забезпечуючого необхідні розміри та охолодження до заданої температури. В зв'язку з цим слід враховувати, що головними чинниками впливу на товщину та ширину плівки є наступні фактори: реологічні процеси, що протікають в екструзійній головці; процеси витягування, які мають місце на ділянці між екструзійною головкою та охолоджуючим валком; процес витягування плівки на охолоджуючому валку із зміною її товщини та ширини.

Розроблена методика розрахунку процесу формування полімерної плівки в залежності від реологічних властивостей полімеру, геометричних розмірів внутрішніх каналів плоскощілинної головки [1].

Полімерна плівка на виході із плоскощілинної головки витягується охолоджуючим валком і при цьому вона звужується [4, 5]. Зменшення ширини полімерної плівки продовжується і на охолоджуючому валку. Нами запропоновані рівняння для визначення товщини і ширини полімерної плівки, які враховують відстань від плоскощілинної головки до валка, діаметр валка, коефіцієнт тертя плівки о валок.

Список посилань

1. Чередніченко, П.І. Плоскощілинні головки для ламінування матеріалів. Конструкція, розрахунок, проектування./ П.І.Чередніченко, В.Г.Бакалов, О.В.Бакалов. – Чернігів, ЧДТУ, 2009. – 141 с.
2. Ким, В. С. Теория и практика экструзии полимеров. / В.С.Ким. – М.: Колос, 2005. – 568 с.
3. Микаэли В. Экструзионные головки для пластмасс и резины. Конструкции и технические расчеты. / В.Микаэли. – Спб.: Профессия, 2007. – 472 с.
4. Шаповал В.М. Механика эленгового течения полимеров. / В.М.Шаповал. – М.: Физматлит, 2007. – 176 с.
5. Математическое моделирование процесса формирования плоской пленки на призмно-охлаждающем валке. / В. Г.Бакалов, П. І. Чередніченко, С. П. Скрипник, О. В. Бакалов. – Електротехнічні та інформаційні комплекси та системи. Уфимський гос. ун-тет екон. і сервіса, 2015. – Т11. – №2. – С.43 – 47.

УДК 66.022.54

В.Г. Бакалов, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, bakalow@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ НАНОТРУБОК З В'ЯЗКИМИ РІДИНАМИ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ОТРИМАНОЇ СУМІШІ

В останній час в промисловості зростає попит на створення нових композитних матеріалів в склад яких входять нанотрубки [1, 2]. Таки нові композитні матеріали мають особливі властивості, завдяки яким такі матеріали починають використовувати в медицині, машинобудуванні та інших галузях.

При змішуванні нанотрубок з в'язкими рідинами виникає декілька проблем.

Першою проблемою є складність змішування нанотрубок та в'язкої рідини. Це пов'язано з тим, що насипна щільність нанотрубок менше 40кг/м^3 , а щільність в'язкої рідини більш ніж 1000кг/м^3 . Тому процес змішування протікає дуже складно. Крім того, дуже складно створити інтенсивний гідродинамічний режим перемішування в'язкої рідини з нанотрубками. З нашої точки зору такий інтенсивний гідродинамічний режим перемішування можливо створити у закритих високошвидкісних диссольтерах. Для кожної в'язкої рідини і концентрації нанотрубок потрібно у дослідях обрати найбільш ефективний режим змішування, який залежить від конструктивних розмірів так званої фрези, діаметру апарату, висоти шару в'язкої рідини, концентрації нанотрубок і швидкості обертання фрези.

Для визначення ефективності режиму змішування виникає друга проблема, як проводити оцінку якості композитної суміші. Методи, які використовуються для оцінки якості полімерної суміші по товщині смуг окремих полімерів, в цьому випадку використовувати неможливо.

Відомо [1], що в готовій суміші матеріалів навіть задовільної якості можна виділити елементарні об'єми, зайняті частинками тільки одного компонента. Ці об'єми одержали різні найменування: асоціати, агломерати, масштаби сегрегації; значення цих об'ємів, їх розподіл у суміші визначає її якість. Назвемо ці об'єми асоціатами, маючи на увазі нестійкий їх характер у часі при змішуванні. Змішування сипких матеріалів у цьому випадку можна розглядати як процес ділення асоціатів ключового компонента на більш дрібні, а також розподіл їх в об'ємі суміші.

При випадковому розподілі асоціатів в об'ємі суміші якість її тим краща, чим менше об'єми асоціатів (V_a) і навпаки, чим гірша суміш, тим більше об'єми (V_a). Таким чином, суміш можна охарактеризувати функцією розподілу об'ємів асоціатів $\varphi(V_a)$. Оскільки функція розподілу однозначно визначається трьома параметрами (законом розподілу, дисперсією, математичним очікуванням), а за критерій оцінювання береться одна величина, то за таку пропонується прийняти середній об'єм асоціату:

$$\bar{V}_a = \frac{\int_{V_{\text{час}}}^{V_{\text{ш}}} V_a \varphi(V_a) dV_a}{\int_{V_{\text{час}}}^{V_{\text{ш}}} \varphi(V_a) dV_a}, \quad (1)$$

де V_a , $V_{\text{час}}$, $V_{\text{ш}}$ – об'єм асоціату, частинок і шару відповідно

Список посилань

1. Бакалов, В.Г. Змішувачі для сипких матеріалів і методи оцінки якості суміші. / В.Г.Бакалов, П.І. Чередніченко, О.В. Бакалов. – Чернігів, ЧНТУ, 2013. – 159 с.

2. Елецкий, А.В. Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства. / А.В.Елецкий. – УФН, апрель 2002. – т. 172. – № 4. – с. 401.

УДК 677.055

В. М. Дворжак, канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну, v_dvorjak@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ЗІ ЗМІННОЮ ДОВЖИНОЮ ЛАНОК ДЛЯ ПРИВОДУ ВУШКОВИХ ГОЛОК ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

Характерною відмінністю основов'язальних машин (ОВ-машин) є використання для приводу петлеутворюючих органів багатоланкових шарнірно-важільних механізмів. Для забезпечення складних законів руху петлеутворюючим органам із «якісною» зупинкою упродовж циклу петлеутворення зазвичай використовуються структури механізмів ОВ-машин з кількістю ланок від 8-ми і більше [1]. Можливості шарнірно-важільних механізмів з «жорсткими» ланками, які утворюють незмінні схеми, можна вважати у певному сенсі вичерпаними [2]. Тому актуальним завданням є створення механізмів змінної структури зі зменшенням кількості ланок до 4-х при забезпеченні потрібного технологічного процесу в'язання на ОВ-машинах. У цих механізмах за цикл утворення петлі самостійно потрібним чином змінюється кінематична схема завдяки зміні довжин та форми ланок.

В якості базового механізму для дослідження був узятий 8-ланковий механізм коливального руху вушкових голок, у якому вушкова гребінка здійснює зворотно-коливальний рух за законом «коливання вперед – зсув перед крючками голок – коливання назад – зсув за спинками голок». Зсув за спинками голок відбувається при зупинці вушкових гребінок, тривалість якої ($\varphi_{np} = \psi_1$) залежить від ОВ-машини і становить приблизно (див. рис. 2) 1/3 циклу петлетворення ($\approx 120^\circ$ кута повороту ведучої ланки).

В роботі [1] досліджувався 4-ланковий механізм змінної структури з пружним шатуном, який на фазових кутах коливання вушкової гребінки працював як кривошипно-коромисловий, а на фазових кутах зупинки – як кривошипно-кулісний. Виконане дослідження підтвердило працездатність механізму та доцільність застосування подібних механізмів для приводу робочих органів петлетворення ОВ-машин та так званих міні-основов'язальних машин для в'язання вузьких полотен.

Досить цікавим для застосування в якості приводного механізму робочих органів петлеутворення ОВ-машин є описаний в роботах [2, 3] 4-ланковий механізм зі змінною довжиною коромисла та стояка, у якому на певних фазових кутах ведучої ланки структура залишається незмінною, тобто механізм залишається кривошипно-коромисловим, а змінюється кінематична схема механізму, при цьому, в механізмі використані ланки, які утворюють тільки обертальні кінематичні пари.

Адаптована до механізму коливального руху вушкових голок ОВ-машини структурна схема на рис. 2 містить закріплену на головному валу 1 ведучу ланку – ексцентрик 2, шатун 3 та складене з двох частин 4 та 5 коромисло. Дві частини коромисла 4 і 5 утворюють обертальну кінематичну пару і притискаються одна до одної упорами 7 і 8 за допомогою пружини кручення 6, яка з'єднує дві частини коромисла 4 і 5. Друга частина коромисла 5 закріплюється на валу вушкових гребінок 9 і на цьому валу 9 закріплюється тримач вушкових гребінок 12, який утворює поступальні циліндричні кінематичні пари 13 з вушковими гребінками 14. При роботі механізму на певних фазових кутах ведучої ланки 1 друга частина коромисла 5 взаємодіє з упором 11. На рис. 2 не показаний механізм зсуву вушкових гребінок.

При роботі механізму від нульового положення, за яке ми приймаємо початок коливання вушкових гребінок вперед, дві частини коромисла 4 та 5 притиснуті одна до одної і працюють як одна жорстка ланка – коромисло. При цьому коливальний рух на кут ψ_1 вперед та назад передається на вал вушкових гребінок 9 і самим вушковим гребінкам 14.

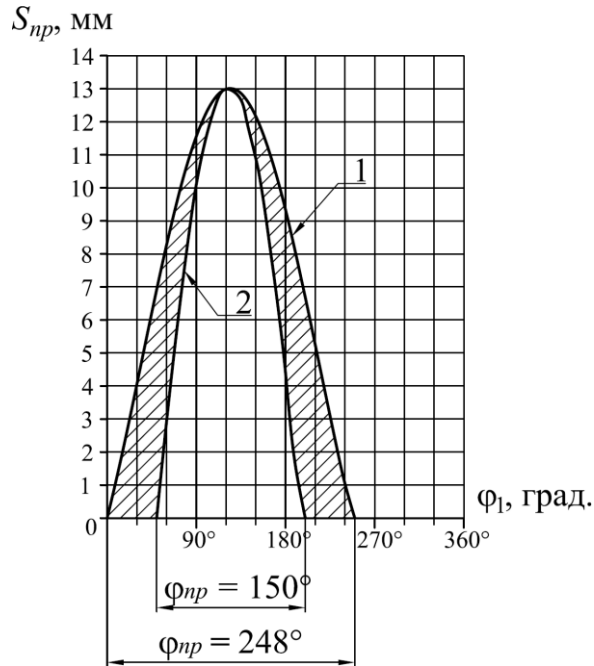


Рис. 1 – Суміщені графіки переміщень вушкової голки: базової ОВ-машини (крива 1) та згідно з типовою циклограмою роботи ОВ-машини (крива 2)

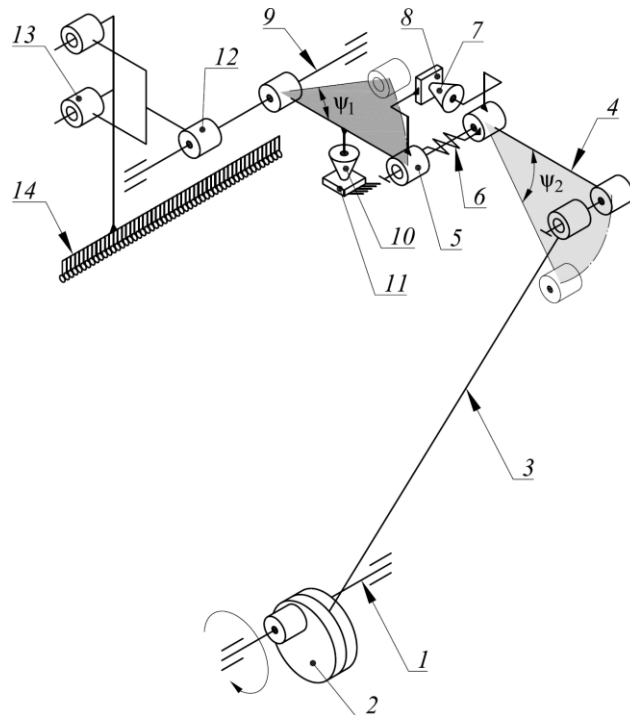


Рис. 2 – Структурна схема механізму коливального руху вушкових голок зі змінною довжиною коромисла основ'язальної машини

Під час взаємодії упора 10 другої частини коромисла 5 з нерухомим упором 11, друга частина коромисла 5 зупиняє свій рух. При подальшому русі ведучої ланки відбувається зміна кінематичної схеми, а саме, змінюються довжини стояка та коромисла. Роль стояка тепер виконує зупинена друга частина коромисла 5, а роль коромисла – перша частина коромисла 4, яка здійснює коливання на кут ψ_2 . Під час зупинки другої частини коромисла 5 і разом з нею вушкових гребінок механізм зсуву здійснює зсув вушкових гребінок вздовж фронтальної частини ОВ-машини. Далі при дії пружини кручення 6 дві частини коромисла з'єднуються і працюють як одна жорстка ланка, а рух знову передається до вушкових гребінок 14.

Подальші дослідження спрямовані на метричний синтез 4-ланкового механізму коливального руху вушкових голок зі змінною довжиною коромисла ОВ-машин.

Список посилань

1. Дворжак В. М. Удосконалення та синтез механізму прокачки вушкових голок основ'язальних машин [Текст]: дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.05.10 – машини легкої пром-сті. / Володимир Миколайович Дворжак. – К. : КНУТД, 2007. – 233 с.
2. Тулешев К. Т. Синтез плоских многозвенных рычажных механизмов на основе обращения движения [Текст]: дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.02.18 – теория механизмов, машин и автоматических линий. / К. Т. Тулешев. – Алма-Ата: КПИ, 1984. – 160 с.
3. А. с. 898186, МПК F 16 H 21/10. Механизм с переменной длиной звена / Иванов К. С., Тулешев К. Т.; заявник і патентовласник Казахский политехнический институт им. В. И. Ленина. – № 2894726/25-28 ; заявл. 18.03.1980 ; опубл. 15.01.1982, Бюл. № 2.

УДК 675(07)

Р.В. Зінько, канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка», rzinko@gmail.com

Ю.М. Городник, студент

Національний університет «Львівська політехніка», inoshaiman@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ПІДВІСНИХ БАРАБАНІВ ОБРОБКИ ШКІРИ З СКІПОВИМ ПІДЙОМНИКОМ

Проведено дослідження процесу рушання вагонетки скіпового підйомника з метою визначення коефіцієнтів динамічного перевантаження його елементів. Процес роботи скіпового підйомника напівавтоматичної лінії обробки шкіри представлено послідовністю наступних чотирьох етапів: початковий стан спокою елементів підйомника; етап початку підйому, коли вже обертається вхідний вал приводу підйомника і, як наслідок, обертається його барабан та намотується трос на барабан; третій етап початку підйому - продовжується змотування троса барабаном приводу до моменту, коли сила пружних деформацій троса стає рівною силам тяжіння вагонетки; четвертий етап початку операції підйому - внаслідок змотування троса барабаном лебідки, відбувається рушання вагонетки від опори та рух її в гору.

Найбільш складним у відношенні динамічних перенавантажень як елементів підйомника є наступний варіант реалізації четвертого етапу початку операції підйому вагонетки.

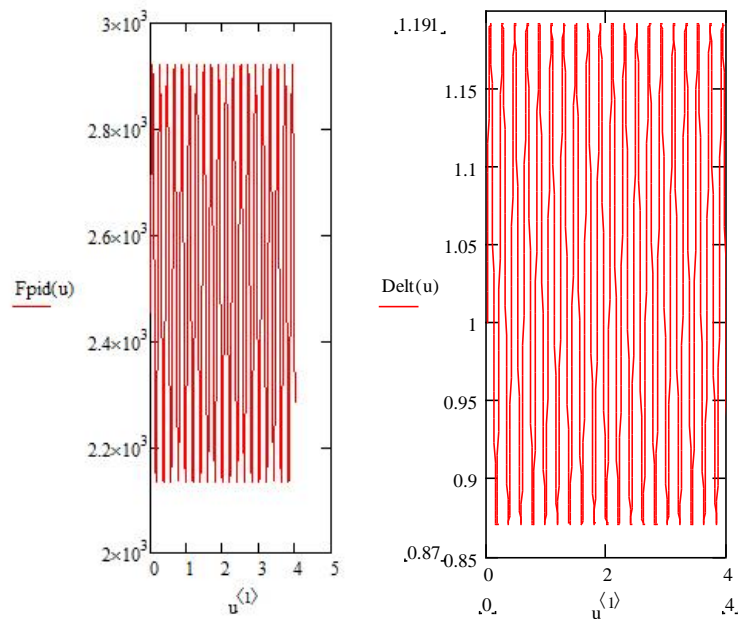


Рис. 1 – Зміна в часі $t = u^{(1)}$ сили підвісу вагонетки $F_{pid_1}(u) = 0$ у момент рушання та зміна коефіцієнта динамічного перевантаження $k_{дин.перев} = Delt(u)$ елементів підйомника

Проведені дослідження дозволять з одного боку зменшити металомісткість конструкції скіпового підйомника, з іншого боку забезпечити надійність і безпеку його роботи.

Список посилань

1. Эрлих В. Д. Подъемно-транспортное оборудование в легкой промышленности [Текст]: справочник / В.Д.Эрлих. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 240 с.
2. Кодра Ю. В. Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник / Ю. В. Кодра, З. А. Стоцько, О. В. Гаврильченко, за ред. З. А. Стоцька. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 356 с.

УДК 621.628.4

О.Р. Серкіз, канд. техн. наук, доцент

Н. І. Сокіл, студент

Національний університет «Львівська політехніка», ross@polynet.lviv.ua

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ДОЗУВАННЯ СИПКИХ ПРОДУКТІВ БУНКЕРНИМИ ДОЗАТОРАМИ

В пристроях дозування сухих продуктів (полімерна крихта, компоненти дрібно-кускових пластмасових виробів, різноманітні порошки та їх складові) бункерними дозаторами на підготовчих ділянках виробництв легкої промисловості, які працюють за методом вагового дозування, процес зважування складається із трьох етапів: впливу зважуваного матеріалу на механізм ваги; перетворення цього впливу в числове значення; реєстрація цього значення.

У вагових дозуючих пристроях, які використовуються для утворення складних сумішей, потоки декількох компонентів підтримуються регулювальною апаратурою у відповідній, раніше заданій пропорції. Найбільш прогресивним є неперервне автоматичне вагове дозування, котре конструктивно базується на бункерних дозаторах. Принцип дії цих дозаторів заснований на зміні масового розходу сипких матеріалів під дією гравітації, чи засобів примусової дії на продукт – стиснутого повітря, механічних зворощувачів, шнеків і т.д..

На даний момент серед проектувальників даного обладнання в Україні, як і в світі, існує ряд проблем, яких доволі важко позбутися. Основною проблемою є неможливість досягнення високої точності дозування і великої продуктивності одночасно, тому конструктори стикаються з проблемою вибору альтернативи між продуктивністю і точністю [1, 2, 3].

Основні технологічні операції дозування та фасування пов'язані зі зміною стану, структури, фізичних, хімічних та інших властивостей продукції та напівфабрикатів; форми, розмірів, стану, які залежать від властивостей упаковки чи тари або її елементів, однак кожна з вказаних операцій чи переходів повинні гарантувати стабільність величини дози розфасованого продукту [3].

В даний час розрахунок і конструювання бункерно-дозуючих пристроїв для сипких і в'язких матеріалів базуються, в основному, на використанні математичних моделей без розгляду об'єкта в цілому, як складної фізико-механічної системи. При цьому відсутній аналіз граничних режимів роботи дозуючих пристроїв, що повинні гарантувати забезпечення заданої точності дозування, тобто все гостріше виникає проблема встановлення взаємозв'язків, що виражають залежність точності дозування від конструктивних параметрів дозуючих пристроїв, характеристик потоку матеріалів та параметрів використовуваних систем керування. Тому, на основі наведеного, повстає завдання знаходження розумного компромісу в системі «точність дози – продукт – конструкція – система керування» для дослідження та створення нових зразків фасувально-дозуючої техніки, що використовуються не тільки в легкій, але і в інших галузях промисловості [1, 3] і в основу яких покладені саме проведені авторами метрологічні дослідження. Проведені дослідження, перелік котрих наведено нижче, дозволили визначити причини виникнення похибок (або окремих їх складових) і, відповідно, дали можливість їх мінімізувати.

Перелік робіт та обрахунків:

1. Досліджено процеси дозування сухих сипких продуктів гравітаційними бункерними дозаторами при різних параметрах вихідних патрубків.

2. Визначено похибки дозування продукту при різних швидкостях спрацювання затвору.

3. Досліджено залежність впливу часу випередження закриття затвору (за нижньою границею зважування) на точність дозування продукту.

4. Досліджено процес дозування сухих штучних продуктів, коли бункер використовується, як завантажувальний пристрій лічильного автомата.

Список посилань

1. Зенков Р.Л. Бункерные устройства [Текст]: монографія / Р. Л. Зенков, Г. П. Гриневиц, В. С. Исаев. – М. : Машиностроение, 1977. – 223 с.

2. Каталимов А.В. Дозирование сыпучих и вязких материалов. [Текст] / А.В. Каталимов, В.А.Любартович – Л. :Химия, 1990. – 240 с.

3. Овчаренко А.И. Исследование погрешности дозирования / А.И.Овчаренко, А.Д.Серода // Упаковка , 2002. – №5. – с.30 – 32.

УДК 662.763

Р.В. Зінько, канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка», rzinko@gmail.com

О.Р. Серкіз, канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка». orros@i.ua

ВИБІР ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДРОБАРКИ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ

Практично всі способи переробки відходів передбачають подрібнення до певного розміру часток з наступним їх використанням. Використовуючи загальне рівняння динаміки дискретних механічних систем в узагальнених координатах, була записана узугальнена математична модель роботи дробарки для переробки відходів [1]. Така модель дозволить досліджувати експлуатаційні властивості подрібнювальної машини залежно від конструкційних особливостей її елементів та протікання процесу подрібнення [2].

При проведенні комп'ютерного експерименту були виконані тестові задачі. На рис. 1 представлено зміну енергоспоживання дробарки при помолі залежно від частоти віброзбурень.

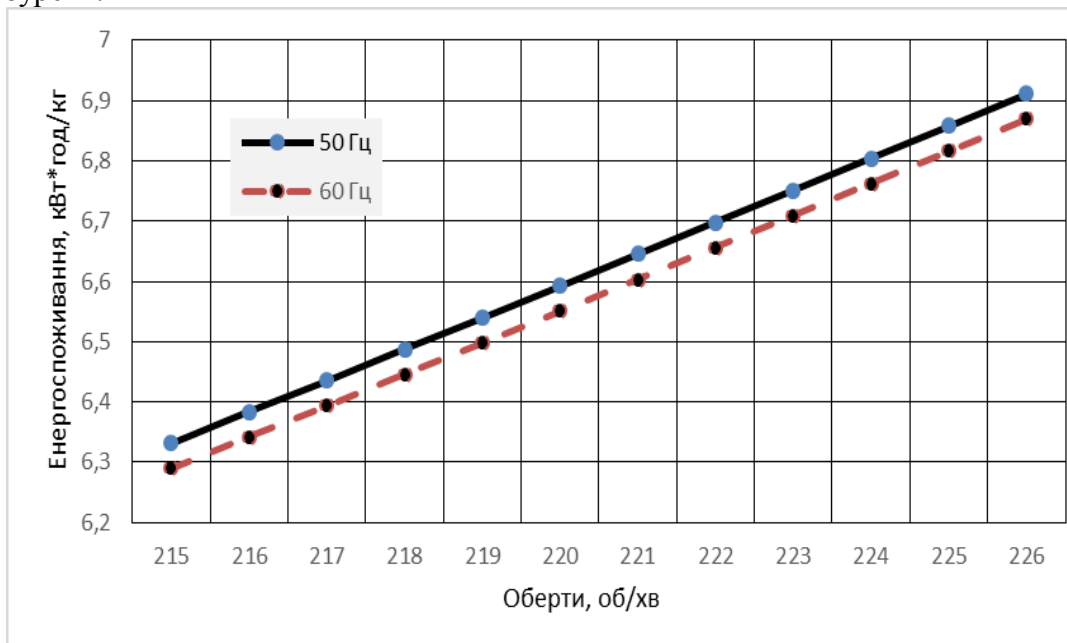


Рис. 1. – Зміна енергоспоживання при помолі залежно від обертів при частоті віброзбурень 50 і 60 Гц.

Досліджуючи роботу варіантів роторних подрібнювальних машин різної конструкції можна визначити вплив різних конструктивних елементів на параметри ефективності машини.

Список посилань

1. Зінько Р.В. Морфологічне середовище для дослідження технічних систем: монографія / Р.В.Зінько. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 386 с.
2. Місяць В.П. Аналітичне дослідження кінетики процесу подрібнення відходів полімерів в роторних дробарках [Текст] / В.П. Місяць // Вісник КНУТД. – 2007. – № 1. – С.35 – 39.

УДК 666.3.017- 66.081.63

Є.В. Штефан, докт. техн.наук, професор
Б.С. Пащенко, аспірант

Національний університет харчових технологій, м. Київ, hoykke@gmail.com

М.Б. Штерн, докт. техн. наук

О.В. Міхайлов, докт. техн.наук

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, м. Київ

АНАЛІЗ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КЕРАМІЧНИХ МЕМБРАН В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ

З метою забезпечення заданих технологічних показників керамічних мембран у технологіях розділення дисперсних середовищ хімічної, харчової енергетичної та інших промисловостей необхідно використовувати мембрани з необхідними структурно-механічними властивостями. Одним з високотехнологічних способів виготовлення таких мембран є технологія пресування порошкових матеріалів.

Розглядається пресування біпористого порошкового матеріалу. Порошок засипається в порожнину, утворену матрицею і нерухожим нижнім пуансоном. Ущільнення матеріалу відбувається під дією верхнього пуансона, що рухається вниз. Площини верхнього і нижнього пуансонів мають однаковий нахил відносно горизонтальної площини.

Для дослідження процесу ущільнення біпористого матеріалу застосований метод математичного моделювання, що поєднує континуальний і дискретний підходи. Структурно-механічні властивості порошкового матеріалу в процесі пресування досліджується на двох масштабних рівнях. Деформування кожної пористої частинки розглядається в рамках континуального підходу на основі співвідношень теорії пластичності пористого тіла. Для розв'язання сформульованої крайової задачі використаний метод кінцевих елементів. При цьому кожна пориста частка замінюється її кінцево-елементної моделлю.

Результати проведеного комплексу обчислювальних експериментів показали:

а) розподіл внутрішньої пористості частинок і величини накопиченої пластичної деформації матеріалу основи частинок за об'ємом виробу є нерівномірним. Найбільш інтенсивно ущільнення відбувається в області тупих кутів і менш інтенсивно - в області гострих кутів. У верхній частині заготовки, що ущільнюється, щільність частинок вище, ніж в нижній його частині. Ця різниця зумовлена впливом контактного тертя між порошком і інструментом.

б) найбільша деформація матеріалу відбувається в області тупих кутів виробу, найменша - в області гострих кутів. Закономірності впливу зовнішніх сил аналогічні відомим результатам, стосовно ущільнення монопористих дисперсних середовищ.

Встановлені особливості деформування частинок дисперсних систем і закономірності розподілу властивостей можуть бути використані при визначенні параметрів проникності мембран.

УДК 620.197.3, 620.193.8

О.С. Бондар, канд. техн. наук

С.І. Полевиченко, аспірант

А.М. Демченко, докт. фарм. наук, професор

І.М. Курмакова, докт. техн. наук, доцент

Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка, Kurmakova@mail.ru

ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В СЕРЕДОВИЩАХ З БАКТЕРІАЛЬНОЮ СУЛЬФАТРЕДУКЦІЄЮ

Технологічне обладнання, яке використовується при нафтовидобутку (від буріння свердловин до транспортування), очищенні стічних вод, добуванні та переробці сульфідів металів тощо експлуатується за умов мікробної корозії. Для забезпечення надійності його роботи використовують інгібітори з біоцидною дією по відношенню до сульфатвідновлювальних бактерій – найбільш агресивної складової корозійних мікробних угруповань [1]. В Україні асортимент таких інгібіторів обмежений, а ринок представлений головним чином імпортованими продуктами (АНП-2, ДОН-52, СК-429, Бактирам С-85, Ecosoft Ecocide IT). Перспективними інгібіторами можуть бути четвертинні солі піридинію з декількома ізольованими циклами [2].

Метою роботи було розроблення нових ефективних інгібіторів для захисту технологічного обладнання в середовищах з бактеріальною сульфатредукцією.

В якості інгібіторів мікробної корозії сталі СтЗпс запропоновано нові четвертинні солі піридинію з декількома ізольованими циклами, формули яких представлено на рис.1.

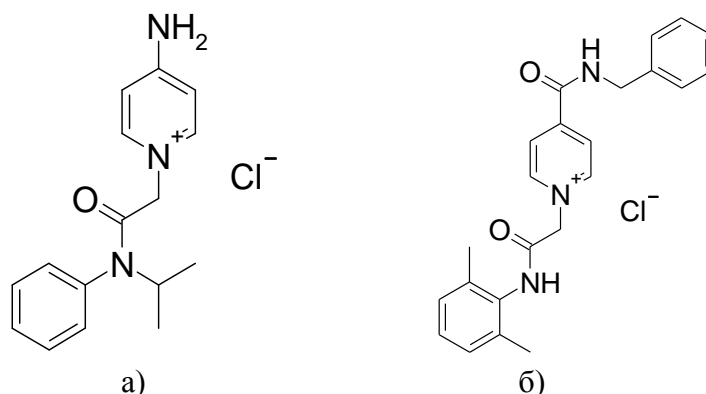


Рис. 1 – Структурні формули четвертинних солей піридинію: а) Ін 1; б) Ін 2

Сполуки одержано на основі заміщених α -хлорацетанілідів і відповідних похідних піридину. Будова сполук підтверджена методом ЯМР 1H спектроскопії (Bruker-300).

Ефективність інгібіторів за умов мікробної корозії оцінювали гравіметричним методом в герметичних скляних ємностях об'ємом 100 мл з використанням зразків маловуглецевої сталі СтЗпс (площа 24 см²). Перед дослідом зразки знежирювали ацетоном і активували (занурення на 20 с у 6N розчин H₂SO₄), після досліду обробляли механічно і хімічно для видалення продуктів корозії з їх поверхні. Концентрація інгібіторів становила 0,5 г/л, час експозиції – 240 годин при температурі 301К. За втратою маси зразків розраховували швидкість корозії (K_m у г/(м²×год)), коефіцієнт гальмування корозійного процесу ($\gamma_m = K_m / K_m'$, де K_m та K_m' – швидкість корозії зразків без та за присутності інгібітора) та ступінь захисту металу від корозії ($Z_m = (1 - 1/\gamma_m) \times 100\%$).

В якості корозивних середовищ використовували середовище Постгейта «В», інокульоване сульфатвідновлювальними бактеріями: накопичувальної культури (виділена нами з біоплівки металевих конструкцій очисних споруд м. Чернігова); штаму *Desulfovibrio* sp. М.4.1 (виділена нами з феросфери кородуючого газопроводу [3]) та

колекційного штаму *Desulfomicrobium sp.* TC4 (з продуктів корозії обростань латунних трубок водогону теплових мереж; придбаний з колекції відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України). Титр сульфатвідновлювальних бактерій у корозивному середовищі становив 10^6 - 10^8 кл/мл. Концентрацію біогенного сірководню визначали методом йодометричного титрування.

Статистичну обробку експериментальних даних ($n = 3$) проводили для рівня значущості 0,05, використовуючи програму Excel.

Встановлено, що досліджені четвертинні солі піридинію інгібують мікробну корозію маловуглецевої сталі СтЗпс (рис 2.) Найбільш ефективними обидва інгібітори виявилися при корозії сталі індукованої сульфатвідновлювальними бактеріями штаму *Desulfovibrio sp.* М.4.1 (ступінь захисту становить до 97,2%). При цьому коефіцієнт гальмування корозії Ін 2 у 2,3 рази більше ніж у Ін 1. Висока захисна дія Ін 2 зумовлена зниженням чисельності сульфатвідновлювальних бактерій у суспензії та біоплівці на 4 порядки та зниженням продукування біогенного сірководню на 89 % порівняно з контролем. Сульфатвідновлювальні бактерії роду *Desulfomicrobium sp.* виявилися резистентними до дії досліджених солей, що пояснює низьку захисну дію. Інгібувальна дія піридинієвих солей за умов корозії сталі під впливом накопичувальної культури, також узгоджується з її впливом на біологічний чинник: чисельність бактерій знижується на два порядки.

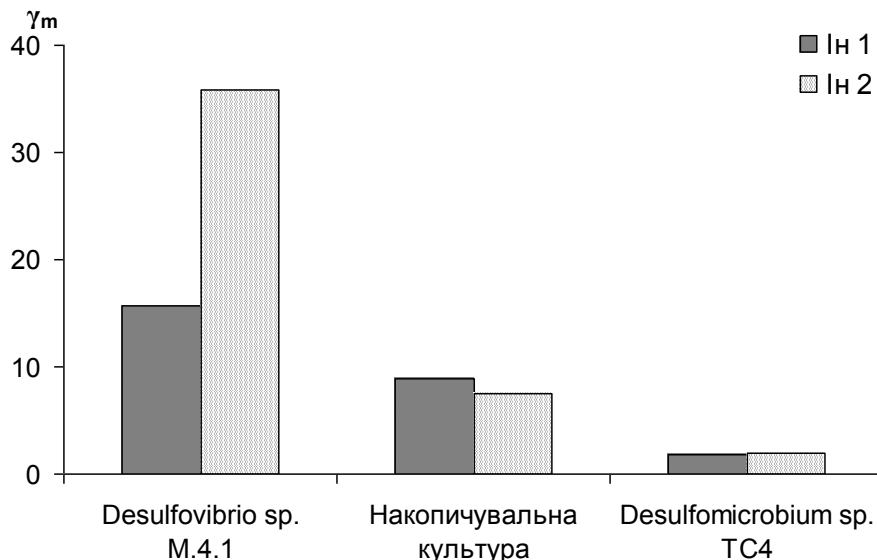


Рис. 2 – Коефіцієнти гальмування мікробної корозії, індукованої різними культурами сульфатвідновлювальних бактерій, четвертинними солями піридинію

Таким чином запропоновано четвертинні солі піридинію є перспективними для інгібування мікробної корозії технологічного обладнання у середовищах, які містять сульфатвідновлювальні бактерії роду *Desulfovibrio*.

Список посилань

1. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти : навч. посібник / [Козлова І. П., Радченко О. С., Л. Г. Степура та ін.]. – К. : Наукова думка, 2008. – 528 с.
2. Демченко Н. Р. Синтез и противокоррозионные свойства бромидов 1-фенацил-4-(пара-хлорбензил) пиридиния / Н. Р. Демченко., С. В. Приходько, И. Н. Курмакова // XXII Українська конференція з органічної хімії, 20-25 вересня 2010 р. : тези доп. – Ужгород, 2010. – С. 348.
3. Демченко Н.Р. Особливості корозійноактивного мікробного угруповання феросфери газопроводу, прокладеного у піщаному ґрунті / Н.Р. Демченко, І.М. Курмакова, О.П. Третяк // Мікробіологія і біотехнологія. – 2013. – № 4. – С. 90 – 98.

УДК 664:532.528

О.А. Литвиненко, докт. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, litvinen@nuft.edu.ua

Ю.І. Бойко, канд. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, Boyko@yandex.ua

ВИКОРИСТАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

В харчовій, переробній та інших галузях промисловості питання інтенсифікації є завжди актуальним. Типове технологічне обладнання, яке застосовується на підприємствах харчової та переробної галузей, не завжди відповідає сучасним вимогам. Перспективним напрямком інтенсифікації процесів є використання різноманітних фізико-механічних ефектів, зокрема тих, що супроводжують гідродинамічну кавітацію. Цей напрямок інтенсифікації оброблення технологічних середовищ заслуговує на увагу, однак, незважаючи на численні досягнення в цьому напрямку, є окремі питання, які потребують подальшого розвитку. Технологічний процес дефекосатураційного соку є одним з найбільш важливих в бурякоцукровому виробництві. Висока забрудненість сировини і підвищена енерговитратність технології вимагає пошуку нових технічних рішень.

Одним з них є використання гідродинамічних кавітаційних апаратів (ГКА), для яких режими розвиненої кавітації є робочими. Нами запропоновано і досліджено ГКА проточного типу, принципова схема якого наведена на рис.1.

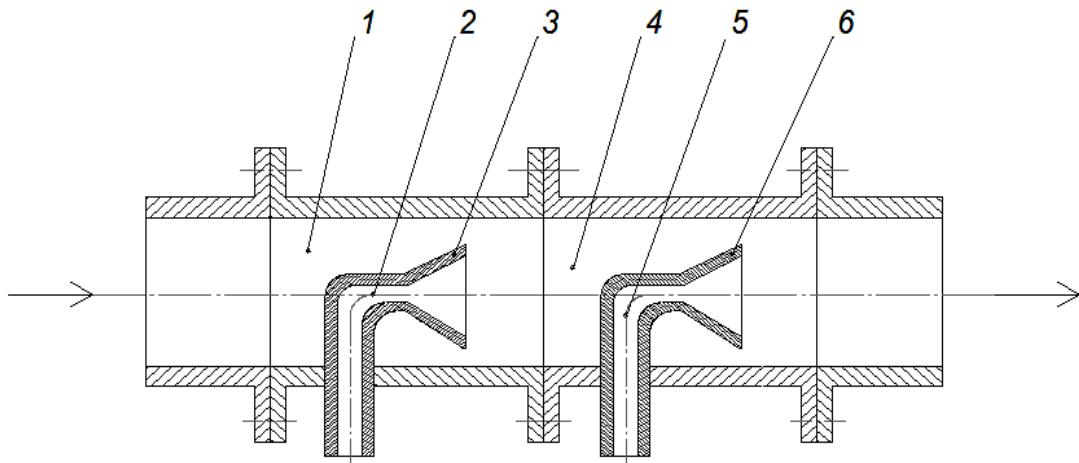


Рис. 1 – Пристрій для очищення дифузійного соку: 1, 4 – проточні робочі камери; 2, 5 – трубопроводи подачі компонентів; 3, 6 – порожнисті кавітатори

Дослідження показали, що застосування пристрою і способу його реалізації сприяє поліпшенню процесу очищення дифузійного соку, внаслідок чого зменшується забарвленість та залишковий вміст солей кальцію в соку I сатурації, підвищується його доброякісність. Встановлено, що швидкість осадження збільшилась на 0,3...0,5 см/хв., а доброякісність – майже на 1 %.

Список посилань

1. Федоткин, И. М. Кавитационная техника и технология: их использование в промышленности [Текст] / И. М. Федоткин, И. С. Гулый – К. : Полиграфкнига, 1997. – 749 с.

2. Патент 30918 UA МПК6 B01 F5/00, C13 D3/02 Кавітаційний пристрій для очищення дифузійного соку / Некоз О. І., Литвиненко О.А., Некоз С. О. ; заявник Укр. держ. ун-т харчових технологій. – 3 98063191 ; заявл. 18.06.1998 ; опубл. 15.12.2000, Бюл. №7-11.

УДК 664.5

О.М. Савченко, канд. техн. наук, доцент

М.О. Гаврик, студент

Чернігівський національний технологічний університет, savchenkolm@rambler.ru

БАКТЕРИЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Продовольчі товари забруднюються різноманітними антибактеріальними речовинами. Джерелом надходження їх є кормові добавки, лікарські та хімічні препарати, які використовуються для підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин, профілактики захворювань, збереження доброякісності кормів, антибіотики, що вживаються для консервування, та ін. Для продовження терміну зберігання деяких харчових продуктів використовується антибіотик біоміцин, який отримав дозвіл органів охорони здоров'я на застосування. Цінною в технологічному відношенні особливістю його є властивість повністю розкладатись при нетривалому кип'ятінні. Тому його дозволено застосовувати тільки для консервування сировини тваринного походження – м'яса, риби, битої птиці, яке вживається в їжу тільки після гарячої кулінарної обробки.

Нове джерело антимікробних речовин – вищі рослини, які продукують фітонциди, відкриті Токінім Б.П. Фітонціди – біологічно активні речовини, що утворюються рослинами, які пригнічують ріст і розвиток бактерій, мікроскопічних грибів та інші форми мікроорганізмів [1].

Хімічний склад фітонцидів різний: альдегіди, алкалоїди, глікозиди, терпеноїди, бензойна кислота, дубильні речовини тощо. З часу відкриття фітонцидів накопичено великий матеріал щодо антимікробних та противірусних речовин вищих рослин [2 - 4].

Останнім часом фітонциди різних рослин успішно використовуються у лікувальній практиці. Однак використання фітонцидів для виготовлення та зберігання харчових продуктів не отримало широкого розповсюдження у харчовій промисловості.

Існує потреба розробки бактерицидних добавок для харчової промисловості, а саме екологічно-безпечних композицій на основі продуктів біологічного походження. Актуальним є експериментальне порівняння фітонцидної активності рослин і на цій основі надання практичних рекомендацій використання їх екстрактів для подовження терміну зберігання харчових продуктів.

Об'єктом дослідження стали ті рослини, які використовуються у промисловості як харчові добавки: базилік, кориця, шавлія, гвоздика, спіруліна, шкірка гранату. В основному, вони використовуються для надання їжі смаку і аромату, але не можна забувати про надання виробам бактерицидних та фунгіцидних властивостей, продовження терміну зберігання. Екстракти готували методом мацерації (настоювання) у водно-спиртовому розчині.

Вибір рослинних добавок обумовлений тим, що органічні речовини екстрактів [5] можуть активно діяти на мікроорганізми: дубильні речовини, терпеноїди, основні компоненти ефірної олії гвоздики – евгенол, базиліку – метилхавікол, шавлії – цинеол, камфора, туйон, кориці – коричний альдегід та ін.

Для вивчення протимікробної дії досліджуваних рослин були використані групи мікроорганізмів, що використовуються як модельні об'єкти при дослідженні фундаментальних життєвих процесів, а саме: чисті культури *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*. Для одержання чистих культур здійснювали багаторазові пересіви окремих колоній мікроорганізмів на рідкому та твердому середовищі за відомими методиками [6]. Очищення культур супроводжували мікроскопічним контролем за допомогою оптичного мікроскопа Біолам Р-11.

Чутливість до активних компонентів досліджуваних рослин вивчали методом дисків. Середовище, на якому вирощували культури – поживний агар, який стерилізували у

автоклаві при 1 атм. На поверхню поживного середовища, рівномірно засіяну шпателем Дрігальського чистими культурами *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, накладали диски (d = 10 мм) просочені екстрактом досліджуваних рослин.

При встановленні дисків на середовище речовина, якою просочений диск, розчиняється вологою середовища і дифундує в нього. Ознакою протимікробної активності речовини є утворення зони затримки росту на середовищі навколо диска. Залежно від протимікробної активності спостерігається різна площа затримки росту мікроорганізмів. Час експозиції 48 годин у термостаті при температурі 37°C.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили для рівня імовірності 0,95 (число вимірювань 3). Результати досліджень наведені у таблиці.

Таблиця 1 – Результати дії протимікробних речовин рослин через 48 год.

Вид бактерій	Досліджувана рослина	Величина зони затримки росту бактерій, мм
<i>Bacillus subtilis</i>	Базилік	10,6 ± 0,2
	Спіруліна	8,7 ± 0,3
	Кориця	–
	Гвоздика	20,5 ± 0,3
	Шавлія	–
	Гранат	20,2 ± 0,3
<i>Escherichia coli</i>	Базилік	13,0 ± 0,1
	Спіруліна	6,1 ± 0,1
	Кориця	7,1 ± 0,2
	Гвоздика	12,0 ± 0,2
	Шавлія	6,3 ± 0,3
	Гранат	18,2 ± 0,2

Найкращу протимікробну активність серед досліджуваних речовин рослинного походження проявили екстракти гвоздики, шкірки гранату та базиліку відносно як грампозитивної культури *Bacillus subtilis*, так і грамнегативної – *Escherichia coli*.

Отже, профілактичні заходи, спрямовані на знезараження бактерій, які утворюються на продуктах харчування, можуть ґрунтуватись на використанні фітонцидів гвоздики, шкірки гранату та базиліку.

Список посилань

1. Айзман, Б. Е. Фитонциды и антибиотики высших растений. / Б. Е. Айзман, В. В. Смирнов, А. С. Бондаренко. – К.: Наукова думка, 1984. – 280 с.
2. Брынцев П. Н. Клинико – физиологические исследования летучих фитонцидов хвойного леса / П. Н. Брынцев, Л. З. Гейхман // Фитонциды в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности: материалы III всесоюз. совещ. – К.: Наук. думка, 1960. – С. 84 – 85.
3. Драбнин Б. С., Об изучении фитонцидного действия растений / Б. С. Драбнин, А. М. Думова // Фитонциды и роль в природе. – Л.: Изд – во Ленингр. института, 1977. – С. 22 – 31.
4. Дроботько В. Г. Фитонциды в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности. / В. Г. Дроботько. – К.: Наук. думка, 1990 – 198 с.
5. Дудченко Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко; отв. ред. К. М. Сытник. – К.: Наукова думка, 1989. – 304 с.
6. Аникиев В.В., Руководство к практическим занятиям по микробиологии / В.В. Аникиев, К.А. Лукомская. – М.: Просвещение, 1983. – 127 с.

УДК 637.33:637.07

О.І. Сиза, докт. техн. наук, професор
О.М. Савченко, канд. техн. наук, доцент
А.С. Кирій, студентка
О.М. Дейнеко, студентка

Чернігівський національний технологічний університет, syza7@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОЗДОРОВЧИХ ДОБАВОК НА ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У КИСЛОМОЛОЧНОМУ СИРІ

Забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування високої якості є однією з головних задач сьогодення у виробничій сфері. Діяльність людини призвела до підвищення забрудненості зовнішнього середовища і, відповідно, продукції сільського господарства токсичними речовинами. Із хімічних елементів найбільше токсикологічне значення мають важкі метали – Кадмій, Плюмбум, Купрум, Цинк та ін.

Кадмій пов'язаний з широким використанням у сільському господарстві фосфатів та з викидами в атмосферу відходів електронної та лакофарбової промисловості. При вживанні коровами кормів із високим вмістом Кадмію, концентрація його в молоці значно підвищується. У процесі виробництва сиру із молочної суміші у сирну масу переходить від 50 до 90 % токсичних елементів. Встановлено, що на зниження переходу важких металів у тверді сири істотно впливає активна кислотність середовища [1-3].

Плюмбум (свинець) є одним із найрозповсюдженіших небезпечних забруднювачів довкілля. Його щорічні промислові й транспортні викиди становлять близько 400000 тонн. Інтенсивне розсіювання Плюмбуму з вихлопними газами автомобілів і літаків. Плюмбум пошкоджує нервову, травну, серцево-судинну та ендокринну системи, викликаючи порушення багатьох обмінних процесів.

Мета роботи: дослідження наявності важких металів (Кадмію і Плюмбуму) у кисломолочному сири та пошуки шляхів зниження їх вмісту при виробництві.

Для вирішення поставленої мети досліджували ряд харчових добавок, які використовуються у медичній практиці для очищення організму людини від забруднення токсичними елементами: сік обліпихи та гарбуза, настоянка ехінацеї та препарат Гліцисед.

Вибір цих добавок обумовлений їх цілющими властивостями при дії на організм людини. Так, наприклад, плоди обліпихи – природні полівітамінні концентрати. В них є провітамін А – β-каротин (до 8 мг %), вітамін С (200-350 мг %), Е (28 мг %), В₁, В₂ (0,12 мг %), РР, фолієва кислота.

Препарат Гліцисед (Glicised) показаний при розумовому виснаженні, для підвищення інтелектуальної працездатності, поліпшення пам'яті, підвищення здатності сприймати інформацію. Активним компонентом препарату Гліцисед є гліцин, найпростіша речовина групи амінокислот. Гліцин міститься практично у всіх тканинах організму. В організмі гліцин відіграє роль нейромедіатора. Крім того, препарат, бере участь в синтезі білків і фізіологічно активних речовин, сприяє підвищенню стійкості нейронів до дії токсинів.

Вміст важких металів визначали на спектрофотометрі TA-Lab. Методика заснована на проведенні інверсійного-вольтамперометричного (ІВ) аналізу водного розчину проби після попередньої пробопідготовки. Метод ІВ-аналізу базується на здатності елементів, осаджених на ртутно-плівковому електроді, електрохімічно розчинятися при певному потенціалі, характерному для кожного елемента. Підготовку проб для визначення токсичних елементів – мінералізацію – проводили за ГОСТ 26929-86. Мокре і сухе озонення виконували у двокамерній печі ПДП, що програмується.

Добавки вводили у домашнє молоко перед сквашуванням сиру у вигляді: чистого соку з обліпихи та гарбуза; ехінацею – аптечна спиртова настоянка; гліцисед – аптечний

препарат. Кількість добавки – 17% від маси молока для сквашування. Дослідження проводили як з отриманим кисломолочним сиrom, так і з вилученою сироваткою.

Результати дослідів показали, що вміст Кадмію (2.2 мг/кг) і Плюмбуму (0.21 мг/кг) у кисломолочному сири значно перевищує ГДК (мг/кг, не більше 0.03 і 0.1, відповідно). Тоді як введення всіх оздоровчих добавок знизило вміст Кадмію у 70-170 разів у залежності від виду добавки. В кінцевому результаті – вміст Кадмію у сири не перевищує ГДК (табл. 1, рис. 1). При цьому органолептичні властивості не погіршились, сири смачний, без сторонніх неприємних присмаків і запахів. Характерно, що вміст Кадмію у сироватці дещо збільшився. Зменшення вмісту Плюмбуму у сири спостерігається тільки при застосуванні добавки з настоянки ехінацеї.

Таблиця 1 – Вміст Кадмію у кисломолочному сири при використанні оздоровчих добавок

Добавка	Cd, мг/кг
1 – без добавок	2.2±0.6
2 – сік обліпихи	0.021±0.008
3 – сік гарбуза	0.031±0.014
4 – гліцесед	0.016±0.004
5 – іхінацея	0.012±0.004

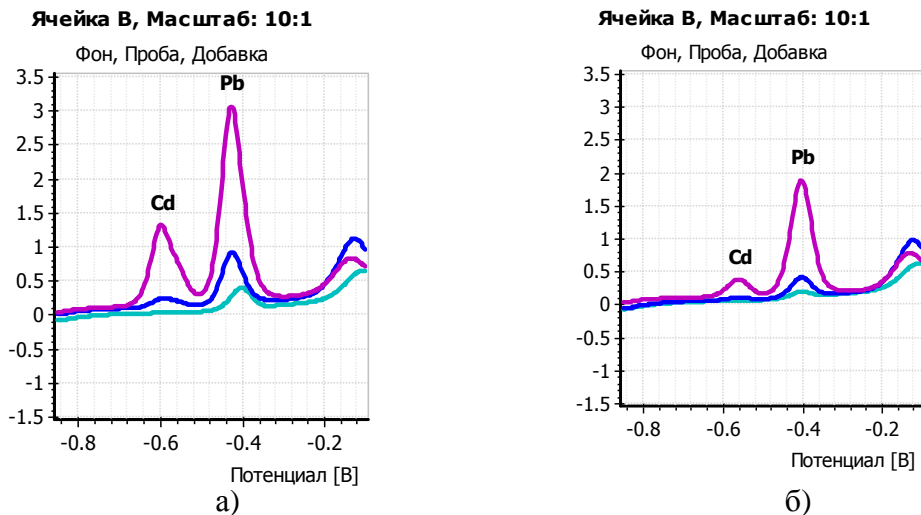


Рис. 1 – Графіки залежності висоти піка від концентрації елементів у розчині електрохімічної комірки: а) – сири без добавки; б) – у присутності настоянки ехінацеї.

Висновки

Доведено перспективність використання оздоровчих харчових добавок – сік обліпихи та гарбуза, настойка ехінацеї та препарат гліцесед – для зниження забруднення кисломолочного сиру важким металом Кадмієм. Зниження вмісту Плюмбуму відбувається тільки при додаванні настоянки ехінацеї.

Список посилань

1. Савельев А.А. Факторы, влияющие на качество и безопасность сыров [текст] / А.А. Савельев // Сыроделие и маслоделие.– 2003. – №1. – С. 11–14.
2. Руденко Е.В. Корма – молоко: прямая связь [текст] / Е.В. Руденко// Здоров'я тварини і ліки. – 2007. –№2. – С. 12–13.
3. Романов Л. Важкі метали в молоці та продуктах його переробки [текст] / Л. Романов // Тваринництво України. – 2000, № 7–8. – С. 19.

УДК 664-492.2:663.051.2:664.641

О.І. Сиза, докт. техн. наук, професор
О.М. Савченко, канд. техн. наук, доцент
Я.І. Гулова, студентка
Ю.С. Яцко, студентка

Чернігівський національний технологічний університет, syza7@ukr.net

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОРОШКІВ З ВИЧАВКІВ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

На сьогоднішній день існує величезний арсенал харчових добавок, однак значна їх частина – синтетичного походження, внаслідок чого використання їх небажане, особливо для дитячого і дієтичного харчування. У цьому зв'язку для одержання борошняних виробів високої якості актуальним є використання добавок з вітчизняної рослинної сировини. До такої сировини відносяться відходи виробництва соків і вин – вичавки калини, обліпихи та винограду, які щорічно накопичуються у великих кількостях при переробці.

Кріас-порошки це дрібнодисперсні порошки, отримані за низькотемпературною технологією [1]. Завдяки збереженню усього комплексу біологічно активних речовин, що наявні у вихідній сировині, кріас-порошки можуть бути використані в харчовій промисловості для збагачення продукції вітамінами, мікроелементами, фенольними сполуками, пектиновими речовинами, органічними кислотами, а також для забезпечення певного кольору продукції. Крім того, більшість із них містить ароматоутворюючі речовини, тому використання кріас-порошків дозволить додатково надати виробам аромату й виключити з рецептури ароматизатори.

Кісточки калини узяті на озброєння і сучасною медициною. У серцеподібному насінні закладено велику кількість біологічно активних властивостей. Кісточка є джерелом корисних для організму мінеральних речовин, вітамінів, а також цінних жирних амінокислот, якими багата приготована з них ефірна олія. Згідно останнім дослідженням, натуральні каротиноїди, що входять до складу олії з калинових кісточок, захищають організм від онкологічних захворювань, надають могутню антиоксидантну дію і перешкоджають передчасному старінню [2].

Комплекс вітамінів, мікро і макроелементів зумовлює високу біологічну активність обліпихової олії, отриманої з кісточок та соку. Одного тільки вітаміну С ягоди обліпихи містять в десять разів більше, ніж ті ж цитрусові. Багато також вітаміну Е і каротиноїдів (провітаміну А). Саме цій трійці потужних антиоксидантів, олія обліпихи зобов'язана своєю унікальною здатністю підвищувати імунітет і сповільнювати процес накопичення в організмі вільних радикалів, захищаючи мембрани наших клітин. Комбінація вітамінів С, Е і А зумовлює також високі регенеративні якості обліпихової олії. Олія обліпихи містить практично весь набір вітамінів групи В (вітаміни В1, В2, В3, В6), які відповідають за повноцінне функціонування нервової системи, а також досить рідкісний вітамін К, що впливає на згортання крові, багата на поліненасичені жирні кислоти Омега-3, Омега-6 і фітостерин. Присутність у складі дубильних речовин робить цей продукт ще й прекрасним антисептиком, а органічних кислот – ефективним засобом для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту.

Виходячи з цього, дуже перспективними є дослідження з використання запропонованих порошків у оздоровчих харчових продуктах.

Мета роботи: дослідити вплив порошків з вичавків калини та обліпихи на ферментативну активність дріжджів та на вміст вітаміну С.

Вичавки калини та обліпихи висушували при 50⁰С, а потім подрібнювали у муку на кофемолці. Вміст вітаміну С досліджували йодометричним методом шляхом прямого титрування робочим розчином – 0,005 н I₂.

Ферментативну активність дріжджів у присутності досліджуваних добавок визначали мікрогазометром, а саме зимазну активність – швидкість зброджування глюкози пресованими дріжджами, яку виражають кількістю часу (в хвиликах), необхідного для виділення 10 см³ вуглекислого газу. Дріжджі гарної якості мають зимазну активність – 30-40 хвилин, задовільної якості – 41-70 хвилин. Якість дріжджів вважається незадовільною, якщо зимазна активність перевищує 70 хвилин.

Визначено, що у вміст вітаміну С становить, (мг на 100 продукту): вичавках калини – 60, у вичавках обліпихи – 70. Таким чином, вітаміну С (аскорбінової кислоти) у вичавках калини та обліпихи більше, ніж у цитрусових рослинах.

Отримані результати ферментативної активності дріжджів у присутності муки з вичавків калини і обліпихи представлено на рисунку. Без досліджуваних добавок зимазна активність дріжджів становить 48 хвилин, тоді як у присутності муки з вичавків калини – 22 хвилини, з обліпихи – 26 хвилин. Тобто зимазна активність зросла у 1,8-2,2 рази, що дозволить суттєво скоротити технологічний процес виробництва хліба. За 40 хвилин об'єм виділеного вуглекислого газу становить (см³): без добавок – 6,2; з мукою калини – 27; з мукою обліпихи – 26,5.

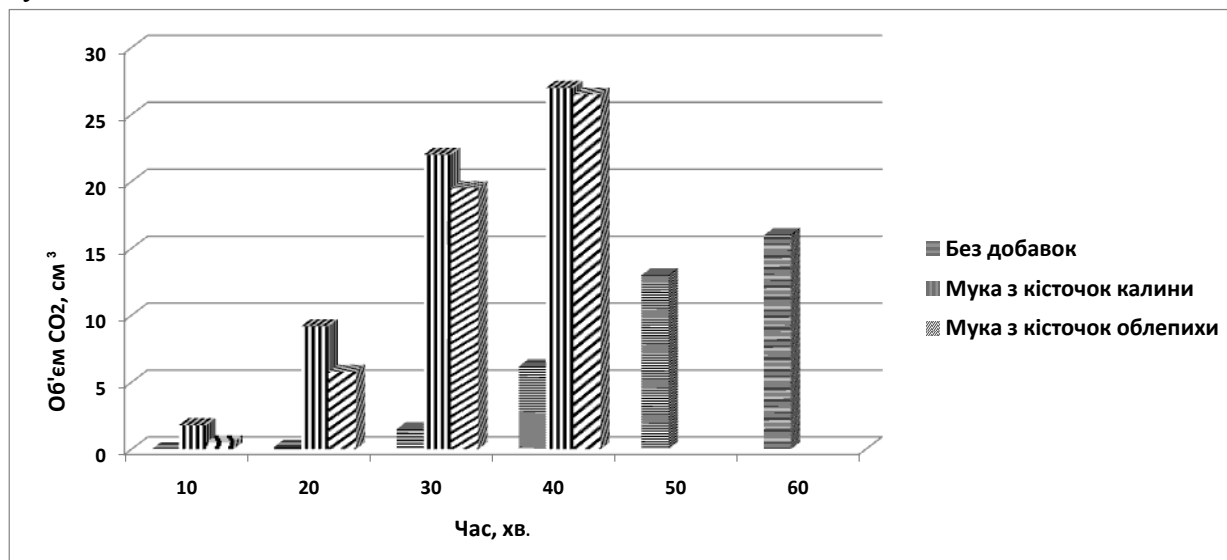


Рис. 1– Результати зимазної активності дріжджів при додаванні муки з вичавків калини та обліпихи

Висновки. Визначено, що вичавки – відходи виробництва соку обліпихи та калини, є перспективною сировиною для створення оздоровчих харчових продуктів, які відрізняються високим вмістом вітаміну С. Добавка муки, отриманої шляхом переробки вичавків, до дріжджів у 2 рази підвищує зимазну активність, що дозволить суттєво скоротити технологічний процес виробництва хліба.

Список посилань

1. Ефективність стабілізації жирів кріас-добавками з різних фракцій виноградних вичавків / [Лисюк Г.М., Верешко Н.В., Чуйко А.М., Демидов І.М., Гальчинецька Ю.Л.] // Обладнання та технології харчових виробництв: Зб. наук. пр. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2001. – С. 129 – 133.
2. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзінський. – К.: Видавництво „Українська енциклопедія” ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр „Олімп”, 1992. – 544 с.

УДК 663.252.6

Н.В. Гревцева, канд. техн. наук, доцент

О.В. Городиська, аспірант

Харківський державний університет харчування та торгівлі

В.О. Негай, студент

Чернігівський національний технологічний університет, gorelena84@gmail.com

ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБКИ ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВКІВ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Український ринок кондитерських виробів – один із найбільш розвинених у харчовій промисловості. Серед широкого асортименту його продукції незмінною популярністю у споживачів користуються шоколадні і глазуровані вироби. У глазурованій продукції глазур виконує декілька функцій: уповільнює процеси окиснення, черствіння, попадання вологи у вироби, забезпечує привабливий зовнішній вигляд, композиційну завершеність, смакову палітру продукту, бере участь у формуванні його поживної цінності.

Висока популярність глазурованих виробів, посилення вимог покупців до якості й безпеки харчових продуктів є передумовами створення кондитерської продукції оздоровчого та лікувально-профілактичного спрямування для всіх верств населення. Це можливо шляхом залучення нових видів нетрадиційної сировини, до складу якої входять вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, антиоксиданти й інші цінні компоненти. Крім того, така сировина має бути дешевою, не енергоємною, не вимагати великих витрат на її переробку, бути технологічною і знаходитись в товарних кількостях в Україні. Такою сировиною можуть служити продукти переробки овочів, фруктів та іншої рослинної сировини. Серед них особливе місце займають виноградні кісточкі та вичавки – відходи виробництва соків і вин, які щорічно скупчуються у великих кількостях на виноробних підприємствах під час переробки винограду [1].

Порошки з виноградних кісточок за гранулометричним складом, реологією і кольором схожі на натуральний какао-порошок, мають приємний смак і гарні органолептичні характеристики. До складу порошку з виноградних кісточок входять вуглеводи, вітаміни, поліфенольні сполуки, мінеральні, дубильні, ароматичні та інші речовини, ненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди, стероли, каротиноїди. На основі даного порошку можна виготовляти продукти для здорового харчування, оскільки висока ступінь помелу забезпечує розтин більшості рослинних клітин і дає можливість організму засвоювати корисні речовини, які знаходяться в кісточці [2-3].

Виходячи з вищевикладеного, даним порошком можна замінити частку коштовного імпортного какао-порошку у глазурованій або шоколадній продукції. Цей напрямок є недостатньо вивченим і перспективним.

Метою роботи є вивчення технологічних властивостей порошку з виноградних кісточок для обґрунтування раціональних способів його застосування у технології кондитерської глазури та хліба пшеничного.

Для дослідження використовували порошок з виноградних кісточок фірми «Олео Віта» (м. Одеса). Він має коричневий колір, нейтральний смак та запах.

Дослідження вмісту вітаміну С у порошку здійснювали йодометричним методом шляхом прямого титрування робочим розчином – 0,005 н I₂. В результаті проведених досліджень визначено високий вміст вітаміну С у порошку з кісточок винограду – 55 мг на 100 г продукту. Враховуючи наведені вище відомості про корисні речовини у складі кісточок винограду, отриманий порошок можна використовувати як добавку оздоровчої дії.

Для дослідження можливості заміни частини какао-порошку у виробництві глазури на розроблену оздоровчу добавку використовували наступну рецептуру:

– порошок какао – 50 г,

- цукрова пудра – 135 г,
- молоко коров'яче цільне – 80 г,
- вершкове масло (розм'якшене) – 70 г.

Перевіряли органолептичні та фізико-хімічні властивості отриманої глазури. Виявлено, що введення досліджуваного порошку з виноградних кісточок до 30% від маси какао-порошку не погіршує органолептичні властивості глазури. Глазур має приємний запах і смак, однорідну консистенцію, не втрачає своєї блискучості. При подальшому збільшенні кількості порошку в'язкість глазури збільшується, погіршується її текучість.

З метою використання розробленого порошку у складі хлібобулочних виробів, було цікаво дослідити його вплив на ферментативну активність дріжджів, а саме зимазну активність у залежності від кількості порошку. Добавки вводили до 0,5 г дріжджів у кількості (г): 0,01; 0,05; 0,1; 0,2 (рис. 1).

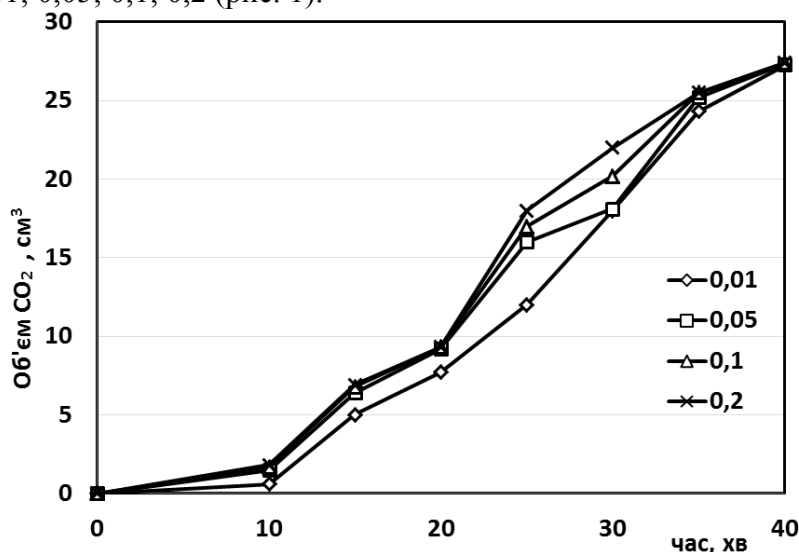


Рис. 1 – Залежність зимазної активності дріжджів від кількості порошку із кісточок винограду

Спостерігається висока зимазна активність дріжджів при всіх представлених концентраціях досліджуваного порошку. Порівняно з дріжджами без добавок (48 хвилин) зимазна активність зростає у 2,0 – 2,4 рази. З'ясовано, що порошок із виноградних кісточок можна вводити до 10% від маси борошна, і це, в свою чергу, дозволить збагатити готові вироби біологічно активними речовинами та суттєво скоротити технологічний процес виробництва хлібних виробів.

Таким чином, проведені пошукові дослідження показали перспективність застосування порошку з виноградних кісточок як оздоровчої добавки у харчових продуктах.

Список посилань

1. Лисюк, Г.М. Нові напрями використання вторинних продуктів переробки винограду у виробництві борошняних виробів. [Текст] / Г.М. Лисюк, Н.В. Верешко, А.М. Чуйко – Х.: ХДУХТ, 2011. – 174 с.
2. Гудковский, В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения. [Текст] / В.А. Гудковский // Хранение и переработка сельхозсырья.– 2001, №4. – С. 13 – 19.
3. Каліновська, Т. В. Використання виноградних вичавок для підвищення харчової цінності цукерок з комбінованими корпусами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 / Каліновська Тетяна Віталіївна ; НУХТ. – К., 2014. – 21 с.

УДК 663.253.2

І.О. Тимкова, студентка
О.І. Сиза, докт. техн. наук, професор
Чернігівський національний технологічний університет, syza7@ukr.net

ВПЛИВ СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА ДОМАШНЬОГО ВИНОГРАДНОГО ВИНА НА ВМІСТ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

Вина є продуктом ферментації соку різних ягід і плодів, їх розділяють на виноградні та плодово-ягідні. Виноградні вина – це напої, які одержують у результаті спиртового бродіння виноградного суслу (м'якоть та сік винограду) або мезги (ягоди винограду, роздроблені разом із твердими частинами лози) [1]. Виноградні вина класифікують за вмістом у них етилового спирту та цукру з урахуванням технології їх приготування.

Компоненти, що входять до складу вина, можуть бути класифіковані [2]:

1. Сполуки, які надходять у вино з винограду (вода, зв'язані кислоти, цукри, феноли, пектини, нітрогеновмісні сполуки, мінеральні сполуки, клейкі речовини, ферменти, ароматичні сполуки, вітаміни.

2. Сполуки, що утворюються у процесі спиртового бродіння (етанол, вищі спирти, багатоатомні спирти, зв'язані та вільні кислоти, кетони, альдегіди, ефіри та карбон діоксид).

3. Сполуки, які додають до вина у процесі ферментації (сульфур діоксид, компоненти спеціальних вин), та сполуки, що утворюються під час дозрівання вина (органічні кислоти – продукти яблучно-молочнокислого та оцтовокислого бродіння).

За якісним та кількісним вмістом компонентів вин можна робити висновок про натуральність напоїв і правильність технології їх виробництва [3]. Контроль вмісту органічних кислот є актуальним на всіх етапах винного виробництва, адже кислотність – один із основних показників хімічного складу і смакових якостей вина. Наявність або відсутність органічних кислот у пробі, а також їх кількісний вміст і співвідношення дозволяють визначати справжність та якість напоїв, контролювати ферментативні процеси та проводити кореляцію зі смаком кінцевого продукту [4]. Недостатня кислотність робить смак вина простим, плоским, висока – призводить до різкого, грубого смаку. Встановлено, що смак вина залежить головним чином від співвідношення винної та яблучної кислот. Якщо це співвідношення нижче 2, вино є негармонійним. Вино з кращим смаком та букетом утворюється за співвідношення винної та яблучної кислот більше 3.

Мета роботи: на основі методу тонкошарової хроматографії ТШХ (як доступного експрес-метода) дослідити вміст яблучної і винної кислоти у домашньому виноградному вині в залежності від способу виробництва та оцінити якість вина.

Для виробництва вина використовували сорт винограду Лідія. До підготовленого виноградного соку додавали цукор з розрахунку 50 г/л. Щоб домашнє виноградне вино не скиснуло, його потрібно захистити від притоку кисню, одночасно забезпечивши вихід головного продукту бродіння – вуглекислого газу. Це робиться шляхом установки на ємність з соком затвору. Найпоширенішим варіантом є класичний водяний затвор – з кришки і трубки, що занурена у банку з водою (рис.1). У домашніх умовах також непогано зарекомендувала себе звичайна медична рукавичка з дірочкою в одному з пальців.

Досліджували титровану і активну (водневий показник) кислотність. Титрована кислотність – сума кислот і їх кислих солей, що містяться у суслі і вині – титрують розчином лугу до приведення рН до 7,0. Дослідження на вміст кислот у готовому виноградному вині проводили методом ТШХ на пластинах Silufol UV256 (50×150 мм). Проби об'ємом 5 мкл наносили з використанням мікрошприца (діаметр плям 3-5 мм). В

якості розчинника (рухомої фази) використовували суміш: бутиловий спирт, мурашина кислота, вода дистильована у співвідношенні 5:0,5:2, відповідно або етилацетат, оцтова кислота, мурашина кислота, вода дистильована у співвідношенні 100:11:11:25. Для детектування пластину поміщають у закриту посудину з кристалами йоду. Речовини проявляються у вигляді плям, положення яких характеризується величиною R_f (*Ratio of fronts* – відношення фронтів). Відповідно з цим R_f адсорбованих речовин менше одиниці:

$$R_f = \frac{\text{Відстань, яку пройшла речовина від точки старту}}{\text{Відстань, яку пройшла рухома фаза від точки старту}}$$

Порівнювали залежність вмісту органічних кислот (винної та яблучної) від умов виробництва вина: 1 – затвор з гумової рукавички; 2 – затвор з гумової рукавички і подвоєний вміст цукру відповідно до вихідної рецептури; 3 – класичний водяний затвор; 4 – водяний затвор і подвоєний вміст цукру (табл. 1).

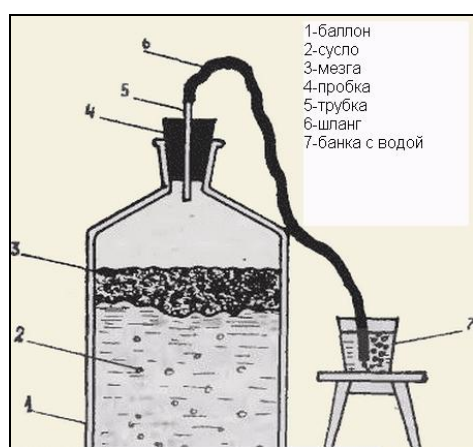


Рис. 1 – Класичний гідрозатвор при бродінні вина

Таблиця 1 – Результати тонкошарової хроматографії та фізико-хімічні показники вина

Показник	Умови виробництва			
	1	2	3	4
R_f -фактор	0,37 – 0,82	0,35 0,63 0,82	0,36 0,64 0,81	0,36 0,61 0,80
pH	3,27	3,25	3,28	3,26
Масова концентрація титрованих кислот у перерахунку на винну кислоту, г/дм ³	8,20	7,81	5,47	6,05

За результатами тонкошарової хроматографії (R_f -фактор) ідентифіковано основні органічні кислоти, що входять до складу вина: винна ($R_f = 0,36 \pm 0,01$), яблучна ($R_f = 0,80 \pm 0,02$). За площею слідів на хроматографічних пластинах розраховано, що співвідношення винної та яблучної кислот складає 3/0,5.

Визначено, що значення активної кислотності (pH) в одержаних виноматеріалах варіювало від 3,25 до 3,28, титрована кислотність змінювалася від 5,47 до 8,20 г/дм³, що на 0,7 – 0,9 г/дм³ менше ніж у вихідному суслі. У процесі бродіння зменшувався вміст винної (в 1,3 – 1,5 рази) і яблучної (у 1,82 рази) кислот, збільшувалося – молочної (у 2,0 – 2,5 рази).

Таким чином, як за органолептичними показниками, так і за результатами хроматографічного аналізу та фізико-хімічними даними, найкращі властивості має вино №4 – виготовлене з використанням класичного гідрозатвору та підвищеним вмістом цукру. Вино має приємний аромат і смак, темно-червоного кольору.

Список посилань

1. ДСТУ 4806:2007. Вина. Загальні технічні умови.– К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 20 с.
2. Разуваев В.С. Винный корень / В.С.Разуваев // Виноград. Вино. – 2001. – № 6 – С. 9 – 11.
3. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. / А.К. Родопуло – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 240 с.
4. Гугучкин А.А. Качественная характеристика вин из новых перспективных сортов винограда/ А.А. Гугучкин, Н.М. Агеева, Т.И. Гугучкина // Виноделие и виноградарство. – 2001. – № 3. – С. 12 – 15.

СЕКЦІЯ 5
«ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ.
ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА. БУДІВНИЦТВО»

УДК 539.4.015.2

Л. И. Гречихин, докт. физ.-мат. наук, профессор

Белорусская государственная академия связи, Минск, gretchihin@yandex.ru

Э.Д. Подлозный, канд. техн. наук, доцент, с.н.с.

Международная академия информационных технологий, Минск, podlozny-Ed@mail.ru

ПЛОТНОУПАКОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ – ПЯТОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

Для упрочнения и улучшения фрикционных свойств конструкционных материалов в машиностроении применяют разные способы: газопламенный, газоплазменный [1], плазменно-вакуумный [2], лазерное легирование [3] и др. В газопламенном, газоплазменном и лазерном легировании покрытие покрывается сравнительно толстым слоем жидкого многокомпонентного материала. В этом случае упрочняющий слой представляет собой сравнительно большую блочную структуру, формируемую кластерными образованиями [4, 5]. В плазменно-вакуумном способе упрочняющие слои преимущественно создаются в виде плотноупакованного состояния. Подробный анализ этого состояния выполнен в работах [6, 7] и показано, что плотноупакованное состояние следует рассматривать как пятое агрегатное состояние вещества. Такое агрегатное состояние обладает сверхтвёрдостью, огромной энергией связи между частицами и является сверхпроводником [8]. Такие необычные свойства плотноупакованного состояния широко используются в машиностроении, строительстве, электротехнике и др.

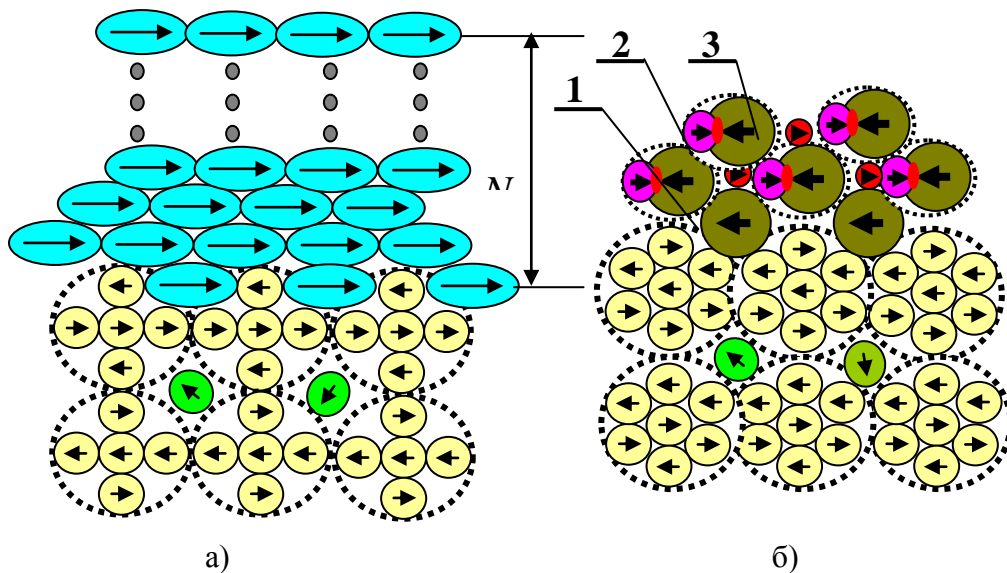


Рис. 1 – Плотноупакованное состояние: а) – вытянутых молекул на объемно-центрированной структуре и б) – почти сферически симметричных двухатомных молекул 2 на подслое 1 гранецентрированной структуры с дополнительным заполнением отдельными атомами свободных пустот между молекулами 3 с образованием композитной структуры

Естественным образом плотноупакованное состояние возникает для многих твердых тел вблизи абсолютного нуля температуры. В этом случае изменяются электрические и магнитные свойства, возникает сверхпроводимость, возрастают механические свойства, изменяются тепловые и оптические свойства. Искусственно плотноупакованные

структури создают путем нанесения поверхностно активного покрытия из атомов, молекул или кластеров. В этом случае на кластерных структурах упрочняющих материалов вначале происходит заполнение открытых межкластерных пустот, основного материала, а затем формируются монослои, которые связаны между собой диполь-дипольным взаимодействием вдоль поверхности и нормально к поверхности. Такое расположение молекул приводит к плотному монокристаллическому образованию с энергией связи вдоль поверхности, превосходящее энергию связи нормально к поверхности. В результате реализуется упрочнение поверхности исходного материала во много раз. Поверхностно активное вещество наноразмерного уровня на твердой поверхности конструкционного материала представляет собой по существу новое агрегатное состояние с необычными физико-химическими, механическими, тепловыми, электрическими и магнитными свойствами. В этом направлении уже получены обнадеживающие результаты. Искусственно созданное плотноупакованное состояние преимущественно формируется атомами, молекулами или кластерами с большим встроенным дипольным электрическим моментом. Строение плотноупакованного состояния для разных частиц показано на рисунке. Межчастичное взаимодействие внутри плотноупакованного состояния определяется в основном диполь-дипольной связью.

Список ссылок

1. Балдаев, Л. Х. Газотермическое напыление [текст]: учебное пособие для вузов. / Л. Х. Балдаев, В. Н. Борисов, В. А. Вахалин; под общ. ред. Л. Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.
2. Мрочек, Ж. А. Плазменно-вакуумные покрытия [текст] / Ж.А. Мрочек, А.К. Вершина, С.А. Иващенко – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 369 с.
3. Григорьянц, А. Г. Основы лазерной обработки материалов. / А.Г. Григорьянц – Москва: Машиностроение. 1989. – 304 с.
4. Гречихин Л.И. Физика наночастиц и нанотехнологий. Общие основы, механические, тепловые и эмиссионные свойства. / Л. И. Гречихин. – Минск: УП «Технопринт». 2004. – 399 с.
5. Гречихин Л.И. Наночастицы и нанотехнологии. / Л. И. Гречихин. – Минск: «Право и экономики», 2008. – 406 с.
6. Гречихин Л.И. Плотноупакованное состояние – основа нанотехнологий. / Л. И. Гречихин. // Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции в Севастополе 17-22 сентября 2012 г. В 3-х томах. – Донецк: ДонНТУ, 2012. – Т.1. – С. 195 – 197.
7. Гречихин Л.И. Плотноупакованное состояние и его роль в упрочнении конструкционных материалов. / Гречихин Л.И., Подлозный Э.Д. // Международный сборник научных трудов «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». ДонНТУ, 2013.– Вып. 1,2 (46). – С.79 – 89.
8. Гречихин Л.И. Физика. Электричество и магнетизм. Современная электродинамика. / Л. И. Гречихин. – Минск: «Право и экономика». 2008. – 302 с.

УДК 666.974

М.В. Драпалюк, канд. техн. наук, доцент

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Северодонецьк

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУ З ДЕМПФУЮЧИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Сучасний стан підприємств збірного залізобетону, а також підвищення вартості енергоносіїв, технологічна операція теплової обробки залізобетонних виробів у заводських умовах є неефективною і збитковою. Як показує практика, на більшості підприємств збірного залізобетону України параметри теплової обробки не дотримуються. Одержання проектної міцності виробів з бетону досягається за рахунок підвищеної

витрати цементу високих марок при низьких водоцементних відношеннях, а також за рахунок витримування виробів у пропарювальній камері протягом доби і довше, що в комплексі є економічно невиправданим. Основним недоліком впливу теплової обробки є збільшення дефектності структури бетону, розвиток мікротріщиноутворення з ростом внутрішніх напружень. Крім того, відомо, що у цементній матриці пропареного бетону розвиваються температурні деформації, що призводить до підвищення пористості і, як наслідок, до зниження експлуатаційних властивостей матеріалу. Значне розходження цементної матриці й заповнювачів бетону за міцнісними і пружними характеристиками визначається такими обставинами: щільні заповнювачі важких бетонів, у т.ч. кварцовий пісок, не мають ідеальної сумісності з традиційною цементною матрицею, що має модуль пружності $(8...20) \cdot 10^3$ МПа, у силу своєї високої твердості (модуль пружності до 10^5 МПа), що призводить до значних усадкових напружень при твердненні.

Виходячи з цих положень і на підставі проведених експериментів визначена мета досліджень, яка полягає в оптимізації структури бетону шляхом введення до складу цементної системи маложорстких компонентів демпфуючої дії, що дозволить підвищити міцність бетону при розтягу, тріщиностійкість, ударну стійкість і довговічність. Відмітними ознаками демпфуючих компонентів є їхні знижені жорсткісні характеристики, які обумовлені високою пористістю матеріалу. Введення в бетон таких добавок, що знижують концентрацію напружень на межі розділу фаз з різними пружними характеристиками, істотно зменшує розмах коливань і границі змін максимальної й мінімальної деформації та напружень у процесі руйнування бетону.

За П.Г. Комоховим, механізм дії демпфуючих компонентів полягає в тому, що на шляху зростаючої тріщини виникає енергетичний гаситель у вигляді мікровключення. Таке включення не здатне віддавати отриману енергію, витрачену на його деформування. Тим самим зменшується енергія росту тріщини й релаксують напруження в її вершині. Наявність у структурі бетону пружно-в'язких включень – компонентів демпфуючої дії як релаксаторів внутрішніх напружень і енергетичних гасителів тріщин - забезпечує підвищення міцності, тріщиностійкості й морозостійкості бетону.

Список посилань

1. Формирование и генезис микроструктуры цементного камня / [Шпынова Л.Г., Синенькая В.И., Чих В.И. и др.]; под ред. Шпынова Л.Г. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львовском ун-те, 1975. – 160 с.
2. Механизм и долговечность действия некоторых добавок на свойства портландцемента / [Шпынова Л.Г., Никонец И.И., Мельник М.В., Мельник С.К.] - Изв. вузов. Сер. Химия и химическая технология. – 1979. – Т. 22. – Вып. 3. – С. 344 – 349.

УДК 539.4

Э.Д. Подлозный, канд. техн. наук, доцент, с.н.с.

Международная академия информационных технологий, Минск, Podlozny-ed@mail.ru

Л.И. Гречихин, докт. физ.-мат. наук, профессор

Белорусская государственная академия связи, Минск, gretchihin@yandex.ru

ПЛАЗМЕННОЕ ОПЛАВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА

Для декоративных бетонов была разработана теория плазменного оплавления бетонной поверхности плит, блоков, панелей и др. [1-3]. Для этого была применена модификация существующих машин термической резки металла, рассмотрены методы расчета распространения температурных полей по поверхности изделий в трехмерной постановке.

Защитно-декоративная отделка жилого и производственного зданий, возведенных из силикатного и керамического кирпичей, оплавленных плазмой, показали отсутствие повреждений после 40-летней эксплуатации.

На опытно-экспериментальном производстве (ОЭП) Минского НИИСМа при участии ЖБИ-100 г. Иваново (Россия) функционировала машина плазменной обработки бетона, состоящая из машины термической резки металла ППРФ 2,5-6, выпускаемой НПО «Кислородмаш» (Одесса) с тремя источниками питания АПР404 плазменного генератора ПС-2П конструкции института физики АН БССР.

Предложенная технология отделки плазмой вписывается в технологические линии ЖБИ, КПД и ДСК. При этом фактурный слой из обычного песка заменяется на фактурный слой из компонентов, проявляющих декоративные свойства под воздействием плазмы (отходы стекла, гранитный песок и др.)

На ОЭП Минского НИИСМа были выпущены партии блоков (рисунок 1), плит, панелей, оплавленных на опытной машине.

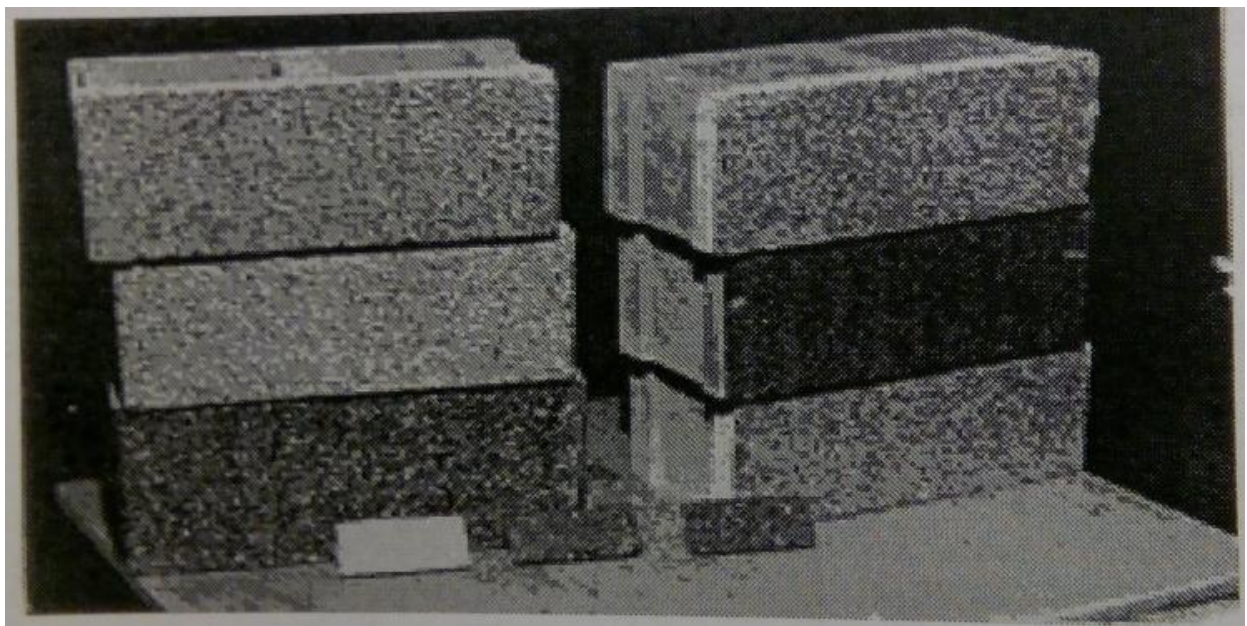


Рис. 1 – Партия оплавленных стеновых блоков с декоративной отделкой

При плазменном воздействии на поверхность бетона в процессе проплавления следует использовать периодический метод, скважность которого должна обеспечить изменение температуры в пределах 2000÷2500К. При этом кластеры диоксида кремния распадаются, образуется жидкая фаза силицида кальция, которая под действием сил поверхностного натяжения заполняет трещины, и, таким образом, происходит «залечивание» бетона [3].

Список источников

1. Плазменное оплавление строительных композитов / С. В. Федосов, М. В. Акулова, Ю. А. Щепочкина [и др.]. – Москва : АСВ ; Иваново : Иван. гос. архитектур.- строит. университет, 2009. – 227 с.
2. Лыков А.М. Плазменная модификация поверхности материалов / А.М. Лыков, Н.Н. Науменко. – Минск: Ковчег, 2012. – 169 с.
3. Подлозный Э.Д. Плазменное оплавление композитов – путь к залечиванию трещин. / Э.Д. Подлозный // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 47, ч. 2. – С. 304 – 310.

УДК 692.415

М.М. Руденко, ст. викладач
М.Г. Болотов, канд. техн. наук, доцент
І.О. Прибитько, канд. техн. наук, доцент
І.В. Нагорна, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, rudenko_bear@mail.ru

ЗНИЖЕННЯ МЕТАЛОЄМНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ПЕРЕКРИТТЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛІ

Покрівля є одним з найважливіших конструктивних елементів як промислових, так і громадських споруд, основним призначенням якої є захист будівлі від опадів у вигляді дощу чи снігу, а також від втрат тепла в зимовий період і перегріву влітку. Однак значного розповсюдження набули також не утеплені (холодні) покрівлі (укриття для техніки, криті токи, деякі складські приміщення, неопалювані промислові будівлі, гарячі цехи та ін.) [1].

Як правило, несучі елементи виконують із металу, деревини або залізобетону, але найбільшого розповсюдження набули саме металеві конструкції завдяки ряду переваг, головним чином пов'язаних із високою їх несучою здатністю, надійністю, легкою транспортабельністю та інше. Однак поряд із перевагами металеві конструкції володіють і рядом недоліків, головним чином пов'язаних з низькою корозійною та вогнестійкістю більшості з металів, що суттєво обмежують їх використання [2].

При проектуванні металевих конструкцій повинні враховуватись умови експлуатації, економії металу, транспортабельності, технологічності, швидкісного монтажу, довговічності, зручності догляду під час експлуатації та естетичності.

Метою даної роботи є дослідження можливості зменшення металоємності конструкцій перекриття промислових будівель при врахуванні жорсткості профільованого настилу.

Найбільш цікавим матеріалом, з точки зору проектування металевих конструкцій, є сталеві профільовані листи, завдяки ряду переваг: вони мають порівняно великий діапазон типорозмірів, низьку вартість та вагу, можуть застосовуватись для будь-яких кутів нахилу покрівлі.

Профілі сталеві листові гнуті з гофрами у вигляді трапецій для будівництва застосовуються в якості настилів покриття, як огорожувальний матеріал і в огорожувальних конструкціях (стінові панелі, перегородки, ворота та ін.), в промислових будівлях з легких металевих конструкцій, що експлуатуються в неагресивних і слабо агресивних середовищах [3].

Для наших досліджень було обрано односкатну ферму з паралельними поясами та трикутною решіткою з додатковими стійками (рис. 1). Розглядається прямокутний переріз елементів ферм. Обрано мінімальний розмір прольоту що дорівнює 6 м, крок ферм становить 2 м. Також було обрано прямокутний переріз для прогонів та встановлено крок прогонів 1 м та 2 м (два випадки).

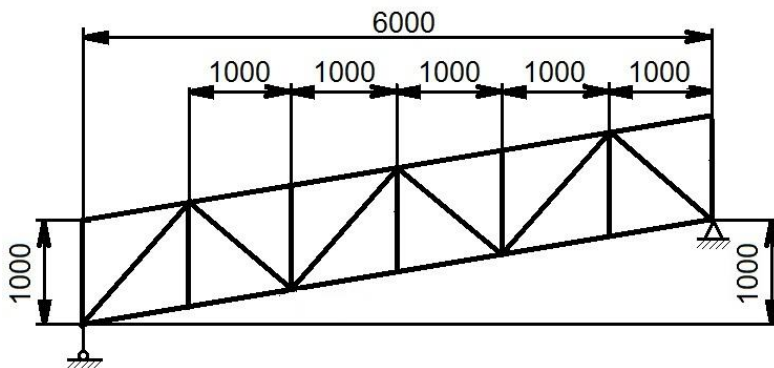
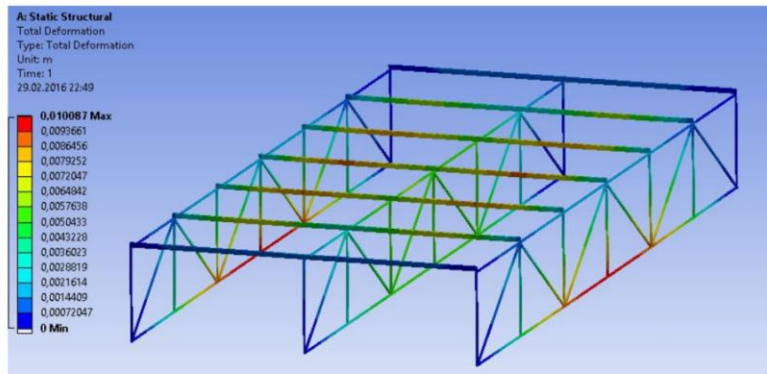
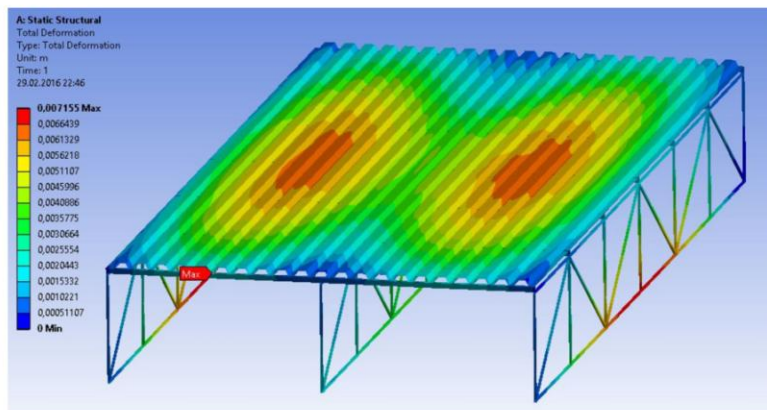


Рис. 1 – Розрахункова схема ферми

В даній роботі використовується програма Компас 3D V12 для побудови тривимірного каркасу конструкції та профільованих листів, та APM WinMachine 2008, а саме модуль Structure 3D, застосовується для розрахунку методом скінченних елементів каркасу покрівлі (без профільованого настилу). В якості еталону використовуються дані, отримані при розрахунку плоскої ферми матричним методом в середовищі Mathcad. Основний розрахунок каркасу з профільованим настилом проводиться в середовищі ANSYS 10.0 – Workbench. Порівняно з іншими математичними пакетами перевагою Workbench є менша ресурсоемність. Результати розрахунків приведені на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2 – Результати розрахунку каркасу в Workbench: а) без покрівельного матеріалу; б) з покрівельним матеріалом

4. Дослідження потрібно проводити для кожного окремого випадку використання профільованого настилу (в залежності від параметрів покрівлі – типу ферми, кроку ферм, величини прольоту та ін.).

5. Розрахунок конструкцій покрівлі слід проводити розглядаючи каркас будівлі вцілому, а не окремі ферми.

Розподіл напружень у каркасі дозволяє досліджувати лише точку, що знаходиться посередині нижнього поясу ферми. Це можливо завдяки тому, що розрахунки в середовищі Workbench та APM WinMachine дають схожі картини розподілу напружень.

Використання сучасних математичних пакетів: APM WinMachine, SolidWorks, ANSYS дозволяє врахувати вплив жорсткості профільованого листа на загальну роботу покрівлі.

В ході проведення розрахунків було отримано наступні результати:

1. Профільований настил збільшує жорсткість покрівлі, зменшуючи прогин ферми (на 20-30%).

2. Профільований настил змінює картину розподілу напружень в елементах ферми.

3. При врахуванні жорсткості профільованого настилу з'являється можливість зменшити металоємність конструкцій перекриття промислових будівель.

Список посилань

1. Клименко, Ф.Є. Металеві конструкції [Текст] / Ф. Є. Клименко, В. М. Барабаш, Л. І. Стороженко. – 2-ге вид., випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.

2. Современные технологии расчета а проектирования металлических и деревянных конструкций. Курсовое и дипломное проектирование. Исследовательские задачи. [Текст] / [Барабаш М.С., Лазнюк М.В., Мартынова М.В., Пресняков Н.И.] – М.: АСВ, 2008. – 328 с.

3. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий / [Горев В.В., Уваров Б.Ю., Филиппов В.В., Белый Г.И. и др.] – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 528 с.

УДК 620.22 – 621.921.34

Н.В. Олексієнко, канд. техн. наук, доцент

Т.І. Бутенко, канд. техн. наук, доцент

С.О. Колінько, канд. фіз.-мат. наук, доцент

Черкаський державний технологічний університет, but82006@rambler.ru

СТРУКТУРА ПЕРЕХІДНОЇ ЗОНИ «КАРБІДНА ГРАНУЛА-ЗВ'ЯЗКА» В НАПЛАВОЧНОМУ КОМПОЗИЦІЙНОМУ МАТЕРІАЛІ $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$

Розвиток багатьох галузей промисловості, зокрема, машинобудівної та гірничодобувної, пов'язаний з застосуванням матеріалів, які б гарантували надійність та працездатність робочого інструменту. У вітчизняній та закордонній практиці серед таких матеріалів широко використовуються тверді сплави. Ці матеріали володіють унікальними властивостями, поєднуючи високу твердість, стійкість до зношування та корозії в різних середовищах. Проте, досягнення оптимального поєднання твердості, зносостійкості, жаростійкості з в'язкістю матеріалу є однією із головних проблем в технології отримання твердих сплавів. Одним із напрямків вирішення даної проблеми є розробка технологічних процесів формування композиційних матеріалів, в структурі яких кожна тугоплавка частинка оточена шаром зв'язуючого матеріалу.

Для отримання необхідних фізико-механічних характеристик композиційних кераміко-металевих матеріалів на основі карбиду бора B_4C визначальними є процеси їх формування в присутності рідкої фази, протікання яких в значній мірі зумовлене змочуванням та контактною взаємодією на межі розділу. Рідкофазне спікання є поширеним технологічним прийомом, при якому легкоплавкий компонент, який входить до складу шихти, утворює рідку фазу, що призводить до різкої активації ущільнення та забезпечує одержання виробів з високими фізико-механічними властивостями.

Проте, одержати щільні вироби для систем з відсутністю розчинності або малою розчинністю компонентів типу тугоплавке з'єднання - зв'язка досить складно. Залишкова пористість навіть для композицій з високим вмістом легкоплавкої складової (до 60 об.%) становить для різної зернистості тугоплавкої складової від 10% до 30% [1]. У таких випадках необхідне використання тиску (гаряче ізостатичне пресування (ГІП)), що збільшує ступінь та швидкість процесу перегрупування частинок, підвищує швидкість розчинення матеріалу твердої фази в рідкій на контактах частинок і може викликати пластичну текучість самих твердих частинок.

Гарантом достатньо високих фізико-механічних властивостей зносостійких матеріалів є структура композита, зокрема, структура перехідних шарів карбід-зв'язка[2]. В даній роботі представлені дослідження мікроструктури перехідної зони «карбідна гранула - зв'язка» в наплавочному композиційному матеріалі $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$ [3].

Дослідження проводились на зразках матеріалу, отриманого методом ГІП. Пористість даного сплаву склала до 0,6%. На рис. 1 наведено фото мікроструктури композиційного матеріалу $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$, отримане на мікроскопі Stereoskan 200. Гранули карбиду бора добре змочені матеріалом зв'язки, чітко видно ріст перехідної зони навколо твердої фази B_4C , що свідчить про дифузну взаємодію між карбідом бора та з матеріалом зв'язки $(Ti-Ni-Mo)$.

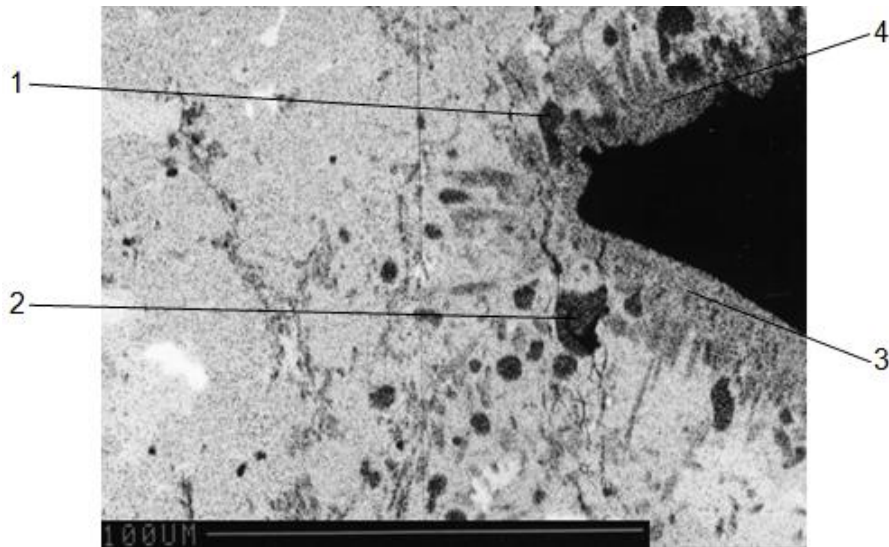


Рис. 1 – Мікроструктура композиційного матеріалу $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$

Для визначення фазового складу перехідної зони «карбідна гранула-зв'язка» проводилось співставлення результатів рентгенофазового та мікрорентгеноспектрального аналізів (рис. 1, табл. 1). Було встановлено присутність в даній зоні карбіду титану TiC та твердого розчину Mo в карбіді титану TiC . Боридних фаз в перехідній зоні не виявлено, що можна пояснити присутністю вільного вуглецю в карбіді бора та досить малим часом взаємодії евтектичного розплаву $Ti-Ni-Mo$ з гранулою карбіду бора [4]. Проте, виключати можливість утворення боридних фаз в малих кількостях не можна. Проведені дослідження вказують на зміну параметрів кристалічної ґратки карбіду бора до та після спікання (до спікання: $a = 0,5612$ нм, $c = 1,2109$ нм; після спікання: $a = 0,5598$ нм, $c = 1,2083$ нм).

Таблиця 1 – Результати мікрорентгеноспектрального аналізу (точки аналізу на рис. 1)

Точки аналізу	Концентрація, атом. %			Фаза
	<i>Ti</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>	
1	99,289	0,595	0,115	TiC
2	98,988	0,512	0,107	TiC
3	86,809	0,344	12,846	$(Ti, Mo)C$
4	87,012	0,296	13,027	$(Ti, Mo)C$

Таким чином, результати проведених досліджень перехідної зони «карбідна гранула - зв'язка» у наплавочному композиційному матеріалі $B_4C-(Ti-Ni-Mo)$, отриманого методом гарячого ізостатичного пресування, вказують на утворення в ній як мінімум двох фаз: TiC , $(Ti, Mo)C$.

Список посилань

1. Найдич Ю.В. Исследование процесса уплотнения при жидкофазном спекании а алмазо-металлических системах / Ю. В. Найдич, И. А. Лавриненко, А. А. Евдокимов // Порошковая металлургия. - 1974. - №2. - С.34 - 39.
2. Структура и свойства внутренних поверхностей раздела в металлах / [Бокшейн Б. С., Копецкий Ч. В., Швиндлерман П. С. и др.].- М: Наука, 1988. – 272 с.
3. Пол.решение на изобретение № 4309867/23 - 92. Износостойкий композиционный материал. / Белоусов В.Я., Сорокин П.М., Луцак Л.Д., Пилипенко А.В., Луконь Ю.Д.
4. Макаренко Г.Н. Износостойкие высокотемпературные материалы на основе карбида бора. / Г. Н. Макаренко, Т. Я. Косолапова, Э. В. Марэк // Тугоплавкие бориды и силициды. - Киев: Наукова думка, 1977. - С.92 - 97.

УДК 504.062:621.791.052:66.013+620.197:669.788

В.Г. Старчак, докт. техн. наук, професор
 Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка
С.Д. Цибуля, докт. техн. наук, доцент
К.М. Іваненко, канд. техн. наук
Н.П. Буяльська, канд. техн. наук, доцент
І.А. Костенко, канд. техн. наук, доцент
 Чернігівський національний технологічний університет, stcibula@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Науково-технічний прогрес в машинобудівному комплексі неможливий без високої якості, технологічності, довговічності, екологічної безпеки та експлуатаційної надійності, зварних з'єднань (ЗЗ), особливо в умовах дії агресивних наводнювальних середовищ та циклічних, статичних навантажень. Рівень якості зварних конструкцій обумовлює певний ризик техногенних аварій, оскільки в 90% випадків катастрофічні руйнування відбуваються в зоні зварних з'єднань, чому сприяє їх висока чутливість до водню. Разом з тим, водень – неминучий компонент технологічних середовищ на всіх стадіях одержання, обробки металів: виплавки, зварювання, термообробки, експлуатації тощо. [1, 2].

Тому важливе удосконалення технологічних процесів зварювання (зокрема – використання автоматичного дугового зварювання (АДЗ) замість ручного дугового, зварювання з охолодженням, об'ємним термозміцненням), впровадження технічних засобів захисту агресивних середовищ універсальним технологічним методом – синергічними захисними композиціями (СЗК), модифікованими захисними покриттями (МЗП). Це обумовлює комплексне забезпечення якості ЗЗ, підвищення рівня екологічної безпеки, експлуатаційної надійності зварних конструкцій, запобігання техногенних аварій, із забрудненням довкілля [1-2].

Запропоновано новий критерій визначення технологічної ефективності γ_T^β технічних засобів захисту зварних конструкцій за коефіцієнтом впливу водню:

$$\beta_H^1 = (N_\Pi - N_H) / (V_H / N_H),$$

де N_Π , N_H – число циклів до руйнування на повітрі, в наводнювальному середовищі;

V_H – показник наводнювання.

Показник наводнювання V_H чітко визначає якість ЗЗ, ніж інші показники (табл. 1).

Таблиця 1 – Технологічна ефективність γ_T технічних засобів захисту зварних з'єднань сталі 09Г2ФБ (АДЗ, з охолодженням – 1, і без нього – 2)

Середовище	$\gamma_T^\beta = \beta_H^{(2)} / \beta_H^{(1)}$	Комплексний захист СЗК	
		за β_H^1	за $\gamma_T^N = N_1 / N_2$
NACE	2.2	3.9	1.8
3% NaCl+ i_K	3.2	5.2	2.0

Список посилань

1. Сучасне матеріалознавство XXI ст. / Відп. редактор акад. НАНУ І. К. Походня – К.: Наук. думка, 1998. – 658 с.
2. Походня И. К. Исследование водородного охрупчивания сварных соединений конструкционных сталей / И.К. Походня, В.И. Швачко // Сварные конструкции. – Киев, 1995. – С.41 – 42.

3. Підвищення корозійної стійкості, довговічності та екологічної безпеки конструкційних матеріалів поверхневою модифікацією / [В.Г. Старчак, С.Д. Цибуля, С.О. Олексієнко, К.М. Іваненко] //Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2006. Спецвип. № 5. – Т. 2. – С. 883 – 888.

УДК 621.791.72

В.Ю. Хаскін, докт. техн. наук, пров. наук. співр.

Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАНУ, м. Київ, khaskin@ua.fm

О.В. Долянівська, інж., ст. викладач

Національний технічний університет України «КПІ», dow2@i.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СУПУТНЬОГО ПЛАЗМОВОГО НАГРІВУ НА ВЛАСТИВОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ СТАЛЕВОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ЛАЗЕРНІЙ МОДИФІКАЦІЇ

Підвищення ресурсу роботи машин і механізмів є одним з важливіших завдань сучасного виробництва. До найбільш перспективних шляхів вирішення цього завдання відносяться застосування лазерної або плазмової обробки [1]. Але в кожного з цих процесів є певні недоліки. Так, у разі застосування лазерного зміцнення сталевих поверхонь в них виникають залишкові напруження, які з часом призводять до виникнення тріщин втоми із подальшим руйнуванням деталі. У разі плазмового зміцнення спостерігається низька стабільність процесу і загроза привнесення матеріалу катоду в матеріал оброблюваної деталі. Суміщення лазерного і плазмового процесів дозволить одержати нову форму термічного циклу обробки, що в свою чергу призведе до усунення вказаних недоліків із одночасним взаємним покращенням впливу на матеріал, який зміцнюють [2].

Тому метою даної роботи є дослідження можливостей підвищення експлуатаційного ресурсу поверхонь тертя деталей з вуглецевих і легованих сталей шляхом застосування комбінованої лазерно-плазмової модифікації цих поверхонь, спрямованої на отримання зносостійких структур і зниження залишкових напружень в модифікованих шарах.

Основна схема лазерного модифікування передбачає зміцнення як із попередньо нанесених на поверхню шарів, так і з присаджувального матеріалу, що подається в процесі обробки. За цією ж схемою виконується загартування поверхні із підвищенням її здатності поглинати випромінювання за допомогою нанесення поглинаючих покриттів. Однак, реалізовані за традиційною схемою процеси лазерного модифікування мають низку недоліків [3]: утворення мікротріщин (поперечних напрямку обробки, сітки тріщин, тріщин в перехідній зоні тощо); утворення мікропор в зоні литого металу і на межі між зоною литого металу і ЗТВ; надмірні проплавлення або відсутність формування доріжки зміцнення; нерівномірність висоти або значні коливання мікрорельєфу зміцненого шару.

Одним із способів усунення цих недоліків є підвищення поглинаючої здатності поверхні, що зміцнюють шляхом модифікування. Випромінювання діодних, волоконних і Nd:YAG-лазерів забезпечує поглинальну здатність близько 40...50%. Випромінювання CO₂-лазера на металевих поверхнях забезпечує поглинальну здатність близько 10...20%. Як бачимо, неповне використання лазерної потужності є однією з важливіших проблем лазерного зміцнення, що призводить до зниження ефективного ККД процесу і його здороження. Розв'язання цієї проблеми із одночасним введенням додаткової можливості модифікування термічного циклу процесу пов'язано із використанням додаткового локального теплового джерела (наприклад, плазмового), яке підігріватиме поверхню в зоні дії лазерного випромінювання. Це сприятиме, також, зниженню залишкових

напружень в модифікованих шарах і, відповідно, мінімізації ризику утворення мікротріщин.

Для перевірки даної гіпотези нами було проведено низку досліджень з термічного зміцнення поверхні комплексно легованої сталі 38ХНЗМФА та інструментальної сталі 20Х13 лазерним і лазерно-плазмовим способами. Для цього проводили лазерне і комбіноване лазерно-плазмово модифікування зразків $\varnothing 50 \times 15$ мм і $100 \times 50 \times 15$ мм із вказаних сталей за допомогою Nd:YAG-лазера DY 044 при потужності випромінювання 1...4 кВт і використанні ламінарного струменю аргонової плазми непрямої дії потужністю ~1,5 кВт. З отриманих зразків вирізали темплети, з яких робили мікрошліфи (полірування, травлення у 4% розчині HNO_3), що досліджували за допомогою оптичного мікроскопу Neophot-32 ($\times 25 \dots 1000$), та зразки для рентенографічних досліджень напружень I роду (рентгенівський дифрактометр ДРОН-2).

Експериментально визначили зносостійкість зміцнених лазерним і лазерно-плазмовим методами циліндричних зразків за методикою «штир – циліндр» в умовах сухого тертя. Результати співставили із зносостійкістю сталей 38ХНЗМФА і 20Х13 у нормалізованому стані. Даний експеримент довів значне (для лазерно-плазмового зміцнення – до 3,5 разів, для лазерного – до 8 разів) підвищення зносостійкості. Для визначення коефіцієнту тертя μ використали машину тертя 2070 СМТ-1, на якій випробовували шліфовані пласкі зразки за допомогою мідного циліндричного контр-тіла. Швидкість ковзання становила 1,3 м/с, навантаження змінювали ступінчасто в межах 0,2...1,0 кН. Встановили, що за умов проведення досліду для основного металу найбільшим є навантаження 0,6 кН, при якому $\mu = 0,25 - 0,27$. Для зміцнених обома розглянутими способами зразків найбільше навантаження складає 0,8 кН. При цьому $\mu = 0,14 \dots 0,16$ в обох випадках.

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Дослідження мікроструктури зразків лазерного і лазерно-плазмового зміцнення сталей 38ХНЗМФА і 20Х13 показали, що в обох випадках модифіковані шари по глибині складаються з двох зон – переплавленої із бейнітною структурою і зміцненої у твердому стані із мартенситною структурою.

2. Кількість мікротріщин в шарах, зміцнених лазерно-плазмовим способом, приблизно вдвічі менша, ніж ділянках, зміцнених лазерним, що свідчить про виникнення більших тимчасових напружень при лазерному зміцненні.

3. Вимірювання напружень I роду рентгенофазовим методом показали зниження на 40...60% рівня залишкових напружень в модифікованих шарах у разі застосування лазерно-плазмової обробки.

4. Проведені дослідження показали, що способи лазерного і лазерно-плазмового зміцнення поверхні сталей 38ХНЗМФА і 20Х13 дозволяють зменшити коефіцієнт тертя з 0,25...0,27 до 0,14...0,16 при одночасному збільшенні експлуатаційного навантаження на 25...30%, а також підвищити зносостійкість (для лазерно-плазмового загартування – до 3,5 разів, для лазерного – до 8 разів).

Список посилань

1. Григорьянц А.Г. Возможности и перспективы применения лазерной наплавки / А. Г. Григорьянц, А. И. Мисюров // Технология машиностроения. – 2005. – №10. – С. 52 – 56.

2. Лазерно-плазменное упрочнение поверхностных слоев быстрорежущих сталей / [В. В. Мелюков, В. А. Кузьмин, А. В. Частиков, А. А. Чирков, Ю. А. Хрусталеv, А. М. Чирков, А. В. Окатьев] // НПФ «Плазмацентр» (Россия, С.П-б), Материалы 7-й междунар. практич. конференции-выставки, 13-16 апреля 2005 г. – С. 156 – 164.

3. Хаскин В.Ю. Процессы упрочнения и нанесения покрытий с использованием лазерного излучения (Обзор)/ В. Ю. Хаскин // Автоматическая сварка. – 2008. – №12 – С. 24 – 33.

УДК 621.791.01:666.1.037.42

Л.Я. Березін, канд. техн. наук, доцент
І.О. Прибитько, канд. техн. наук, доцент
Т.Р. Ганєєв, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, berezinl@ukr.net

УМОВИ ОТРИМАННЯ ФІЗИЧНОГО КОНТАКТУ ПРИ ЗВАРЮВАННІ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Якісний фізичний контакт (ФК) при зварюванні в твердій фазі ситалів і скла з металами є передумовою отримання працездатного зварного з'єднання. Згідно з теорією процесів зварювання [1] утворення зварного з'єднання включає наступні стадії:

- механічна взаємодія (утворення фізичного контакту);
- хімічна взаємодія (утворення хімічних зв'язків, фізико-хімічні процеси, протікання яких забезпечує утворення якісного зварного з'єднання).

Питання про утворення ФК при зварюванні в електричному полі високої напруги ситалів і скла з алюмінієм ще не достатньо розкрито і потребує подальших досліджень [2].

Для отримання якісного зварного з'єднання необхідно, щоб номінальна площа контакту дорівнювала площі фізичного контакту. Головними факторами, що перешкоджають утворенню фізичного контакту при зварюванні в твердій фазі є:

- наявність мікрошорсткості і її величина;
- забрудненість поверхонь, що зварюються.

При зварюванні в електричному полі для поверхонь скла і ситалів, що зварюється з металом, середнє арифметичне відхилення профілю повинна бути $R_a \leq 0,02$ мкм. Якщо ця умова не виконується отримання якісного зварного з'єднання не можливе і в багатьох випадках зварювання в загалі не відбувається [2].

У разі механічної обробки поверхні металу необхідно враховувати, що в загальному випадку зварювання в електричному полі може відбуватися як з накладанням зовнішнього тиску, так і без нього. При зварюванні, що розглядається, зближення поверхонь відбувається в результаті реалізації процесу поляризації діелектрика, накопичення зарядів на поверхнях, що зварюються, і як наслідок цього утворення подвійного електричного шару на границі контакту двох поверхонь. Між поверхнями виникають сили Кулона, які і забезпечують утворення ФК. У випадку, коли зварювання відбувається без тиску метал повинен мати здатність до активної пружно-пластичної деформації. Цій умові найкраще відповідає алюміній, наприклад, марки А999. При використанні алюмінію якість утворення ФК буде залежати від його товщини і величини мікрошорсткості поверхні. Якщо алюміній напилено (1 – 2 мкм) на поверхню однієї з деталей, то додаткова механічна обробка такої поверхні не потрібна.

У випадку, коли використовується фольга (наприклад, товщиною до 0,04 мм) мікрошорсткість її поверхні повинна становити $R_a \leq 0,144$ мкм. При використанні конструкційного алюмінію до 3 мм величина мікрошорсткості його поверхні повинна бути розмірна з мікрошорсткістю поверхні скла і ситалів ($R_a \leq 0,02$ мкм) і характеризуватися дзеркальним блиском.

Наступним етапом отримання якісного зварного з'єднання є очищення поверхонь від забруднень. Результати проведених досліджень [3] показали, що оптимальним варіантом очищення поверхонь, що зварюються, ситалів сподуменового складу і силікатного скла перед зварюванням з алюмінієм в електричному полі високої напруги є обробка полірованої поверхні за комбінованою схемою: ацетон – неорганічний розчин з основними властивостями ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ [50]+ KOH [10]+ Na_2CO_3 [20]+рідке скло) –

хромова суміш ($K_2Cr_2O_7[99]+H_2SO_4$). Вказане комбіноване очищення забезпечує найбільш ефективне очищення та видалення мікротріщин у приповерхневому шарі скла та ситалів.

Для поверхні алюмінію товщиною 1 – 2 мкм, що отримана шляхом резистивного напилювання на скло або ситал, очищення не проводиться. Очищення алюмінієвої фольги безпосередньо перед зварюванням достатньо проводити протиранням технічним спиртом. Для алюмінію товщиною до 3 мм очищення краще проводити у вигляді травлення в NaOH ($200 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$).

Етапи механічної обробки і очищення поверхонь перед зварюванням повинні ретельно контролюватися [4].

При зварюванні в електричному полі високої напруги без використання зовнішнього тиску механічна і хімічна обробка поверхонь, що зварюються є необхідними умовами, але недостатніми. Як зазначалося вище, на зближення поверхонь, що зварюються, впливають поляризаційні процеси в склі або ситалі. Встановлено, що час утворення ФК залежить від часу реалізації процесів поляризації в діелектрику.

Аналіз процесів поляризації, які в загальні можуть відбуватися в діелектриках при накладанні електростатичного поля високої напруги та нагріванні, показав, що в умовах зварювання силікатного скла (на прикладі скла Пірекс) і ситалів (на прикладі ситалу СО-115М) вплив на утворення зварного з'єднання будуть мати: електронна і іонна (деформаційні і теплові), дипольна і міграційна поляризації, що забезпечується відносною діелектричною проникливістю діелектрика не менше 5, величиною електричної напруги, температурою і часом зварювання (подачі напруги). За утворення фізичного ФК треба вважати відповідальними миттєві види поляризації (іонну та електронну деформаційні і переважно теплові іонну та електронну поляризації), при визначальній ролі дипольної поляризації. За загальний час зварювання відповідає час встановлення міграційної поляризації.

Висновки. Визначені головні умови утворення фізичного контакту: досягнення заданої величини мікрошорсткості поверхонь, що зварюються; забезпечення якісного очищення поверхонь, що зварюються, (для ситалів сподуменового складу та силікатного скла це обробка полірованої поверхні за схемою: ацетон – неорганічний розчин з основними властивостями ($Na_3PO_4\cdot 12H_2O[50]+KOH[10]+Na_2CO_3[20]$ +рідке скло) хромова суміш ($K_2Cr_2O_7[99]+H_2SO_4$), а для конструкційного алюмінію очищення у вигляді травлення в NaOH ($200 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$); забезпечення протікання в діелектрику, електронної і іонної поляризації (деформаційних і переважно теплових), при визначальній ролі дипольної поляризації, що забезпечується відносною діелектричною проникливістю діелектрика не менше 5, величиною електричної напруги, температурою зварювання і часом зварювання (часом дії електричного поля).

Список посилань

1. Теория сварочных процессов: Учеб. для высших учебных заведений по специальности "Оборудование и технология сварочного производства" / [В.Н.Волченко, В.М.Ямпольский, В.А.Винокуров и др.] ; Под ред. В.В.Фролова. – М.: Высшая школа, 1988.– 559 с.
2. Березин Л.Я. Особенности предварительной подготовки к сварке ситала с алюминием в узлах приборов. / Л. Я. Березин, В. Г. Панаётов, О. Г. Усышкин // Технология авиационного приборостроения: Производственно-технический сборник / НИТИ, 1987, № 3, 4. – с. 31 – 33.
3. Березин Л.Я. Вплив хімічного очищення поверхні ситалу на якість з'єднання з алюмінієм зварювання в електростатичному полі / Л.Я. Березин, С.В. Олексієнко, Т.М. Недей // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – Чернігів, 2004. – № 21. – С. 130 – 135.
4. Березин Л.Я. Критерії якості зварювання в електричному полі високої напруги / Л.Я. Березин // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – Чернігів, 2013. – № 1(63). – С.103 – 111.

УДК 681.2.083: 53.086

М.О. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент
Ю.Ю. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент
Черкаський державний технологічний університет, maxxium@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОЛЯНИХ РОЗЧИНІВ НА МЕТАЛЕВІ ПОВЕРХНІ ОПТИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Відомо [1], що точність та надійність функціонування первинних перетворювачів оптичних вимірювальних приладів, а саме: на якість металевих покриттів на пластинах з оптичного скла суттєво впливає якість попередньої підготовки (очищення) поверхонь цих пластин. Ефективним є метод очищення ультразвуком у розчинах поверхнево-активних речовин, де за рахунок кавітації, здійснюється очищення поверхонь оптичних матеріалів як від неорганічних, так і від органічних залишків. Збільшення часу УЗ-дії та підвищення потужності УЗ-генератора призводить до більш якісного очищення оптичних поверхонь. В той же час наявність неоднорідностей, мікродефектів (поруватості, мікротріщин) в металевому покритті та дефектного шару в оптичному склі призводить до зменшення однорідності та адгезійної міцності такого покриття.

Авторами проведено ряд експериментів по виявленню впливу соляних розчинів на однорідність та стійкість металевих покриттів на поверхнях оптичних елементів. Дослідження на стійкість проводилися при витримці по два об'єкти (оброблений та необроблений електронним потоком) в соляному розчині (солоністю 35 ‰) на протязі 15; 30; 45; 60 хвилин та 17 годин. Подальше візуальне та мікроскопічне (МБС-9) дослідження однорідності цих покриттів (навіть при їхній витримці протягом 17 годин) не виявили збільшення мікродефектів на їх поверхнях. Дослідження мікрогеометрії поверхні цих покриттів на атомно-силовому мікроскопі „NT-206V” не встановило збільшення мікронерівностей поверхонь внаслідок дії соляних розчинів. Проте, для зразків необроблених електронним потоком спостерігається збільшення площі поверхні на ділянці, що з часом може призвести до погіршення оптичних властивостей цих покриттів і, тим самим, зменшує термін експлуатації оптичних виробів.

Експерименти по стійкості металевих покриттів на оптичних елементах до ультразвукової дії в середовищі соляного розчину проводилися при витримці по два об'єкти (оброблений та необроблений електронним потоком) на протязі 1; 5; 15 хвилин. Візуальне дослідження однорідності цих покриттів виявили суттєве погіршення оптичної однорідності поверхонь необроблених електронним потоком (зменшення коефіцієнту відбиття з 75...85% до 25...35%). Дослідженням мікрогеометрії встановлено збільшення мікронерівностей поверхонь необроблених електронним потоком – з 12-15 нм до 100-120 нм, тоді як оброблених – з 8-12 нм до 15-18 нм [2].

Таким чином, дослідження впливу соляних розчинів на металеві поверхні оптичних елементів (наприклад, оптичних інтегральних схем) шляхом застосування електронно-променевої мікрообробки доводить факт підвищення стійкості та міцності цих покриттів та підвищення терміну їх експлуатації.

Список посилань

1. Бочок М.П. Спеціальні методи обробки оптичного скла (техніка, технологія, економіка) [Текст]: навч. посіб. / М.П. Бочок, М.П. Бутко, В.А. Ващенко та ін. – Чернігів: Видавництво Чернігівського технологічного університету, 2002. – 215 с.
2. Коваленко Ю.І. Дослідження впливу морської води на мікрогеометрію поверхні металевих покриттів на оптичному склі К8 / Ю.І. Коваленко, М.О. Бондаренко, І.А. Рева [та ін.] // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – Маріуполь: ПДТУ, 2010. – Вип. 20. – С. 222 – 225.

УДК 537.634:620.179.17

Є.П. Почапський, докт. техн. наук, ст. н. с.

Б.П. Клим, канд. техн. наук, ст. н. с.

М.О. Рудак, аспірант

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, pochapskyu@ipm.lviv.ua

ВПЛИВ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ У ЗВАРНИХ З'ЄДНАННЯХ НА МАГНЕТОПРУЖНУ АКУСТИЧНУ ЕМІСІЮ

Характерними ознаками процесу зварювання елементів конструкцій є наявність джерела нагріву і висока швидкість процесу, що в свою чергу призводить до структурної неоднорідності в зоні термічного впливу. Ці фактори сприяють появі зварювальних залишкових напружень і деформацій. Їх рівень може бути співмірний з межею текучості металу, що часто є причиною зародження і розвитку процесів руйнування у зварних з'єднаннях. [1–4].

Вирішенням проблем неруйнівного контролю з визначення залишкових напружень може бути застосування методу магнетопружної акустичної емісії (МАЕ), який базується на ефекті Баркгаузена, а саме стрибкоподібній зміні доменної структури феромагнетного матеріалу за його перемагнечування, що супроводжується випромінюванням пружних хвиль [5]. Нами були проведені експериментальні дослідження впливу внутрішніх залишкових напружень після зварювання на параметри сигналів МАЕ.

В експериментах використовували магнетоакустичну інформаційну систему МАЕ-2Л, призначену для відбору та опрацювання вимірювальної інформації, представлені сигналами МАЕ [6]. Зразки перемагнечували у соленоїді діаметром $D = 53$ мм, довжиною $l = 152$ мм, який мав $N = 1500$ витків мідного дроту. Вимірювання амплітуди індукції магнетного поля в зразку проводили з допомогою котушки ($N = 1200$ витків, активний опір $R = 112$ Ом). На рис.1 зображена структурна схема експериментальних досліджень.

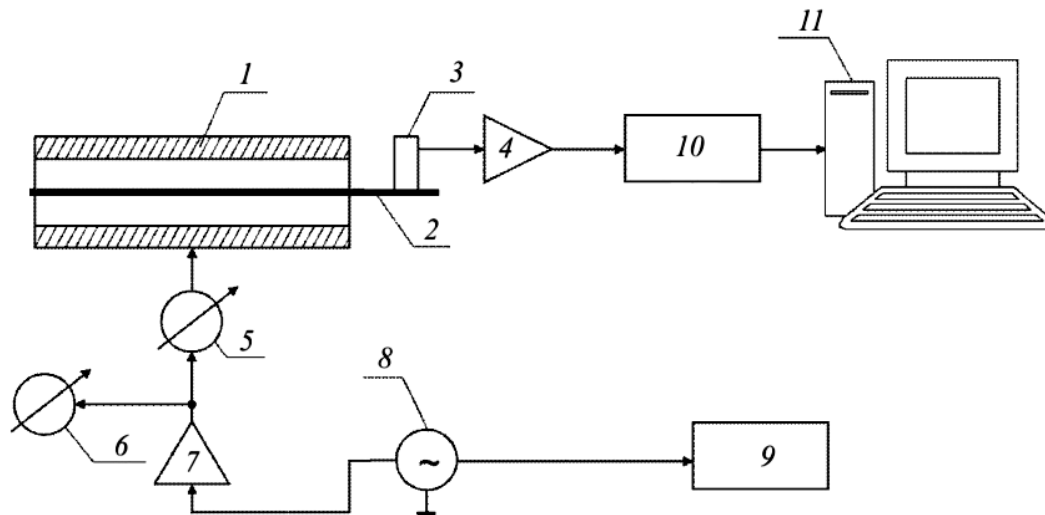


Рис. 1 – Структурна схема установки для дослідження МАЕ у феромагнетику під час стрибків Баркгаузена: 1 – соленоїд; 2 – дослідний зразок; 3 – ПАЕ; 4 – попередній підсилювач АЕ; 5 – амперметр Ц4360; 6 – мілівольтметр ВЗ-38; 7 – підсилювач низької частоти; 8 – генератор синусоїдного сигналу ГЗ-111; 9 – двоканальний осцилограф PCS500; 10 – МАЕ-2Л; 11 – персональний комп'ютер

Вплив внутрішніх залишкових напружень після зварювання на параметри сигналів МАЕ досліджували на зразках зі сталі 15 розміром $240 \times 30 \times 2$ мм³. Зварні шви виконували автоматичним зварюванням із різною орієнтацією у зразках (рис. 2).

Для зняття залишкових напружень проводили релаксаційний відпал з підгрівом до температури $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом часу $t = 2$ год у середовищі інертного газу Ar та з наступним повільним охолодженням разом із нагрівальним обладнанням [7].

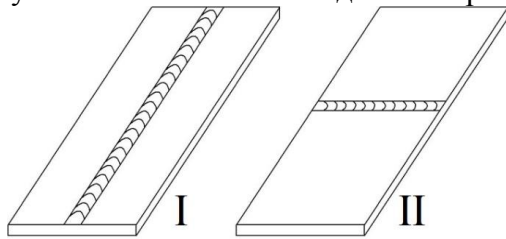


Рис. 2 – Схема розташування зварних швів у зразках: I – поздовжній шов, II – поперечний шов

З одержаних залежностей (рис. 3) видно різницю між значеннями сум амплітуд сигналів МАЕ ΣA_i для вихідних, напружених наявністю зварного шва та відпалених зразків. За сталої індукції магнетного поля B найбільші значення ΣA_i зареєстровано за перемагнечування вихідних зразків. У зразках зі зварними з'єднаннями значення ΣA_i знижується за рахунок присутніх у матеріалі напружень I-го роду, які зумовлюють зростання кількості центрів закріплення доменних стінок, що перешкоджають їх руху. Як і передбачалось, проведений нами релаксаційний відпал зумовив зняття напруженого стану у зразку, що у свою чергу підвищило активність руху доменних стінок за прикладеного змінного магнетного поля.

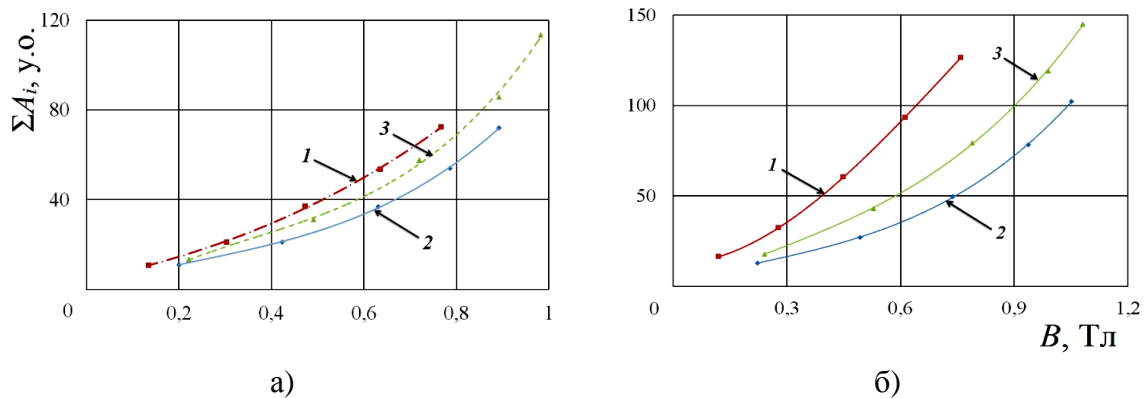


Рис. 3 – Залежності суми амплітуд сигналів МАЕ ΣA_i (в умовних одиницях) від амплітуди індукції перемагнечувального поля B для зразків з поздовжнім (а) та поперечним (б) швами: 1 – вихідний без шва, 2 – зразок зі зварним швом, 3 – відпалений зразок

Отже в результаті проведених експериментальних досліджень підтверджена чутливість параметрів сигналу МАЕ до залишкових напружень, викликаних наявністю зварного шва.

Список посилань

1. Касаткин Б. С. Напряжения и деформации при сварке / Б. С. Касаткин, В. М. Прохоренко, И. М. Чертов. – К.: Вища шк., 1987. – 246 с.
2. Кир'ян В. І. Механіка руйнування зварних з'єднань металоконструкцій / В. І. Кир'ян, В. А. Осадчук, М. М. Николишин. – Львів: СПОЛЮМ, 2007. – 320 с.
3. Трочун И. П. Внутренние усилия и деформации при сварке / И. П. Трочун. – М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1964. – 247 с.
4. Николаев Г. А. Сварные конструкции / Г. А. Николаев. – М.: Машгиз, 1962. – 552 с.
5. Shibata M. Magnetomechanical acoustic emission – a new method for non-destructive stress measurement / M. Shibata, K. Ono // NDT International. – 1981. – 14(5). – P. 227–234.
6. Назарчук З. Т. Технології відбору та опрацювання низькоенергетичних діагностичних сигналів / З. Т. Назарчук, В. Р. Скальський, Є.П. Почапський – К.: Наукова думка, 2014. – 304 с.

7. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Практикум [Текст] : [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. за напрямом «Інж. механіка»] / В. В. Попович, А. І. Кондир, Е. І. Плешаков та ін. – Львів : Світ, 2009. – 551 с.

УДК 69.003+624.15

В.В. Булат, ст. викладач
М.М. Корзаченко, викладач

Чернігівській національній технологічній університет, kaf.prom.byd@gmail.com

ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ МЕХАНІЗМІВ ФІНАНСУВАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ЧЕРНІГІВЩИНІ

Останнім часом відбувається масова зупинка продажу житла, яке пов'язане з очікуванням потенційних покупців зниження цін на нерухомість, продовжується скорочення обсягів іпотечного кредитування.

Тому для повернення довіри інвесторів повинні бути задіяні нові механізми фінансування житлового будівництва.

27 липня 2010 року набув чинності Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення державного регулювання у сфері будівництва житла», яким внесено суттєві зміни та доповнення в низку законодавчих актів у галузі будівництва об'єктів житлової забудови [1]. Згідно нової редакції ст. 4 Закону України «Про інвестиційну діяльність» фінансування будівництва може відбуватися:

А) через механізм інвестиційних компаній:

- інститути спільного інвестування (ІСІ), за допомогою Компанії по управлінню активами (КУА);

- фонди фінансування будівництва (ФФБ);

- фонди операцій з нерухомості (ФОН).

Б) через механізм емісії цінних паперів:

- цільові облігації;

- дисконтні облігації;

- відсоткові облігації;

- опціони.

Законодавчо передбачено основу для використання опціонних сертифікатів з залученням коштів через ІСІ (в тому числі закриті не диверсифіковані венчурні інвестиційні фонди, які мають право формувати активи за рахунок придбання похідних цінних паперів) в інвестиційно-будівельний проект (стаття 4 Закону України «Про інвестиційну діяльність», стаття 34 Закону України «Про інститути спільного інвестування», пункт 7 Рішення ДКЦПФР №572 [2]).

Зокрема, саме використання опціонів може повернути довіру інвесторів до забудовників.

Опціонний сертифікат – стандартний документ, що засвідчує право його власника на придбання в емітента опціонного сертифіката (опціонний сертифікат на придбання) або на продаж емітентові опціонного сертифіката (опціонний сертифікат на продаж) базового активу в строк та на умовах, визначених у проекті емісії цих опціонних сертифікатів. Згідно цивільного кодексу України опціон – стандартний документ, який засвідчує право придбати (продати) цінні папери (товари, кошти) на визначених умовах у майбутньому, з фіксацією ціни на час укладання опціону або на час такого придбання за рішенням сторін контракту. Згідно з рішенням Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку базовим активом може виступати об'єкт будівництва, що прийнятий в експлуатацію і об'єкт будівництва, що не прийнятий в експлуатацію [3].

Основними перевагами застосування опціонів в житловому будівництві є:

А) для інвестора:

- ціна, закріплена в опціоні, залишається сталою;
- ціна договору купівлі-продажу об'єкта нерухомості з часом не змінюється, що захищає покупця від можливого підвищення ціни на нерухомість в умовах інфляції;
- можливість контролю за рухом опціонних сертифікатів в межах фондової біржі (згідно з законодавством України обіг опціонів можливий лише на фондовому ринку).

Б) для емітента:

- відсутність обмежень на обсяг емісії опціонів;
- це дієвий інструмент для хеджування (страхування) ризиків та планування фінансових потоків підприємства;
- достатні гарантії, що в умовах нестабільного ринку власник опціонного сертифіката реалізує своє право на набуття базового активу;
- можливість поповнення оборотних коштів підприємства;
- незначні витрати часу та коштів емітента для процедури випуску опціонних сертифікатів;
- відсутність обмежень на розмір премії та вартість базового активу.

Як відмічалось авторами у попередніх наукових працях [4, 5] для Чернігівської області, де широко розповсюджені будівельні вироби із деревини та лісоматеріалів, перспективною є забудова із малоповерхових будинків зведених за «канадською» технологією будівництва. За цією технологією можна зводити двох – трьох поверхові будинки будь якого планування.

«Канадська» технологія домобудування в декілька разів швидша, дешевша, та з технологічного боку простіша ніж наше вітчизняне каркасне домобудівництво. Фундаменти не потребують значних розмірів завдяки малій вазі будинку, але потрібно враховувати місцеві умови. Найбільшого розповсюдження в даній технології набули мілко заглиблений монолітний стрічковий фундамент, та стовпчастий фундамент з монолітним ростверком [6]. Далі по периметру фундаменту улаштовують обв'язочний брус, до якого потім кріплять каркас будинку. Обв'язочний брус потрібно міцно закріпити до бетонної або залізобетонної основи (фундаменту) [7]. Далі на основу встановлюють каркас.

Одним із основних напрямів фінансування таких будов могли б стати, на нашу думку, зазначені додаткові джерела фінансування.

Список посилань

1. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення державного регулювання у сфері будівництва житла» від 29.06.10 №2367 – VI.
2. Рішення ДКЦПФР від 16.06.2009 №572 «Про затвердження Порядку реєстрації випуску опціонних сертифікатів та проспекту їх емісії».
3. Рубцова, О.С. Формування моделі фінансування будівництва через похідні цінні папери (опціони) / О. С. Рубцова // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Збірник наукових праць. Випуск 22. – К.: КНУБА, 2010.
4. Булат В. В. Особливості влаштування фундаментів малоповерхових будинків, зведених за «канадською» технологією будівництва / В. В. Булат, М. М. Корзаченко // Чернігівський науковий часопис Чернігівського державного інституту економіки і управління. Серія 2, Техніка і природа: електронний збірник наукових праць. – Чернігів: ЧДІЕУ, 2012. – № 1 (3). Т.1. – С. 87 – 91.
5. Прибитько І. О. Особливості зведення будинків за «канадською» технологією / Прибитько І. О., Корзаченко М. М. // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2013). (збірка тез). Третя міжнародна науково-практична конференція 14-16 травня, Чернігів, Україна. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – С. 114 – 115.
6. Caldarone M. A. High – Strength concrete a practical guide / Michael A. Caldarone. – London: Taylor & Francis Group, 2009. – 252 p.
7. Tomlinson M. Pile design and construction practice / Michael Tomlinson, John Woodward. – London: Taylor & Francis Group, 2008. – 551 p.

УДК 621.791.3:539.378

Г.П. Болотов, докт. техн. наук, професор

М.Г. Болотов, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, bolotovmg@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ТЛІЮЧОГО РОЗРЯДУ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТА ПАЯННЯ ВИРОБІВ ІЗ ПРОТЯЖНИМИ ПОРОЖНИНАМИ

Сучасний розвиток провідних галузей промисловості тісно пов'язаний із використанням нових конструкційних матеріалів, що володіють високими механічними та фізичними властивостями, з'єднання яких у вузлах нової техніки при її виробництві або ремонті представляє певні труднощі.

На сьогоднішній час ця проблема достатньо ефективно вирішується використанням дифузійного зварювання із застосуванням джерел нагрівання різної природи (радіаційне, індукційне та ін.). Низькотемпературна плазма тліючого розряду середніх тисків, що горить в середовищі нейтральних або активних газів, із успіхом застосовується у якості джерела енергії в технологічних процесах хіміко-термічної обробки, дифузійного зварювання та паяння, що супроводжуються суттєвим нагріванням виробів. Деталі, що обробляються або з'єднуються в цих процесах, є одним з електродів розряду – катодом, через катодну пляму на поверхні яких і здійснюється нагрівання.

Тліючий розряд як джерело поверхневого нагріву забезпечує ефективне нагрівання при зварюванні виробів самої різноманітної форми завдяки безпосередньому перетворенню електричної енергії у теплову на поверхні виробу.

Крім того, специфічна властивість тліючого розряду проникати у щілини та порожнини у деталях дозволяє здійснювати нагрівання виробів не тільки з зовнішньої, а й із внутрішніх поверхонь, тобто з середини виробу. Типовими представниками таких виробів є пластинчато-ребристі теплообмінники, що мають численні протяжні канали. Поверхнєве радіаційне нагрівання при паянні таких виробів не можна вважати ефективним, оскільки теплота з поверхні досить тривалий час проходить до серединних ділянок теплообмінника завдяки високому тепловому опору тонких пластинчастих елементів. Тліючий розряд, розповсюджуючись по каналах теплообмінника, забезпечує швидке і рівномірне об'ємне нагрівання, водночас скорочуючи витрати електроенергії.

Іншим типовим представником зазначених виробів є теплообмінні апарати кожухотрубчастого типу, що широко застосовуються теплоенергетиці, нафтопереробному та хімічному виробництвах. Основу теплообмінного вузла таких теплообмінників становлять трубні грати із численними, увареними в них протяжними трубками незначного діаметра. В процесі роботи трубки гріються ззовні відкритим полум'ям або іншим теплоносієм, внаслідок чого згодом спостерігається ерозія їх зовнішньої поверхні з можливою появою дефектів у вигляді свищів. Ремонт теплообмінного вузла вимагає його демонтажу, видалення дефектної трубки й зварювання нової.

Застосування тліючого розряду для ремонту дефектної трубки дозволяє обійтись без її видалення та заміни. Для цього з одного з торців усередину дефектної трубки в зону свища вводиться відрізок ремонтної трубки, по краях якої закріплюються кільця з фольги припою. Оскільки забезпечити флюсування зони паяння неможливо, необхідно застосовувати припої, що сам офлюсуються. Один з вихідних отворів трубки герметично з'єднується з форвакуумним насосом і системою подачі робочого газу, а з іншого кінця через герметичне ущільнення на ізоляторах вводиться анод тліючого розряду. Між трубкою та анодом запалюється тліючий розряд і при тисках газу до 1 кПа здійснюється нагрівання зони паяння до необхідної температури за допомогою зміни струму розряду.

УДК 621.791.011

І.В. Нагорна, аспірант
О.О. Новомлинець, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, zavalnaya89@gmail.com
Є.В. Половецький, канд. техн. наук
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, м. Київ, Україна, evgesha@ukr.net

ВИВЧЕННЯ БАР'ЄРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІОННО – МОДИФІКОВАНИХ ШАРІВ

Важливими характеристиками будь-якого приладу є його надійність і довговічність. На даному етапі розвитку термоелектричних модулів (ТЕМ) їхня надійність і довговічність знаходиться на низькому рівні. Саме тому на сьогоднішній день ведуться дослідження в області удосконалення конструкції ТЕМ з метою збільшення їх терміну служби. Найбільш перспективним напрямком збільшення терміну служби ТЕМ визнано проблему вивчення властивостей бар'єрного покриття і способу його нанесення [1].

Як відмічають автори [2], одним з найефективніших традиційних термоелектричних матеріалів, використовуваних сьогодні для виготовлення робочих елементів термоелектричних приладів і обладнань є телурид вісмуту Bi_2Te_3 . Для виготовлення комутаційних пластин термоелементів, найчастіше використовують Cu , Cr , Ni , Ti , Ag , Au та їх сплави [3]. Не дивлячись на те, що телурид вісмуту Bi_2Te_3 є одним з найефективніших традиційних термоелектричних матеріалів, він володіє різко вираженою анізотропією властивостей, внаслідок чого коефіцієнти дифузії та самодифузії будуть залежати від кристалографічного напрямку. Коефіцієнти дифузії для всіх домішок сильно анізотропні, а для Cu , Ag і Au вони до того ж і надзвичайно великі. Велика швидкість дифузії Cu , Ag і Au в напрямку площин відколу обумовлена слабким зв'язком і великими проміжками між шарами $\text{Te}^{(1)} - \text{Te}^{(1)}$ [3]. Автори [4] висувають іншу точку зору – передбачається, що Cu (чи інший матеріал шару провідника) швидко дифундує уздовж дислокацій, щільність яких у напрямку різних осей сильно розрізняються. Сильна анізотропія швидкості росту Bi_2Te_3 і його твердих розчинів призводить до того, що при кристалізації з плоскою межею розподілу твердої і рідкої фази утворюється «спрямована» структура, в якій площина спайності зерен орієнтуються паралельно осі злитка (по нормалі до фронту кристалізації). Через утворення такої структури стає можлива дифузія атомів шару провідника в напівпровідник. Для запобігання зустрічної дифузії атомів і збільшення терміну служби ТЕМ застосовують дифузійні бар'єрні шари. Ці шари розділяють провідник і напівпровідник в місці їх контакту та наносяться на поверхню напівпровідника різними способами. Однак така технологія не завжди дозволяє досягти потрібного результату, внаслідок впливу антидифузійного шару на структуру напівпровідникового матеріалу та працездатність ТЕМ. Тому автори даної роботи вважають за доцільне виконувати нанесення бар'єрного шару безпосередньо на поверхні комутаційної пластини методом іонної імплантації.

Поряд із технологією нанесення антидифузійного шару, актуальним є вибір оптимального матеріалу прошарку та його товщини, який би дозволив запобігти дифузії атомів шару провідника (Cu) в напівпровідник (Bi_2Te_3).

Дослідження дифузійних процесів Cu в бар'єрний шар, за умови створення цього шару методом іонної імплантації, було проведено для антидифузійних прошарків виконаних з Cr , Ni та Ti . Розрахунок коефіцієнта дифузії D , який є однією з найбільш важливих величин, яка визначає швидкість дифузії, визначався користуючись залежністю коефіцієнта дифузії від температури (закон Арреніуса). З результатів розрахунків видно, що найбільший коефіцієнт дифузії ($D_{\text{Cu}-4\% \text{Ni}} = 4,8 \times 10^{-8} \frac{\text{cm}^2}{\text{c}}$) властивий парі $\text{Cu} - \text{Ni}$. Це пояснюється тим, що Ni , відповідно до діаграми стану подвійних сплавів,

взаєморозчинний з Cu і не може якісно блокувати її дифузію в напівпровідник. Розрахунки для пари Cu – Cr показали найменше значення коефіцієнта дифузії ($D_{Cu-2.43\%Cr} = 9 \times 10^{-10} \frac{cm^2}{c}$), що може свідчити про можливість блокування дифузії атомів шару провідника (Cu) в напівпровідник (Bi_2Te_3). Саме за рахунок обмеженої розчинності Cr в Cu можливе використання цього матеріалу в якості ефективного бар'єрного шару.

Для визначення необхідної товщини антидифузійного прошарку, який би гарантовано блокував дифузію атомів шару провідника (Cu) в напівпровідник (Bi_2Te_3), користувалися законом Фіка. Час дифузійного процесу для розрахунків середньої глибини дифузійного шару приймався рівним $10,8 \times 10^6$ секунд, оскільки, в середньому, довговічність ТЕМ складає 3000 годин роботи в циклічному режимі.

Отже, серед запропонованих бар'єрних прошарків найменшим коефіцієнтом дифузії Cu володіє шар Cr, тому саме для цього матеріалу було проведено розрахунок необхідної глибини дифузійного шару. Відповідно до проведених розрахунків товщина бар'єрного прошарку повинна складати $X_{(Cu-2.43\%Cr)} = 30 - 50$ мкм, яка буде гарантувати блокування дифузії атомів шару провідника (Cu) в напівпровідник (Bi_2Te_3).

Список посилань

1. Пат. 2425434 Российская Федерация, Патент RU 2425434. Способ изготовления термоэлектрического модуля с увеличенным сроком службы / Башков В.М.; Беляева А.О.; Горбатовская Т.А. и др. заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана" (RU), Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственное объединение "Кристалл" (RU). – заявл. 22.10.2009; опубл. 27.07.2011.
2. Горський П. В. Електропровідність контактуючих часток термоелектричного матеріалу / П. В. Горський, В. П. Михальченко // Термоелектрика. – 2013. – № 2. – С. 12 – 18.
3. Тушенцова Екатерина Николаевна. Термоэлектрический модуль (ТЭМ) [Электронный ресурс] // Четвертая Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая весна 2011: Машиностроительные технологии» / МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Электрон. дан. – М.: МГТУ, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: ПЭВМ, ОС Windows. – Режим доступа: <http://studvesna.qform3d.ru?go=articles&id=351>. – Загл. с экрана. – № гос. регистрации 0321100671.
4. Пат. 2173911 Российская Федерация, МПК C23C 14/00, МПК H01J 37/00, МПК H05H 1/00. Получение электродуговой плазмы в криволинейном плазмоведе / Додонов А.И.; Башков В.М.; заявитель и патентообладатель Додонов Александр Игоревич, Башков Валерий Михайлович. – № 99123361/09; заявл. 04.04.1997; опубл. 20.09.2001.

УДК 621.793

И.А. Селиверстов, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Дмитриев, докт. техн. наук, профессор

Херсонский национальный технический университет, sia-72@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШТАМПОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Работоспособность штампового оборудования механизмов, а также инструмента, применяемого для изготовления строительного материала (силикатного кирпича, газобетона) определяется стойкостью материала, из которого они изготовлены. Воздействие щелочных сред на стали при повышенном механическом износе вызывает их активную коррозию и коррозионный износ. Данные виды разрушений имеют различную

природу и, следовательно, для защиты от этих видов разрушений необходимы и различные металлургические и металловедческие подходы.

В частности в условиях предприятия ПАТ "Таврійська будівельна компанія" используют прессы немецкой компании Lasco Umformtechnik, которые представляют собой основной элемент технологии производства силикатного кирпича. Длительное выдерживание точности полученных изделий (кирпичей) возможно только при использовании надежных инструментальных сталей из которых изготовлены специальные разменные штампы.

Вследствии актинового износа, штампы подлежат замене, сроки эксплуатации штампов зависят от состава и реологии частиц формовочной смеси.

В условиях сложной экономической ситуации с учетом импортной комплектации, такая замена является дорогостоящей. Поэтому завод-производитель активно ищет возможность замены немецких штампов на штампы производимые на территории Украины.

В этой связи, подбор соответствующей марки стали, режима термической или химико-термической обработки является первоочередной задачей, что в дальнейшем обеспечит длительную работу штампа.

Согласно договора между ХНТУ и ПАТ "Таврійська будівельна компанія", предприятием были предоставлены образцы штампов.

Для исследований применялись стандартные методики металлографического анализа и замера твердости.

В исходном состоянии (рис. 1) штамп представлял собой трехслойную структуру: поверхность штампа (рис.1, а) представляет собой насыщенный слой карбидов, глубиной порядка 50-70 мкм, твердостью 64-65 HRC, второй высокоуглеродистый слой с типичной сеткой карбидов (рис.1, б), толщиной 1,5-1,8 мм, твердостью не менее 62 HRC и сердцевина штампа представляла собой структуру низколегированного отпущенного мартенсита, твердостью 40HRC.

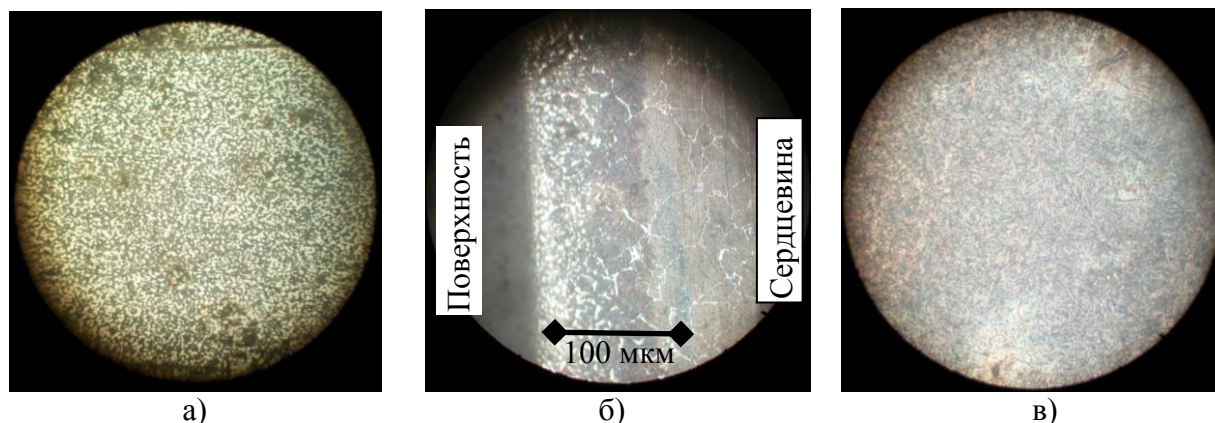


Рис. 1 – Исходное состояние штампа: а) шлиф по рабочей поверхности б) поперечный шлиф в) структура сердцевины штампа

Судя по первичному анализу поперечного шлифа, мы видим отсутствие четкой переходной зоны между слоями и соответственно можно сделать предположение о диффузионном насыщении поверхности штампа. Как известно в промышленном масштабе диффузионные покрытия применяют для низко и высокоуглеродистых сталей. В частности диффузионные покрытия хромом наносят в целях повышения стойкости к коррозии и особенно повышают износостойкость при истирании [1, 2].

Для проверки адекватности предположения в дальнейшем был проведен полный цикл термической обработки, заключающийся в отжиге образцов при температуре 920-950⁰С, с последующей закалкой (920 – 950⁰С + вода) и низкотемпературный отпуск 200⁰С. В результате отжига твердость поверхности составляла 35 HRC, а сердцевины 165HB,

поверхностный слой образцов состоял в основном из тех же карбидов хрома, температура разложения которых согласно [3] выше 1560°C , расположенных в мягкой перлитной матрице.

Серцевина имела ферритно-перлитную структуру с приблизительным содержанием углерода 0,3%. После закалки поверхностный слой приобрел структуру нетравящегося отбеленного слоя с твердостью 66- 67 HRC, что свидетельствует о высоком содержании количества углерода $\approx 4,5\%$, такое количество углерода обуславливается наличием около 5-8% Cr. После отпуска структуры слоев штампа соответствовали исходному состоянию.

Выводы

1. В результате металлографического анализа и замеров твердости, установлено, что поверхность штампа подвергалась диффузионному насыщению хромом и углеродом (карбохромирование) с последующей термробработкой.

2. Согласно проведенным исследованиям сталей для изготовления штампов наиболее соответствующими по твердости и микроструктуре являются низколегированные стали марок 25ХГМ, 25ХГТ.

Список ссылок

1. Ляхович, Л.С. Многокомпонентные диффузионные покрытия [Текст] / Л.С. Ляхович, А.Г. Ворошнин, Г.Г. Панич [и др.] // Минск: Наука и техника. 1974. – 295 с.
2. Земсков, Г.В. Многокомпонентное насыщение металлов и сплавов [Текст] / Г.В. Земсков, Р.Л. Коган // М.: Металлургия. 1978. – 208 с.
3. Диаграммы состояния двойных металлических систем [Текст] : справочник в 3-х т. / Под ред. Н.П. Лякишева. Т.2: справочное издание. – М.: Машиностроение, 1997 – 1023 с.

УДК 667.64:678.026

И.А. Селиверстов, канд. техн. наук, доцент

Херсонский национальный технический университет, sia-72@yandex.ru

Г.Н. Троцан, аспирант

Херсонская государственная морская академия, Galina_angel@bigmir.net

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ Fe - Al

Нанесение плазменных покрытий на детали машин, механизмов, устройств и сооружений способствует повышению функциональных свойств поверхностей, взаимодействующих с другими деталями, веществами и потоками энергии [1]. При этом немаловажным является замена дорогостоящих материалов для покрытия, более дешевыми, а дефицитные материалы – общедоступными [2]. Особый интерес представляют плазменные покрытия, на основе Fe-Al.

Прочность сцепления плазменных покрытий к основе является наиболее важной механической характеристикой, самыми простыми по методике определения прочности являются методы прямого отрыва: штифтовой и «грибков», метод «грибков» не имел широкого применения из-за низкой прочности клеевой основы. В работах [3] разработан состав эпоксикомпозиционного материала, позволяющего повысить прочность сцепления покрытия с подложкой до 80 МПа. В этой связи применение метода «грибков» для определения прочности плазменных покрытий стало более распространенным.

Целью работы является определить прочность сцепления плазменных покрытий на основе компонентов Fe - Al.

Для получения покрытий выбрано три состава исходных порошков одинаковой фракции 63 мкм: интерметалид Fe_3Al , механическая смесь $\text{Fe}_{28}\text{Al}_{15}\text{Cr}$ (28% Fe, 5% Cr,

остальное Al) и механическая смесь порошка ПЖ1 и Al в соотношении 70% и 30% соответственно. Испытания проводили на разрывной машине P5, диаметр рабочей части стальных образцов $d = 25$ мм. Испытания проводили для покрытий толщиной $h = 200$ мкм.

Проанализировав результаты проведенных испытаний, установлено следующее: наибольшая прочность сцепления 24,4 МПа у покрытия на основе Fe_3Al с толщиной нанесенного слоя 200 мкм, наименьшая с применением ПЖ+Al (70+30)%. 16,7 МПа. Промежуточное значение 20 МПа у покрытий $Fe_{28}Al_{15}Cr$.

Анализ проведенных исследований показывает, что наибольшей адгезионной прочностью обладает покрытие на основе порошка Fe_3Al , но оно является более дорогим, по сравнению с покрытием из порошка на основе ПЖ+Al, которое схоже по адгезионным свойствам.

Список ссылок

1. Плазменное напыление порошковых покрытий НПФ «Плазмацентр». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.plasmacentre.ru/technology/17.php>.
2. Кудинов В.В. Теория, технология и оборудование. Нанесение покрытий напылением / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
3. Исследование влияния модификатора 2-метил-2-тиоцианато-3-(4-тиоцианатофенил) пропионамида на структуру и свойства эпоксидной матрицы / [Букетов А.В., Браило Н.В., Сапронов А.А., Яцюк В.Н., Акимов А.В.] // Механика композиционных материалов и конструкций. Том 20. – №4. – с. 539 – 554.

УДК 621.793.74

В. К. Фурман, аспірант

О. С. Шагів, магістр

А. В. Чорний, канд. техн. наук, доцент

І.В. Смирнов, докт. техн. наук, професор

Національний технічний університет України «КПІ», luga-sava@mail.ru

А.Ю. Андрейцев, канд. фіз-мат. наук, доцент

Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ

ЗМІЦНЕННЯ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ СИСТЕМИ Ni-Cr-B-Si ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НАНОПОРОШКІВ

На сьогоднішній день зміцнення поверхневих шарів та нанесення захисних покриттів широко застосовується в матеріалознавстві. Існуючі на даний час обладнання, матеріали та технології плазмового напылення, не завжди задовільняють сучасним вимогам до таких характеристик покриттів, як зношення тертям, стійкість до термоциклювання, адгезійно-когезійна міцність тощо. Одним з ефективних способів керування структурою та підвищення експлуатаційних властивостей напылених покриттів, є введення в їх матрицю нанодисперсних добавок. Серед перспективних нанокомпонентів для практичного застосування є різноманітні види нанопорошків оксидів алюмінію, титану, кремнію та інші [1].

Так, у роботі [2] наведені результати випробувань на зношення наплавленого металу типу 40X13, 25XГ2С, 300X28М, модифікованого наноксидами алюмінію, титану та кремнію через зварювальну ванну за різними схемами введення. Показано, що введення у зварювальну ванну наноксидів призводить до помітного підвищення зносостійкості наплавленого металу у 5–7 разів, тоді як при застосуванні традиційних підходів на базі зміни системи легування тільки у 1,5 – 3 рази. А в роботі [3], експериментальні результати показали, що плазмові покриття CSZ (церій-церконій) + Nano Al_2O_3 мають кращі характеристики стійкості до теплової циклічності, в порівнянні з CSZ + Micro Al_2O_3 і звичайними CSZ термозахисними покриттями.

Встановлення оптимальних значень вмісту наноконпонентів у плазмових покриттях проводилося шляхом визначення зносостійкості, стійкості до термоциклювання та мікротвердості. Процес зношення досліджували в умовах сухого тертя на машині СМЦ-2 за схемою ролик (контртіло загартована сталь У8) – плоский зразок з покриттям, при навантаженні 3 кг. Мікротвердість отриманих покриттів визначали вдавленням алмазної піраміди Віккерса з навантаженням 0,98 Н на приладі ПМТ-3. Стійкість до термоциклювання проводили шляхом нагрівання зразків протягом 3 хв в муфельній печі при температурі $850 \pm 20^\circ\text{C}$, та різкого охолодження у воді.

У якості наноконпонентів застосовували порошок оксиду алюмінію Al_2O_3 фракцією 50–60 нм, який вводився у концентраціях від 0,2 об.% до 5 об.%. Для приготування гомогенної порошкової суміші з мікро- та наночастинок застосовували механохімічну обробку в планетарному кульовому млині XQM-2 з додатковим вакуумуванням робочих ємностей.

Напилення порошоків здійснювали плазмотроном з частково винесеною дугою і додатковим обдуванням плазмового струменя концентричним потоком захисного газу. Струм дуги встановлювався в межах 80–90 А, напруга 40–50 В, продуктивність до 4 кг/год із загальною витратою газу (аргону) 5 л/хв.

Для створення однорідної структури зразки з напиленими покриттями піддавали оплавленню в муфельній печі при температурі $(1050 \pm 20)^\circ\text{C}$ впродовж 5 хв.

Проведені випробування на зношування в умовах сухого тертя (рис. 1) показали, що діапазон оптимальних значень вмісту нанопорошку знаходиться в межах 0,2–1,0 об.% при застосуванні порошку на основі самофлюсівного сплаву системи Ni-Cr-B-Si (ПГ-СР2).

При порівнянні значень мікротвердості плазмових покриттів виявлено незначну залежність мікротвердості напилених шарів від збільшення концентрації нанорозмірних частинок (рис. 1). Максимальне значення мікротвердості встановлено при 0,2 об.% нанопорошку, і становить 4,8 ГПа.

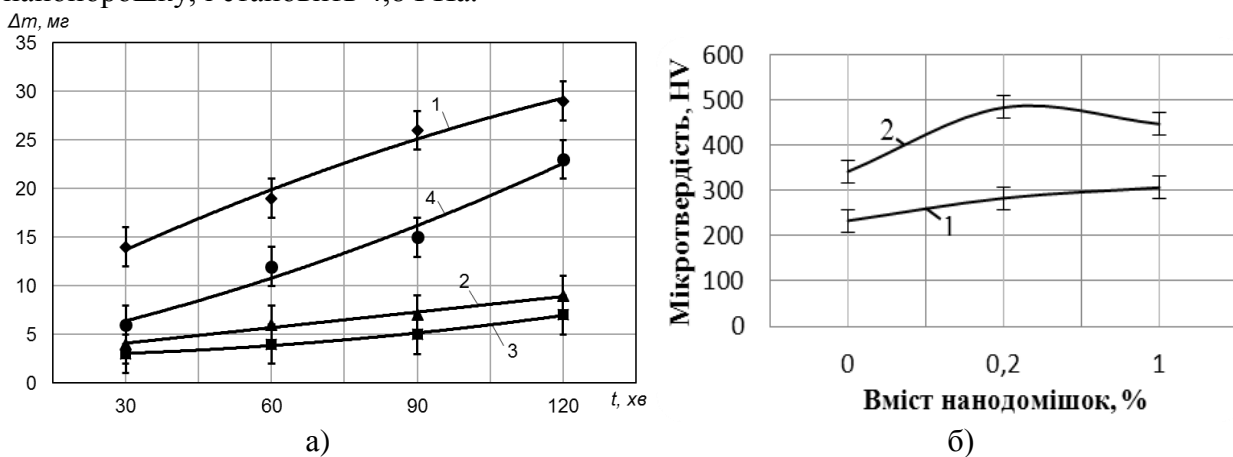


Рис. 1 – Кінетика зношування оплавлених а): 1 – покриття з Ni-Cr-B-S, 2 – покриття з Ni-Cr-B-S+0,2% Al_2O_3 , 3 – покриття з Ni-Cr-B-S+1% Al_2O_3 , 4 – покриття з Ni-Cr-B-S+5% Al_2O_3 та порівняння мікротвердості б) плазмових оплавлених (1) та неоплавлених (2) покриттів Ni-Cr-B-S з додаванням нанодисперсного порошку Al_2O_3

В результаті проведених випробувань на стійкість до термоциклювання можна зробити висновок, що всі покриття витримали 50 термоциклів без відшарування. При цьому, покриття без домішок нанопорошку, вже після перших 15 циклів мали потемніння, а після 50 циклів сильно окиснену і пошкоджену поверхню.

Таким чином, в результаті проведених експериментів встановлено, що оптимальне значення введення нанодисперсного оксиду алюмінію до складу самофлюсівного порошку системи Ni-Cr-B-S становить 0,2% – 1% об'ємні долі. При цьому мікротвердість зростає на 25 – 40 % і відбувається підвищення зносостійкості плазмово-напиленних покриттів у 2,5 – 3 рази.

Список посилань

1. Модифікування плазмово-напиленних покриттів застосуванням плакованих та нанодисперсних порошоків/ [І.В. Смирнов М.А. Долгов, А.В. Чорний, В.К. Фурман, І.А. Селіверстов.] // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. – 2015. – Випуск № 51. – С. 199 – 204.
2. Кузнецов, В.Д. Износостойкая наплавка с вводом в сварочную ванну нанопорошков / В.Д. Кузнецов, Д.В. Степанов // Автоматическая сварка. – 2015. – №5. – С.52 – 56.
3. Microstructural analysis and thermal shock behavior of plasma sprayed ceria-stabilized zirconia thermal barrier coatings with micro and nano Al_2O_3 as a third layer / [M. Nejadi, M.R. Rahimipour, I. Mobasherpour, A.H. Pakseresht] // Surface and Coatings Technology. – 2015. – Vol. 282. – pp. 129 – 138.

УДК 621.791.9:519.81

Н.А. Долгов, докт. техн. наук, доцент

Институт проблем прочности имени Г.С. Писаренко НАН Украины, dna@ipp.kiev.ua

К.В. Заичко

Государственный научно-исследовательский институт, dndi@ukr.net

Е.В. Вихирева-Цинаридзе

ООО «КБ Орловский», г. Киев

А.В. Бесов, канд. техн. наук, с.н.с.

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, г. Киев

И.В. Смирнов, докт. техн. наук, профессор

Национальный технический университет Украины «КПИ», smirnovkpi@gmail.com

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПЛАЗМЕННО-НАПЫЛЕННОГО ПОКРЫТИЯ

Износостойкие плазменно-напыленные покрытия широко используются в различных отраслях машиностроения. В работе исследовали керамические (Al_2O_3) и композиционные ($Al_2O_3/Ti/Al$) покрытия, полученные методом плазменного напыления. Также исследовали покрытия на основе никелевых самофлюсирующих NiCrFeBSi сплавов. Для оценки качества покрытий использовали метод весовых факторов в комбинации с методом нелинейной нормализации данных и модифицированным методом цифровой логики [1].

Для проведения экспериментальных исследований были напылены покрытия из порошков чистого и плакированного тонкими металлическими PVD пленками оксида алюминия, а также композиционного самофлюсирующего порошка NiCrFeBSi с добавлением 0,5 – 1 мас.% нанодисперсного Al_2O_3 (фракцией 40 – 50 нм). Плакирование порошков Al_2O_3 производилось на вакуумно-дуговой установке, которая оборудована специально разработанным вибрационным устройством для их перемешивания [2].

Было доказано, что применение нанодисперсного порошка оксида алюминия вместе с частицами крупной фракции приводит к формированию неоднородной структуры покрытия, что, в свою очередь, является причиной ухудшения механических характеристик покрытий. Для достижения однородной микроструктуры NiCrFeBSi покрытий их подвергали оплавлению. Определяли износостойкость, микротвердость, прочность сцепления на отрыв и остаточные напряжения (см. табл. 1). Более детально

экспериментальные исследования описаны в работе [3]. Исследовали влияние на износостойкость и характеристики прочности порошков разных составов.

Таблица 1 – Механические характеристики плазменно-напыленных покрытий

Вариант	Материал покрытия	Порошок для напыления	Относительная износостойкость	Микротвердость, H_{μ} , ГПа	Прочность сцепления, $\sigma_{отр}$, МПа	Остаточные напряжения σ_R , МПа
1	Al ₂ O ₃	Керамический	1	9,7	16	-26
2	Al ₂ O ₃ /Ti/Al	Керамическое ядро с двухслойной PVD пленкой	6,3	11,3	37	-17
3	NiCrFeBSi	Самофлюсирующий	2,1	3,1	53	83
4	NiCrFeBSi+Al ₂ O ₃	Композиционный	3,9	4,3	58	67

Использование плакированных керамических порошков с оболочками из таких металлов как титан и алюминий, способствует формированию низкопористых плазменно-напыленных покрытий, снижению остаточных напряжений в них и повышению характеристик прочности. Добавление к составу самофлюсирующих порошков нанодисперсного оксида алюминия приводит к повышению износостойкости, прочности сцепления и уменьшению остаточных напряжений.

В работе для выбора материала покрытия использовали методы принятия решений. Были рассчитаны весовые коэффициенты для различных характеристик покрытий с использованием модифицированного метода цифровой логики [1]. Определены критические значения характеристик покрытий. Проведена апробация нелинейного метода нормализации. Предложен усовершенствованный подход по использованию нелинейного метода нормирования значений остаточных напряжений, которых могут быть как сжимающими, так и растягивающими. Проведен расчет индексов эффективности характеристик покрытий, на основе которых сделан вывод о качестве покрытий. В результате ранжирование (от лучшего к худшему) имеет следующий вид: Al₂O₃/Ti/Al — NiCrFeBSi+Al₂O₃ — NiCrFeBSi — Al₂O₃.

Для верификации усовершенствованного метода выбора был использован подход на основе приоритетного индекса (ПИ), снижающий влияние человеческого фактора [4]. Была создана матрица принятия решений и проведено нормирование экспериментальных данных для дальнейшего использования. Определены значение величины изменения приоритета для всех характеристик и общее значение ПИ. Полученное ранжирование подобно вышеприведенному.

Сделан вывод, что для выбора материала износостойкого покрытия, целесообразно использовать методы принятия решений. Наилучшими функциональными характеристиками обладают покрытия из плакированного порошка Al₂O₃/Ti/Al.

Список ссылок

1. Dehghan-Manshadi B. A novel method for materials selection in mechanical design: Combination of non-linear normalization and a modified digital logic method / B. Dehghan-Manshadi, H. Mahmudi, A. Abedian, R. Mahmudi // Materials and Design. – V. 28. – 2007. – P. 8 – 15.
2. Пат. № 89851 України, МПК (2014) B22F1/00 Пристрій для плакування порошків у вакуумі / І.В. Смирнов, І.А. Селіверстов, А.В. Чорний, В.Ю. Ковальчук; заявл. 31.12.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8.
3. Смирнов І.В. Модифікування плазмово-напиленних покриттів застосуванням плакованих нанодисперсних порошків / І.В. Смирнов, М.А. Долгов, А.В. Чорний та інш. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2015. – Вип. 51.– С. 199 – 205.

4. Maniya Kalpesh A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method / Kalpesh Maniya, M.G. Bhatt // Materials and Design. – V. 31. – 2010. – P. 1785 – 1789.

УДК 621.791.18

О.О. Новомлинець, канд. техн. наук, доцент
С.В. Олексієнко, канд. техн. наук, доцент
С.М. Ющенко, аспірант
Т.В. Ганєєва, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, oon1@ukr.net, rasssveta@ukr.net

ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА МІКРОКАНАЛЬНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ

Протягом останніх десятиліть у багатьох галузях промисловості широко використовуються мікроканальні теплообмінники, зокрема в аерокосмічній та автомобільній техніці, атомній енергетиці, хімії та нафтохімії, електроніці, мікроелектромеханічних пристроях. Такі теплообмінники забезпечують високу інтенсивність теплообміну та міцність апаратів, а використання їх у різних агрегатах дозволяє суттєво скоротити об'єми робочих рідин, що знаходяться у системах [1].

Останнім часом значного розповсюдження набули мікроканальні теплообмінники (МСНЕ), виготовлені повністю з алюмінію [1-3], що не тільки забезпечує легкість виробу, а й попереджує виникнення електрохімічної корозії.

На відміну від традиційних, такі теплообмінники є більш міцними, компактними, енергоефективними та надійними в експлуатації. Вказані переваги досягаються завдяки конструктивним особливостям мікроканальних теплообмінників [3]. По-перше, вони складаються з пластин з мікроканалами (діаметром від 10 мкм до 1 мм), що збільшують сумарну площу внутрішньої поверхні, до яких приєднується оребрення особливої форми. По-друге, колектори з розділювальними перегородками забезпечують найбільш ефективний розподіл холодоагента по мікроканалам. По-третє, завдяки високій корозійній стійкості алюмінію повністю відсутній ризик виникнення гальванічної корозії, якої у звичайних теплообмінниках при контакті двох металів (міді та алюмінію) неможливо уникнути внаслідок протікання гальванічних струмів.

У промислових застосуваннях термін «мікро» відноситься до внутрішньої структури теплообмінних апаратів, у той час як сумарні характеристики їх продуктивності досягають значних величин [4].

Складна конструкція та значні габарити теплообмінників потребують пошуку та використання найбільш технологічного методу їх виготовлення та одержання якісних нероз'ємних з'єднань у характерних вузлах. Необхідно забезпечити високу міцність і збереження проектної форми даних виробів, особливо з'єднань мікроканальних пластин зі складними за конфігурацією ребристими елементами. У той же час внаслідок підвищеної проблематики з'єднання алюмінію через наявність міцної тугоплавкої оксидної плівки на його поверхні важливим завданням є гарантоване та швидке видалення її із зони контакту деталей.

При виготовленні алюмінієвих теплообмінників зазвичай використовують такі способи одержання нероз'ємних з'єднань: паяння у флюсових ваннах, паяння у контрольованій атмосфері, паяння та зварювання у вакуумі. Однак, попри значні переваги цих способів, кожен з них характеризується суттєвими недоліками. Наприклад, паяння у флюсових ваннах потребує великої кількості флюсу, причому у розплавленому флюсі може відбуватися ерозія, що особливо негативно позначається на якості теплообмінників.

Паяння у пічах з регульованою атмосферою передбачає необхідність введення у піч високовартісного захисного газу, що потребує використання спеціальних установок. Останній спосіб порівняно з іншими способами паяння завдяки вакуумованому середовищу є більш доцільним з точки зору ефективності видалення оксидної плівки. Проте вакуумне паяння є довготривалим процесом та потребує ретельної підготовки поверхні перед з'єднанням. У цьому відношенні ефективнішим є дифузійне зварювання у вакуумі, при якому завдяки внесенню між деталями, що зварюються, проміжних прошарків та прикладення до них притискних зусиль інтенсифікується видалення оксидної плівки. Тому необхідно шукати способи підвищення технологічності процесу з'єднання алюмінію та шляхи прискорення видалення оксидної плівки із зони з'єднання.

Вищевикладені міркування та проведений аналіз існуючих способів інтенсифікації видалення оксидної плівки дозволили нам запропонувати для з'єднання алюмінію дифузійне зварювання у вакуумі з використанням проміжних прошарків визначеного складу, які дозволяють отримати необхідні реагенти в процесі нагрівання [5]. Представлений спосіб забезпечує фізичний контакт поверхонь за рахунок змочування їх рідкою легкоплавкою евтектикою системи Al-Si, що виникає у результаті проходження контактано-реактивного плавлення при введенні у контакт композиції на основі силікату натрію. Ця евтектична суміш і обумовлює диспергування оксидної плівки та видалення її із зони з'єднання.

Крім того, завдяки використанню прошарку зазначеного складу досягається зменшення обсягу підготовчих робіт, які виконуються перед зварюванням. Завдяки клейовим властивостям суміші, що наноситься промазуванням деталей, спрощується складання виробів. Таким чином, технологічність процесу підвищується.

Отже, використання дифузійного зварювання у вакуумі зазначених виробів через прошарок евтектичного складу відкриває більші можливості завдяки використанню вакуумованого середовища та зведення до мінімуму факторів, які перешкоджають процесу дифузії. При цьому технологічність процесу зростає, якщо забезпечити умови, при яких відпаде необхідність ретельної і складної підготовки деталей до зварювання, та створити умови для ефективного транспортування кремнієвмісного середовища до чистого алюмінію під оксидною плівкою.

Актуальним завданням досліджень у галузі виробництва мікроканальних теплообмінників є розробка технологічних прийомів процесу з'єднання алюмінію, які можуть забезпечити ефективність видалення оксидної плівки за короткий проміжок часу, що є особливо важливим при отриманні прецизійних з'єднань тонкостінних конструкцій.

Список посилань

1. Бараненко, А. В. Миниканальные теплообменники в холодильной технике [Текст] / А.В. Бараненко, Ю.А. Лаптев, Д.М. Говалыг // Научный журнал НИУ ИТМО, Серия "Холодильная техника и кондиционирование". – 2014. – №.3. – С.1 – 8.
2. Westphalen, D. Microchannel Heat Exchangers [Text] / D. Westphalen, K. W. Roth, J. Brodrick // ASHRAE Journal, 2003. – P. 107 – 108.
3. Микроканальные теплообменники Danfoss [Текст] // Холодильная техника. – 2011. – №.8. – С. 37 - 38.
4. Солодов, А.П. Тепломассообмен в энергетических установках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://twf.mpei.ac.ru/solodov/hmt-ebook_2009/.
5. Олексієнко, С.В. Спосіб реактивно-флюсового паяння алюмінію [Текст] / С.В. Олексієнко, Р.А. Куликовський, В.О. Мартиненко, С.М. Ющенко // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2013. – №.2. – С. 84 – 87.

УДК 332.83:643/645(477)

С.В. Завацький, канд. фіз.-мат. наук, доцент
А.І. Сергеев, Заслужений будівельник України, викладач
 Чернігівський національний технологічний університет, kaf.prom.bud@gmail.com

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ОДИН З ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Проблема енергоефективності житлово-комунального господарства (ЖКГ) вирішується в Україні вже більше двох десятиліть. Основні принципи державної політики у сфері визначені Законом України «Про енергозбереження» №74/94-ВР від 1.07.1994 року та наступними Законами України «Про теплопостачання», «Про електроенергетику», «Про альтернативні види палива», «Про альтернативні джерела енергії», «Про використання біологічних видів палива» та ін., а також відповідних Постанов Кабміну України, галузевих та регіональних програмах.

В Україні з 1993 року розпочато введення нових норм теплового захисту житлових будинків (зміни у СНиП П-3-79). Норми нового покоління за ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель», зі змінами вступили в дію з 01.07.2013 року. Порівняння вітчизняних норм з нормами країн ЄС щодо опору теплопередачі огорожувальних конструкцій засвідчують їх відповідність вимогам Євростандартів з енергоефективності будинків (Табл. 1).

Таблиця 1 – Норми опору теплопередачі огорожувальних конструкцій для першої температурної зони України та норми країн ЄС

Країна	Опір теплопередачі, (м ² К)/Вт				Питомі тепловитрати кВт-год/м ²
	Стіни	Горищні покриття	Перекриття над неопалюваними підвалами	Вікна	
Україна	3,3	4,95	3,75	0,75	50-150
Польща	3,0	3,0	3,0	0,5	70-100
Словаччина	3,1	5,0	5,0	0,59	30-100
Литва	3,33	5,55	4,0	0,52	-
Данія	3,3	5,0	3,4	0,4	55
Фінляндія	3,5	4,5	4,5	0,47	-
Росія	2,9	3,7	4,2	0,4	95-195
Німеччина	5,0	5,8	3,5	0,7	30-70
Канада	3,2-4,1	6,6	6,6	0,6	30-70

Слід зазначити, що більша частина вітчизняного житлового фонду побудована до 1994 року, питомі тепловитрати якого в 3-4 рази перевищують сьгоднішні нормативи. Термомодернізація цього фонду сьогодні практично не проводиться. Вибірковий аналіз проектів сучасних будівель та багатоповерхових житлових будинків збудованих в Україні за новими нормативами показав, що втрати тепла крізь зовнішні стіни складають приблизно до 10%, підвальні та горищні перекриття до 30%, віконні та дверні прорізи до 30%. Не дивлячись на впровадження нових нормативних вимог до теплоізоляції огорожувальних конструкцій будинків, питомі енерговитрати житлового фонду України залишаються одними з найвищих серед країн Європи.

Щорічні енерговитрати у загальному житловому фонді європейських країн наступні:

- в Західній Європі – 150-260 кВт-год/м²;
- Скандинавії – 120-150 кВт-год/м² та 60-80 кВт-год/м² – для енергоефективних будинків;

– у Східній Європі, у т.ч. в Україні – 250-400 кВт-год/м².

Таким чином, житловий фонд України потребує форсованої термомодернізації та скорочення нераціонального використання енергоресурсів.

В Україні ще у 1994 році розроблено програму енергозаощадження [1, 2], але дієвих механізмів для її запровадження у такій важливій сфері, як ЖКГ, не розроблено. Тому дуже цінним для нас є досвід розвинених європейських країн в галузі енергоефективності та енергозаощадження.

Так у Польщі в 1998 році ще до вступу в Євросоюз (у 2004 році), був прийнятий Закон про термомодернізацію. Термомодернізація визначалася як покращення існуючих технічних параметрів будівель з метою зменшення теплових потреб з подальшим зниженням вартості обігріву даної будівлі та забезпечення визначеного мікроклімату в приміщенні. Реалізація положень Закону призвела до зниження енергоспоживання та перерозподілу його структури. Так, якщо у 1994 році ЖКГ споживало 38%, транспорт – 14%, промисловість – 34%, інші галузі – 14%, то у 2002 році – 27%, 20%, 24% і 29% відповідно.

Чому при наявності широкої законодавчої, нормативної бази, прогресивних енергозберігаючих технологій і досвіду у будівництві більше 20-ти років відсутні позитивні зрушення в енергоефективності житлово-комунального комплексу України? Відповідь дуже проста – відсутні система організації, політична воля керівництва на всіх рівнях, мотивація юридичних і фізичних осіб, що спрямована на досягнення цілей енергоефективності. Натомість, відслідковується неприкритий лобізм інтересів монопольних енергопостачальних компаній, будівельного бізнесу і популізм політиків. Так, внесений до Верховної Ради в березні 2016 року Проект Закону «Про внесення змін до деяких законів України щодо вдосконалення державного регулювання процесу будівництва» та не підтримані Проекти Законів «Про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель» (2011р.) і «Про енергетичну ефективність будівель» (2015р.), дозволяють забудовникам нехтувати нормами енергоефективності.

Міжнародні та імplementовані національні стандарти з Енергозбереження і Енергетичного менеджменту передбачають комплексний системний процесний підхід до вирішення проблем енергозбереження і енергоефективності. Досягнення цілей енергоефективності можливе тільки при здійсненні постійного моніторингу (паспортизації об'єктів і енергоаудиту), отримання зворотної інформації від споживачів та удосконалення роботи служб експлуатації.

Запровадження енергетичного менеджменту у повсякденну діяльність (практику) на всіх рівнях (галузевому, регіональному, муніципальному та окремих організацій) повинно ґрунтуватися на методології національних і міжнародних стандартів: ДСТУ ISO 50001:2014 (ISO 50001:2011, IDT) та на принципах постійного поліпшення та процесного підходу в системі енергетичного менеджменту.

Враховуючи невідкладність вирішення проблеми енергозбереження, на нашу думку, буде більш перспективною і результативною робота над муніципальними програмами Енергозбереження на основі стандартів ДСТУ ISO із залученням громадськості та незалежних експертів. Кафедра промислового і цивільного будівництва Чернігівського національного технологічного університету готова до співпраці в цьому аспекті з муніципальними комунальними підприємствами та організаціями.

Список посилань

1. Закон України «Про енергозбереження» // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – №30. – С. 283.
2. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про енергозбереження»» // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – №15. – С. 126.

УДК 621.396.74

А.І. Сатюков, канд. фіз.-мат. наук, доцент

М.О. Бивалькевич, ст. викладач

В.П. Журко, ст. викладач

Чернігівський національний технологічний університет

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ДЕЯКИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПОСЛАБЛЕННЯ ХВИЛЬ НВЧ ДІАПАЗОНУ

В наш час все частіше знаходять застосування прилади і системи, в яких використовується радіохвилі НВЧ діапазону. До них можна віднести мікрохвильові печі, радіозв'язок, телефонний мобільний зв'язок, бездротовий Інтернет, супутникове телебачення тощо.

Експлуатація таких систем в ряді випадків зумовлена взаємодією НВЧ сигналів з речовиною. У випадку розігріву речовини треба добиватись їх максимального поглинання. При організації зв'язку, навпаки, процес поглинання впливає негативно.

Особливо важливо враховувати цей факт при функціонуванні систем НВЧ зв'язку в різноманітних приміщеннях, оскільки радіохвилі долають перешкоди, які зумовлені конструкцією будівлі. Найбільш суттєвими процесами при цьому є дифракційні явища та відбивання і поглинання хвиль речовиною.

Тому являє певний інтерес дослідження процесів проходження радіохвиль НВЧ діапазону крізь різні будівельні матеріали, такі як: цегла червона, цегла силікатна, дерево, різні види бетону та інші матеріали, з яких виробляється основна більшість будівельних конструкцій і споруд.

Одним з найбільш визначальних факторів є наявність води в будівельних матеріалах, яка суттєво впливає на проходження радіохвиль НВЧ діапазону. Причому вода, як правило, не є чистою, скоріше це є певний розчин з великою кількістю різних компонентів. Це певною мірою впливає на взаємодію молекул води з радіохвилями, молекули води частково переходять у зв'язаний стан. Треба також враховувати неоднорідність будівельних матеріалів, пов'язану з особливостями їх виробництва.

Авторами вивчався вплив вологості деяких будівельних матеріалів на проходження НВЧ сигналів через них. В якості зразків були обрані матеріали, які найбільш широко вживаються при спорудженні звичайних будівель, а саме: цегла червона, цегла силікатна, бетон.

Вимірювання проводились за допомогою панорамного вимірювача КСХН та послаблення Я2Р-67 за стандартною [2] методикою. Вологість зразків змінювалась у межах від 1% до 10%. Більший вміст вологи в звичайних умовах малоімовірний, бо це зумовлено реальними умовами експлуатації вибраних будівельних матеріалів. Як калібрувальну було взято залежність потужності сигналу, що пройшов через сухий зразок. Був обраний частотний інтервал 2,3 ГГц – 8 ГГц.

В якості прикладів результатів вимірювань можна віднести наступне:

1. Максимальне послаблення сигналів спостерігалось у бетонних та цегляних зразків: 9 дБ/см при вологості 10% на частотах 5-8 ГГц.

2. Мінімальне послаблення сигналів спостерігалось на частотах 3-3,7 ГГц у цегли червоної та силікатної. Аналогічні величини були такими - 4,5 та 5,5 дБ/см.

3. Максимальне послаблення мало більш резонансний характер на частотах 4-6 ГГц та 6 ГГц відповідно. Мінімальне послаблення відповідало 2,9 – 3,2 ГГц та 2,8 – 3,1 ГГц.

Наведені результати можуть бути корисними фахівцям, які створюють і експлуатують прилади і системи, в яких використовується радіохвилі НВЧ діапазону.

Графіки залежності послаблення НВЧ сигналу вологим матеріалом (червона цегла) для різних ступенів вологості від частоти сигналу (як калібрувальну було взято залежність потужності сигналу, що пройшов через сухий зразок).

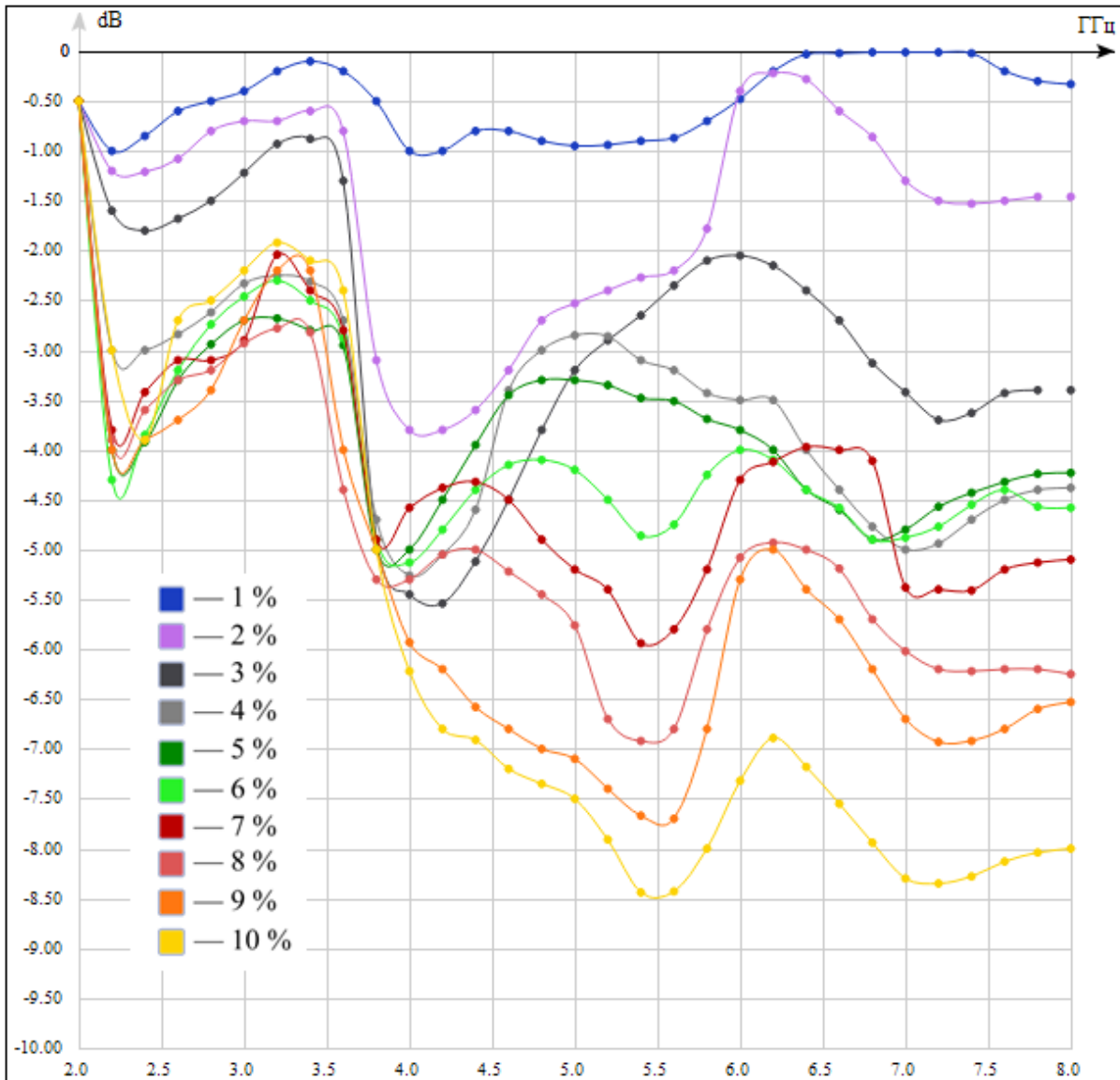


Рис. 1 – Залежність послаблення НВЧ сигналу від частоти сигналу при різних вологості для червоної цегли.

Список посилань

1. Пасынков В.В. Материалы электронной техники. / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. –М.: Высш. Школа, 1986. – 367 с.
2. Дворяшин Б. В. Основы метрологии и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
3. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах / Т. Н. Нарытник, В. П. Бабак, М. Е. Ильченко, С. А. Кравчук. – К. : Техніка, 2000. – 304 с.
4. Фізичні основи електронної техніки: Підручник для студ. вузів. / Готра З.Ю., Лопатинський І.С., Лукіянець Б.А., Микитюк З.М., Петрович І.В.; За редакцією Готри З.Ю. – Львів: Бескид Біт, 2004. – 880 с.

УДК621.793

Д.О. Качинський, магістр

В.С. Антонюк, докт. техн. наук, професор

Національний технічний університет України «КПІ», vp@kpi.ua

О. Ю. Кумуржі, молодший науковий співробітник

Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренко НАН України, RutkovskyAV@nas.gov.ua

ЙОННО-ПЛАЗМОВЕ ТЕРМОЦИКЛІЧНЕ АЗОТУВАННЯ ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ

Важливим напрямком підвищення надійності й довговічності технічних об'єктів є науково-обґрунтований пошук сучасних, прогресивних і мало витратних методів формування заданих експлуатаційних властивостей деталей і вузлів. Якість і надійність деталей вузлів тертя ефективно забезпечується застосуванням, як захисних покриттів, так і формуванням зміцнених поверхневих шарів [1].

Вирішити завдання підвищення зносостійкості робочих поверхонь деталей з високолегованих сплавів можна застосуванням дифузійного зміцнення поверхневих шарів йонно-плазмовим азотуванням. Це ефективний метод зміцнюючої хіміко-термічної обробки деталей у вакуумі з високолегованих конструкційних сталей, нержавіючих сталей, титанових сплавів. [2].

Метод поверхневого зміцнення деталей йонно-плазмовим термоциклічним азотуванням заснований на теорії термічної втоми, аномального масопереносу при механічному навантаженні та ефекті дискретного введення енергії, виникненні і релаксації напружень в матеріалі, накопиченні дефектів кристалічної ґратки.

В процесі зміцнення поверхні деталі відбувається зміна напружено-деформованого стану поверхні – постійне накопичення від циклу до циклу позитивних змін в структурі металу поверхні за рахунок впливу імпульсів короткої тривалості і великої амплітуди, яка реалізується за допомогою вакуумної установки «ВПА-1».

Для експериментальних досліджень використовували зразки, виготовлені зі сталей 40X13 і 12X18Н9Т розмірами 30x30 мм і товщиною 10 мм.

Азотування зразків проводили в суміші газів азоту і аргону (в співвідношенні 20 –80 %) двома технологічними методами: ізотермічним і термоциклічним. Режими обробки: термін азотування $t = 50 \div 360$ хв. робочий тиск $P = 25 \div 150$ Па; температура процесу $T = 550$ °С (при ізотермічному режимі) і $T = 550 \pm 25$ °С, $T = 550 \pm 50$ °С, $T = 550 \pm 100$ °С (при термоциклічному режимі), охолодження зразків проводили в камері з тиском $P = 1,5 - 2,0$ Па.

Як показали отримані результати експериментальних досліджень при застосуванні ізотермічного режиму зміцнення відбувається інтенсивне нагрівання деталі до $T = 600$ С і витримка протягом $t = 100$ хв., що призводить до перегріву деталей.

При термоциклічному режимі внаслідок імпульсів короткої тривалості відсутнє перегрівання деталей.

Експериментальні дослідження зразків із сталі 12X18Н9Т при ізотермічній обробці і при йонно-плазмовому термоциклічному азотуванні в режимі з циклічністю обробки ± 25 °С; ± 50 °С і ± 100 °С показали, що максимальної твердості поверхневого шару можна досягнути при циклічності обробки ± 50 °С.

Вивчення мікроструктури зразків зі сталі 12X18Н9Т, оброблених з режимами при температурі $T = 450$ °С. тиску в камері $P = 80$ Па і тривалості процесу йонно-плазмового термічного азотування $t = 50$ год. показало, що, загальна глибина азотованого шару, становить 9 – 12 мкм, при цьому шар відрізняється високою щільністю і відсутністю мікротріщин.

Розподіл мікротвердості зразка зі сталі 12X18H9T по глибині азотованого шару, показав, що мікротвердість змінюється у напрямку від поверхні шару сірої фази до основи.

Як показав аналіз відмінності по товщині і твердості азотованого шару зразків оброблених з різними режимами йонно-плазмового термоциклічного азотування обумовлені дифузійними процесами на кордоні з основою, дифузиею заліза і легуючих елементів.

Так при обробці з більш низькою температурою збільшується тривалість процесу і виникає нерівномірність азотованого шару. При цьому товщини зон азотованого шару, становила для сірої фази 18–25 мкм, а для нітридної зони 3–4 мкм.

Для оцінки ефективності методу йонно-плазмового термоциклічного азотування: проведено випробування на зносостійкість зразків із сталі 40X13 оброблених в ізотермічному і термоциклічному режимах.

Випробування покриттів на зносостійкість проводили на експериментальній установці згідно до ГОСТ 23.208-79. Процес тертя моделювався в присутності вільного, нежорстко закріпленого абразиву.

Зразки зношувалися вільним абразивом – кварцовим піском (SiO_2) зернистістю 200...250 мкм, вологість якого не перевищувала 0,16%.

Експеримент проводили при швидкості ковзання $V = 0,158$ м/с, навантаженні $P = 20$ кг (при плечі $L = 272$ мм) та шляху тертя $S = 100$ м.

Знос зразків заміряли ваговим методом на аналітичних вагах АДВ-200 з точністю до 0,0001 г.

До і після випробувань зразки промивали в етиловому спирті, просушували і зважували.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що найбільша інтенсивність зносу спостерігалася у зразка без зміцнення.

При ізотермічному режимі азотування зносостійкість сталі 40X13 підвищується в піску в 2 рази, а обробка методом йонно-плазмового термоциклічного азотування підвищує зносостійкість сталі 40X13 в 3,5 рази в порівнянні з необробленими зразками.

Проведені випробування показали перспективність йонно-плазмового термоциклічного азотування для підвищення зносостійкості деталей машин і механізмів з високолегованих сплавів, що працюють в умовах абразивного зношування.

Висновки. Застосування методу йонно-плазмового термоциклічного азотування дозволяє формувати поверхневий нітридний шар зі специфічними фізико-механічними і експлуатаційними властивостями без мікротріщин.

При цьому підвищена зносостійкість зміцнених шарів в умовах абразивного зношування в 2–3,5 рази свідчить про перспективність застосування методу йонно-плазмового термоциклічного азотування для поверхневого зміцнення деталей машин і механізмів, з метою підвищення їх триботехнічних характеристик в різних абразивних середовищах.

Список посилань

1. Лахтин, Ю. М. Азотирование сталей / Ю. М. Лахтин, Я. Д. Коган. – М.: Машиностроение.– 1976. – 256 с.
2. Застосування йонно-плазмового термоциклічного азотування для підвищення зносостійкості високолегованої сталі / [Ляшенко Б.А., Рутковський А.В., Кумуржі А. Ю., Антонюк В.С., Качинський Д.О., Томащук В.С.] // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – Вип №3(74) – 2015. – С. 28 – 33.

УДК 628.524

Р.Д. Іскович-Лотоцький, докт. техн. наук, професор
Я.В. Іванчук, канд. техн. наук, доцент
Ю.В. Волинець, студент

Вінницький національний технічний університет, islord@vntu.edu.ua, ivanchuck@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ ПІРОЛІЗНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

Утилізація будь-яких відходів в даний час набуває особливої значущості у всьому світі. У світовій практиці для утилізації відходів застосовують термічні методи (вогняний метод, піроліз, плазмовий метод, переробка в шлаковій ванні), автоклавування, хіміко-механічну обробку, СВЧ-опромінювання, гамма-опромінювання, хімічну фіксацію (бетонування, склування) [1, 2].

Найбільш ефективними є піролітичні методи застосування яких зменшує шкідливі викиди і знижує забруднення навколишнього середовища.

На даний час існує багато установок для утилізації побутових відходів. До таких установок відноситься піролізна установка Ati-Incinerateurs Muller виробництва «Сопре» (Франція). Вона належить до типу установок, принцип дії яких базується на застосуванні двоступінчастої схеми піролізного спалювання відходів (900 °С) і високотемпературного допалювання залишкових токсичних газів (до 1200 °С) в сукупності з двоступінчастою системою газоочищення.

Недоліком таких установок є їх висока вартість, а також відносно низький коефіцієнт корисної дії.

Установки, що призначені для утилізації побутових відходів шляхом піролізного розкладу повинні задовольняти наступним основним вимогам: забезпечувати повне спалювання палива і високу економічність його використання, процес горіння повинен піддаватися регулюванню; надійність і достатня простота для монтажу і обслуговування; безпечність в експлуатації; достатня дешевизна.

У зв'язку з цим був запропонований метод, який дозволяє ефективно та досить безпечно для навколишнього середовища утилізувати побутові відходи, з мінімальними економічними і технологічними витратами на утилізацію, а також з подальшим ефективним використанням теплової енергії [3].

Кафедрою металорізальних верстатів і устаткування автоматизованого виробництва Вінницького національного технічного університету спільно з ТОВ НВП «Гідравліка Вінниця-Сервіс», була розроблена піролізна установка (рис. 1), яка дозволяє ефективно утилізувати медичні відходи з мінімальними економічними і технологічними витратами та подальшим ефективним використанням теплової енергії [4-7].

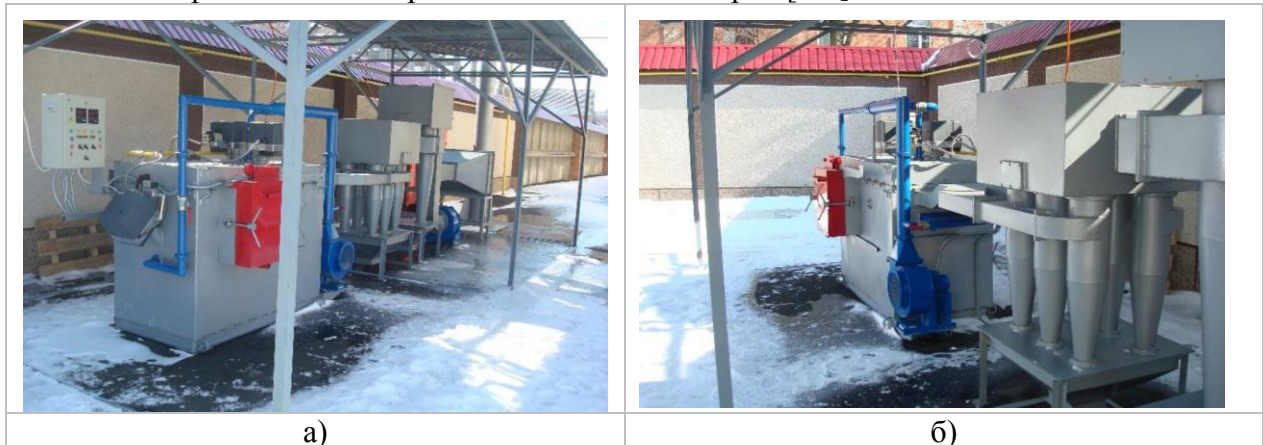


Рис. 1 – Загальний вигляд піролізної установки для утилізації медичних відходів:
а) – вигляд спереду; б) – вигляд ззаду

Розроблена піролізна установка (рис. 2) містить камеру спалювання 1, допалювання 2 та охолодження 3, розташованих під єдиним сподом печі 4, системи циклонів 5 і димохідної труби 6, з'єднані між собою трубопроводами 16 і 17 і утворюють єдину систему направлення газового потоку. Причому об'єм камери спалювання 1 в шість разів більше об'єму камери допалювання 2, яка має тороїдальну форму. У камерах спалювання 1 і допалювання 2 встановлені відповідно інжекторні пальники 7 і 8. Для подачі повітря в камеру спалювання 1 і допалювання 2 використано нагнітальний вентилятор 9, а в камері охолодження 3 розміщений теплообмінний апарат для нагрівання води 10 системи комунального обігріву. Між камерами спалювання 1, допалювання 2 і камерою охолодження 3 виконані відповідно перегородки 11 і 12. Газопроводи 14 під'єднані до інжекторних пальників 7, 8 камер спалювання 1 і допалювання 2. Димохідна труба 6 забезпечена вентилятором 15 і з'єднана з системою циклонів 17 через систему фільтрів 13 трубопроводами 16 і 17. Для подачі сміття до камери спалювання 1 передбачено стрічковий транспортер, а сама камера спалювання містить вікно завантаження і вікно вивантаження золи.

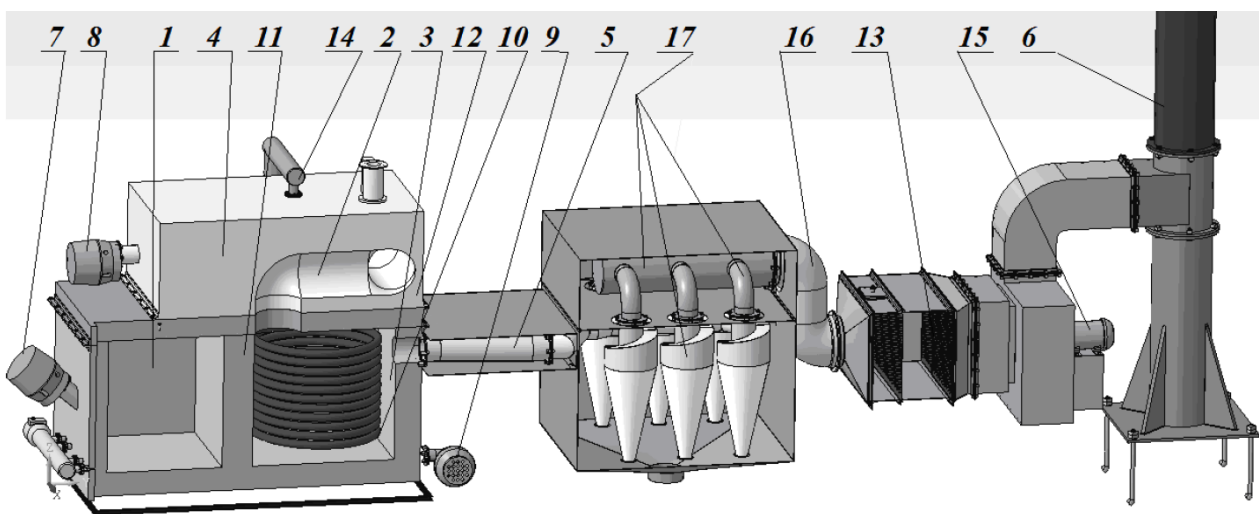


Рис. 2 – 3D модель піролізної установки для утилізації відходів

Список посилань

1. Узаков, Г. Н. Эффективность применения пиролизной технологии для получения альтернативного топлива из местных органических отходов [Текст] / Г. Н. Узаков, Р. Т. Раббимов, Л. А. Алиярова // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – С. 280 – 283.
2. Исхаков, Т.Д. Энерго- и ресурсосбережение при утилизации отработанных деревянных шпал методом пиролиза [Текст] / Т. Д. Исхаков, А. Н. Грачев, В.Н. Башкиров, Р.Г. Сафин // Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2008. – № 11-12. – С. 16 – 20.
3. Искович-Лотоцкий, Р. Д. Піролізна установка утилізації медичних відходів з додатковим очищенням атмосферних викидів [Текст] / Р. Д. Искович-Лотоцкий, Я. В. Иванчук, В. І. Повстенюк, Я. П. Веселовський // II Всеукраїнська міжвузівська науково-технічна конференція "Сучасні технології в промисловому виробництві": Тези доповідей. – Суми: – 2012. – С. 97.
4. Искович-Лотоцкий, Р. Д. Установка для утилизации отходов [Текст] / Р. Д. Искович-Лотоцкий, Я. В. Иванчук, Д. В. Повстенюк, О. Н. Данилюк // Мир техники и технологий. – 2007. – №12(73). – С. 36 – 37.
5. Пат. 23991 Україна, МПК F 23 G 5/00. Установка для утилізації відходів / Р.Д. Искович-Лотоцкий, П. В. Повстенюк, М. І. Шматалюк, О. М. Данилюк - № u 200702015; заявл. 26. 02. 2007; опубл. 11. 06. 2007, Бюл. №8.
6. Пат. 32098 Україна, МПК F 23 G 5/00. Установка для утилізації відходів / Р.Д. Искович-Лотоцкий, В. І. Повстенюк, М. І. Шматалюк, О. М. Данилюк; – № u 200711073; заявл. 08. 10. 2007; опубл. 12. 05. 2008, Бюл. №9.

7. Іскович-Лотоцький, Р. Д. Установка для утилізації медичних відходів з відбором тепла та охолодженням [Текст] / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, В. І. Повстенюк, Г. В. Костюк, О. М. Данилюк, Н. Р. Веселовська // Збірник наукових праць ВНАУ, Серія: Технічні науки. – Вінниця: – 2011. – №7. – С. 98 – 103.

УДК 669.0812

В. В. Широков, докт. техн. наук, професор
О. І. Дацій, аспірант

Українська академія друкарства, м. Львів, vvshyrokov@gmail.com, oleh.datsiy@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛОКАЛЬНОЇ КОНТАКТНОЇ ТЕРМОЕЛЕКТРОРУШІЙНОЇ СИЛИ (ТЕРС) ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЗМІЦНЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Визначення напруженого стану зміцнених деталей експериментальними неруйнівними методами на даний час є досить актуальним. Особливо важливим є використання для цього фізичних методів оснований на визначенні внутрішніх процесів, що відбуваються в тілі. Зокрема існують теоретичні передумови використання для цього методу термоелектрорушійної сили (ТЕРС).

Однією з головних особливостей реальних полікристалічних металів і сплавів є неоднорідність їх будови внаслідок відмінності у властивостях структурних складових, анізотропії пружних, пластичних і міцнісних властивостей [1]. Структурна неоднорідність, присутня в матеріалах спочатку, розвивається вже на стадії пружного деформування і проявляється в подальшому як анізотропія зміцнення окремих кристалітів.

В умовах дії механічних навантажень утворення неоднорідної пружної і пластичної деформації супроводжується виникненням поздовжнього електричного поля E : в металах і сплавах при постійній температурі з'являється наведена деформацією ЕРС.

Теоретично доведено, що наявність пружної складової в металі впливає на закон дисперсії електронів. В залежності від тензора деформації, її зростання приводить до збільшення енергії цих електронів:

$$E = E_0 + q_{ik} u_{ik},$$

де: E , і E_0 – енергія електрона відповідно у деформованому і недеформованому стані;

u_{ik} – тензор деформації;

q_{ik} – характерна для даної групи електронів тензорна функція квазіімпульсу.

Нами проведено експериментальні дослідження з метою виявлення можливості практичного застосування методу ТЕРС при визначенні напружень на поверхні зміцнених деталей. Аналіз результатів свідчить про те, що зміна напруженого стану виробу викликає відповідне зростання або спадання величини термоелектрорушійної сили.

Розроблена методика вимірювання локальної контактної ТЕРС передбачає використання еталонного зразка з попереднім таруванням, що дає можливість фіксувати зміну величини пружних напружень, в залежності від хімічного складу та мікроструктури сталей, з похибкою в межах 5-10%.

Спроектована та виготовлена установка для експериментального дослідження рівня напружень зміцнених виробів. Відпрацьовується методика їх визначення для контрактних конструкцій.

Список посилань

1. Кукса Л.В. Общие закономерности и особенности микронеоднородной деформации в поликристаллах при различных видах напряженного состояния и температурах испытания / Л. В. Кукса // Проблемы прочности, 1990. – № 8. – с. 58 – 64.

УДК 621.791. .753.034

П.П. Билецкий, аспирант

Национальный авиационный университет, г.Киев, wzx125@gmail.com

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ КОНТАКТНЫХ НАКОНЕЧНИКОВ СВАРОЧНЫХ ГОРЕЛОК

Одним из наиболее ответственных элементов сварочной горелки является контактный наконечник. Эта деталь горелки работает в условиях высокой температуры и механического воздействия подающейся сварочной проволоки, потому наконечник быстро изнашивается и требует замены. Даже при незначительном износе контактного наконечника наблюдается заметное ухудшение качества сварочного шва, повышается разбрызгивание, нестабильность сварочной дуги, неравномерная подача сварочной проволоки, повышенный нагрев сварочной горелки и увеличение потерь электродного металла. Потери, вызванные изнашиванием наконечника, возрастают в 1,5-2 раза по сравнению с периодом нормальной эксплуатации, а производительность процесса сварки при этом снижается на 5 – 8% [1].

Основными критериями, влияющими на ресурсосбережение контактных наконечников, определены характеристики электродной проволоки:

- 1) допустимое отклонение от номинального диаметра;
- 2) постоянство химического состава;
- 3) состояние поверхности;
- 4) обеспечение надежности токоподвода;
- 5) вид намотки.

Технология ASC (Advanced Surface Characteristics – улучшенные характеристики поверхности) обеспечивает перенос тока с меньшими колебаниями величины тока и с меньшим падением напряжения. Это положительно влияет на характеристики возбуждения дуги, которые играют исключительно важную роль при МАG-сварке с частыми пусками и остановками [2].

Способ подвода сварочного тока к проволоке, при котором ее контакт с токоподводящим наконечником осуществляют за счет упругого деформирования проволоки, отличающийся тем, что, с целью повышения качества сварки путем улучшения электрического контакта проволоки с токоподводящим наконечником и повышения точности направления проволоки на выходе из наконечника, упругое деформирование проволоки осуществляют зигзагообразно с шагом, $1/2 - 2/3$ длины наконечника и на величину, равную разности диаметров отверстия наконечника и проволоки, причем величину изгиба регулируют по мере износа наконечника [3].

Диаметр намотки проволоки на кассеты и катушки оказывает влияние на стабильность токоподвода в контакте «проволока-наконечник» и на расположение торца электрода относительно оси наконечника. Намотка «витком к витку» в еврокассетах и катушках типа В или BS соответствующего диаметра улучшает стабильность токоподвода. Специальная технология намотки проволоки исключает перекручивание проволоки. Подача из таких упаковок обеспечивает постоянное правильное положение электрода в стыке, что способствует высокому качеству сварки.

Список ссылок

1. Колмогоров Д.Е. Ресурсосбережение контактных наконечников сварочных горелок, применяемых при механизированной сварке в углекислом газе : дис. канд. техн. наук : 05.03.06 / Д. Е. Колмогоров. – Томск, 2006. – 117 с.
2. Проволока сварочная полированная ОК AristoRod [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vistec.kiev.ua>.

3. Пат. 2027566 RU МПК В23 К9/173. Способ подвода сварочного тока к проволоке [Текст]/ Дубовецкий С. В., Гудима О. Н., Левицкий В. В., Перунов Ю. В., Дорожинский В. А.; заявитель Институт электросварки им. Е.О. Патона АН Украины. – №4918371/08; заявл. 02.01.1991; опубл. 27.01.1995.

УДК 62-523.8

Т.Р Ганеев, канд.техн.наук, доцент
О.А Кивокурцев, магистрант

Черниговский национальный технологический университет, gatav1@yandex.ua

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ

Если ещё несколько лет назад 3D принтер был лишь предметом обсуждения, то на данный момент даже не тренд, не модное увлечение, а рабочая станция по созданию прототипов, рабочих моделей и мелкосерийной продукции. Уже сегодня существуют технологии печати, с помощью которых можно напечатать огнестрельное оружие, протез для ребёнка, корпус для автокара, технология не стоит на месте, а огромными темпами развивается. Далеко не секрет, что сейчас осваивается технология печати живыми клетками, дабы создать рабочую модель органов для человека.

Какую бы популярность не обрела 3D печать как и само устройство, далеко не все понимают как актуальность так и принципы работы. Популярность 3D печать получила в связи с своей способностью создавать объекты практически любой сложности, точности и размеров используя множество материалов для печати.

В данный момент существует 6 основных технологий 3D печати: стереолитография (StereoLithography Apparatus, SLA), селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering, SLS), метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM), послойное формование объемных моделей из листового материала (LOM), струйная полимеризация (Polyjet) и моделирование методом послойного наплавления (FDM) [1].

Стереолитография (SLA или SL) – технология производства изделий из жидких фотополимерных смол. Отвердевание смолы происходит за счет облучения лучом лазера или другим схожим источником энергии [1].

Выборочное лазерное спекание (SLS) – метод аддитивного производства, используемый для создания функциональных прототипов и мелких партий готовых изделий. Технология основана на последовательном спекании слоев порошкового материала с помощью лазеров высокой мощности [2].

Метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM) – технология многоструйного моделирования сочетает черты таких методов 3D-печати, как струйная трехмерная печать (3DP), моделирование методом послойного наплавления (FDM) и стереолитография (SLA). Построение слоев производится с помощью специальной печатной головки, оснащенной массивом сопел. Количество сопел в существующих моделях принтеров варьируется от 96 до 448 [2].

Послойное формование объемных моделей из листового материала (LOM) – процесс печати происходит путём склеивания листов, контура которых вычерчиваются с помощью лазера [2].

Струйная полимеризация (Polyjet) – печатающий блок распыляет тонкие слои фотополимерного и поддерживающих материалов на рабочую платформу, после чего происходит полимеризация материалов под действием ультрафиолета [1].

Моделирование методом послойного наплавления (FDM) – технология подразумевает создание трехмерных объектов за счет нанесения последовательных слоев материала, повторяющих контуры цифровой модели [1].

Независимо от технологии печати, в продаже присутствуют как бытовые, так и промышленные принтеры, главным отличием которых является не только цена, но и погрешность печати (рис. 1, 2).

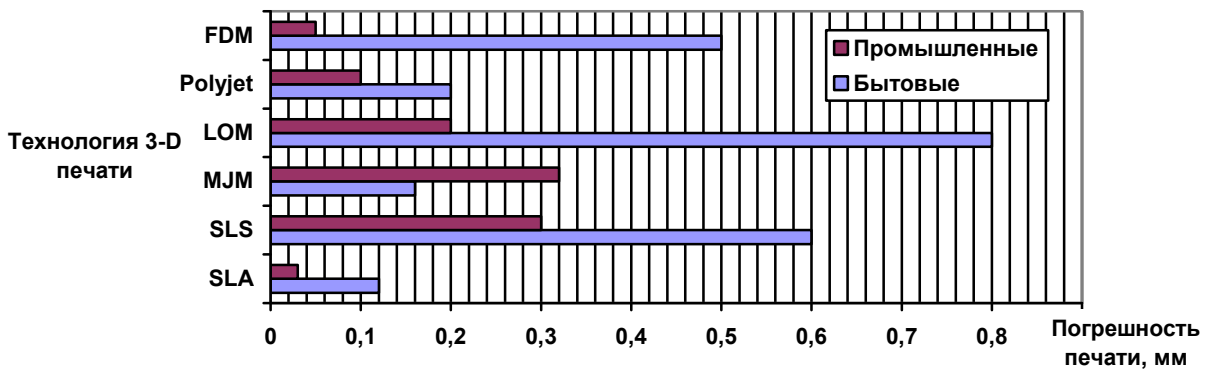


Рис. 1 – Погрешность печати в зависимости от технологии и назначения принтера [3]

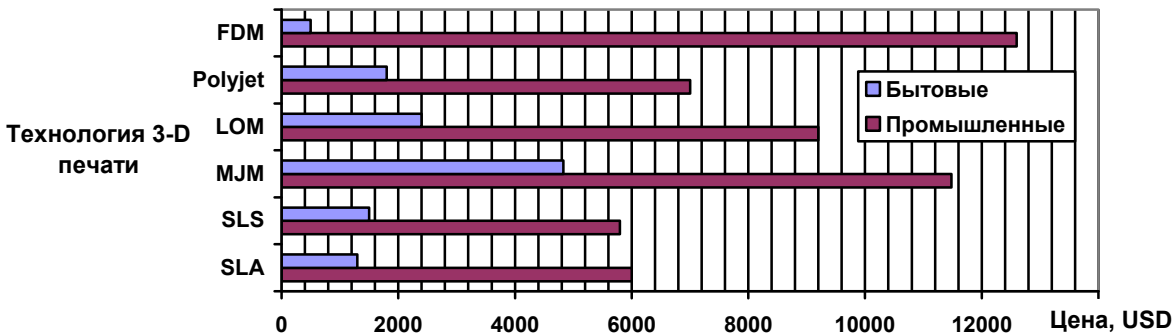


Рис. 2. – Стоимость оборудования в зависимости от технологии и назначения принтера

В связи с дальнейшим развитием технологий 3D печати, увеличением точности и снижением цены из всех рассмотренных технологий – наиболее перспективна для внедрения как в производство так в учебных заведениях SLA и FDM печать. Предлагаемые технологии позволяют изготавливать макеты зданий и сооружений, узлы и детали любой формы и сложности.

Список ссылок

1. Грабченко А. І. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей : навч. посібник / А. І. Грабченко, В. Л. Доброскок. – Харків : НТУ "ХПІ", 2009. – 86 с.
2. Франке Й. 3D-MID - материалы, технологии, свойства : пер. с англ. / Й. Франке. – Санкт-Петербург: Профессия, 2014. – 332 с.
3. Подберите оптимальный материал 3D –печати вашего прототипа [Электронный ресурс] Режим доступ: <http://www.cubicprints.ru/pro>

СЕКЦІЯ 6
**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ,
ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ОПТИМІЗАЦІЯ»**

УДК 004.303.064

Є.Ю. Сахно, докт. техн. наук, професор

Чернігівський національний технологічний університет, kafUYAP@ukr.net

Д.В. Маргасов, асистент

Чернігівський національний технологічний університет, mn123@i.ua

К.Є. Корнієць, студент

Чернігівський національний технологічний університет, kate.korniets@ukr.net

**ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ
МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

Комплексна реалізація стратегій енергетичної незалежності України визначається багатьма факторами, такими як ціна на енергоносії, енергоефективність будівель та каналів передачі енергії, потужність альтернативних джерел живлення. При цьому енергетичний стан міських будівель залежить від інформації щодо втрат теплової енергії кожного об'єкту при проведенні моніторингу, що дає можливість оцінити ефективність заходів енергоощадності. Всі ці проблеми є основою для створення інформаційно - вимірювальної системи (ІВС) для оцінки стану енергоефективності муніципальних будівель та споруд та ініціювання енергоощадних проектів щодо їх реконструкції.

Проблему створення інформаційно – вимірювальних систем представлено в ряді наукових робіт. Так в роботах [1,2,3] представлено теоретичні основи та наведено аналіз методів та принципів побудови ІВС, які базуються на математичному апараті перетворення вимірювальних сигналів. Питання побудови і застосування критеріїв ефективності і якості інформаційних пристроїв та систем розглянуто в роботі [4]. В роботах [5,6] наведено теоретичні основи побудови запропонованих систем, розкриті теоретичні засади концептуального забезпечення та взаємозв'язки всіх видів забезпечення, а також показана взаємодія складових ІС при її проектуванні.

Створена система працює наступним чином (рис. 1): за допомогою спеціальних приладів проводиться вимірювання температурних параметрів об'єкту. Отримані характеристики генеруються в базі даних, потім передаються особі, яка приймає проектні рішення. На основі існуючих фінансових ресурсів СППР і отриманих даних тепловізійної діагностики розробляються рекомендації з реконструкції приміщень і передаються в обслуговуючу компанію, яка виконує будівельно-монтажні роботи.

Основними функціональними характеристиками запропонованої ІВС є:

1. Інтерактивний інтерфейс для постановки завдань і вводу даних, а також обліку інформації проектувальником.
2. Можливість роботи з вхідними та вихідними файлами даних в командному режимі.
3. Наявність власної компактної БД та бази правил для зберігання в закодованому вигляді параметрів моніторингу енергоощадності будівель в обраній галузі.
4. Механізм вибору найкращих рішень по енергоощадності будівель.
5. Система кодування контексту моделей для передачі в Інтернет.
6. Здатність коригування параметрів в залежності від рішень СППР.

Існуючі ІВС контролю споживання енергії будівлями та спорудами реалізують технологію діагностики даних про спожиту енергію та вирішують задачі збору та обробки інформації, проте вони не розкривають механізм впливу факторів на енергоефективність

та процес поєднання тепловізійної діагностики, моніторингу та прийняття рішень в єдиний інформаційний комплекс. Тому процеси інформаційного забезпечення енергоощадності муніципальних будівель можуть бути реалізовані в рамках єдиного інформаційного простору параметрів тепловізійного моніторингу та оцінки енергоефективності з прийняттям управлінських рішень.

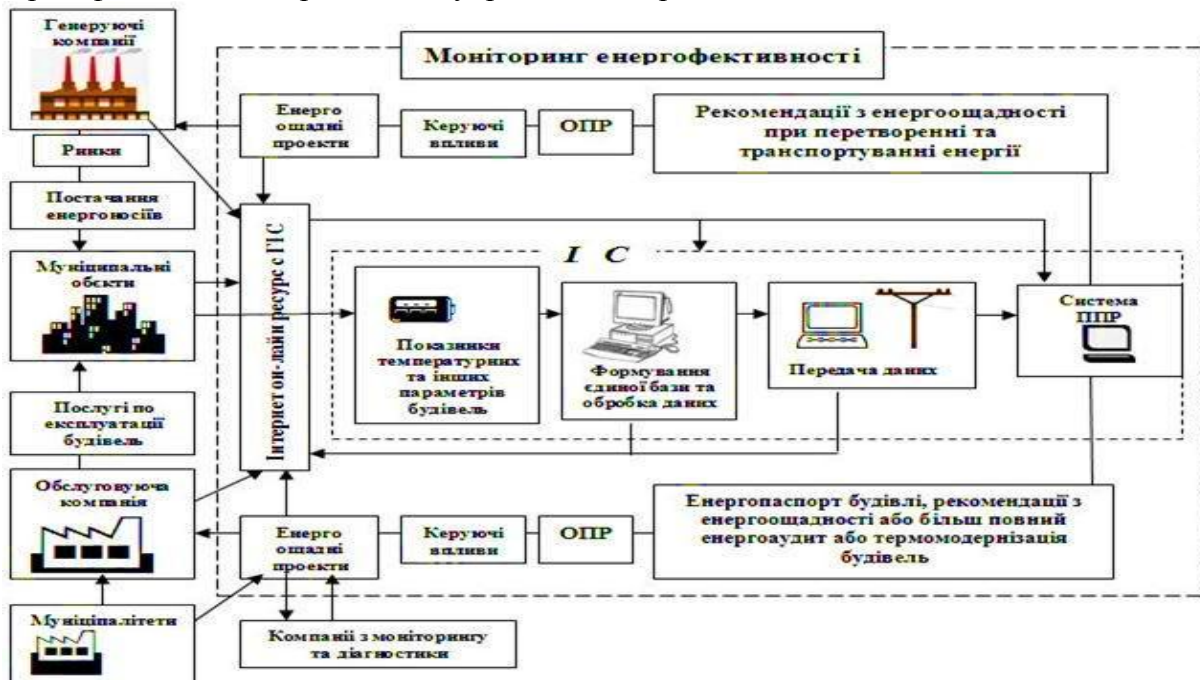


Рис. 1 – Схема моніторингу енергоощадності будівель

При проектуванні ІВС моніторингу енергоощадності будівель слід зазначити, що раціональний розподіл функцій між людиною (експерт, що знімає показники тепловізора) та системою прийняття управлінських рішень залежить від організації їх взаємодії при вирішенні поставленої задачі. Ефективність автоматизованого управління даною системою може зменшитися через складність ЕОМ оперувати значною експериментальною інформацією та невизначеними параметрами [5, 6]. Тому дана ІВС призначена для роботи з вимірювальними параметрами, і в якій представлено три рівня управління: перший рівень – збір інформації про енергетичні параметри будівель – залишається за людиною, другий рівень – обробка даних за допомогою ЕОМ і отримання когнітивної моделі, і третій рівень прийняття рішень про енергоефективні заходи.

Список посилань

1. Чье Ен Ун. Обзор методов и средств построения информационно-измерительных систем // Чье Ен Ун. – Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ», 2013. – Т4, №4. – С.1000–1007.
2. Бабак, В. П. Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник [Текст] / [В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Еременко и др.] Под.ред. чл.-кор. НАН Украины В.П. Бабака.– К.: ТОВ «Софія-А», 2014. – 832 с.
3. Маргасов, Д.В. Вибір інтегрованого середовища та створення прототипу інформаційного забезпечення тепловізійного моніторингу// Д.В. Маргасов, Є.Ю. Сахно. – Технологический аудит и резервы производства. – №5/2 (25).– 2015. – С. 32 – 40.
4. Критеріальне оцінювання ефективності інформаційних пристроїв та систем [Текст]/ [М.А. Філінюк, В.О. Багацький, Л.Б. Ліщинська, О.В. Войцеховська.] – Вінниця: ВНТУ, 2014 – 143 с.
5. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вуза [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб: Питер, 2010. – 943 с.
6. Оценка эффективности информационных систем: Часть 3. Пример расчета эффективности использования ИС методом ТЕІ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka_efectivnosti_3/index.html.

УДК 006.91

В.Л. Костенко, докт. техн. наук, профессор
Одесский национальный политехнический университет, kv1777@ukr.net
К.С. Тыманюк, аспирант
Одесский национальный политехнический университет, kstymaniuk@gmail.com

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Перспективным направлением повышения эффективности диагностики параметров автомобильного двигателя является использование автоматизированных измерительных систем. Благодаря возможности автоматизированного контроля функциональных параметров систем двигателя в зависимости от условий эксплуатации, повышаются эксплуатационные возможности двигателей за счет комплексных дорожных и стационарных испытаний, повышается ресурс работы ДВС и снижаются затраты на ремонт.

На рис. 1 приведена структурная схема многофункциональной измерительной системы, которая содержит такие измерительные каналы как: напряжение бортовой сети и слаботочные сигналы датчиков 12-24 В; температура 0-160 °С; токовый датчик типа "клещи" для получения сигнала стартерного тока; датчики низкочастотной [1], высокочастотной и ультразвуковой вибрации для поиска и локализации дефектов механизмов ДВС; датчики давления для измерения разрежения во впускном коллекторе, а также давления впрыска и индикаторного давления в цилиндрах; комплект бесконтактных датчиков системы зажигания и емкостной датчик работы первого цилиндра; видеозонд для эндоскопирования цилиндров. Работа измерительных каналов и анализ получаемых данных обеспечены возможностями специализированного ПО [2].

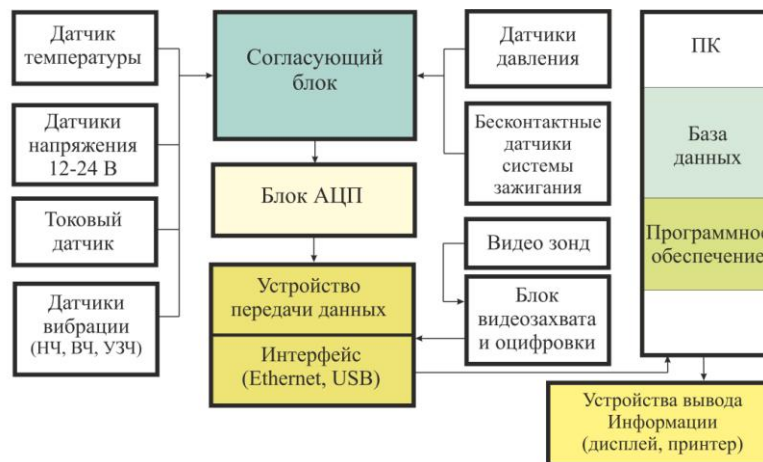


Рис. 1 – Структура измерительной системы диагностических параметров двигателя автомобиля

Проведенные испытания показали, что предложенная система позволяет существенно сократить время диагностики с одновременным повышением информативности.

Список ссылок

1. Костенко, В. Л., Исследование и разработка измерителя низкочастотных вибраций для системы контроля нормированных параметров производственных факторов. [Текст] / В. Л. Костенко, М. В. Ядрова, А. А. Николенко, Е. Д. Поперека. // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. - №4/3(24). – С. 36-40.
2. Костенко, В. Л. Информационно-измерительная система контроля нормированных параметров производственных факторов [Текст] / В. Л. Костенко, А. А. Николенко, Е. Д. Поперека, М. В. Ядрова, К. С. Тыманюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 3/9(69). – С. 51–56. doi:10.15587/1729-4061.2014.25419

УДК 620.179:534.6

С.Ф. Филоненко, докт. техн. наук, профессор

Б.И. Аникиенко, научный сотрудник

Национальный авиационный университет, г. Киев, files0101@gmail.com

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ИЗНОСЕ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И КОНТРОЛИРУЕМОЙ ГЛУБИНЕ РЕЗАНИЯ

При исследованиях износа режущего инструмента из композиционных материалов (КМ) широко используется метод акустической эмиссии АЭ [1]. Однако экспериментальные зависимости параметров АЭ, полученные различными авторами, имеют сложный и противоречивый характер изменения. Одним из направлений теоретических исследований является анализ влияния износа режущего инструмента на амплитудные параметры АЭ при условии контролируемой глубины резания, что рассмотрено в работе [2]. В [2] модель результирующего сигнала АЭ записана в виде:

$$U_p(t) = \sum_j U_j(t-t_j) + \sum_i U_i(t-t_i), \quad (1)$$

где $t_j = j\Delta t_j \pm \delta_1$, $t_i = i\Delta t_i \pm \delta_2$ - моменты времени появления сигналов АЭ U_j и U_i , соответственно, при разрушении площадок обрабатываемого КМ и износе (разрушении) обрабатывающего инструмента из КМ;

j - номер формируемого импульсного сигнала АЭ U_j ($j = 0, \dots, n$);

Δt_j - интервал времени между началом формирования последующего импульсного сигнала АЭ U_j по отношению к предыдущему;

δ_1 - случайная составляющая в моменте времени появления каждого последующего импульсного сигнала АЭ U_j ;

i - номер формируемого импульсного сигнала АЭ U_i ($i = 0, \dots, m$);

Δt_i - интервал времени между началом формирования последующего импульсного сигнала АЭ U_i по отношению к предыдущему;

δ_2 - случайная составляющая в моменте времени появления каждого последующего импульсного сигнала АЭ U_i .

Модели импульсных сигналов U_j и U_i , соответственно, для механической модели разрушения поверхностного слоя обрабатываемого КМ и износе обрабатывающего инструмента из КМ рассмотрены в работе [2]. Проведенные исследования показали, что при износе обрабатывающего инструмента и контролируемой глубине резания формируемый сигнал АЭ является непрерывным сигналом с сильно изрезанной формой. При этом для принятых условий моделирования при увеличении износа инструмента наблюдается возрастание среднего уровня амплитуды сигнала АЭ и величины его разброса.

По результатам моделирования проведена статистическая обработка данных и построены зависимости изменения амплитудных параметров АЭ при возрастании износа обрабатывающего инструмента для условия контролируемой глубины резания, т.е. постоянстве глубины резания. Полученные зависимости показаны на рис. 1, а. Графики на рис. 1, а построены в относительных единицах по результатам обработки 4000 значений амплитуд модельного сигнала АЭ для каждого значения износа обрабатывающего инструмента. На рис. 1 приняты следующие обозначения: \tilde{J}_{AE} - параметр, который

характеризует средний уровень амплитуды сигнала АЭ (\tilde{U}) или его стандартное отклонение $s_{\tilde{U}}$ или дисперсию $s_{\tilde{U}}^2$; \tilde{S}_z – износ обрабатывающего инструмента в относительных единицах.

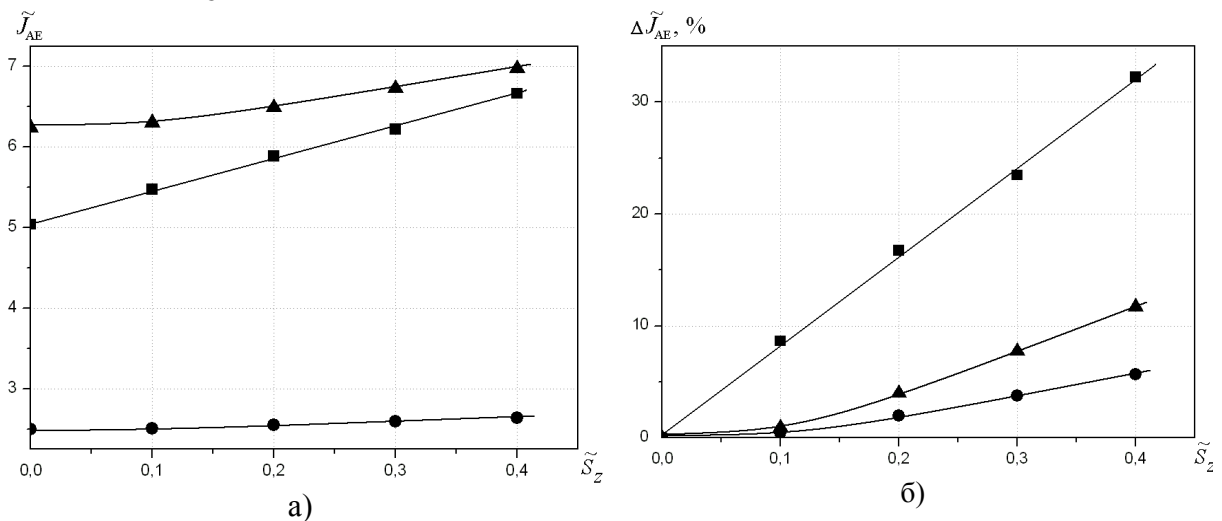


Рис. 1 – Графики изменения амплитудных параметров результирующего сигнала АЭ а) в относительных единицах и их процентный прирост б) при возрастании износа обрабатывающего инструмента: \blacksquare – средний уровень амплитуды \tilde{U} ; \bullet – стандартное отклонение среднего уровня амплитуды $s_{\tilde{U}}$; \blacktriangle – дисперсия среднего уровня амплитуды $s_{\tilde{U}}^2$

Проведенные исследования показали (рис. 1, а), что возрастание износа режущего инструмента из КМ при контролируемой глубине резания приводит к возрастанию всех амплитудных параметров результирующего сигнала АЭ. В тоже время, возрастание амплитудных параметров АЭ происходит с различной скоростью. На рис. 1, б приведены результаты обработки процентного прироста амплитудных параметров сигналов АЭ при возрастании износа обрабатывающего инструмента по отношению к их начальным значениям при отсутствии износа обрабатывающего инструмента.

Из рис.1, б видно, что для заданных условий моделирования с возрастанием износа обрабатывающего инструмента процентный прирост среднего уровня амплитуды сигнала АЭ происходит по линейному закону. Процентный прирост стандартного отклонения среднего уровня амплитуды и его дисперсии происходит по не линейным законам. При этом с возрастанием износа инструмента процентный прирост среднего уровня амплитуды сигнала АЭ опережает процентный прирост его стандартного отклонения и дисперсии.

Результаты проведенных исследований показывают, что при механической обработке КМ с контролируемой глубиной резания наиболее чувствительным параметром результирующего сигнала АЭ к износу обрабатывающего инструмента из КМ является средний уровень его амплитуды. Анализ среднего уровня амплитуды сигнала АЭ может использоваться при разработке методов контроля и мониторинга состояния режущего инструмента и управления параметрами технологического процесса механической обработки КМ.

Список ссылок:

1. Giriraj B. Prediction of tool wear in high speed machining using acoustic emission technique and neural network/ B. Giriraj, V.P. Raja, R. Gandhinadhan, R. Ganeshkumar// Indian J. of Eng. and Mater. Sciences. – 2006.– vol. 13. – P. 275 – 280.
2. Филоненко С. Ф. Влияние износа режущего инструмента при контролируемой глубине резания на акустическую эмиссию / С. Ф. Филоненко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2015. – No 6/9(78). – С.47 – 50.

УДК 005.311.2:004.94

П. Н. Павленко, докт. техн. наук, профессор

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина petrpav@nau.edu;

Б.С. Ахметов, докт. техн. наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан Bakhytzhan.akhmetov.54@mail.ru

Т. Н. Захарчук, младший научный сотрудник,

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина tanyazahar7@ukr.net

УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Информационные системы производственного назначения (CAD/CAM/CAE, PDM, ERP и др.), решая задачи управления данными в ходе проектирования и производства продукции предприятий, выдвигают повышенные требования к информационной безопасности данных. Конфиденциальная и актуальная информация в виде 3D моделей изделий, электронной эксплуатационной документации накапливается в едином информационном пространстве предприятия, что значительно увеличивает вероятность утечки информации. Необходимы инструментальные средства защиты данных, как в ходе выполнения проектов, так и при обмене и хранении готовых проектов и данных промышленного машиностроительного предприятия. Также необходима разработка инструмента по управлению рисками, средства анализа и мониторинга конфиденциальных данных. В целом нужна система управления информационной безопасностью, которая реализовала бы динамическое управление информационной безопасностью интегрированной информационной среды конкретного предприятия. Исследуя и решая задачи автоматизации управления производственными данными и задачи интеграции данных из CAD/CAM/CAE-, PDM-, MES- и ERP-систем на базовых предприятиях коллективу разработчиков, которыми руководят авторы, была поставлена задача о совместном развитии инструментальных средств интегрированной информационной среды и средств для обеспечения информационной безопасности результатов работы специалистов предприятия.

В ходе решения задач построения системы управления информационной безопасностью базового предприятия была расширена структура баз данных и базы знаний единого информационного пространства. Введены новые классификаторы рисков, классификаторы ущерба, перечень защитных мероприятий. Установлено логическое и программное соответствие (используя семантическое моделирование и описание) этих данных с защищаемыми информационными объектами. В дальнейшем необходимо разработать инструментальное средство для ответственных сотрудников управления безопасностью информационных объектов, а для руководителей подразделения безопасности – инструмент мониторинга и анализа риска, а также предоставить нужные данные для принятия конкретных управленческих решений по оценке ситуации и ее изменению. В качестве инструментального средства разработки используется универсальная PDM-система, представляющая функционалы редактирования данных, анализа, поиска, просмотра и хранения. В настоящее время разрабатывается подсистема мониторинга и подсистема управления информационной безопасностью. Механизм интеграции данных подсистем с используемой PDM-системой реализуется с помощью разработанных API-интерфейсов. Таким образом, задачи интеграции производственных данных для реализации единого информационного пространства обусловило решение задач управления информационной безопасностью проектов и другой конфиденциальной производственной информации.

УДК 005.311.2:004.94

Б.С. Ахметов, докт. техн. наук, професор

Казахський національний дослідницький технічний
університет імені К.І. Сатпаєва, м. Алмати, Казахстан Bakhytzhana.khmetov.54@mail.ru

В.В. Трейтяк, канд. техн. наук, докторант

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна 11.203iids@ukr.net

МЕТОД ОЦІНКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В ІНТЕГРОВАНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Складність виробничих задач управління виробничими даними потребує інформаційної підтримки як при стратегічному так і при оперативному плануванні та технічній підготовці виробництва [1]. Особливо це проявляється в умовах нестабільної економічної ситуації, нестабільності поставок комплектації, відсутності необхідних фінансових та матеріальних ресурсів та ін.

У процесі прийняття управлінських рішень начальникові цеху або дільниці, майстру, технологу, диспетчеру і т.д., тобто особі, що приймає рішення на цеховому рівні, доводиться вирішувати слабоструктуровані проблеми. І тут важливе значення має наявність методу або алгоритму прийняття управлінських рішень для інформаційної підтримки процесів управління виробничими даними в інтегрованому інформаційному середовищі підприємства, які забезпечать інформаційною підтримкою процес вибору варіанту можливих дій в процесі виробництва для досягнення поставлених цілей і можливі кінцеві результати. Метод оцінки й прийняття управлінських рішень повинен мати можливість адаптуватися до зміни обчислювальних моделей, «спілкуватися» з користувачем на специфічній для керованої області «мові», представляти результати в такій формі, що сприяла б більш глибокому розумінню результатів. Тобто, функція методу або відповідного програмного модуля полягає не в тому, щоб замінити керівника, а в тому, щоб підвищити його ефективність. Інформаційна підтримка процесів оцінки і прийняття рішень повинна підтримувати інтуїцію, вміти розпізнавати двозначність і неповноту інформації та мати засоби для їхнього подолання. Крім відомих вимог до інформаційних систем (потужна система управління базами даних), що забезпечує ефективний доступ до даних, їхню цілісність і захист; розвинені аналітичні й обчислювальні процедури, що забезпечують обробку й аналіз даних; транспортабельність, надійність, гнучкість, можливість включення нових технологічних процедур), інформаційна підтримка процесів оцінки і прийняття рішень повинна мати такі специфічні риси, як:

- можливість формування варіантів рішень у спеціальних, несподіваних для особи, що приймає рішення ситуаціях;
- моделі повинні мати можливість адаптуватися до конкретної, специфічної реальності в результаті діалогу з користувачем;
- метод повинен дозволити інтерактивно генерувати моделі в процесі їх експлуатації.

Таким чином, розроблюваний метод оцінки й прийняття управлінських рішень в інтегрованому інформаційному середовищі автоматизованих систем на етапах технічної підготовки виробництва повинен вирішувати неструктуровані і слабоструктуровані багатокритеріальні завдання [2].

Сформулюємо постановку задачі розробки проектної процедури прийняття управлінських рішень для слабоформалізованих та нештатних виробничих ситуацій в ході технічної підготовки виробництва.

Для вирішення проблемних виробничих ситуацій пропонується формалізовано описати дії особи, що приймає рішення, які полягають у тому, що її діяльність представлена

шляхом задавання множини G_u можливих варіантів рішень u_i ($i = 1, \dots, N$), прийнятих ним на етапах технічної підготовки виробництва.

Під рішенням розуміється послідовність $u_i = (u_{i1}, \dots, u_{in})$, тобто u_{ij} – локальні рішення, характерні для даної i – ої ситуації.

Множина G_u розбивається по варіантах виробничої ситуації на підмножини $G_u^{(s)}$, де s – кількість можливих варіантів виробничої ситуації. При цьому відома сукупність H показників Y_i ефективності рішень

$$H^S(u_{is}) \rightarrow H(Y_1, Y_2, \dots, Y_N), \quad (1)$$

у відповідності зі значеннями яких рішення особи, що приймає рішення u_i можна віднести до області припустимих, якщо сукупність заданих приватних показників виявляється в області G_y^S :

$$Y_i \in G_y^S. \quad (2)$$

Сукупність показників (1) дозволяє визначити поняття оптимального рішення $u_{is} = u^*_{is}$, якщо $Hs(u^*_{is})$ досягає максимального значення. Основне завдання особи, що приймає рішення складається у відборі якоїсь підмножини $G_u^{(s)}$ рішень, у якій, на її думку, з найбільшою ймовірністю можуть виявитися припустиме або оптимальне рішення, вона приймає деякі припущення про ситуацію, класифікує динамічну виробничу обстановку й робить ранжирування підмножин $G_u^{(s)}$, де ($s = 1, 2, \dots, m$) з використанням одного з видів практичної оцінки перспективності подальших дій, що виражається у вигляді функції:

$$F_1[H_u^S(u_{is})], s=1, \dots, m. \quad (3)$$

Потім для підмножини G_u^S , на якій досягається максимальна оцінка (3), обчислюється й оцінюється область застосовних показників ефективності (2), після чого визначається найкраще з них.

Таким чином, формалізовано процедуру прийняття управлінських рішень на етапах технічної підготовки виробництва за допомогою математичного представлення задачі вибору оптимального варіанту управлінського рішення з множини можливих. Прийняття оптимальних управлінських рішень стає можливим за рахунок швидкої реакції на події, що відбуваються безпосередньо у виробництві, за рахунок застосування математичних методів компенсації відхилень від виробничого розкладу та програмних модулів інформаційної підтримки процесів управління в інтегрованому інформаційному середовищі автоматизованих систем виробничого призначення, дозволить оптимізувати виробництво та зробити його більш рентабельним [3].

Список посилань

1. Павленко П. М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва [Текст] / П. М. Павленко, О. В. Заріцький, А. О. Хлевний // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2015. – №1/2 (73). – С. 24 – 30.
2. Трейтак В.В. Розробка технології консолідації та синхронізації даних інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення / В. В. Трейтак // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: ПП «Технологічний Центр», 2015. – №6 (84). – С. 95–101.
3. Трейтак В.В. Технологія обміну даними між користувачами різних інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення / В.В. Трейтак // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДТУ, 2015. – № 2 (78). – С. 152 – 158.

УДК 004.422:681.513.2:061.5-057.86

В.Ю. Кудряков, мол. наук. співробітник
Національний авіаційний університет, м. Київ, antonov72@ukr.net

WEB-ОРІЄНТОВАНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) – найважливіший етап життєвого циклу виробу. Одним з напрямків вдосконалення ТПВ є створення автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) [1]. Розширені (віртуальні) підприємства є однією з форм кооперації безлічі організацій. Для якісної технологічної підготовки при такій організації виробництва необхідний новий підхід до розробки АСТПВ як корпоративної системи, заснованої на концепції «облачних» технологій [2]. Це дозволяє створювати АСТПВ як web-орієнтовану систему, підсистеми якої функціонують на основі віддалених web-додатків і використовують віддалені бази даних і знань.

Для групи споріднених підприємств створюється приватне «облако». Це дозволяє організувати колективну роботу для територіально відокремлених підрозділів підприємства над єдиним технологічним проектом, а також забезпечує можливість централізованого контролю над технологічною підготовкою [3]. В учасників кооперації, що використовують web-орієнтовану АСТПВ, з'являється можливість колективного супроводу віддалених баз даних і знань. Кожне підприємство може мати персональні бази даних (БД) і знань, так і звертатися до загальних для групи підприємств. Таким чином, на базі web-орієнтованої АСТПВ можлива організація ефективного розширеного підприємства. Управління проектом АСТПВ ведеться на основі PDM-системи, що дозволяє відстежувати життєвий цикл. Тому виникає необхідність розробки web-орієнтованої автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва, яка дає можливість забезпечити спільну роботу всіх учасників розширеного підприємства.

Складність взаємодії між компонентами web-орієнтованої АСТПВ призводить до необхідності створення методики організації такої взаємодії. Розроблена методика повинна ґрунтуватися на таких технологіях:

1) Технологія «облачних» обчислень для забезпечення можливості доступу всім учасникам кооперації (компоненти АСТПВ реалізуються як web-сервіси).

2) Технологія побудови мультиагентних систем (система ділиться на незалежні компоненти, які нічого не знають один про одного і здатні обмін інформацією між собою).

3) Технологія управління даним проектом за допомогою PDM-системи, що містить всю інформацію про проект та підтримує життєвий цикл проекту.

Для виконання інтеграції PDM-системи з web-орієнтованою АСТПВ необхідно передбачити три основних вимоги:

1) PDM-система повинна надавати web-сервіс, через який здійснювалося б авторизований доступ до функціоналу системи.

2) В рамках web-орієнтованої АСТПВ повинна бути розроблена спеціальна компонента зв'язку, яка забезпечувала б зв'язок з конкретною PDM-системою підприємства.

3) Компоненти web-орієнтованої АСТПВ повинні мати web-методи для імпорту та експорту об'єктів.

Список посилань

1. Яблочников Е. И. Технологическая подготовка производства как многоагентная система. / Е. И. Яблочников, Д. Д. Куликов. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 46 с.

2. Романченко В. Облачные вычисления на каждый день. 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dnews/editorial/cloud_computing.

3. Саломатина А. А. Алгоритмы функционирования технологической подготовки производства в информационной среде виртуального предприятия. дисс. ... канд. техн. наук.: 05.11.14 / А.А. Саломатина. – СПб, 2011. – 166 с.

УДК 001.891.3: 004.043 (045)

О. В. Заріцький, канд. тех. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ, olegzaritskyi@gmail.com

КЛАСИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянуте в роботі [1] актуальне питання щодо розробки інформаційної моделі процесу прийняття (ухвалення) рішення як складової частини інформаційної технології аналізу та оцінки професійної діяльності виявило низку проблемних областей моделювання зазначеного процесу, що пов'язано з відсутністю чіткої формалізації атрибутів сутності «Модель рішення». Проблема полягає в тому, що атрибути (характеристики) сутності приймають різні значення та можуть бути описані як якісно, так і кількісно, а кількість їх комбінацій сягає декількох десятків, що ускладнює визначення моделі прийняття рішення залежно від їх конкретної комбінації та, як наслідок, автоматизацію процесу обробки інформації в системах аналізу та оцінки професійної діяльності.

На теперішній час в теорії управління [2] виділяють три основні моделі прийняття рішень: класичну (classical), поведінкову (behavioral) та ірраціональну (irrational), які, по суті, відрізняються ступенем формалізації та визначеності вхідних даних.

Кластеризація та подальше математичне описування моделей прийняття рішення дозволить використовувати їх під час побудови відповідної інформаційної технології оцінки професійної діяльності. Модель прийняття рішення описується наступними характеристиками [1]:

- засоби виконання операції (ЗВО);
- методи виконання операції (МВО);
- рівень контролю під час виконання операції (РК);
- рівень обґрунтування рішення (РО);
- тип операції, яка виконується (Т).

Можливі комбінації оцінок атрибутів сутності «Модель рішення» детально розглянуті в роботі [3] та використані в якості вхідних даних під час класифікаційного аналізу. В результаті кластеризації множина оцінок атрибутів сутності була розділена на три підмножини, які відповідають трьом визначеним моделям прийняття рішення. Діаграма розсіяння (рис. 1) канонічних значень для пар значень дискримінанти функцій дає графічне уявлення про розподілення (групування) моделей рішень.

Результати застосування дерев класифікації в якості методу дискримінантної одновірної кластеризації по категоріальним предикторам з використанням методу CART також підтверджують отримані за допомогою кластерного аналізу результати (рис. 2) щодо чіткого розділення можливих рішень на три групи відповідно до значень атрибутів.

Здійснений в роботі аналіз можливих комбінацій оцінок атрибутів сутності «Модель рішення» та подальша їх класифікація дозволили описати у вигляді графів та областей простору прийняття рішень моделі трьох визначених типів рішення: класичну, поведінкову та ірраціональну, що надало змогу подальшого їх використання під час алгоритмізації процесів аналізу та оцінки професійної діяльності за допомогою інформаційних технологій.

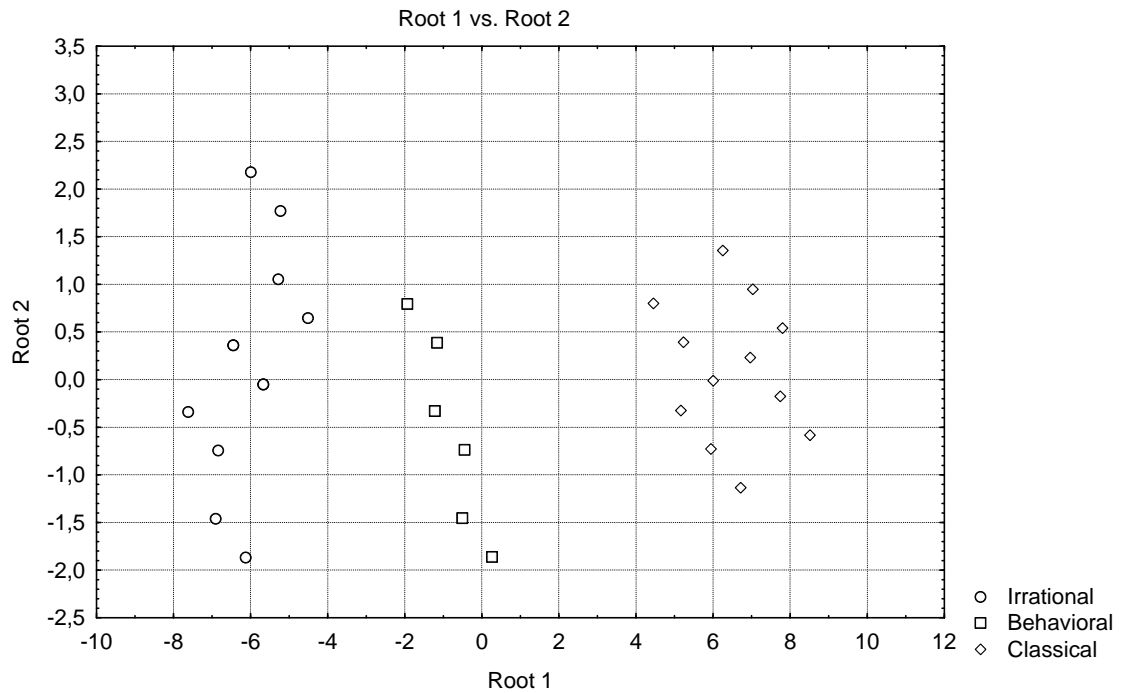


Рис. 1 – Діаграма розсіяння

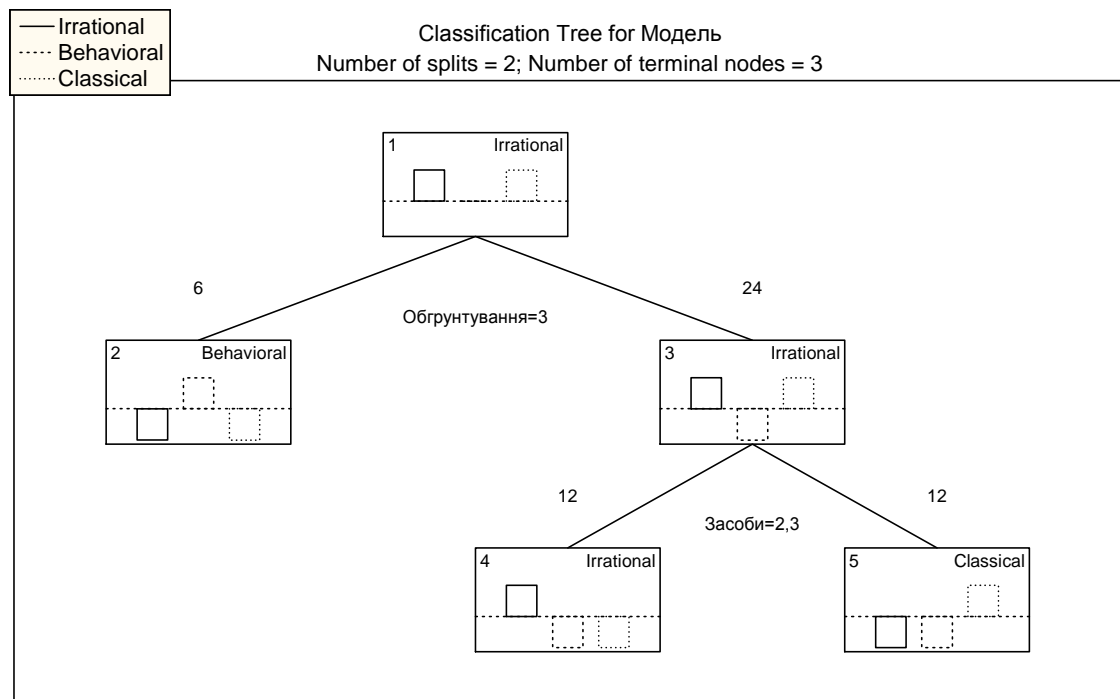


Рис. 2 – Граф дерева класифікації моделей рішень.

Список посилань

1. Заріцький, О.В. Інформаційне моделювання процесу прийняття рішення [Текст]/ О.В. Заріцький // «Інженерія програмного забезпечення»: зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2015. – №1(25). – С.56 – 61.
2. Орлов, А.И. Теория принятия решений. Учебное пособие [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Издательство «Март», 2004. – 656 с.
3. Заріцький, О.В. Теоретичні основи формалізації моделей прийняття рішення в межах алгоритмізації оцінки професійної діяльності за допомогою інформаційних технологій [Текст] / О.В. Заріцький // «Проблеми інформатизації та управління»: зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2015. – №3(51). – С. 51–55.

УДК 519.22:311:006.015.5(045)

И.Г. Прокопенко, докт. техн. наук, профессор
Национальный авиационный университет, г. Киев, prokop-igor@yandex.ru
А.И. Чурина, канд. техн. наук, доцент
Национальный авиационный университет, г. Киев, kwh@ukr.net

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМАХА ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПОРЯДКОВЫХ СТАТИСТИК

Задачи оценивания показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в системах электроосвещения требуют решения следующих подзадач:

- 1) математической, определяющей методы моделирования и обработки статистической информации о ПКЭ;
- 2) экономической, определяющей методы расчета экономического ущерба при потреблении электроэнергии пониженного качества;
- 3) технической, заключающейся в разработке технических средств оптимизации, контроля, управления ПКЭ в осветительных сетях.

В данной работе рассматривается моделирование ПКЭ на основе теории порядковых статистик. Основными ПКЭ, регламентируемыми при питании систем электроосвещения, являются размах изменения напряжения и доза фликера [1]. Нарушение регламентируемых требований в отношении данных показателей обуславливает электромагнитную, технологическую и социальную составляющие ущерба в системе электроснабжения вследствие роста потерь активной мощности в осветительных сетях, вредного влияния на зрение миганий источников света, повышения зрительного утомления.

Математическое моделирование процесса электропотребления основано на вероятностно – статистических методах, поэтому для учета особенностей электрической энергии как потребительской стоимости, учета требований к нормированию ее качества ПКЭ моделируются случайными величинами на интервале времени, достаточном для анализа информации с гарантированной точностью.

При статистическом контроле ПКЭ в осветительных сетях необходимо решить задачу: требуется для выборки объема n найти случайный интервал $[L, V]$, такой, что доля γ размахов изменения напряжения принадлежит данному интервалу с вероятностью β . Теория порядковых статистик предлагает решение данной задачи на основе построения непараметрических толерантных интервалов [2].

Моделирование размахов изменения напряжения на основе теории порядковых статистик позволяет:

- 1) определять необходимый объем выборки экстремальных значений напряжения для получения информации с гарантированной точностью вне зависимости от закона распределения вероятностей экстремумов;
- 2) анализировать аномальные наблюдения экстремумов напряжения при различной степени исходной информации;
- 3) оценивать разброс колебаний напряжения для решения задач энергосбережения.

Список ссылок

1. Дейвид Г. Порядковые статистики: Пер. с англ./ Под ред. В.В. Петрова. – М.: Наука, 1979. – 336 с.
2. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109 – 97. – [Введен в действие 1999-01-01]. – М: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 35 с.

УДК 621.822:621.392

О. В. Дергунов, асистент
 Національний авіаційний університет, м. Київ, dergunov.av@gmail.com
С. В. Шенгур, канд. техн. наук
 Національний авіаційний університет, м. Київ, shengur.s@gmail.com

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА-ХУАНГА ДЛЯ АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОГО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Дослідження можливостей використання сучасних методів обчислювальної математики, інформаційних технологій опрацювання даних вимірювань для вирішення задач неруйнівного контролю (НК) є необхідним етапом розробки нових методик контролю. Одним із широко вживаних у різних предметних галузях видів контролю є акустичний НК. До нього відносяться різні методи контролю: ультразвукові, імпедансні, методи вібродіагностики, акустичної емісії тощо. Також відомий новітній метод дослідження нестационарних сигналів, метод перетворення Гільберта-Хуанга (ПГХ) [1]. У доповіді представлено приклад застосування ПГХ для аналізу сигналів вібродіагностики підшипникового вузла.

Об'єктом контролю виступив підшипник, встановлений на вал електричного двигуна, що приводить до руху диск (навантаження). Акселерометр сприймає вібрацію підшипника під час роботи двигуна. Методика проведення експерименту полягала в отриманні вібросигналів у моменти запуску двигуна для збалансованого та розбалансованого диску. Для отриманих сигналів виконано частотно-часовий аналіз на основі ПГХ з визначенням Гільберт-спектрів (ГС) сигналів. ГС – тривимірний графік, що відображає розподіл значень амплітудних характеристик компонент сигналу за частотою та часом. Приклади спектрів для випадків збалансованого та розбалансованого дисків наведено на рисунку 1.

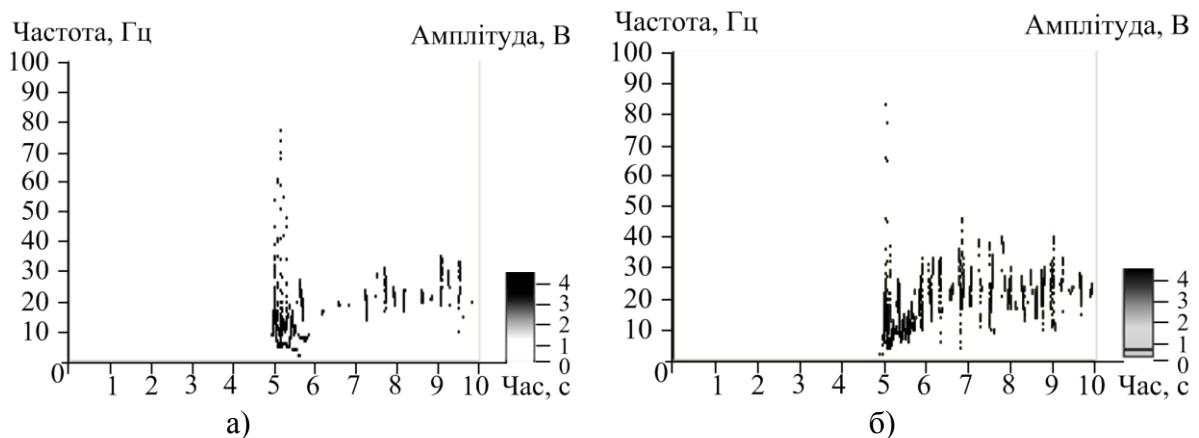


Рис. 1 – Фрагменти Гільберт-спектрів вібросигналів для збалансованого а) та розбалансованого б) диску з обмеженням амплітуд компонент

Зі спектрів сигналів видно, що основною полозою частот вібрації є діапазон від ~ 20 Гц до ~ 25 Гц для збалансованого диску та, відповідно, від ~ 18 Гц до ~ 28 Гц для розбалансованого, а також, при розбалансі диску спостерігається збільшення амплітуд циклічних компонент сигналу. Можна стверджувати, що ПГХ є потужним інструментом аналізу нестационарних сигналів, проте трактування його вихідних результатів, а саме ГС потребує додаткових досліджень.

Список посилань

1. Norden E. Huang. Hilbert-Huang transform and its Applications / Norden E. Huang // World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd, 2005 – 324p.

УДК 005.311.2:004.94

А.О. Хлевний, канд. техн. наук
Національний авіаційний університет, м. Київ, andlev@nau.edu.ua

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА

Автоматизація процесів управління та процесів прийняття управлінських рішень – один з головних напрямків підвищення ефективності машинобудівного виробництва. Сучасні CAD/CAM/CAE, CAPP та PDM-системи частково автоматизують процеси технологічної підготовки виробництва (ТПВ) і застосовуються практично на всіх промислових підприємствах. Однак для підвищення конкурентоспроможності підприємствам необхідно виходити на новий рівень автоматизації, що забезпечується створенням інтегрованого інформаційного середовища систем, для прийняття оптимальних проектних, виробничих рішень, а також підвищення ефективності управління системою ТПВ.

Для створення інформаційної технології (ІТ) було використано метод аналізу та управління ефективністю ТПВ розроблений і представлений автором у друкованих працях та на конференціях раніше. Для побудови архітектури ІТ необхідно чітко визначити походження вхідних даних та форма подання обробленої ІТ вихідної інформації. В якості вхідних джерел даних розглядаються існуючі на сучасних підприємствах системи обліку ресурсів, інформаційної системи, системи документообігу та системи управління даними, в яких і реалізовано інформаційні моделі системи технологічної підготовки виробництва [1].

Наявність різноманітних систем передбачає вирішення задачі їх інтеграції на рівні передачі даних до єдиної бази даних та системи обробки і розрахунків, тому основним модулем інформаційної технології для розрахунку показника ефективності є модуль конвертації даних. Після імпорту даних вони зберігаються в електронних таблицях відповідної бази даних для подальшої обробки модулями розрахунків безрозмірних показників та безпосередньо розрахунку показника ефективності ТПВ. Інформаційна технологія представлена типовими модулями, які реалізовані програмно з використанням відповідного апаратного забезпечення. База даних системи складається з кластерів трьох типів: сховище констант, алгоритмів та безпосередньо результатів розрахунку.

Запропонована інформаційна технологія реалізує розроблені моделі, методи та відповідне алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення. В автономному режимі вона може вирішувати тільки тестові задачі аналізу та управління ефективністю ТПВ. Повнофункціональне використання розробленої ІТ можливе в інформаційному середовищі автоматизованої системи ТПВ, реалізованої на базі універсальної PDM - системи, наприклад Enovia. Ця PDM - система має стандартні інтерфейси обліку даних з ERP- системами і CAD/CAM системами та пропонує ІРІ інтерфейси для конвертації та інтеграції даних з розроблених програмних модулів та підсистем.

Використання розробленої ІТ управління, дозволить підвищити ефективність управління системою ТПВ промислового виробництва, за рахунок визначення «вузьких місць» системи управління, а саме скоротити витрати на керівництво проектом, зменшити час створення та підвищити якість документації, за рахунок сучасних ІТ обміну даними.

Список посилань

1. Павленко П.М. Інформаційна технологія управління ефективністю промислового виробництва/ П.М. Павленко, О.В. Заріцький, А.О. Хлевний // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2015 №1/2(73). – С. 24 – 30.

УДК 621.39

М.Б. Гумен, канд. техн. наук, доцент
 Національний авіаційний університет, м. Київ, mbgumen@ukr.net
 Т.Ф. Гумен, старший викладач
 Національний технічний університет України «КПІ», bela_09@ukr.net

БЕЗДРОТОВА ТЕЛЕМЕТРИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ БІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛЮДИНИ

У сучасному світі інформаційні технології все більше проникають в наше життя, зокрема в таку галузь як медицина, створюючи при цьому нові напрями розвитку та впровадження засобів моніторингу за станом людини. Одним із них є телемедицина - напрямок медицини, що використовує телекомунікаційні та інформаційні (комп'ютерні) технології для надання медичної допомоги й послуг у сфері охорони здоров'я (за потреби в будь-якому місці).

Дистанційний моніторинг показників здоров'я людини або біотелеметрія є однією з основоположних сфер розвитку телемедицини в наші дні [1]. Такий моніторинг можна умовно поділити на три типи користування:

- 1) контроль показників хворих осіб або людей похилого віку з метою запобігання ускладненням та попередженню негативних наслідків;
- 2) моніторинг показників людини при фізичних навантаженнях у спорті;
- 3) спостереження за станом людини при її знаходженні в небезпечному середовищі.

Сьогоднішній рівень технологій дає змогу створити технічні засоби високої універсальності для кожного типу користування. Прикладом такого засобу є розроблена за модульним принципом портативна біотелеметрична система, що здійснює зчитування та передачу бездротовим каналом такі біологічні показники людини: пульс, рівень кисню в крові, температура, електрокардіограма (ЕКГ), положення тіла у просторі та електричний опір шкіри (рис. 1).

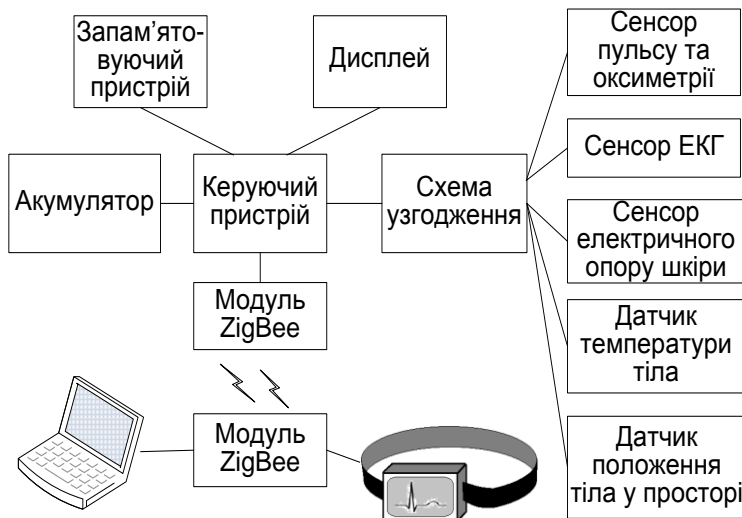


Рис. 1 – Функціональна схема бездротової системи діагностики стану людини

Для комплектації розробленої системи біотелеметрії були використані комплектуючі різних фірм, що представлені в даний час на ринку України.

Пульс та рівень кисню в крові визначається сенсором CORITON A.S.L.0010F з такими характеристиками точності: похибка вимірювання рівня кисню в крові складає $\pm 2\%$, а похибка вимірювання пульсу ± 2 удари на хвилину.

Температура тіла є комплексним показником стану тіла людини. Тому в біотелеметричній системі така функція, як вимірювання температури, є обов'язковою.

Для зняття температури було обрано сенсор AM2303, діапазон вимірювання температури якого становить $-10 \dots +85$ °C, а похибка вимірювання $\pm 0,5$ °C.

Функціонування серцево-судинної системи людини оцінюється за показниками ЕКГ, які вказують актуальний стан серцевого м'язу при навантаженні. Більше того, за

допомогою ЕКГ можна передбачати можливу втрату свідомості людини, що є критично важливим при її знаходженні в небезпечному середовищі, де довге перебування несе загрозу життю. Для отримання ЕКГ в системі застосовано датчик МЕК М160624, що представляє собою семипіновий сенсор.

Електричний опір шкіри контролюється електродами моделі MLT116F GSR Finger Electrodes, оснащеними підсилювачем електричного опору. На відміну від одноразових сенсорних присосок, такі електроди закріплюються на пальцях рук спеціальними жгутовими кріпленнями.

Визначення положення тіла в просторі забезпечується в системі мікросхемою InvenSense MPU-6050, яка містить 3-осьовий гіроскоп та 3-осьовий акселерометр, що забезпечує відстеження руху тіла з високою точністю, та потребує джерел живлення малої потужності. Остання характеристика є особливо важливою, враховуючи потребу мінімізації ваги акумуляторів портативної системи.

Отримані з сенсорів дані можуть виводитися на системний дисплей у зрозумілій та зручній для сприйняття користувачем формі, а також передаватися по бездротовому каналу зв'язку на приймач, яким може бути персональний комп'ютер з модулем бездротового зв'язку або така ж система, що функціонує в режимі приймача (командного пристрою), наприклад командний пристрій командира групи порятунку, що отримує інформацію з пристроїв підлеглих рятувальників.

Передача інформації з сенсорів в реальному часі здійснюється в системі за допомогою модуля бездротового зв'язку Zig Bee (XBee Pro S2B, стандарт 802.15.4) з напругою живлення 2,7...3,6 В, який гарантує безпечну передачу даних в радіусі до 90 м та можливість тривалої роботи від автономних джерел живлення. Окрім того, таке технічне рішення має наступні переваги: самоорганізація та самовідновлення мережі побудованої за стандартом ZigBee. Так, у разі виходу з ладу одного з вузлів, пристрої в мережі можуть встановлювати нові маршрути для передачі повідомлень.

Діагностична система біометрії повинна забезпечити зберігання отримуваних даних, адже біологічні показники мають велику цінність для аналізу і лише в режимі реального часу не можуть бути ґрунтовно вивчені. З цією метою та з урахуванням вимоги мінімізації масогабаритних параметрів системи біотелеметрії було вирішено використовувати карту пам'яті формату MicroSD моделі Silicon Power MicroSDHC 8GB Class 4 зі швидкістю зчитування 6 Гб та швидкістю запису 4 Мб.

Організація функціонування розробленої системи забезпечується керуючим пристроєм (контролером), як основним вузлом системи біотелеметрії, що живиться від акумуляторної батареї з елементами типорозміру 18650 NITECORE NL189 3400 mAh та номінальною напругою 3,7 В. Беручи до уваги специфіку розробленої системи, її бажану мобільність та енергоефективність, у якості керуючого пристрою була обрана SMD (surface mounted device) версія плати Arduino Uno, побудованої на мікроконтролері ATmega328. Платформа має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, через які будуть приєднані сенсори визначення показників людини, а також модуль бездротової передачі даних.

Перевагами спроектованої системи біотелеметрії є простота виготовлення, невисока ціна порівняно з конкурентними рішеннями, модульна система, що дає змогу змінювати вузли системи та відповідно характеристики, широкий набір вимірюваних біологічних показників, можливість створення та функціонування мережі на основі декількох таких систем.

Список посилань

1. Орлов О.И. Телемедицина в системе организации здравоохранения. / О.И. Орлов – М.: Слово, 2002. – 40 с. (Серия “Практическая телемедицина” под общей ред. академика А.И. Григорьева: вып. 3).

2. Gizmag: HRS-I [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gizmag.com/health-monitoring-system-japan/14047/>.

УДК 005.311.2:004.94

Ю.В. Власенко, науковий співробітник

Національний авіаційний університет, м. Київ, bee314@ukr.net

Р.В. Кулієв, студент

Національний авіаційний університет, м. Київ, Ruslan.Kuliiev.13@gmail.com

СЕМАНТИЧНІ МОДЕЛІ ДАНИХ ІНТЕГРОВАНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА

Реалії промислового ринку диктують конструкторам більш жорсткі вимоги до якості і термінів підготовки проектних та конструкторських даних. Проектні організації та підприємства використовують інформаційні системи, які між собою не повністю інтегровані (CAD/CAM/CAE, PDM, CAPP). Як наслідок, часткова втрата даних, часу, продуктивності та якості розробки. Необхідні нові інструментальні засоби інтеграції інформаційних систем та їх даних. На виробництві всі об'єкти: матеріали, комплектуючі, обладнання, засоби технологічного оснащення знаходяться в безперервній інформаційній взаємодії. Характеристики цих об'єктів зберігаються в окремих базах даних. Відсутність інтегрованого інформаційного середовища конструкторських відділів стримує розвиток засобів управління даними та можливостей підвищення конкурентоспроможності конкретних проектів. Автори досліджують проблемні задачі інтеграції систем, які використовують в конструкторських відділах. Шлях до їх вирішення, на думку авторів, полягає в вирішенні двох взаємопов'язаних задач:

1) Розробка семантичних моделей даних, які базуються на встановленні інформаційних зв'язків між виробничими об'єктами;

2) Створення інтегрованого інформаційного середовища підприємства за рахунок впровадження/або (при наявності) використання MDM (Master Data Management) – системи [1], які використовують семантичні моделі виробничих, проектних та нормативно-довідкових даних.

Використання семантичного моделювання є дуже перспективним для розробників інформаційних систем виробничого призначення. Використовуючи семантичні моделі даних, можна представити повну інформацію як замовнику, так і самому керівництву підприємств для того щоб визначити області неспроможності чи виконання замовлення. Це допомогло б упорядкувати відносини між компанією і замовниками, що робить спільне використання баз даних реальним. Для реалізації інтеграції даних інформаційного виробничого середовища за допомогою семантичних моделей даних необхідно використовувати такі семантичні мови як: Gellish, OWL (Web Ontology Language / Ontological Web Language).

Семантичні мови Gellish і OWL, були створені в якості офіційних мов для представлення моделей виробничих даних. За допомогою семантичних моделей даних та семантичних мов можна реалізувати надійну інтеграцію даних, що призведе до прискорення використання інформаційних систем, та може значно підвищитись продуктивність і ефективність підприємства в цілому.

Список посилань

1. Андриченко А.Н. Принципы построения семантических MDM-систем / А. Н. Андриченко // САПР и графика. – 2011. – №5. – С. 69 – 73.

УДК 004.421:005.32:331.101.3:65(045)

С.В. Козьяков, здобувач

Національний авіаційний університет, м. Київ, algolios@mail.ru

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНКИ ВМОТИВОВАНОСТІ ІТ-ФАХІВЦІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Існуючі закордонні та вітчизняні HRM (Human resource management) – системи та відповідні програмні модулі ERP (Enterprise Resource Planning, планування ресурсів підприємства) автоматизують основні функції управління персоналом промислових підприємств. Разом з тим важлива науково – практична задача по управлінню вмотивованістю фахівців не має свого ні наукового ні практичного рішення.

Причин такого стану декілька: різноманітність методів оцінювання вмотивованості фахівців та їх критеріїв; недостатній рівень формалізації та алгоритмізації існуючих методів та ін.

В доповіді запропонована нова підсистема інформаційної підтримки процесів оцінки та управління мотивацією, яка вирішує цю задачу.

Основною метою дослідження є розробка та створення підсистеми для інформаційної підтримки прийняття багатокритеріального управлінського рішення вибору переважного комплексу мотиваторів відповідно до кількісного складу персоналу та його потреб, а також автоматизованого розрахунку рівня вмотивованості праці персоналу в умовах обмеженого фінансування на основі методу аналізу ієрархій.

Автором розроблено інформаційну технологію підтримки управління мотивацією, що реалізовано в підсистемі ICS_MC, яка вирішує цю задачу. Створена інформаційна технологія дозволяє аналізувати складні альтернативні рішення з метою вибору переважного комплексу мотиваторів із урахуванням складу співробітників підприємства за їх мотиваційними типами та рівнем забезпечення мотиваторів, які задовольняють відповідні потреби персоналу. Керівники відповідних служб отримали інструмент (програмний засіб) для ухвалення рішення щодо застосування того або іншого комплексу мотиваторів.

Підсистема управління мотивацією, що створена на базі розробленої інформаційної технології, реалізована у вигляді модулів, які автоматично розраховують і використовують:

- комплекс показників мотивації ІТ-фахівців базового підприємства [1];
- ранжування потреб ІТ-фахівців в залежності від мотиваційного типу [2];
- функції корисності для вибору комплексу мотивації ІТ – фахівців [3];
- алгоритм ранжування мотиваторів діяльності на основі рангів потреб ІТ – фахівців;
- метод багатокритеріального вибору комплексу мотивації ІТ - фахівців на промисловому підприємстві в умовах обмеженого забезпечення [4];

$$vA_j = \frac{1}{m \cdot R_{\max}} \sum_{i=1}^{40} (k_i^{\Phi} \cdot v_{f_i} \cdot v_{f_i}(A_j))$$

де A_j – обраний на основі алгоритму багатокритеріального вибору комплекс мотивації, що має максимальний коефіцієнт переваги та k_j – якісно-кількісний склад ІТ-фахівців за мотиваційними типами;

k_i^{Φ} – коефіцієнти забезпечення мотиваторів (локальних критеріїв) в балах від 0 до 1.

v_{f_i} – критерії максимізації задоволення потреб ІТ - фахівців підприємства з врахуванням розподілу витрат на забезпечення мотиваторів діяльності.

R_{max} – максимальний ранг мотиватора;

m – кількість мотиваторів (часткових критеріїв), $m = 40$.

Метод оцінки вмотивованості праці ІТ - фахівців промислового підприємства визначається [5]:

$$M = \sum_{j=1}^n \left(\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^m (r_i^j \cdot (1 - k_i^\phi))}{\sum_{i=1}^m r_i^j} \right) \cdot k_j \right)$$

Суть методу полягає в отриманні формалізованої оцінки M , що відображає ступінь задоволення ІТ - фахівцями умовами праці на підприємстві при реалізації обраного комплексу мотивації A_j за умов дотримання рівня забезпечення мотиваторів діяльності k_i^ϕ та при наявному якісно-кількісному складі ІТ-фахівців k_j .

Розроблена підсистема інформаційної підтримки процесу управління мотивацією ІТ – фахівців, яка тісно пов'язана як з системами збереження та видачі інформації, так і з іншими системами, що забезпечують обробку та обмін інформацією. Зберігання інформації здійснюється централізовано в єдиній базі даних, що управляється реляційною системою управління базами даних.

Розроблена інформаційна технологія підтримки процесу управління мотивацією ІТ-фахівців на промисловому підприємстві реалізує теоретичні положення, моделі, методи алгоритми та процедури за допомогою створеної автоматизованої інформаційної підсистеми «ICS_MC». Автоматизована інформаційна підсистема дозволяє керівникам підприємств використовуючи різні рівні забезпечення мотиваторів автоматизовано отримувати оцінки рівня вмотивованості праці на підприємстві для кожного комплексу показників мотивації ІТ-фахівців базового підприємства, та ухвалювати багатокритеріальні рішення про застосування переважного комплексу мотиваторів, який найповніше задовольняє кількісному та якісному складу персоналу підприємства та вимогам.

Список посилань

1. Козьяков С.В. Розробка комплексу показників мотивації ІТ – фахівців промислових підприємств / С.В. Козьяков // Матеріали III міжнародної науково – практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем». – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – С.149 – 151.
2. Козьяков С.В. Модель визначення видів мотивації ІТ-фахівця промислового підприємства / С.В. Козьяков // Вісник Чернігівського Державного технологічного університету – 2013.–№3(67) – С. 197 – 202.
3. Козьяков С.В. Використання функції корисності для вибору комплексу мотивації ІТ-фахівців/ С.В. Козьяков // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах – 2015. – № 2. – С. 160 –163.
4. Павленко П.М. Метод багатокритеріального вибору комплексу мотивації ІТ – фахівців промислового підприємства/ П.М. Павленко, С.В. Козьяков // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах – 2013. – № 4. – С. 138 – 142.
5. Козьяков С.В. Метод оцінювання вмотивованості праці ІТ - фахівців промислового підприємства/ С.В. Козьяков // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – №3. – С. 162 – 166.

УДК 005.311.2:004.94

І.Б. Саган, студент
Національний авіаційний університет, м. Київ, sagan_ivan@ukr.net

БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Розробка літальних апаратів конструкції, яка б мала кращі аеродинамічні характеристики та характеристики керованості є актуальною з моменту виникнення авіації. Автор в складі творчої групи конструкторів Національного авіаційного університету приймає участь в створенні експериментального зразка безпілотного літального апарату. В доповіді представлено компоновку літального апарату із замкнутим крилом, що має кращі масові характеристики, та характеристики стійкості і керованості, порівняно з літальним апаратом з класичною аеродинамічною схемою.

Сферою застосування безпілотного літального апарату (БпЛА) може бути аерофотозйомка, розвідка, вирішення екологічних та метеорологічних задач. Дослідний зразок використано для проведення дослідів побудови систем керування БпЛА, яка забезпечує задану якість перехідних процесів. В даний час особливо увага приділяється побудові тренажерного комплексу що дозволяє значно спростити процес ручного управління, відтворити режими автоматичного управління на всіх етапах польоту, від стоянки до зупинки, в тому числі польоту за заданим в плані маршрутом. Запропонована система посадки в автоматичному або командному режимі. Розроблено програмне забезпечення що дозволяє моделювати процеси руху на всіх режимах. Застосовується електродистанційна система керування [1].

Поздовжня стійкість літака забезпечується за рахунок різних кутів установки передніх і задніх консолей крил. Також їй сприяє наявність скошу потоку від передніх консолей на великих кутах атаки. Бокова стійкість забезпечується за рахунок різних за знаком кутів стріловидності передніх і задніх консолей крил. Наприклад при додатному куті ковзання на передній правій і задній лівій консолях підйомна сила збільшується, а на передній лівій і задній правій зменшується. Таким чином при польоті із ковзанням, зокрема за наявності бокових вітрових збурень, зменшується момент відносно повздовжньої осі літака у порівнянні із літаком класичної конструкції із стріловидним крилом. Ці позиції використовувалися у якості вихідних при побудові літака. З метою їх підтвердження побудовано легку модель планера випробування якої підтвердили достовірність вихідних посилок [2]. 3D модель даного літака спроектовано в CAD/CAM/CAE системі CATIA і наведено на рис. 1.

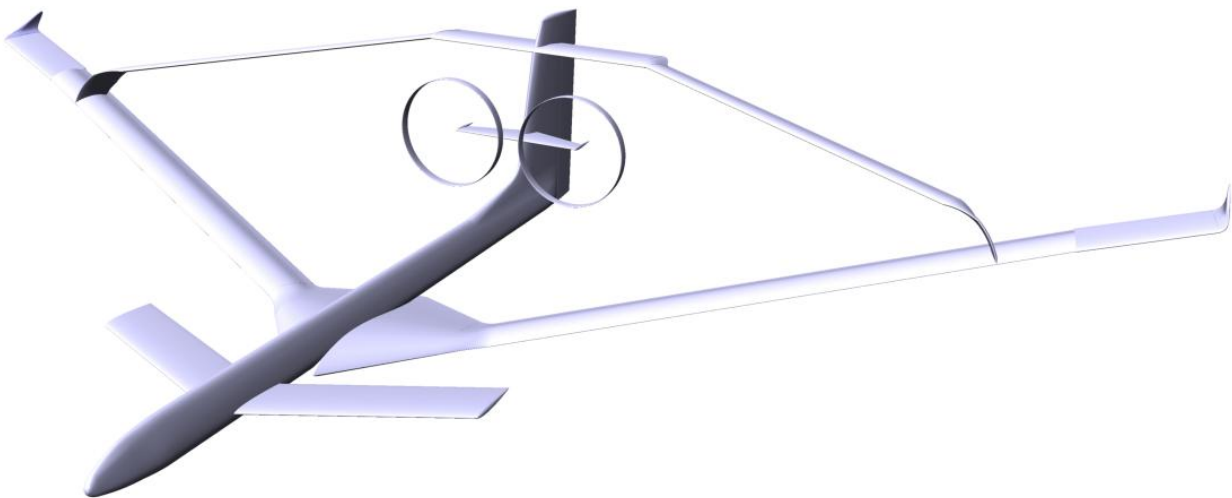


Рис. 1 – 3D модель безпілотного літального апарату із замкненим крилом.

Перевагою замкнутого типу крила перед монопланом є те, що його маса зменшується, при тій самій міцності за рахунок роботи крила в основному не на згин (коли крило працює як консоль), а на розтягання-стискання (коли нижнє крило розтягується, а верхнє стискається). Розмах крила $L_{кр}=6$ м; середня аеродинамічна хорда $b_{сах}=0,2$ м; довжина фюзеляжу $L_{ф}=3,5$ м.

Управління літаком здійснюється з використанням аеродинамічних рулів і тяги двигунів. На кінцях передніх крил розташовані поворотні закінцівки (елевони). Вони мають осьову компенсацію. Їх відхилення приводить до створення поперечного чи повздовжнього моменту, тобто вони використовуються за подвійним призначенням – для керування в повздовжній і поперечній площинах. Кіль обладнано рулем напрямку який має рогову компенсацію. В носовій частині фюзеляжу розміщений додатковий аеродинамічний руль. Він має декілька ступенів вільності. Руль створює керуючі моменти відносно всіх трьох зв'язаних осей літака. Таким чином він повторює функції керованих закінцівок крил і руля напрямку. Руль працює за схемою «утка». Одночасне відхилення за кінцівок крила і руля «утка» створює додаткову підйомну силу, або момент відносно зв'язаних осей літака. Так здійснюється автономність управління кутовим і поступальним рухом. Літак обладнано двома електричними двигунами, що суттєво спрощує експлуатацію дослідного зразка. Фюзеляж має конструкцію напівмонокок, в ньому можна розмістити корисне навантаження. Фюзеляж обладнаний технологічними люками що полегшує його обслуговування. Носовий приладний блок виготовлений з композитного матеріалу. Конструкція літака має вагу близько 10 кілограм

В даний час виготовлено натурну модель для визначення аеродинамічних характеристик та характеристик керованості й стійкості літального апарату із замкненим крилом. Представлені в доповіді результати досліджень можуть бути використані при розробці літаків аналогічної компоновки.

Список посилань

1. Ковтонюк И.Б. Статический показатель рациональности аэродинамической компоновки органов поперечного управления самолета / И.Б. Ковтонюк // Интегрированные технологии та энергосбережения. Щоквартальний науково-практичний журнал. – 2011. – № 1. – С. 32 – 34.
2. Статистические данные зарубежных пассажирских самолетов (по данным иностранной печати) // Обзор ЦАГИ, 1981. – № 601. – 34 с.
3. Безпілотний літак із замкненим крилом / [М.С. Кулик, В.К. Антонов, О.І. Олефір, О.М. Глазок, Ю.О. Жимбровський, І.Б. Саган] // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА» – 2015. – с.17.22 – 17.25.

УДК 004.93':528.023:629.7.014-519(043.2)

П. А. Бурій, аспірант

Національний авіаційний університет, pavlo.buryy@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ БАЧЕННЯ КАМЕРИ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ПРИ АЕРОФОТОЗЙОМЦІ

Нехай отримано дані у такому вигляді: $(photo, X_{BLA}, Y_{BLA}, Z_{BLA}, \psi, \theta, \gamma)$, де photo – цифровий знімок; $(X_{BLA}, Y_{BLA}, Z_{BLA})$ – координати БПЛА в момент фіксації зображення; (ψ, θ, γ) – кути орієнтування БПЛА у просторі в момент здійснення фото. Необхідно розробити алгоритм визначення координат області бачення камери.

Введемо тривимірну правосторонню систему координат, яка визначає положення БПЛА (рис. 1.), початок системи координат знаходиться у центрі мас літального апарату [1]:

- 1) вісь Z або вісь курсу (англ., yaw) - спрямована зверху до низу і перпендикулярно до двох інших осей;
- 2) вісь Y або вісь тангажу (англ., pitch) - спрямована від пілота зліва направо в пілотованих літальних і паралельно крила крилатої авіації;
- 3) вісь X або вісь обертання (англ., roll) – спрямована від хвоста до носа в нормальному напрямку польоту.

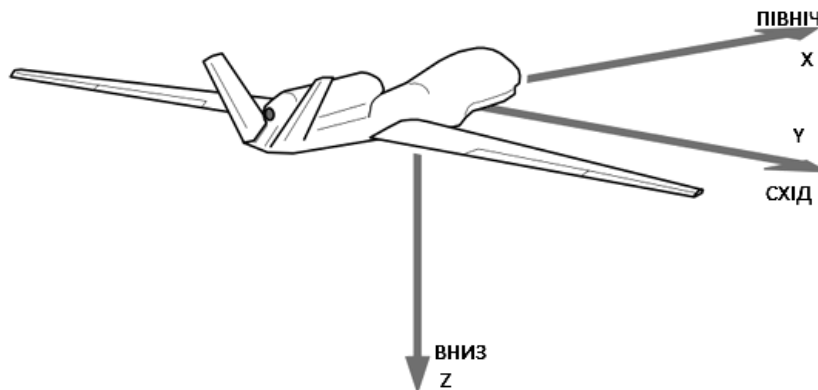


Рис. 1 – Система координат БПЛА.

У такій системі координат кутове положення літального апарату однозначно визначається трьома кутами: ψ, θ, γ (курсу, тангажу, крену). При нульових кутах ніс БПЛА спрямований на північ.

Загально відомо, що обертання тривимірної точки навколо довільної вісі задається матрицями [2]:

$$R_X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ 0 & \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} R_Y = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & 0 & -\sin(\gamma) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\gamma) & 0 & \cos(\gamma) \end{bmatrix} R_Z = \begin{bmatrix} \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Оскільки операція множення матриці на вектор не є комутативною, порядок виконання множення буде впливати на кінцевий результат. Враховуючи порядок множення матриць повороту кутів БПЛА (1), подамо наступну формулу знаходження координат точки після повороту:

$$R = R_X \cdot R_Y \cdot R_Z \quad (2)$$

Нехай маємо довільну точку P з координатами (x, y, z) . Підставивши у її формулу (3)

$$(x', y', z') = (x, y, z) \cdot R \quad (3)$$

отримаємо точку P' з координатами (x', y', z') .

Для розв'язання задачі визначення координат кутових точок кадру необхідно мати уявлення про їх координати при початкових умовах.

Вхідними параметрами є: кут огляду камери ϕ ; фокусна відстань f ; розмір матриці камери hh, ww ; координати БПЛА у системі СК-63 точка $O(X_{BLA}, Y_{BLA}, 0)$; висота польоту БПЛА Z_{BLA} ; кути орієнтування (ψ, θ, γ) .

Знайдемо координати кутових точок області бачення камери, коли кути орієнтування нахилів дорівнюють нулю (рис. 2):

$$O'B = \Delta x = \frac{Z_{BLA} \cdot ww}{2 \cdot f}; \quad O'A = \Delta y = \frac{Z_{BLA} \cdot hh}{2 \cdot f}; \quad (4)$$

Отже маємо точки:

$$P_1(\Delta x; \Delta y; Z_{BLA}), P_2(-\Delta x; \Delta y; Z_{BLA}), P_3(-\Delta x; -\Delta y; Z_{BLA}), P_4(\Delta x; -\Delta y; Z_{BLA}) \quad (5)$$

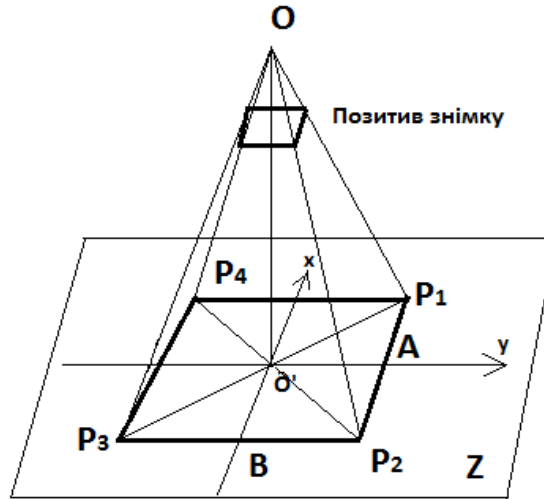


Рис. 2 – Область бачення камери при $\psi = \theta = \gamma = 0$.

Для отримання координат граничних точок області бачення камери, коли кути повороту БПЛА не дорівнюють нулю, необхідно координати (5) підставити у праву частину (3), але варто відмітити, що після виконання множення на матрицю повороту R , згідно (3), для точок P_1, P_2, P_3, P_4 значення по координаті Z не буде дорівнювати Z_{BLA} , а це означає, що проекція кадру не лежить на поверхні Землі. Тому для отримання проекції на рівні моря необхідно розв'язати задачу перетину прямих OP_1, OP_2, OP_3, OP_4 з площиною Z . Рівняння площини має наступний вигляд:

$$0 \cdot X + 0 \cdot Y + Z = Z_{BLA}. \quad (6)$$

Прямі задані у наступному вигляді:

$$\frac{x}{-x_{P_i}} = \frac{y}{-y_{P_i}} = \frac{z}{-z_{P_i}} \quad i = 1, 2, 3, 4. \quad (7)$$

З розв'язку системи утвореної із (6) і (7) отримаємо координати точок, які визначають просторове розташування області бачення камери:

$$P_1(x'_{P_1}; y'_{P_1}; Z_{BLA}), P_2(x'_{P_2}; y'_{P_2}; Z_{BLA}), P_3(x'_{P_3}; y'_{P_3}; Z_{BLA}), P_4(x'_{P_4}; y'_{P_4}; Z_{BLA}) \quad (8)$$

Додамо до (8) координати БПЛА $(X_{BLA}, Y_{BLA}, 0)$, та отримаємо географічні координати граничних точок за довільних умов:

$$P_1''(x'_{P_1} + X_{BLA}; y'_{P_1} + Y_{BLA}; Z_{BLA}), P_2''(x'_{P_2} + X_{BLA}; y'_{P_2} + Y_{BLA}; Z_{BLA}), \\ P_3''(x'_{P_3} + X_{BLA}; y'_{P_3} + Y_{BLA}; Z_{BLA}), P_4''(x'_{P_4} + X_{BLA}; y'_{P_4} + Y_{BLA}; Z_{BLA}).$$

Список посилань

1. Березкин Е. Н. Курс теоретической механики [Текст] / Е. Н. Березкин – М.: МГУ, 1974. – 641 с.
2. Лобанов А.Н. Фотограмметрия: Учебник для вузов: 2-е изд., перераб.и доп. [Текст] / А. Н. Лобанов – М.: Недра, 1984. – 552 с

УДК 004.9:656.073

Г.С. Прокудін, докт. техн. наук, професор
О.А. Чупайленко, канд. техн. наук, доцент
О.С. Дудник, канд. техн. наук
О.Г. Прокудін, канд. техн. наук
Д.М. Омаров, аспірант

Національний транспортний університет, м. Київ, p_g_s@ukr.net

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

Актуальність проблем управління, пов'язаних із функціонуванням транспортної логістики виробничих підприємств та розроблення методів організації транспортних процесів, заснованих на принципах логістики, викликають необхідність постійного пошуку резервів підвищення їх економічної ефективності і вимагають подальшого розвитку й вдосконалення методології, математичних моделей, алгоритмів і відповідного комп'ютерного забезпечення їх реалізації [1].

Проаналізувавши ситуацію, що склалась на наш час в галузі управління транспортом, можна визначити серед основних проблем транспортної логістики наступні: якість транспортного обслуговування; зниження конкурентоспроможності українських перевізників; складності у побудові маршрутів перевезення; недовантаження рухомого складу; складності організації взаємодії декількох видів транспорту; недостатня інформаційна підтримка процесу перевезень; недолік інформації про програмні продукти в сфері транспортної логістики.

Питання ефективного управління виробничими підприємствами (ВП), як правило, не в повному обсязі враховують специфічні особливості їх діяльності, зокрема питань транспортної логістики. Це ускладнює формування єдиного підходу до визначення цілей і задач управління логістичною системою ВП та процесами її функціонування. В роботі наведені основні вимоги до системи транспортної логістики ВП, які мають забезпечити:

- розв'язання завдання оптимізації вантажних перевезень на ВП;
- розв'язання завдання раціонального використання парку транспортних засобів ВП.

З огляду на перераховані вище вимоги, які пред'являються до методів управління транспортною логістикою ВП, і недоліки, які їм властиві, можна констатувати факт наявності проблеми з управлінням вантажопотоками ВП [2]. Тому розв'язання цієї проблеми за допомогою розроблення нових підходів, орієнтованих на використання засобів і методів сучасних прогресивних інформаційних технологій, дозволить у значній мірі підвищити ефективність функціонування транспортної логістики ВП.

Запропонована інформаційна технологія забезпечення функціонування транспортної логістики виробничого підприємства включає сім послідовно виконуваних *інформаційних процесів* [3].

Першим інформаційним процесом є складання масиву відстаней між сусідніми вузлами дорожньо-транспортної мережі (ДТМ), який передбачає ручне складання масиву. Решта інформаційних процесів здійснюється автоматично, за допомогою спеціально спроектованого програмного забезпечення [4, 5].

Другий інформаційний процес автоматично будує по масиву відстаней матрицю транспортних кореспонденцій між всіма вузлами ДТМ. Відстань між не сусідніми (суміжними) вузлами проставляється рівною нескінченності. Матриця щодо її головної діагоналі має симетричний характер, тому що ми маємо справу з неорієнтованою транспортною мережею.

Метод найкоротших маршрутів є методом *третього інформаційного процесу*. Цей метод, використовуючи дані матриці транспортних кореспонденцій, знаходить як значення найкоротших відстаней на ДТМ від кожного постачальника вантажу до кожного його споживача, так і відповідні цим відстаням маршрути, які можуть містити проміжні пункти на шляхах транспортування вантажу.

Четвертий інформаційний процес полягає в складанні за вихідними даними транспортного завдання на перевезення вантажу і отримання значень найкоротших відстаней на ДТМ класичної транспортної таблиці і розв'язання отриманої транспортної задачі стандартними методами.

П'ятий інформаційний процес – представлення результатів знайденого оптимального плану перевезень вантажу на ДТМ. Представлення результатів здійснюється двома способами – у вигляді відповідних маршрутів і у графічному вигляді безпосередньо на ДТМ, причому оптимальні маршрути формуються на підставі даних *третього інформаційного процесу*.

Шостим інформаційним процесом є процес раціонального закріплення рухомого складу підприємства за обсягами запропонованих транспортних робіт, які були отримані після завершення *четвертого інформаційного процесу*. При цьому розглядаються і випадки невідповідності кількості транспортних засобів (ТЗ), які є у ВП, кількості необхідних для виконання транспортних робіт (ТР).

Останній *сьомий інформаційний процес* полягає у розрахунку оптимального робочого часу виконання всього комплексу запропонованих ТР рухомим складом, який є у ВП. Сутність цього процесу полягає у повторному використанні вивільнених ТЗ у завершенні ТР, які на той момент ще не завершилися.

Таким чином, розроблена інформаційна технологія забезпечення функціонування транспортної логістики ВП, яка включає алгоритмічне та програмне забезпечення спроектованих нових методів по оптимізації вантажних перевезень на ВП та раціональному закріпленню його рухомого складу.

Використання сучасних інформаційних технологій у вигляді розробленого програмного забезпечення, бази даних інфраструктури ВП і методів оптимізації при плануванні вантажних перевезень дозволило на 15 % знизити витрати на здійснення цих перевезень.

Список посилань

1. Нефьодов Л.І. Багатокритеріальна математична модель вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі, та маршрутів доставки товару до дистриб'ютора [Текст] / Л.І. Нефьодов, Д.О. Маркозов // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків: ХНАДУ, 2012. – Т. 1, № 2(55). – С. 45 – 51.
2. Декалюк О.В. Використання транспортних засобів в логістичній системі та її основні проблеми [Текст] / О.В. Декалюк, П.О. Коронівський, І.В. Левицька. – К.: “Фенікс”, 2010. – 255 с.
3. Прокудін О.Г. Інформаційна технологія забезпечення функціонування транспортної логістики виробничого підприємства [Текст] / О.Г. Прокудін // Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті, Вип. 1. – К.:НТУ, 2014. – С. 38 – 49.
4. Данчук В.Д. Комп'ютерна програма “Програмно-інструментальний комплекс оптимізації вантажних перевезень на виробничому підприємстві” [Текст] / В.Д. Данчук, О.Г. Прокудін, Г.С. Прокудін // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір. – № 54821, Державна служба інтелектуальної власності України. – заяв. 13.03.2014 № 55162; реєстр. 16.05.2014. – 26 с.
5. Прокудін Г.С. Комп'ютерна програма “Програмно-інструментальний комплекс раціонального закріплення рухомого складу виробничого підприємства” [Текст] / Г.С. Прокудін, В.Д. Данчук, О.Г. Прокудін // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір. – № 54822, Державна служба інтелектуальної власності України. – заяв. 13.03.2014 № 55163; реєстр. 16.05.2014. – 21 с.

УДК 681.51:666.11

В.С. Цапар, канд. техн. наук, ст. викладач

О.А. Жученко, канд. техн. наук, доцент

М.Г. Волощук, студентка

Національний технічний університет України «КПІ», cwst@ukr.com, azhuch@ukr.com

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Основним технологічним процесом у виробництві скляної продукції будь-якого призначення є процес скловаріння, який відбувається у скловарній печі. Остання є визначальним споживачем матеріальних та енергоресурсів в усій технологічній схемі виробництва.

Задля забезпечення потрібних техніко-економічних показників виробництва та якості готової продукції у скловарному виробництві необхідні не тільки стабілізація визначального режиму роботи скловарної печі, а саме теплового режиму, але також система керування, яка б враховувала дію численних збурень, так і необхідність технологічного переоснащення виробництва в умовах переходу на інший вид продукції.

Тому пропонується система керування скловарною піччю, структурна схема якої показана на рис. 1. У відповідності до даної схеми пропонується 3 рівні керування:

- 1) стратегічний (експертна система);
- 2) тактичний (нечітка система керування);
- 3) оперативний (система керування безпосередньо тепловим режимом).

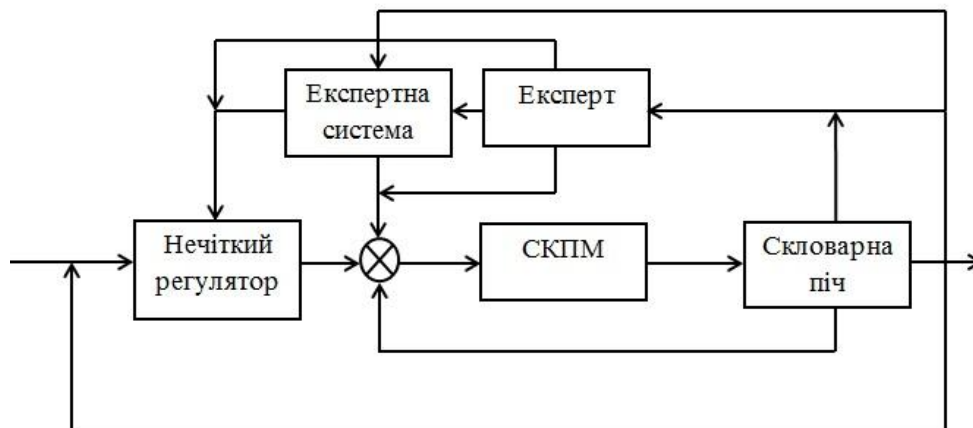


Рис. 1 – Структурна схема системи керування процесом скловаріння

Розроблена система керування скловарною піччю, яка має ієрархічну структуру, що складається з 3-х рівнів – стратегічного, тактичного та оперативного. На оперативному рівні здійснюється безпосереднє керування тепловим режимом скловарної печі. Тактичний рівень керування призначений для формування завдань по температурам печі та газового простору з урахуванням якісних показників готової продукції. Даний рівень реалізується на базі нечіткого регулятора. Як показують дослідження [1], нечіткий регулятор забезпечує необхідний рівень керування у системі, що містить невизначеності. Стратегічний рівень вирішує задачу адаптації системи керування до змін технологічної ситуації.

Дослідження ефективності запропонованої системи керування скловарною піччю проводилось шляхом порівняння роботи цієї системи з еталонною. Як еталонна використовувалась система з ПД-регулятором. Також для порівняння було використано систему з П-регулятором. Порівняння здійснювалось за перехідними характеристиками

систем. Для проведення даного дослідження залучалися засоби MATLAB. Дослідження впливу збурень було проведено шляхом симуляції у середовищі Simulink змодельованої системи з додаванням стандартних блоків (Step, Sine Wave). Результати проведеного дослідження представлені на рис. 2- 3.

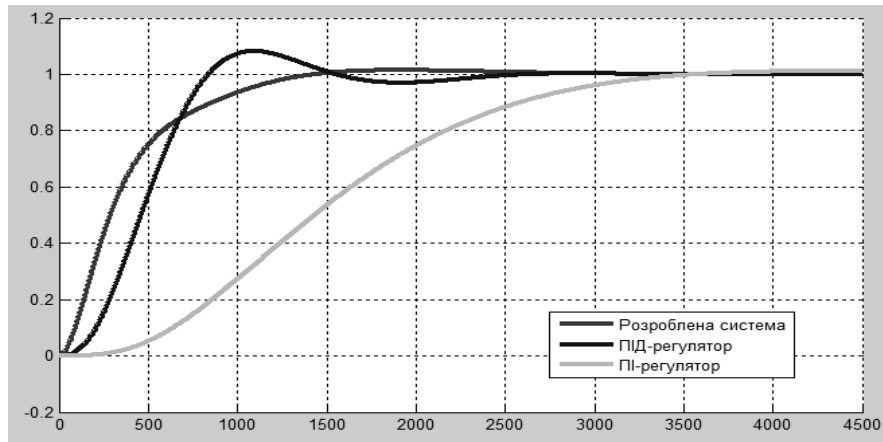


Рис. 2 – Порівняння перехідних характеристик систем керування

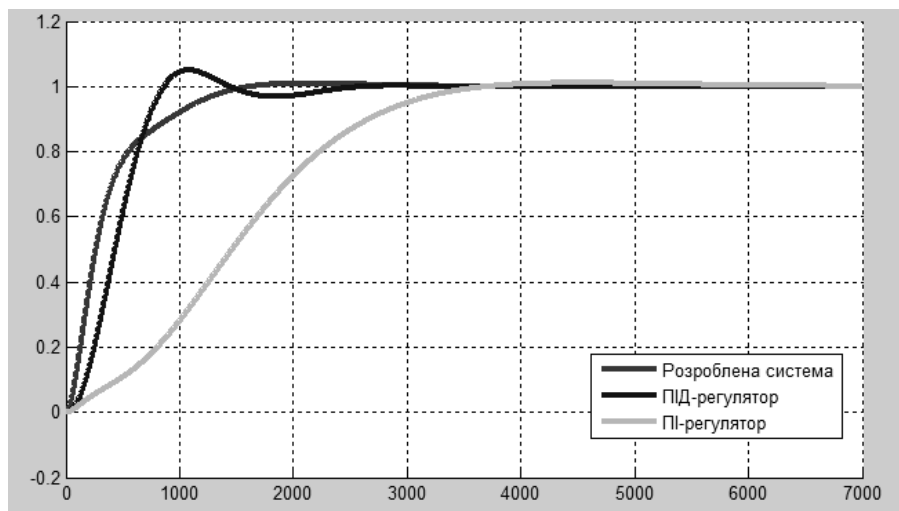


Рис. 3 – Результати дослідження систем керування у середовищі Simulink із використанням блоку Sine Wave в якості збурення, при значеннях Amplitude = 1 та Frequency = 30

З результатів проведеного дослідження видно, що у системі з ПІД-регулятором при дії збурення виникають значні коливання, що призводить до занадто високого збільшення часу виходу системи на усталений режим. Розроблена система керування дозволяє покращити цей результат: коливання зменшуються, внаслідок чого зменшується і час виходу системи на усталений режим.

Проведене дослідження роботи синтезованої системи керування в умовах збурень продемонстрували ефективність розробленої системи у порівнянні з системою з класичними ПІ- та ПІД-регуляторами.

Список посилань

1. Суликова, В. А. Алгоритм нечеткого управління процесом варки стекла [Текст] / В. А. Суликова. // ВЕСТНИК ОГУ. – 2014. – №3. – С. 173 – 179.
2. Jianling Q. Design of Fuzzy PID Controller and Application in Glass Furnace [Text] / Q. Jianling, D. Zhenjie, L. Yezi. // Electronic Measurement and Instruments. – 2007. – №1. – С. 224 – 227.

УДК 519.248

Т. О. Стефанович, канд. техн. наук, доцент

С. В. Щербовських, докт. техн. наук, с.н.с.

Національний університет «Львівська політехніка», shcherbov@gmail.com

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВИ СИСТЕМИ ІЗ НАВАНТАЖУВАЛЬНИМ РЕЗЕРВУВАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ МІЖ ОДНОТИПНИМИ МОДУЛЯМИ

Одним із способів підвищення надійності технічних систем є застосування структурного резервування. Під час такого резервування у структуру системи вводять надлишкові елементи. Для багатьох механічних, гідравлічних та електротехнічних систем введення резервних елементів збільшує вартість системи, погіршує її масо-габаритні та технічні показники. З економічної точки зору це досить часто нівелює ефект від підвищення показників надійності системи, що змушує проєктантів шукати інші шляхи забезпечення надійності. Під час проєктування систем, які складаються із однотипних модулів, з'являється корисна властивість, зміст якої полягає ось у чому. Якщо виникає непрацездатність одного із елементів модуля, то тимчасове функціонування цього модуля можна забезпечити за допомогою такого ж елемента, розміщеного у сусідньому модулі. Це знімає проблему підвищення вартості та масо-габаритних показників системи, проте вимагає брати до уваги ряд обмежень. По-перше, не для кожного елемента, розміщеного у сусідньому модулі, технічно можливо передати його функцію до основного модуля, в якому відповідний елемент непрацездатний. По-друге, якщо така можливість існує, то необхідно додати у систему сполучний елемент, який діагностуватиме потребу у такій передачі, та в разі необхідності її здійснюватиме. По-третє, якщо елемент у сусідньому модулі надає свою функцію одночасно в обидва модулі, то його навантаження зростає. У результаті постає проблема формування математичної моделі надійності, яка адекватно враховуватиме для системи, що складається із однотипних модулів, зміну навантаження для сполучного елемента та елемента сусіднього модуля, який резервує аналогічний елемент в основному модулі. Системи, складені із однотипних модулів, для яких реалізують такий спосіб підвищення надійності, зустрічаються у транспортній сфері, в системах військового призначення тощо.

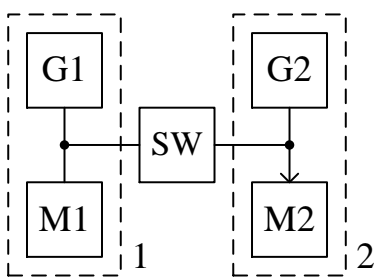


Рис. 1. – Функціональна схема системи

У роботі розроблено математичну модель надійності системи із навантажувальним резервуванням елементів для однотипних модулів. Досліджувана система має таку будову. В основному модулі 1 розміщено генератор G1, до якого підключено споживача M1 (рис. 1). Поруч із модулем 1 встановлено аналогічний модуль 2, в якому розміщено генератор G2, до якого підключено споживача M2. Між силовими лініями, які сполучають генератори із споживачами ввімкнене сполучний елемент SW. Система функціонує таким чином. Генератор G1 живить споживача M1, а генератор G2 — споживача M2, при

цьому елемент SW перебуває у ненавантаженому режимі. Після відмови генератора G1 елемент SW діагностує його непрацездатність та подає до споживача M1 живлення від генератора G2 із сусіднього модуля. У результаті такого перемикавання навантаження елемента SW стає номінальним, а навантаження генератора G2 зростає вдвічі. З метою спрощення моделі надійності у роботі прийнято такі припущення. Основний модуль не використовується для забезпечення працездатності сусіднього модуля. Це означає, що у випадку відмови генератора G2 елемент SW не подає живлення до споживача M2 від генератора G1. Сусідній модуль функціонує у найбільш навантаженому режимі. Це

означає, що генератор G2 перебуває весь час під навантаженням, не залежно від стану споживача M2.

Надійність системи математично описано динамічним деревом відмов (рис. 2), в якому задано логічні умови зміни навантаження генератора у сусідньому модулі G2 та сполучного елемента SW залежно від стану генератора G1 у основному модулі.

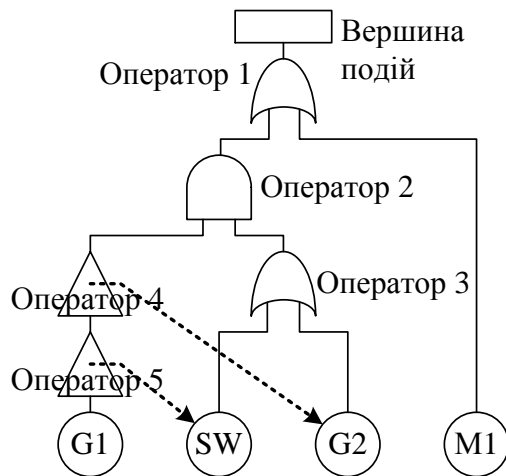


Рис. 2 – Динамічне дерево відмов системи

Непрацездатність системи позначена блоком «Вершина подій». Вважаємо, що вона катастрофічна, тобто після її настання ремонтування системи не розглядаємо. Непрацездатність системи спричиняє настання однієї із двох подій, що описано операцією АБО (Оператор 1). Перша подія настає у разі відмови споживача M1. Друга подія відбувається внаслідок відмови генератора G1 та неможливості подати живлення від генератора G2, що описано операцією І (Оператор 2). Неможливість подати живлення від генератора G2 настає у разі відмови елемента SW або відмови генератора G2, що описано операцією АБО (Оператор 3). Вважаємо, що напрацювання усіх елементів розподілено згідно із законом Вейбулла, а тривалість ремонтування –

експоненціально. У системі відбувається два динамічних процеси. Для опису цих процесів у структуру динамічного дерева відмов введено Оператор 4 і Оператор 5, які є повторювачами логічного сигналу, і задано в них умови зміни навантаження. Якщо на вхід Оператора 4 подається логічний сигнал ХИБНО, тобто G1 працездатний, то інтенсивність процесу напрацювання елемента SW встановлюємо 0. Якщо на вхід Оператора 5 подається логічний сигнал ІСТИННО, тобто G1 непрацездатний, то інтенсивність процесу напрацювання генератора G2 збільшуємо в k разів.

На основі динамічного дерева відмов згідно із формалізованими правилами [1, 2] складено граф станів та переходів. Граф містить вісім станів та десять переходів. Непрацездатні стани згруповано за причинами непрацездатності системи. Встановлено, що така система має три причини відмови: 1) непрацездатність споживача M1; 2) непрацездатність генератора G1 та елемента SW; 3) непрацездатність генераторів G1 та G2. Грунтуючись на графі станів та переходів згідно із формалізованими правилами тензорного аналізу [1, 2] сформовано розщеплену однорідну марковську модель у формі рівнянь Колмогорова – Чепмена. Одержана система містить 128 рівнянь.

За допомогою отриманої моделі надійності проаналізовано, як впливає зміна навантаження генератора у сусідньому модулі після відмови генератора у основному на причини непрацездатності системи. Кількісно показано, що зі збільшенням коефіцієнта навантаження непрацездатність системи внаслідок відмови обох генераторів із друго-рядної причини стає домінуючою. Кількісний аналіз такої властивості системи не можна адекватно виконати ні за допомогою логіко-ймовірнісного аналізу, ні шляхом використання звичайної однорідної марковської моделі надійності.

Список посилань

1. Stefanovych T. The reliability model for failure cause analysis of pressure vessel protective fittings with taking into account load-sharing effect between valves / T. Stefanovych, S. Shcherbovskykh, P. Drozdziel // Diagnostyka. – 2015. – Vol. 16, No 4. – P. 17 – 24.
2. Щербовських С. В. Математичні моделі та методи для визначення характеристик надійності багатотермінальних систем із урахуванням перерозподілу навантаження: монографія / С. В. Щербовських. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 296 с.

УДК 502.55

І.В. Корнієнко, канд.техн.наук, доцент
С.П. Корнієнко, канд.техн.наук, доцент
А.І. Кошма, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, cornel@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ РОЗДІЛЬНОГО ЗБИРАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Актуальність і важливість задачі роздільного збирання побутових відходів не підлягає сумніву, при чому в нашій державі ця проблема досі не вирішена. Авторами визначені і запропоновані основні шляхи розв'язання проблеми поводження з побутовими відходами з урахуванням особливостей України [1-4].

Одним з етапів формування оптимальної (раціональної) просторової структури мережі роздільного збирання твердих побутових відходів (ТПВ) є моделювання процесів і параметрів системи на етапі збирання сміття у прибудинкових територіях. Система роздільного збирання ТПВ представляє собою трьохланкову ієрархічну структуру [5], для аналізу функціонування якої та для подальшої оптимізації можна використати систему масового обслуговування (СМО), схема якої зображена на рис. 1.

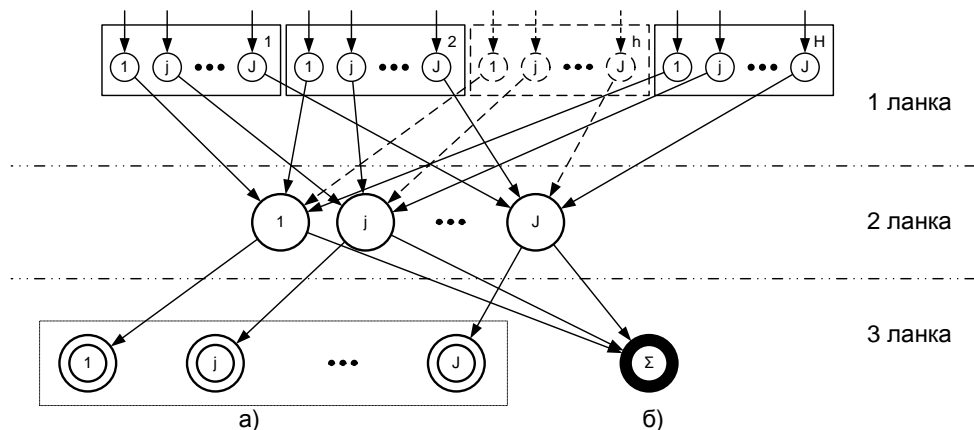


Рис. 1 – Структура СМО ТПВ

Система включає наступні елементи: перша ланка містить множину майданчиків H для збирання ТПВ, що мають власне просторове розташування. Кожний з майданчиків має J контейнерів, кількість яких визначається кількістю груп ТПВ. В кожний j -тий контейнер поступає «заявка» – порція сміття j -го типу певного об'єму. Друга ланка представлена засобами вивезення різних груп ТПВ, причому окрему j -ту групу ТПВ вивозить окремий транспорт. Вивезення сміття в кінцеві пункти (третя ланка) можливе за двома варіантами: а) сміття по j -тих групах концентрується по відповідних центрах збирання ТПВ; б) сміття по всіх групах концентрується на пункті вторинного сортування.

Відповідно до класифікації Д. Кендалла, СМО ТПВ має позначення $(M/D/H \times J):(GD/V_j/\infty)$ – СМО з пуассонівським вхідним потоком, фіксованим часом обслуговування, $H \times J$ паралельними каналами, дисципліна черги не регламентована, черга в j контейнері не може вмістити обсяг більше V_j , джерело заявок нескінченної ємності.

Означимо основні співвідношення між показниками ефективності СМО.

Приведена інтенсивність потоку: $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$.

Максимальна довжина черги: $m_j^{\max} = \frac{V_j^{\max}}{\bar{v}_j}$, де \bar{v}_j – середнє значення об'єму порції ТПВ, V_j^{\max} – максимальний об'єм контейнеру. Довжина черги, за якою можна обслуговувати контейнер: $m_j^{\text{norm}} = \frac{V_j^{\text{norm}}}{\bar{v}_j}$. Мінімально-допустима інтенсивність обслуговування СМО ТПВ: $\mu_{\min} = \frac{\Lambda_j}{m_j^{\max}}$. Допустимою можна вважати інтенсивність обслуговування СМО знаходиться в інтервалі $\mu_{\min} \leq \mu < \mu_{\text{norm}}$, де $\mu_{\text{norm}} = \frac{\Lambda_j}{m_j^{\text{norm}}}$.

Ймовірність того, що заявка получить відмову: $P_{\text{fail}} = \frac{\Lambda_j}{\mu_{\min}} P_0$, де P_0 – імовірність того, що СМО знаходиться в стані S_0 (контейнер повністю пустий), $P_0 = 1 / \left[1 + \Lambda_j \left(\frac{m_j^{\max}}{\Lambda_j} + \frac{1}{\mu_{\min}} \right) \right]$, де $\Lambda_j^{01}, \Lambda_j^{12}, \dots, \Lambda_j^{\max-1, \max}$ – інтенсивність переходу станів СМО; $\Lambda_j^{\max, 0} = \mu_{\min}$. Імовірність того, що заявка буде обслугована $P_{\text{serv}} = 1 - P_{\text{fail}}$. Середній час обслуговування заявки за умови стаціонарності μ : $\bar{t}_{\mu} = \frac{4}{\mu_{\min} + \mu_{\text{norm}}}$. Абсолютна

пропускна здатність: $V_Q = P_{\text{serv}} \sum_{j=1}^J \Lambda_j^H \bar{v}_j$. Відносна пропускна здатність:

$V_q = P_{\text{serv}} \sum_{j=1}^J \Lambda_j^H \bar{v}_j / \sum_{j=1}^J \Lambda_j^H \bar{v}_j$. Питомі витрати на вивезення ТПВ: $C_v = \frac{C_Q}{V_Q}$. Собівартість

вивезення ТПВ: $V_c = \frac{V_Q}{C_Q}$.

Список посилань

1. Корнієнко І.В. Порівняльний аналіз підходів до утилізації екологічно небезпечних побутових відходів / І.В. Корнієнко, А.І. Кошма // Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції «Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землекористування – Європейський досвід». – Збірник наукових праць. – 2013. – Випуск 9. – С. 180 – 185.
2. Корнієнко І.В. Визначення основних чинників впливу на просторову структуру мережі збирання та переробки екологічно небезпечних відходів / І.В. Корнієнко, А.І. Кошма // Матеріали Х міжнародної науково-практичної конференції «Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землекористування – Європейський досвід». – Збірник наукових праць. – 2014, – Випуск 10. – С. 143–146.
3. Корнієнко І.В. Декомпозиція задачі формування просторової структури мережі збору побутових відходів / І.В. Корнієнко, А.І. Кошма // Технічні науки та технології : науковий журнал / Черніг. нац. Технол. Ун-т. – Чернігів. – 2015. – №1 (1). – С. 113 – 118.
4. Корнієнко І.В. Моделювання обмежень розташування контейнерних майданчиків роздільного збору твердих побутових відходів/ І.В. Корнієнко, А.І. Кошма // Технічні науки та технології : науковий журнал / Чернігів, ЧНТУ. – 2015. – № 2 (2). – С. 135 – 140.
5. Корнієнко І.В. Стан і напрями розв'язання проблеми утилізації екологічно небезпечних побутових відходів / І.В. Корнієнко, А.І. Кошма // Чернігівський науковий часопис. Серія 2: Техніка і природа. – 2012, – № 1 (3). – С. 122 – 127.

УДК 004.056(043.2)

П.Л. Ігнатенко, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, ignatenkopl@mail.ru
Ю.Б. Коваленко, канд. пед. наук, доцент
Національний авіаційний університет, м. Київ, yleejulee22@gmail.com

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ КОМБІНОВАНОГО АНАЛІЗАТОРА БІНАРНОГО КОДУ BITBLAZE.

Об'єктом дослідження обрано комбінований аналізатор бінарного коду BitBlaze. Даний комбінований аналізатор бінарного коду буде зручно розглядати, як єдину систему, яка в свою чергу складається з підсистем, які доцільно розділити на три категорії:

- обробка і розділення вхідних даних на структурні елементи, і зв'язування їх шляхом використання PIN;
- аналіз вхідного коду програми за допомогою закладених методів в статичний аналізатор Vine і динамічний аналізатор TEMU;
- обробка і інтерпретація даних в символному форматі вхідного повідомлення за допомогою інтерпретатора Rubber.

Здійснимо морфологічний опис системи прогнозування уразливих елементів коду та виявлення помилок інструментом BitBlaze рис.1.

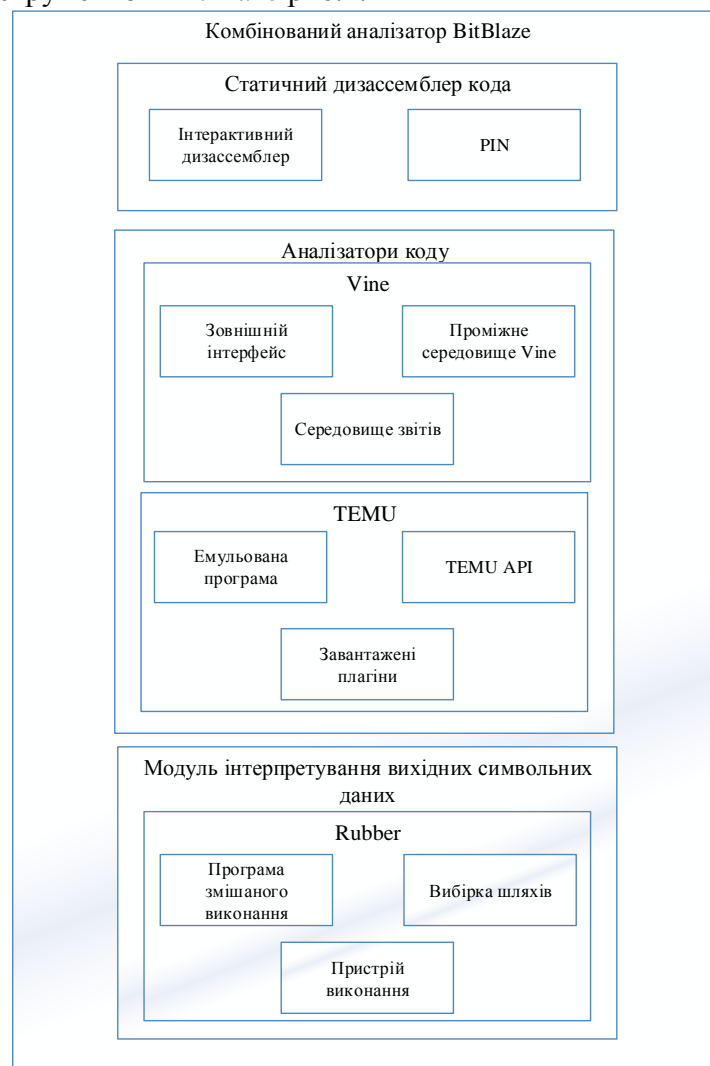


Рис. 1. – Морфологічний опис системи

Система BitBlaze дозволяє провести довершений аналіз двійкового коду шляхом багаторівневої перевірки на предмет додаткових помилок в коді. Оскільки після завершення статичного аналізу коду програма перевіряє код на відсутні елементи, і в разі виявлення таких, запускає перевірку динамічним аналізатором. Крім того вихідне повідомлення представлено у вигляді вхідного символічного повідомлення з відміченими помилками за допомогою інструмента Rubber [1].

Побудуємо можливі альтернативи будови системи аналізатора із застосуванням різних варіацій ймовірних модулів обробки інформації. Для визначення кількості потрібних альтернатив використаємо метод мозкового штурму. Метод мозкового штурму полягає в створенні оперативної групи експертів для декомпозиції та формування поняття про систему, її діяльність і узгодженість модулів. Експертами було встановлено, що для розуміння ймовірного розвитку системи потрібно встановити 6 альтернатив будови системи.

Застосування даного методу для вирішення даної проблеми проводилось у такі етапи:

1. Спочатку експерти провели ознайомлення з поставленими завданнями і проблемами досліджуваної системи.
2. Експертами був проведений детальний аналіз будови і взаємозв'язків новоутворених систем.
3. Сформовані нові базиси для вирішення поставленої задачі, і розгляду проблеми в новому полі зору. Це дозволило знайти рішення розвитку системи або її можливої перебудови в разі виникнення потреби.
4. Був сформований кінцевий результат дослідження: комплексний аналіз зі сформованими висновками стосовно дослідження альтернатив будови системи.

Отже для системи BitBlaze були вибрані такі класифікаційні ознаки, та їх властивості:

1. Інтерактивний дизасемблер:

- IDA Pro [Dat] – повністю контрольований дизасемблер, з можливістю зберігання розкладених частин для їх подальшого аналізу і запису;
- Linear-sweep disassembler – дозволяє виконувати кастомне розділення тексту шляхом вибору потрібних бітів інформації, і управляти самим процесом дизасемблювання коду;
- Objdump – стандартний дизасемблер Vine, автоматично розділяє бінарний код на змістовні частини, має розвинений інтерфейс командної строки.

2. Декомпозиція інструкцій:

- стороння бібліотека інструкцій VEX – бібліотека системних інструкцій аналізатора, яка зберігає дані в форматі проміжної мови VEX IL;
- динамічний інструмент системних інструкцій Valgrind [NS07] – зв'язаний із зовнішнім середовищем, автоматично обновлюваний інструмент збереження і передачі системних інструкцій, який має гнучку систему налаштувань процесу передачі і збереження масивів даних, з можливістю автоматичного виконання з прив'язкою до часу.

3. Побудова графів:

- стандартний модуль побудови графів управління (CFG) – модуль побудови графів потоків управління системи після проведення процесу аналізу бінарного коду.
- інтерпретатор мови графів (gra) GraphViz DOT – інтерпретатор мови побудови графів, дозволяє побудувати графи без проходження повного циклу аналізу коду, використавши лише вхідні системні параметри.
- утиліта для даних побудови і програмних даних графів Muc97 – утиліта, яка співвідносить граф потоків управління і еталонний граф функціонування системи, може встановити системні розлади функціонування системи, і винести первні рекомендації для їх усунення.

4. Верифікація:

- конвертер Dijkstra's Guarded Command Language. Застосовується для конвертації проміжної мови (intermediate language) в командну мову GCL для розрахунку вразливостей коду стосовно критеріїв GCL програм;
- синтаксис CVC Lite [cvc] – синтаксис для відмічення важливих вражених фрагментів коду (потенційних уразливостей і помилок);
- синтаксис SMT-LIB syntax – синтаксис для відмічення важливих вражених фрагментів коду (потенційних уразливостей і помилок). Дозволяє працювати з багатьма системами декодування, оскільки має розвинену базу пунктуаційної реалізації, більш вибагливий до системи.

5. Аналіз відмічених даних:

- CPG+04 – стандартний аналізатор вхідних даних. Має узгоджену модель обміну даними з дисковим середовищем, і середовищем оперативної пам'яті;
- CCC+05 – Багатопроцесорний аналізатор інформації. Здатний оброблювати інформацію швидше за інші аналізатори, за рахунок паралельного розгляду отриманих фрагментів коду;
- SLZD04 – одно-процесорний аналізатор, який підтримує великий спектр можливих системних додатків, які фактично виконують роль паралельного виконання додаткового процесу.

6. TEMU API:

- режим прямої роботи з пам'яттю CPU – обмін даними безпосередньо з системним процесором. Забезпечує оперативне реагування і обробку інформації, прискорює процес динамічного аналізу коду;
- режим роботи з емульованим станом системи – базується на збереженні і завантаженні стану емульованої системи. Дозволяє перемикатися між різними станами системи для більш ефективного динамічного аналізу, оскільки дозволяє використати найкращі комбінації налаштувань і алгоритмів динамічної обробки бінарного коду.

7. Завантажені плагіни:

- Panorama [YSM+07] – плагін, який виконує цілковитий аналіз системи на виявлення вразливостей, з метою виявлення і аналізу шкідливих процесів в бінарному коді;
- HookFinder [YLS08] – плагін, який виконує дрібно-направлений аналіз окремих бітів інформації, на предмет шкідливої перспективи для системи (на манер пошуку уразливостей системи);
- Renovo [KPY07] – плагін, який вилучає розпакований код з упакованих виконуваних файлів;
- HookScout – плагін, який виводить структури даних ядра системи;
- MineSweeper [BHL+07] – плагін, який виявляє і розкриває шкідливі програми на етапі запуску аналізу, виконуючи онлайн символічну декомпозицію процесу запуску програми.

8. Пристрій виконання:

BitFuzz – пристрій динамічного символічного виконання на основі трасування, відмічає змінені частини коду в символічному форматі, дозволяє зберігати окремі частини для подальшого аналізу процесу виконання, постійно зберігається в системі. FuzzBALL – символічне виконання в реальному часі. Виконує символічне виконання в якості складової частини програми аналізу в реальному часі, не має постійної структури, з'являється лише під час виконання процесу.

Список посилань

1. Miller, C. Crash analysis with BitBlaze [Text] / C. Miller, J. Caballero, N. Johnson, M. Kang, S. McCamant, P. Poosankam, D. Song . – USA: at Black Hat, 2010 – 70p.

УДК 629.05:621.317

О.О. Шелуха, аспірант

Національний авіаційний університет, м. Київ, alexztshell@gmail.com

П.Л. Ігнатенко, канд.техн.наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, ignatenkopl@mail.ru

СИСТЕМА СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА СУПРОВОДУ НА РУХОМИХ НОСІЯХ

В даний час розроблено багато різноманітних систем спостереження, проте майже всі вони побудовані на стаціонарній основі. Такі системи добре підходять для певних майданчиків, будинків, та мають обмежене поле зору, в результаті для покриття всього периметру необхідно використовувати або велику кількість пристроїв або рухомі комплекси спостереження.

В літературі [1] описана проблема спостереження рухомою системою, та наведено геометричні співвідношення, що дозволяють вирішити завдання визначення координат нерухомого спостережуваного об'єкта.

Як приклад розглянемо систему, встановлену на рухомому носії. Така система повинна забезпечувати швидке виявлення та розпізнавання об'єктів на достатній відстані і визначати їх координати для точної прив'язки об'єкта в системі прямокутних координат.

Рішення аналогічного завдання у випадку спостереження рухомого, з певною швидкістю, об'єкта є більш складним завданням та вимагає спеціального дослідження. В загальному випадку, рух носія стосовно вимірюваного об'єкту сильно впливає на точність прив'язки як у динамічному (з описом руху об'єкта), так і у статистичному (з визначенням миттєвого положення об'єкта) варіантах рішення завдання. Проте, використовуючи спеціальні датчики, може бути отримана груба оцінка положення об'єкта – у вигляді однієї візирної крапки.

Одним з основних завдань в роботі є розробка інформаційної системи автоматизованої стабілізації лінії візування та супроводу об'єкта, що спостерігається рухомою системою спостереження. Дана система буде мати вигляд програмно-апаратного модуля, в якому будуть виконуватись розрахунки необхідні для стабілізації, як платформи (автомобіль, корабель, літальний апарат тощо), так і розташованих на ній приладів вимірювання та спостереження (камера, лазерний покажчик, далекомір, вузькоспрямована антена тощо). Використовуючи результати спостережень, створюється математична модель об'єкта, що супроводжується, і виконуються розрахунки для прогнозування його подальшого положення [2].

Для цього використовуватиметься система захоплення, що виконує такі задачі:

- виявлення траєкторії об'єктів;
- супровід об'єктів;
- траєкторні розрахунки для виділення об'єкта управління.

Всі перераховані операції виконуються автоматизовано, за допомогою ЕОМ. В процесі автосупроводу об'єктів виконуються наступні операції: оцінка параметрів траєкторії цілі; екстраполяція параметрів траєкторії на наступний крок або кілька кроків; виділення області упередження, в якій з певною ймовірністю очікується переміщення об'єкту спостереження; селекція відміток з метою вибору однієї з них для продовження траєкторії.

Список посилань

1. Системи наведення та стабілізації озброєння: Монографія. / [Безвесільна О.М., Квасніков В.П., Цірук В.Г., Чіковані В.В.]. – Київ: НАУ, 2014. – 176с.
2. Кузьмин С. З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации / С. З. Кузьмин. – М.: «Сов. радио», 1974. – 432 с.

УДК 612.317

**В. П. Квасніков, докт.техн.наук, професор,
М. О. Катаєва, аспіранка**

Національний авіаційний університет, Київ, kataeva.mariia@gmail.com

П.Л. Ігнатенко, канд.техн.наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, ignatenkopl@mail.ru

МЕТОД КОНТРОЛЮ ЛІНІЙНО-КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ

В процесі експлуатації та внаслідок впливу дестабілізуючих факторів таких як зміна температури, вологість, вібрації тощо, авіаційні деталі зазнають певних деформацій, що може стати причиною появи відмов. Вчасне виявлення відхилень деталей від заданої форми забезпечує підтримку і відновлення працездатного стану деталі шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтів. Тому актуальним є завдання розробки та впровадження нових методів контролю авіаційних деталей складної геометричної форми.

Проведений аналіз методів контролю лінійно-кутових параметрів авіаційних деталей складної геометричної форми в умовах дії дестабілізуючих факторів показав, що систематичне підвищення або зниження поверхні авіаційної деталі, коливання її висоти, хвилястість та інші відхилення від площинності, що володіють певним ступенем гладкості може бути описано за допомогою тренда [1-3].

Для побудови поверхні тренда використовується набір точок в межах заданої площини авіаційної деталі. На основі математичних рівнянь таких як поліноми або сплайни, будується математична модель поверхні максимально наближена до дійсної.

Для достовірного описання тренду рекомендовано застосовувати поліноми Бернштейна, які дозволяють організувати наочний інтерактивний режим побудови кривих на площині і в просторі, а також поверхонь, що відповідають необхідному рівню точності [4]. Рівень точності та ступень полінома визначає величину хвилястості поверхні.

Лінійний каркас, складений прямими лініями, що з'єднують задані точки є опорною кривою тренда (рис.1).

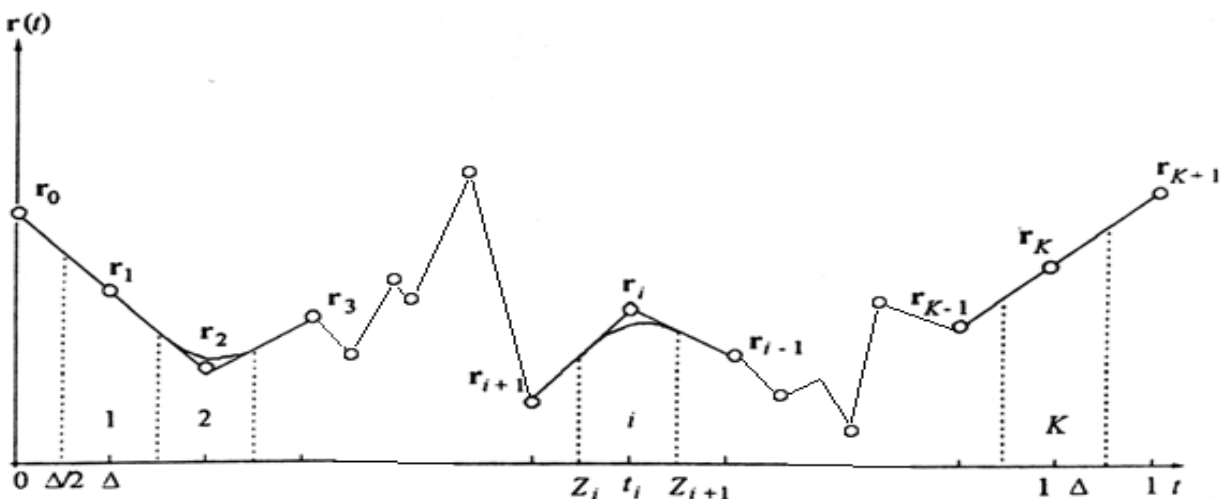


Рис. 1 – Апроксимація точок кривої просторової поверхні

Нехай функція $y(x)$ задана таблицями значень $y_i, x_i, i=1,2,\dots,k$. Для параметричного представлення вектор функції $r(t) = [x(t), y(t)]^T, t \in [0,1]$, задамо рівномірно розподілені по осі t вузлові точки з кроком $\Delta=1/(k+1)$ так, щоб $t_1=\Delta, t_i=i\Delta, i=1,K, t_k=1-\Delta$.

Точки, що обмежують i -ту ділянку, помістимо в середині сусідніх відрізків так, що $z_i = i\Delta - \Delta/2$, $i=1, K$.

Запишемо апроксимуючий поліном на i -й ділянці у вигляді:

$$P_i(\xi) = (1 - \xi)^{L+1} \sum_{k=0}^L \xi^k a_{ki} + \xi^{L+1} \sum_{k=0}^L (1 - \xi)^k b_{ki},$$

$$\text{де } \xi = \frac{t - z_i}{\Delta}, \quad t \in [z_i, z_{i+1}], \quad \xi \in [0, 1].$$

Коефіцієнти полінома визначається з умов рівності полінома і всіх його похідних до порядку $L+1$ в граничних точках $t=z_i$, $t=z_{i+1}$, відповідним значенням для опорної кривої. При зазначених умовах коефіцієнти полінома на i -й ділянці запишуться співвідношеннями:

$$a_{ki} = \varepsilon_k [(L+k)(r_i + r_{i-1})/2 + k(r_i - r_{i-1})],$$

$$b_{ki} = \varepsilon_k [(L+k)(r_i + r_{i+1})/2 + k(r_i - r_{i+1})], \quad k = \overline{0, L}, \quad (1)$$

а поліном – співвідношенням:

$$P_i(\xi) = Lh_3(\xi)(r_i + r_{i-1})/2 + h_4(\xi)(3r_i - r_{i-1})/2 + Lh_1(\xi)(r_i + r_{i+1})/2 + h_2(\xi)(3r_i - r_{i+1})/2. \quad (2)$$

Схема побудови апроксимації поверхні забезпечує безперервність апроксимуючого полінома в лініях зшивання разом з усіма похідними аж до $2L+1$ -го порядку [5-6]. Отримана крива є неперервною разом з усіма похідними до заданого порядку та на всій побудованій поверхні в цілому існують безперервні приватні похідні не нижче четвертого порядку, на кожній порції зберігається знак другої похідної уздовж координатних напрямків. За допомогою цього методу є можливість побудови кривих і поверхонь, які як завгодно мало відхиляються від заданих точок [7].

Доведено, що представлений метод математичного опису криволінійної поверхні адекватно описує реальні параметри об'єкту, є досить зручним для подальшого аналізу та сприяє підвищенню швидкодії процесу вимірювання об'єктів. Значна перевага запропонованого методу полягає також у тому, що процедура побудови полінома не вимагає додаткової пам'яті крім таблиць заданих точок і біноміальних коефіцієнтів, а формули зручні для програмування.

Список посилань

1. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Наука, 1997. – 384с.
2. Иванов Г.С. Конструирование технических поверхностей (Математическое моделирование на основе нелинейных преобразований) / Г. С. Иванов М.: Машиностроение, 1987. – 188 с.
3. Кендалл М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / Кендалл М. Дж., Стьюарт А. – М.: Наука, 1976. – 736с.
4. Кононогов С.А. Обеспечение единства измерений отклонений формы поверхностей сложной формы. / С.А. Кононогов, В.Г. Лысенко, Д.В. Гоголев // Главный метролог. – 2009. – № 1. – С. 24 – 30.
5. Кубланов М.С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть II. Третье издание. / М. С. Кубланов. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 125 с.
6. Мещеряков В. В. Задачи по статистике и регрессионному анализу с Matlab / В. В. Мещеряков. – М.: Диалог – МИФИ, 2009. – 448 с.
7. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М.: Наука, 1989 – 576с.

УДК.621.891:620.11(043.2)

А.П. Стахова, асистент

Національний авіаційний університет, м. Київ, Angelik2003@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ АКУСТО-ЕМІСІЙНОГО ВИПРОМІНЕННЯ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ РЕЗУЛЬТУЮЧОГО СИГНАЛУ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Розглянуто основні результати, що були отримані при моделюванні сигналів акустично-емісійного випромінювання при переважаючому механізмі зносу матеріалу поверхневих шарів, які знаходяться під впливом тертя.

Для опису сигналів акустичної емісії (АЕ) при динамічному навантаженні, зазвичай, використовують підходи, які застосовуються при статичних видах випробувань матеріалів. Тоді результуючий сигнал АЕ подається як сума потоку випадкових імпульсних сигналів АЕ. При вивченні процесів нормального зношування поверхонь парі тертя в роботі [1] розроблено моделі сигналів АЕ, які випромінюються при руйнуванні вторинних структур I і II типу на етапі нормального зношування.

Наступним кроком отриманим авторами в роботі [1], для етапу нормального зношування пар тертя було розроблено модель результуючого сигналу ае при руйнуванні вторинних структур і і ii типу, у вигляді

$$U'_T = \sum_i U_T(t-t_i) + \sum_j U_d(t-t_j), \quad (1)$$

де t_i, t_j - випадкові моменти часу появи сигналів ае $U_T(t)$ та $U_d(t)$.

Зробивши підстановки в формулу (1), для складових аналітично описаних в роботі [1], отримуємо вираз

$$U'(t) = \sum_i U_0 \delta_0 \sigma_{0e}^3 e^{4z(t-t_i)} e^{-b\sigma_{0e} z(t-t_i)} + \sum_j U_{0d} \varepsilon_{0d} e^{r(t-t_j)} e^{-B\varepsilon_{0d} e^{r(t-t_j)}} \quad (2)$$

Де $U_0 = kN_0cz$ – максимально можливе зміщення при руйнуванні бездисперсного по міцності поверхневого шару s_m матеріалу;

k – коефіцієнт пропорційності;

N_0 – кількість елементарних об'ємів в області неоднорідності S_T ;

c, b – коефіцієнти розподілу елементарних об'ємів по міцності (залежать від фізико-механічних характеристик матеріалу);

σ_{0d} – початкові еквівалентні напруження на етапі нормального зношування;

t – час;

$z = E/\xi$; ξ – коефіцієнт в'язкості;

E – модуль пружності;

$\delta_0 = \int_{t-\delta/2}^{t+\delta/2} a(\tau) d\tau$ – середня тривалість обурення при руйнуванні елементарного об'єму;

$a(\tau)$ – функція, яка визначає форму одиночного імпульсу збурення (однакова для всіх елементарних об'ємів);

$U_{0d} = a_0 M \frac{v_d}{\ell_0} \delta_d$ – амплітуда зміщення, яка залежить від фізико-механічних

характеристик матеріалу;

a_0 – амплітуда імпульсу одиночного збурення при русі дислокації (постійна і не залежить від деформації);

ℓ_0 – відстань між двома актами випромінювання одиночної дислокації;

v_d – середня швидкість руху дислокацій (вважається постійною);

ε_{0d} – початкова відносна деформація;

$$\delta_d = \int_{t-\frac{\delta_1}{2}}^{t+\frac{\delta_1}{2}} a_1(\tau) d\tau - \text{середня тривалість імпульсу збурення};$$

$a_1(\tau)$ – функція, яка визначає форму імпульсу збурення (ϵ незмінною);

M, B, r – постійні (залежать від фізико-механічних характеристик матеріалів).

З використанням аналітичного опису моделі результуючого сигналу АЕ за формулою (2), отриманого в [2] були проведені теоретичні моделювання результуючих сигналів АЕ в роботах [2, 3] при різних значеннях експлуатаційного навантаження, швидкості переміщення поверхонь, з урахуванням об'єму матеріалу, що вступає в пластичну деформацію, площі руйнувань, фізико-механічних властивостей матеріалу при переважному механізмі руйнування поверхневих шарів матеріалів.

При переважаючому механізмі нормального зношування поверхневих шарів матеріалів показано, що форма і параметри результуючих сигналів АЕ залежать від швидкості обертання пари тертя, експлуатаційного навантаження, а також фізико-механічних властивостей матеріалу. Встановлено, що збільшення експлуатаційного навантаження при постійній швидкості обертання пари тертя призводить до збільшення середнього рівня результуючого сигналу АЕ, та до збільшення розмаху амплітуди. Але при постійному значенні експлуатаційного навантаження збільшення швидкості обертання пари тертя призводить до стиснення сигналу АЕ в часі і його трансформації в сигнал гребінчастої форми.

Визначено, що на результуючий сигнал АЕ на етапі нормального зношування впливають напруження і деформації, а також величина об'єму матеріалу, що вступає в пластичну деформацію, а також площа руйнувань. Збільшення деформованого об'єму матеріалу призводить до зростання амплітуди імпульсних сигналів АЕ при руйнуванні вторинних структур і типу, що спричиняє зростання середнього значення амплітуди та зниження розмаху результуючого сигналу АЕ. Водночас, із збільшенням площі локальних руйнувань при руйнуванні вторинних структур її типу, відбувається зростання значення амплітуди результуючого сигналу АЕ та збільшення її розкиду.

Експериментальні дослідження для АЕ випромінювання при випробуваннях на задиристійкість отримані в [4] підтвердили результати отримані при теоретичному моделюванні АЕ випромінювання при збільшенні прикладеного навантаження. Тобто, збільшення експлуатаційного навантаження призводить до зростання усередненої амплітуди і зростання розкиду результуючого сигналу АЕ. При збільшенні параметрів, що характеризують фізико-механічні характеристики матеріалів відбувається зменшення усередненої амплітуди і зменшення величини розкиду результуючого сигналу АЕ.

Таким чином, закономірності отримані при проведених експериментальних дослідженнях сигналів АЕ та закономірності отримані при теоретичних дослідженнях показали узгодження. Це дозволяє вважати метод АЕ ефективним для визначення початкового етапу виникнення руйнування. А це в свою чергу дозволить своєчасно вивести вузол тертя з роботи і, тим самим, запобігти його руйнуванню.

Список посилань

1. Бабак В.П. Моделі сигналів акустичної емісії при руйнуванні поверхневих шарів пар тертя/ В.П. Бабак, С.Ф. Філоненко, В.М. Стадниченко, А.П. Стахова // Проблеми тертя та зношування. – 2007. – Вип.47. – С. 3–8.

2. Филоненко С.Ф. Моделирование сигналов акустической эмиссии при изменении объема материала, вступившего в пластическую деформацию / С.Ф. Филоненко, А.П. Стахова // Технологические системы. – 2008. – № 1(41). – С. 20 – 27.

3. Филоненко С.Ф. Моделирование сигналов акустической эмиссии при переходе от стадии нормального к стадии катастрофического изнашивания / С.Ф. Филоненко, А.П. Стахова // Технологические системы. – 2007. – №4(40). – С. 41 – 47.

4. Filonenko S.F. Modelling of acoustic emission signals at friction of materials' surface layers / S.F. Filonenko, V.N. Stadnychenko, A.P. Stakhova // Aviation. – 2008. – v.12. – No3. – P. 87 – 94.

УДК 378.146:004.91

Т.О.Науменко, ст.викладач

Первомайський політехнічний інститут Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, naum-t@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ

Якісна оцінка знань студентів є «вічною» проблемою, що турбує діячів освіти. Тому існує наукова задача, яка полягає в управлінні розвитком систем та інструментарію оцінювання якості продукту освітніх послуг. Відповідно, постала потреба в дослідженні особливостей розвитку категорії оцінки та якості знань, а також успішних практик щодо розвитку автоматизованих систем оцінювання як інструменту визначення рівня якості продукту освітніх послуг.

Тема порушена на досвіді експлуатації власного проекту комп'ютерної системи оцінки знань «КОЗС» з виникненням в епоху реформування проблемних питань.

Система «КОЗС» доповнює інформаційно-аналітичну систему управління навчальним процесом Первомайського політехнічного інституту Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова (ППІ НУК ім. адм. Макарова). Проект системи був орієнтований на проведення державних випробувань, але з часом в системі почали виконувати і поточний та підсумковий контролю знань.

Система «КСОЗ» оцінює знання студентів за вимогами кредитно-модульної системи. В роботі використовується технологія «клієнт-сервер», яка забезпечує взаємодію Студент–система–викладач з використанням веб-інтерфейсу.

База даних складається з трьох логічних частин - бази студентів, бази тестів та бази результатів тестувань. Тести складають за варіантами.

В системі виконується ідентифікація викладача з метою забезпечення доступу для роботи з базою студентів та тестовими завданнями, а також студентів (кожному студенту привласнюється унікальний логін та пароль).

Програма дозволяє сортувати, фільтрувати, знаходити різного виду підсумки, виводити результати як окремих студентів, так і групи, курсу та спеціальності; формувати зведені відомості.

На виході системи студент отримує результат своїх знань (рис.1), і, відповідно, має нагоду зробити висновки щодо недоліків, а викладач – відомість за рейтинговою системою.

Система пройшла апробацію та використовується уже на протязі семи років.

В ході реалізації розглянутий проект, як і будь-який освітній проект, проявив себе як динамічна система. Зі зміною в часі вимог до складу знань, до рівня їх якості функціональне та методичне забезпечення системи оцінювання потребує модифікації, в тому числі й інструментарію.

Так для технічних спеціальностей, крім використання традиційної системи тестування базових знань, для автоматизованої оцінки практичних навичок доцільно застосовувати нові адаптивні алгоритми тестового контролю; використовувати в тестах мультимедійні можливості комп'ютерів; гейміфіковані ситуативні тренажери, симулятори різноманітних технічних приладів, процесів та процедур [1]. А це говорить про необхідність введення інтеграційних процесів в систему оцінювання.

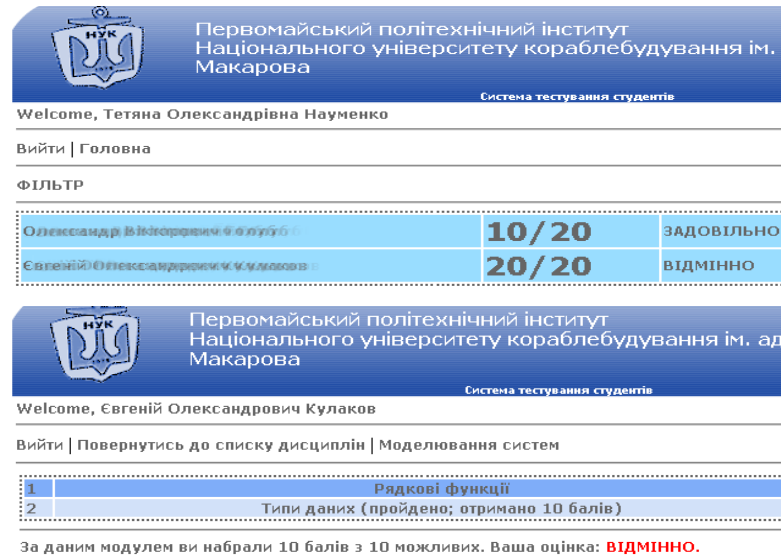


Рис. 1 – Сторінки системи «КОЗС»

Динамічні зміни обумовлені впливом внутрішніх та зовнішніх факторів: зміни в освітній політиці держави та ВНЗ, в організаційній та функціональній структурах ВНЗ; зміни вимог до рівня знань з боку роботодавців та стандартів освітніх послуг; галузеве спрямування знань; рівень довузівської підготовки; законодавча база; взаємодія ВНЗ та бізнес-структур на регіональному та інш. рівнях.

Взаємодію об'єктів та суб'єктів системи під впливом факторів можна представити моделлю (рис.2).

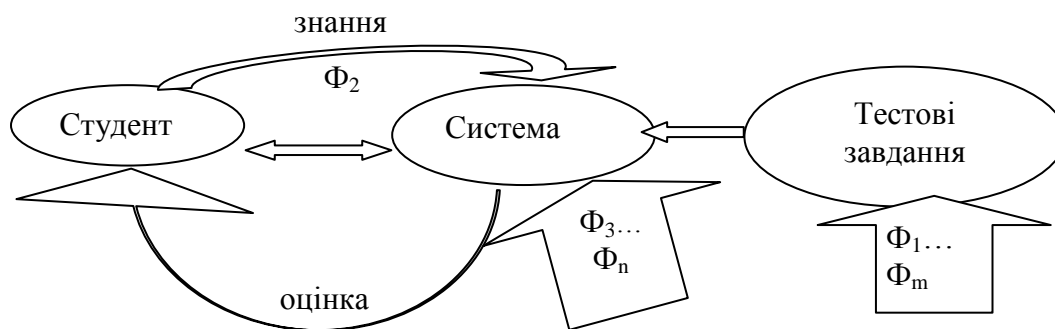


Рис. 2 – Концептуальна модель управління системами оцінювання якості продуктів освітніх послуг в процесі їх динамічних змін

Рівень якості є поплашковим індикатором [2], кількісне вимірювання якого визначають ознаки перерахованих факторів. Це є множина неконтрольованих факторів Z , що складається із показників, які формують вимір якості продукту освітніх проектів. Проведення критеріально-факторного аналізу надасть можливість обчислити факторні навантаження (рис. 2) за кожним показником (планується виконати в наступних роботах).

Вагу фактора, на думку автора, можна буде вважати критерієм при складанні оцінки, і, передбачається, що обраний підхід зможе забезпечити побудову граничного значення

якості знань, яке б слугувало нормою якості при кількісних вимірах і знайшло б відображення в удосконаленні систем, стандартів, розробці методів та механізмів для модифікації інструментарію оцінювання.

Список посилань

1. Стейскал В.Я. Особливості автоматизованої оцінки знань та практичних навичок студентів технічних спеціальностей./ В.Я. Стейскал // [Електронний ресурс]: матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 15 грудня 2015 р.) – Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2015. – С.30 – 32.
2. Борзенко-Мірошніченко А. Ю. Моніторинг якості освітніх проектів на основі моделей системної динаміки: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / А.Ю. Борзенко-Мірошніченко; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2007. – 20 с.
3. Рач В.А. Формування якості продукту освітніх проектів / В.А Рач., А.Ю Борзенко-Мірошніченко // Управління проектами та розвиток виробництва. Зб. наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2003. – № 2 (7). – С. 55 – 60.

УДК 621.9.08:62.187.4

В.О. Залого, докт. техн. наук, професор
Т.В. Яшина, аспірант

Сумський державний університет, zalogav@gmail.com, t_yashyna@ukr.net

О.Д. Динник, канд. техн. наук, доцент

Конотопський інститут Сумського державного університету, odkonotop39@gmail.com

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

У вирішенні задач управління якістю продукції зазвичай використовуються результати вимірювань ключових характеристик якості виробничих процесів (ВП). Саме на основі аналізу результатів вимірювань приймають обґрунтовані управлінські рішення щодо доцільності розробки та реалізації коригувальних дій. Без достовірних результатів вимірювань неможливо забезпечити дотримання не тільки принципу постійного поліпшення, декларованого стандартами серії ISO 9000 та ISO/TS 16949:2002, а й вимог споживача.

Важливою задачею в управлінні якістю машинобудівної продукції є підвищення достовірності вимірних даних, яке характеризується невизначеністю результатів вимірювань. Результативність коригувальних дій знаходиться в прямій залежності від достовірності даних вимірювань. Якщо невизначеність результатів вимірювань висока, то коригувальні дії можуть не привести до очікуваного результату: підвищення стабільності процесів і поліпшення якості продукції.

В ході вивчення ряду інформаційних джерел з'ясовано, що на сьогоднішній день проблема аналізу виміральної системи (ВС) та її вплив на управління якістю продукції машинобудівного підприємства є важливою і актуальною задачею, але ряд питань, пов'язаних з удосконаленням ВС, не вирішені. Таким чином, підвищення достовірності результатів вимірювань та зниження їх невизначеності є актуальним та важливим завданням в управлінні якістю продукції машинобудівних підприємств.

В ході досліджень з'ясовано, що на достовірність результатів вимірювань впливає велика кількість факторів. Причому, до цих факторів належать не лише засоби вимірювання, а і методи вимірювання, оператор, навколишнє середовище, еталон, вимірювальний зразок, матеріал, які можна об'єднати у ВС. Це обумовлює необхідність зміщення уваги фахівців при оцінці достовірності вимірювань з вивчення засобів вимірювання до вивчення ВС і до оцінки її статистичних характеристик, а саме: стабільності, зміщення, лінійності, збіжності та відтворюваності.

Отже, можна скласти перелік вимог до методу оцінки ВС, серед яких: можливість оцінювати достовірність результатів вимірювань; мінливість розсіювання, зміщення та стабільність ВС; короткострокову та довгострокову мінливість ВС; в тому числі використовуватися при неможливості проведення повторних випробувань.

Таким чином, дані вимірювань та контролю повинні використовуватися не тільки для перевірки відповідності характеристик продукції встановленим вимогам, а, перш за все, для прийняття управлінських рішень щодо необхідності регулювання виробничих процесів.

УДК 004.415.52

М.В. Лапа, канд. техн. наук, доцент, с.н.с.

Черниговский национальный технологический университет, siver_info@i.ua

А.О. Кислицын, IOS developer

Компания NAX Trader, г. Севастополь, tork.the.knight@gmail.com

Ю.Б. Лапа, студентка

Черниговский национальный технологический университет, Yu_lapa@mail.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Высокая конкуренция в области разработки программного обеспечения (ПО) диктует жесткие требования к качеству производимых продуктов. С развитием и усложнением программных продуктов и информационных систем, а особенно с развитием объектно-ориентированного программирования, метрики и процедуры оценки кода программного продукта стали трудно применимыми.

По проблемам оценки качества и управления качеством программных продуктов известны фундаментальные работы авторов М. Холстеда, А. Альбрехта, Б. Бозма. Проблемам управления процессом разработки ПО и управления ИТ-услугами посвящены исследования Ф. Брукса, У. Хэмфри, Ф. Кратчена, М. Полка, М. Мюллера, Т. Фелманна, С. Кана, В.А. Липатникова, В.Ш. Сулаберидзе, М.А. Годлевского, В.А. Шеховцова, Е.М.Корнышовой, А. Разумовского, А. Ишханович и др. Однако в работах этих авторов не рассматриваются вопросы обеспечения качества ПО для мобильных устройств. Огромный вклад в решении проблем повышения качества производственных процессов и управления качеством применительно к продуктам, услугам и процессам внесли такие организации, как ISO [1,2], SEI, Microsoft, Oracle, SETIC, Eurostat, Apple, Google, Nokia.

Основными подходами к планированию и осуществлению повышения качества организационных процессов разработки ПО являются цикл Деминга-Шухарта PDCA и цикл DMAIC, подходы, разработанные применительно к области ИТ-услуг и разработки программного обеспечения – модель процессов IDEAL (Carnegie Mellon University), Personal Software Process (Software Engineering Institute), подход GQM (Goal-Question-Metric), сбалансированная система показателей (ССП) и подход Practical Software Measurement (PSM).

Выбор номенклатуры показателей качества для конкретного программного средства (ПС) осуществляется с учетом его назначения и требований областей применения. Номенклатура показателей качества ПС и их применяемость приведены в табл. 1.

Знак «+» в табл. 1 означает применяемость, знак «-» - неприменяемость соответствующих показателей качества ПС, знак «±» - ограниченную применяемость.

Подклассы ПС в табл.1:

- 1 – операционные системы и средства их расширения;
- 2 – программные средства управления базами данных;
- 3 – инструментально-технологические средства программирования;

- 4 – ПС інтерфейса и управления коммуникациями;
 5 – ПС организации вычислительного процесса (планирования, контроля);
 6 – сервисные программы;
 7 – ПС обслуживания вычислительной техники;
 8 – прикладные программы для научных исследований;
 9 – прикладные программы для проектирования;
 10 – прикладные программы для управления техническими устройствами и технологическими процессами.
 11 – прикладные программы для решения экономических задач.

Таблица 1 – Показатели качества программных средств и их применяемость

Наименование групп и комплексных показателей качества	Применяемость показателя по подклассам (группам) ПС										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Показатели <u>надежности</u> ПС	+	+	+	+	+	+	+	-	±	+	±
1.1 Устойчивость функционирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1.2 Работоспособность	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
2 . Показатели сопровождения	±	±	±	±	±	±	±	-	±	±	±
2.1 Структурность	±	±	±	±	±	±	±	-	±	±	±
2.2 Простота конструкции	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
2.3 Наглядность	±	±	±	+	+	+	+	±	+	±	±
2.4 Повторяемость	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Показатели удобства применения	+	+	±	+	+	+	+	-	+	+	±
3.1 Легкость освоения	±	±	±	±	±	±	±	-	±	±	±
3.2 Доступность эксплуатационных программных документов	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
3.3 Удобство эксплуатации и обслуживания	+	+	+	±	±	+	±	-	+	±	±
4. Показатели эффективности	-	±	-	±	±	-	-	-	+	±	±
4.1 Уровень автоматизации	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
4.2 Временная эффективность	+	+	±	±	±	±	±	-	±	±	±
4.3 Ресурсоемкость	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. Показатели универсальности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.1 Гибкость	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.2 Мобильность	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Рынок ПО для мобильных устройств развивается с очень большой скоростью, нормативная база отстает от развития технологий для мобильных устройств. Быстрое развитие технологий разработки ПО для мобильных устройств требует разработки новых методов оценивания качества ПО для мобильных устройств, а так же методологий разработки ПО.

Список ссылок

1. ISO/IEC 18021:2002 Информационные технологии. Пользовательские интерфейсы для мобильных средств управления взаимодействием баз данных в модели клиент-сервер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org>.
2. ISO/IEC 20000-1 «Information technology— Service management. Specification» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intercert.com.ua/articles/regulatory-documents/232-iso-20000-it-services-management>.

УДК 628.946:519.248(045)

В.П. Квасніков, доктор техн. наук, професор
 Національний авіаційний університет, м Київ, kvp@nau.edu.ua

Н.І. Кулик, асистент
 Національний університет водного господарства та природокористування (НУВГП),
natasha_artuyuh@mail.ru

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОРОЗПОДІЛУ ВІД ПАРАБОЛОЇДНОГО ВІДБИВАЧА З ЦИЛІНДРИЧНИМ ДЖЕРЕЛОМ СВІТЛА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Метод Монте-Карло є одним з найбільш ефективних сучасних засобів, що застосовуються у світлотехніці для ймовірнісного розрахунку характеристик світлорозподілу таких як сила світла та освітленість. Суть методу полягає у розіграші множини випадкових променів, що випускаються джерелом світла та простеження їх руху до перетину з відбивачем з подальшим відбиттям (поглинанням, пропусканням, розсіянням) і фіксацією на розрахунковій площині. Кожен промінь наділяється певною вагою, яка змінюється після взаємодії з площиною відбивача у відповідності з властивостями матеріалу його виготовлення. Даний метод зручно застосовувати для розрахунків, які при виконанні класичними методами були б дуже трудомісткі та складні.

Для математичного моделювання було обрано параболоїдний дзеркальний відбивач з циліндричним джерелом світла. Розрахунки проводилися в програмному середовищі Mathematica.

Для генерації випадкового променя було використано вбудовану функцію генератора випадкових чисел *RandomReal*, яка дозволяє отримати псевдовипадкове дійсне число в інтервалі [0,1]. Для опису точки виходу променя з джерела та напрямку ходу променя автор [1] пропонує наступну систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \psi &= 2\pi\gamma_{\psi} \\ z &= l(\gamma_z - 0.5) \\ 2\varphi - \sin 2\varphi &= 4\pi\gamma_{\varphi} \\ \theta &= \arcsin \gamma_{\theta} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де, змінні ψ і z характеризують точку вильоту променя (рис.1);

φ і θ – напрямку руху променя;

l – довжина джерела;

R – радіус основи циліндра;

$\gamma_{\psi}, \gamma_z, \gamma_{\varphi}, \gamma_{\theta}$ – відповідні випадкові числа.

Для опису точки вильоту та вектору напрямку польоту променя були використані наступні вирази

$$\left. \begin{aligned} \vec{r} &= R \cos \psi \vec{i} + R \sin \psi \vec{j} + z \vec{k} \\ \vec{s} &= \sin \varphi \cos(\psi + \theta) \vec{i} + \sin \varphi \sin(\psi + \theta) \vec{j} + \cos \varphi \vec{k} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де, r – точку вильоту,

\vec{s} – вектор напрямку руху променя.

Рівняння променя при цьому буде наступним

$$\vec{S} = \vec{r} + \vec{s}L, \quad (3)$$

де, L – параметр променя(в даному випадку характеризує відстань, що пройшов промінь, до зустрічі з поверхнею відбивача).

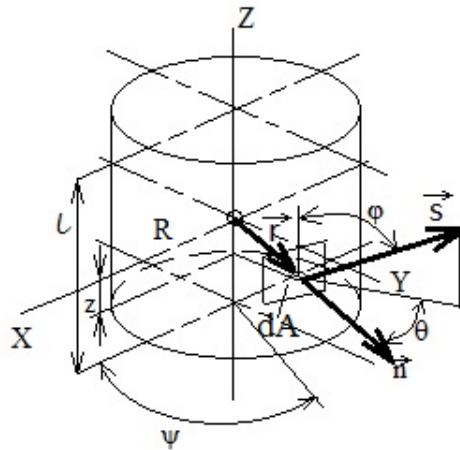


Рис.1 – Генерація випадкового променя з циліндричного джерела

Для пошуку точки зустрічі променя з відбиваючою поверхнею, було розв’язане спільне рівняння параболоїда, запропоноване в [2], і рівняння променя (3). Для цього в рівняння параболоїда замість координат X, Y, Z були підставлені відповідні величини із (3) і розв’язане квадратне рівняння відносно L . Координати точки зустрічі XI, YI, ZI отримані після підстановки L в рівняння падаючого променя.

Для знаходження відбитого променя був проведений розрахунок нормалі до параболоїда в точці зустрічі.

Вектор відбитого променя знайдений за виразом

$$\vec{a} = (1 - 2X_{\bar{n}}^2 \quad -2X_{\bar{n}}Y_{\bar{n}} \quad -2X_{\bar{n}}Z_{\bar{n}}) \vec{s} \quad (4)$$

де $X_{\bar{n}}, Y_{\bar{n}}, Z_{\bar{n}}$ – відповідні координати нормалі;

\vec{s} – напрямок променя, що вийшов з джерела згідно (2).

Після визначення параметрів відбитого променя було визначено його кут нахилу до нормалі і силу світла по даному напрямку.

Результати розрахунків дозволили отримати значення сили світла даного світлового приладу у дискретно-точковому вигляді (рис.2).

I, сила світла

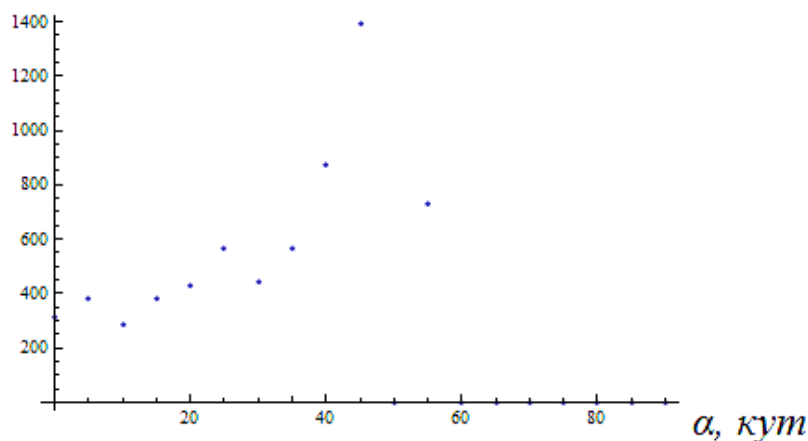


Рис. 2 – Дискретно-точкові значення сили світла від досліджуваного СП

Список посилань

1. Коробко А.А. Использование метода Монте-Карло в светотехнических расчетах / А.А. Коробко, О.К. Куш //Светотехника, 1986. – №10. – с. 14–17.

2. Куш О. К. Оптический расчет световых и облучательных приборов на ЭВМ. / О.К. Куш. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 152 с.
3. Трембач, В. В. Световые приборы. 2-е изд., перераб. и доп / В.В.Трембач. – М.: Высшая школа, 1990. – 463 с.

УДК 624.014:620.179.16

М.О. Демченко, асистент
М.В. Філіппова, канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ», amd.8@meta.ua

ДІАГНОСТИКА НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ БАЛОЧНИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Схильність металу до протидії деформації, зміни форми і його внутрішнього стану під впливом невеликого діапазону навантажень, викликає ряд питань щодо забезпечення умов роботи і експлуатації конкретного конструкційного елемента споруди.

При розгляді процесу акустичного прозвучування спостерігається зміни в ультразвуковому сигналі, співмірні з напругою, особливо, в зоні навантажень до появи незворотних процесів в металі, що підпорядковані закону Гука [1]. Запропоновано новий метод діагностики дійсних напружень металі з використанням акустичного сигналу одного типу хвиль. На відміну від існуючих методів діагностики прозвучування проводиться під кутом и використанням двох пьезоакустичних перетворювачів.

Так при кутовому прозвучуванні з розташуванням випромінюючого і приймаючого перетворювачів по одну сторону від об'єкта контролю може спостерігатися зсув центру приходу променя на деяку величину. Для елементів діагностики типу балок швелер та двотавр основним концентратором напруги є полки, які при вигині піддаються деформаціям і напруженням стиснення. Цей процес супроводжується зміною товщини полки, що призводить до зміщення точки приходу променя від випромінювача, згаданого вище.

В ході дослідження було встановлено, що зміни товщини полки при розтягуванні і стисненні відбуваються практично однаково за виключення напрямку зсуву. Величина, на яку зміщується промінь при прозвучуванні плоского профілю з плоскопаралельними гранями, становить близько 2,4% від половини боку контактної поверхні перетворювача. Зсув відбувається на величину 0,06 мм при габаритах пьезоелемента 5x5мм при максимально допустимому значенню напруги на ділянці прозвучування.

Процес кутового прозвучування, що відбувається в полиці балки з плоскопаралельними гранями полиць, супроводжується зміщенням центра променя, що приходить на приймальний перетворювач настільки мало, що їм можна знехтувати. Так для профілів з малим номером величина зсуву склала 0,01 мм, що еквівалентно 0,4%.

Тому, немає необхідності вводити коригування розташування перетворювачів відносно один одного. При діагностиці профілів з плоскопаралельними гранями відстань між перетворювачами розраховується відповідно товщині полиці балки і куту прозвучування.

Застосування розглянутого методу діагностики напруженого стану металоконструкцій показало високу точність отриманих результатів лабораторних досліджень на експериментальному зразку. В ході проведення дослідження підтверджено залежність відносної зміни швидкості акустичного сигналу від одновісних напружень в металі та встановлено акустопружні коефіцієнти пропорційності.

Список посилань

1. Зуев, Л.Б. Скорость ультразвука, структура и напряжения при активном растяжении малоуглеродистой стали / Л.Б. Зуев, Б.С. Семухин, В.И. Данилов, А.М.Апасов // Известия вузов. Черная металлургия. – 2001. – № 6. – С. 2

УДК 621.9.08:62.187.4

О.М. Приходько, аспірант

Національний університет «Львівська політехніка», a.prihodko1@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ FMEA – АНАЛІЗУ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

На сьогоднішній день на ринку продукції машинобудівного комплексу представлено широкий асортимент товарів різної номенклатури, але не всі вони однаково конкурентоспроможні. Одна із головних причин не конкурентоспроможності товарів на ринку – це їх недостатня якість.

Аналіз досвіду закордонних виробників показав, що кращий спосіб поліпшення якості продукції – це виключення ризиків відмов ще на етапі її проектування, а це й є однією з найголовніших актуальних проблем для вітчизняних підприємств машинобудівного комплексу. Одним із найефективнішим методом аналізу потенційних відмов та ризиків в світі є FMEA-аналіз.

FMEA-аналіз являє собою технологію аналізу можливості виникнення дефектів та їх вплив на думку споживача. Сьогодні існує безліч галузей застосування FMEA-аналізу, основними з яких є: FMEA концептуальних пропозицій, FMEA конструкцій, FMEA систем, FMEA виробничих процесів, FMEA продукції, FMEA сервісного обслуговування, FMEA програмного забезпечення. Також широкий набір інструментів FMEA-аналізу дозволяє застосовувати його в невиробничих галузях, таких як маркетинг, реклама, освіта чи менеджмент.

В машинобудуванні, як правило, метод FMEA-аналізу базується на таких основних принципах: командний, ієрархічний, ітеративний, реєстраційний. Дані принципи дозволяють проаналізувати, вчасно виявити та виключити ризики отримання неякісної продукції ще до етапу її виготовлення. Вихідними даними для проведення FMEA-аналізу можуть бути: креслення, досвід попередніх проектів, технологічні процеси виготовлення деталей, законодавчі та інші обов'язкові акти; інформація по розробкам конкурентів, інформація від споживачів, дані випробувань, результати власних досліджень FMEA, звіти маркетингових служб та інші. FMEA-аналіз можуть проводити, як внутрішні комісії, що складаються з працівників підприємства, так і зовнішні компанії, що працюють на замовлення керівництва підприємства. На основі результатів перевірки, здійсненої в ході FMEA-аналізу, складаються зведені таблиці та будуються гістограми, що дозволяє наглядно побачити потенційні ризики відмов на кожному етапі технологічного процесу виготовлення машинобудівної продукції.

Оскільки, FMEA-аналіз застосовують з метою накопичення статистичних показників та характеристик протягом всього виробничого циклу продукції, то даний процес вимагає великих затрат часу, що є головним недоліком даного методу, тому і потребує подальшого вдосконалення.

Таким чином, сьогодні FMEA-аналіз є одним з найефективніших методів виявлення та попередження потенційних відмов в ході технологічного процесу виробництва продукції, але він повністю не виключає джерело проблеми, а лише аналізує і дозволяє виявити її. Після того, як аналіз буде здійснено, знаходять шляхи вирішення проблем. Таким чином, якщо слідувати правилам проведення FMEA-аналізу, то можна досить швидко поліпшити якість, безпеку та надійність продукції, а отже і її конкурентоспроможність на ринку.

УДК 621.941-229.3:531.133

Є.П. Почапський, докт. техн. наук, ст. н. с.

Б.П. Клим, канд. техн. наук., ст. н. с.

Н.П. Мельник, аспірант

І.М. Коблан, аспірант

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, pochapskyu@ipm.lviv.ua

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ФЕРОМАГНЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ МЕТОДОМ МАГНЕТОАКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Неруйнівний контроль елементів обладнання, яке забезпечує відповідний неперервний технологічний процес є актуальною технічною задачею. Застосування акустичної емісії (АЕ), як одного із ефективних методів неруйнівного контролю у деяких випадках є обмеженим, оскільки додаткове навантаження об'єкта контролю, як цього вимагають регламентні документи на проведення АЕ-діагностування, може бути недопустимим [1-2]. У таких випадках для діагностування феромагнетних елементів конструкцій можна використовувати явище магнетопружної акустичної емісії (МАЕ). Вона виникає за перемагнечування феромагнетного конструкційного матеріалу і пов'язана з ефектом Баркгаузена [3]. Пружні імпульси, що супроводжують процеси стрибкоподібної зміни намагнеченості, виходять на поверхню зі значних глибин металу, їх відповідним чином реєструють і обробляють вимірювальними засобами.

Збуджують МАЕ процеси стрибкоподібної зміни положення 90° доменних стінок, якими супроводжуються магнетострикційні ефекти [3]. Інформаційні параметри сигналу МАЕ (підсумковий рахунок, сума амплітуд, потужність, середньоквадратичне значення тощо) є чутливим до структурних змін матеріалу об'єкта контролю, режиму термообробки, пластичної деформації, залишкових напружень, наводнення тощо [4]. Здеградований матеріал змінює свою доменну структуру, що впливає на зміну параметрів МАЕ.

Реалізація методу МАЕ в реальних умовах експлуатації феромагнетних елементів обладнання передбачає перемагнечування певного об'єму об'єкта, що діагностується. При цьому важливе значення має локальність і глибина області перемагнечення. У зв'язку з цим актуальною є задача розрахунку розподілу індукції магнетного поля створюваного накладного електромагнета (НЕМ) в феромагнетному матеріалі і, ґрунтуючись на цих розрахунках, вибір конструкції НЕМ, оптимізація його за геометричними розмірами, параметрами обмотки та величиною споживаного струму.

Проведений числовий розрахунок просторового розподілу індукції магнетного поля, створюваного НЕМ соленоїдної і П-подібної форм у феромагнетному зразку із сталі 30 (рис. 1). Це дало змогу здійснити обґрунтований вибір типу НЕМ [5].

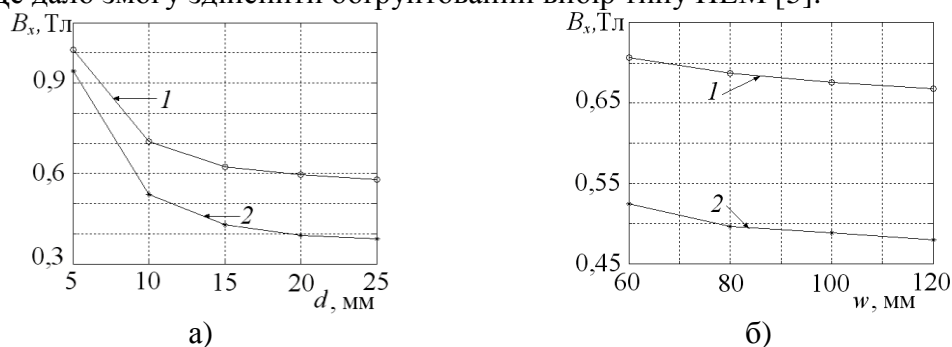


Рис. 1 – Залежність індукції магнетного поля в точках на осі зразка для П-подібного ПЕМ від товщини d зразка а), його ширини w б): на глибині 1 мм – крива 1; на глибині 4 мм – крива 2.

Так, за П-подібної форми досягається краща локалізація і глибше проникнення у матеріал магнетного поля заданого значення індукції. Це забезпечує ефективніше виконання поставленої задачі: перемагнення заданого об'єму феромагнетика з метою збудження сигналу МАЕ – носія інформації про фізичний стан досліджуваного об'єкта.

Для відбору, реєстрації та обробки сигналу магнетопружної акустичної емісії, збудженої в феромагнетному зразку розробленим П-подібним НЕМ (рис. 2), створена магнетоакустична вимірювальна система МАЕ-1Л (рис. 3).



Рис. 2 – Загальний вигляд розробленого накладного електромагнета



Рис. 3 – Апаратний блок комп'ютеризованої системи МАЕ-1Л

Вона містить вимірювальний канал, який включає в себе п'єзоелектричний перетворювач, попередній підсилювач, смуговий фільтр, основний підсилювач з програмно керованим коефіцієнтом підсилення. До складу системи входять також блоки: аналого-цифрового перетворювача, оперативної пам'яті, цифро-аналогового перетворювача, дискримінації та відстежування сигналу, управління [5]. Для збудження сигналу МАЕ у феромагнетних матеріалах додатково розроблені відповідні технічні вузли, які виконані як генератор сигналу перемагнення, вихідний силовий блок генератора, блок вимірювання струму перемагнення. Зв'язок з персональним комп'ютером здійснюється через інтерфейс. В системі наявний також вхід зовнішньої синхронізації, автономний блок живлення.

Список посилань

1. Скальський В.Р. Акустична емісія під час руйнування матеріалів, виробів і конструкцій. Методологічні аспекти відбору та обробки інформації / В.Р. Скальський, П.М. Коваль. – Львів: Сполом, 2005. – 396 с.
2. ДСТУ 4227–2003. Настанови щодо проведення акустико-емісійного діагностування об'єктів підвищеної небезпеки. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 26 с.
3. Ono K. Magnetomechanical Acoustic Emission of Iron and Steels/ Ono K., Shibata M. // Mater. Evaluation. – 1980. – 38. – Р. 55–61.
4. Глухов Н. А. Связь параметров акустических шумов в перемагничиваемых конструкционных материалах/ Н. А. Глухов, В. Н. Колмогоров // Дефектоскопия. – 1988. – № 2.– С. 26–29.
5. Назарчук З. Т. Технології відбору та опрацювання низькоенергетичних діагностичних сигналів / З.Т. Назарчук, В. Р. Скальський, Є. П. Почапський – К.: Наукова думка, 2014. – 304 с.

УДК 621.941

Г.А. Герасимчук, канд.техн.наук, доцент

О.О. Герасимчук, канд.техн.наук, доцент

Н.Т. Зубовецька, канд.техн.наук, доцент

Луцький національний технічний університет, exmeya@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ БИЛА ОЧИСНИКА З КОРЕНЕПЛОДОМ

При розрахунку раціональних конструктивних та кінематичних параметрів лопатевого очисника необхідно підібрати такі параметри, при яких відбувалося б очищення головки від гички при мінімальному пошкодженні коренеплода [1].

Комп'ютерна система інженерного аналізу MSC.ADAMS дозволяє проводити складні розрахунки із врахуванням нелінійних і високошвидкісних процесів. Повний набір функцій і алгоритмів системи дозволяє користувачеві подолати межі конструкторських розрахунків, надаючи можливість, зокрема, моделювати багато технологічних процесів в механізації сільськогосподарського виробництва.

Комп'ютерний аналіз дозволяє користувачу отримати повну картину всіх процесів, які протікають, побачити найбільш проблемні місця.

Використання комп'ютерних моделей дозволяє здійснити:

- статичний і динамічний аналіз напружень, які виникають в елементах машини та коренеплода;

- аналіз вібрації;

- аналіз поведінки і структурних контактів матеріалу;

- структурний аналіз;

- динамічний аналіз.

Розглянувши процес імітації моменту взаємодії коренеплода буряка з билем очисника, яке обертається навколо своєї осі з постійною кутовою швидкістю, вдаряється в головку коренеплода, виконали побудову моделі в MSC.ADAMS. Ввівши в систему відповідні параметри лопатевого очисника, а саме розміри, форму та матеріал коренеплода й била, кутову швидкість обертання била, отримали змогу змоделювати роботу очисника та виявити параметри взаємодії з коренеплодом (рис.1).

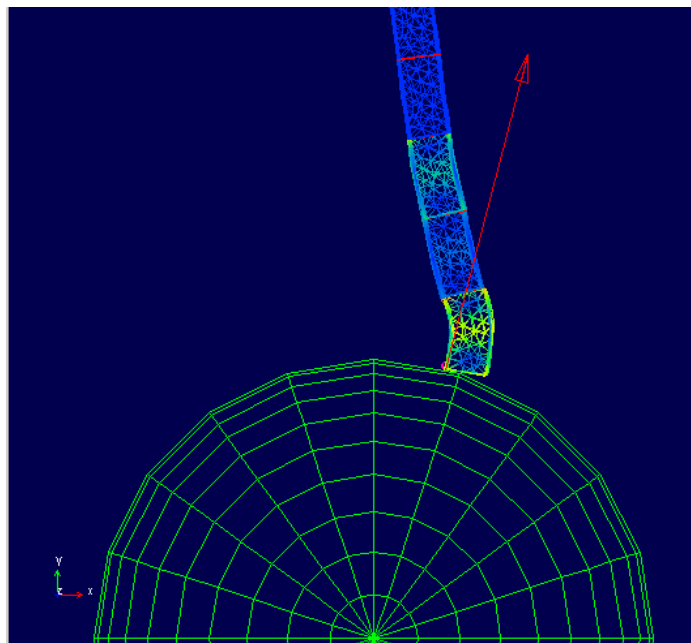


Рис.1 – Модель процесу взаємодії била очисника з головою коренеплоду

Список посилань

1. Герасимчук Г.А. Імітаційне моделювання процесу взаємодії біла очисника з головою коренеплоду. / Г.А. Герасимчук, В.М. Барановський, О.О. Герасимчук // Наукові нотатки. – Луцьк, 2008. – Вип. 22. – Ч. 1. – С. 67–72.

УДК 658.5:004.94

Ю.А. Романенков, канд. техн. наук, доцент
В.М. Вартамян, докт. техн. наук, професор

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,
KhAI.management@ukr.net

**ЧЕТЫРЕХУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Современное состояние сферы IT и систем коммуникации определяет тенденцию к непрерывному росту данных мониторинга различного рода динамических систем (технологических, экономических, социальных и пр.). Они накапливаются в виде временных рядов в специализированных базах данных и отражают динамику многофакторных процессов, отражая в себе все нюансы характерных для них причин, факторов и связей.

Прогностическое обеспечение является одним из ключевых элементов систем поддержки принятия решений (СППР). Его результаты служат информационной основой для управленческих действий руководителей разного ранга, а, следовательно, должны решать следующие задачи:

1) сбор, верификация и накопление статистической информации по ключевым координатам фазового пространства для объекта стратегического управления;

2) формирование группы основных методов прогнозирования нижнего уровня, пригодных для работы с временными рядами с учетом их особенностей (стационарность, пропуски, зашумленность и т.д.);

3) разработка адекватной модели адаптивного комплексирования прогнозных оценок из разных источников;

4) обеспечение интерактивного режима параметрической настройки как прогнозных моделей нижнего уровня, так и модели комплексирования, позволяющего обоснованное вмешательство субъекта управления. Предлагается строить прогностическую деятельность организации в соответствии с моделью, представленной на рис. 1.

Предлагаемая модель базируется на статистических моделях нижнего уровня. Их состав и количество зависит от математической подготовки специалистов-аналитиков, а также от их опыта и приверженности конкретным моделям. Например, опыт авторов показывает, что в условиях ограниченной выборки с применением эффективных методов параметрической настройки неплохие результаты показывает модель экспоненциального сглаживания [1]. Интерактивный метод «Гусеница»-SSA [2], обоснованно нашедший широкую группу приверженцев, может эффективно использоваться в качестве модели нижнего уровня, с учетом того факта, что для эффективного разложения временного ряда требуется выборка значительной длины.

На втором уровне формируется группа селективных прогнозных моделей, которые синтезируются из моделей нижнего уровня на основе решающих правил. Различные подходы к синтезу селективных моделей изложены, например, в [3].

На третьем уровне формируются гибридные или комбинированные модели, которые отличаются от селективных тем, что предполагают структурно-параметрический обмен с целью парирования недостатков базовых моделей. Спектр базовых моделей при

формировании модели комбинированной чрезвычайно широк, пример такой модели представлен, например, в [4].

На верхнем логическом уровне предлагаемой модели располагаются модели комплексирования прогнозных оценок, призванные синтезировать консолидированные прогнозы при использовании двух и более источников [5]. Необходимость четвертого уровня обусловлена необходимостью использования, помимо собственных, внешних прогнозных оценок. При этом, как правило, структурные и параметрические характеристики методической базы внешних прогнозных оценок остаются недоступными для аналитиков организации.

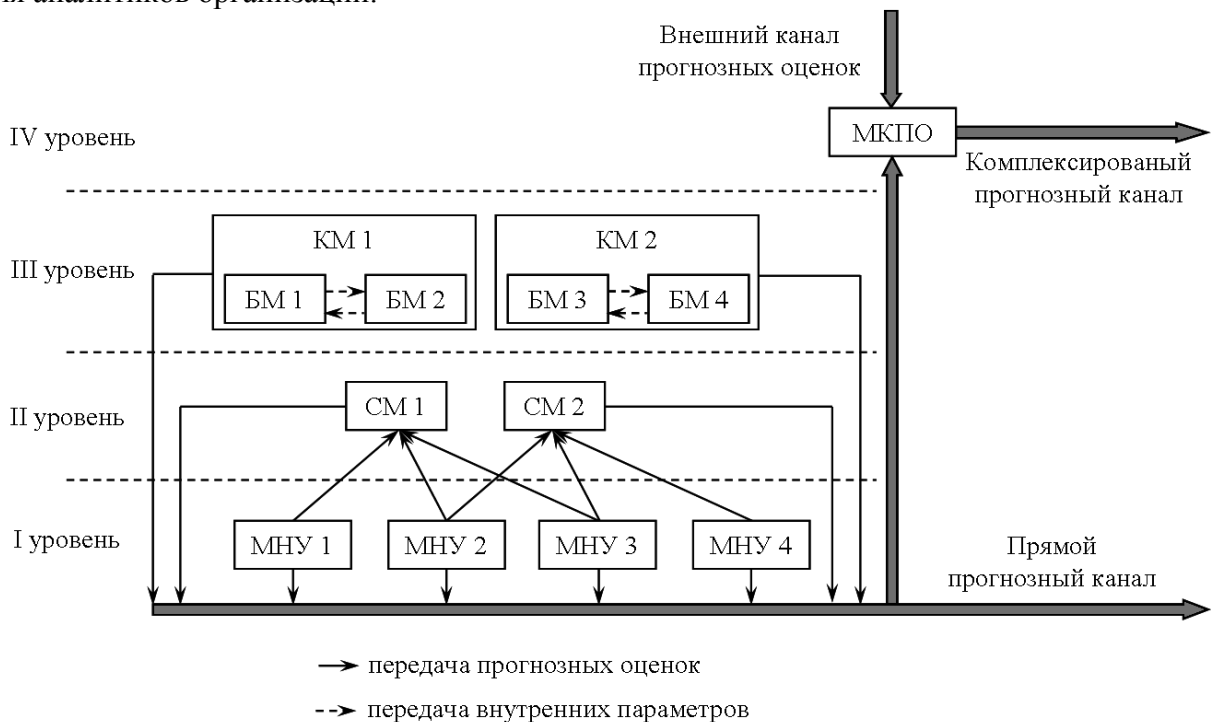


Рис. 1. – Четырехуровневая модель прогностического обеспечения поддержки принятия стратегических решений: МНУ – модель нижнего уровня; СМ – селективная модель; КМ – комбинированная модель; БМ – базовая модель (относительно комбинированной); МКПО – модель комплексирования прогнозных оценок.

Предполагается, что использование двух прогнозных каналов (см. рис. 1), при достаточном методическом насыщении всех уровней предлагаемой модели, обеспечит удовлетворительное качество прогнозного обеспечения.

Список ссылок

1. Romanenkov, Yu. Analysis of the predictive properties of Brown's model in the extended domain of the internal parameter [Text] / Yu. Romanenkov // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2015. – Vol.17, No. 8. – P. 27-34.
2. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница»-SSA: прогноз временных рядов: Учеб. пособие. / Н.Э. Голяндина – СПб: Изд-во СПбГУ, 2004. – 52 с.
3. Берзлев, А. Ю. Адаптивные комбинированные модели прогнозирования биржевых показателей / А. Ю. Берзлев, М. М. Маляр, В. В. Николенко // Вестник Черкасского гос. технолог. ун-та. Серия: технические науки. – 2011. – № 1. – С. 50 – 54.
4. Вартамян, В.М. Оценка частотных параметров модели Тейла-Вейджа в задачах краткосрочного прогнозирования [Текст] / В.М. Вартамян, Ю.А. Романенков, В.Ю. Кашеева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – 1/5 (49). – С. 49 – 53.
5. Романенков, Ю. А. Комплексирование прогнозных оценок в системе мониторинга показателей состояния бизнес-процесса / Ю.А. Романенков, В.М. Вартамян, Д.С. Ревенко // Системи управління, навігації та зв'язку: зб. наук. пр. – Полтава: ПНТУ, 2014. – №2(30). – С. 79–86.

UDC 621.3.078.4 / 62.521

P.B. Pakhaliuk, student

M.A. Khomenko, PhD

Chernihiv national university of technology, bohdan.pakhaliuk@gmail.com

R. Beniak, dr hab. inż.

Opole university of technology, r.beniak@po.opole.pl

MATH MODEL BASED CONTROL SIMULATION FOR TWO WHEELED MOBILE ROBOT

Robots are commonly used on factories. They allow to automate process and decrease time for manufacturing. Robots work together with no delays and high precision. Produced devices or parts are carried from one workshop to another. If due to complicate trajectory it can not be done by conveyor this work is made by people. In places with high risk of injury it can not be done by people. In this case mobile robots are used. The mobile robots are able to transport parts or finished product from one workshop to another.

Two wheeled or so called differential wheeled robots are robots with two wheels and supporter [1,2]. They have small mass and low power consumption. The main benefits of such two wheeled design is good maneuverability.

To control such robot and move arbitrary trajectory few approaches can be done. The best way out is to use line follower robot. Line, drawn on the floor is captured by camera. But in places with high risk where high level of dust can be in the air or all floor can be covered by sawdust such method can not be implemented. In this case robots with math model and sensors are used.

Mobile robot functional diagram with math model and sensors based on MEMS sensors are shown on figure 1.

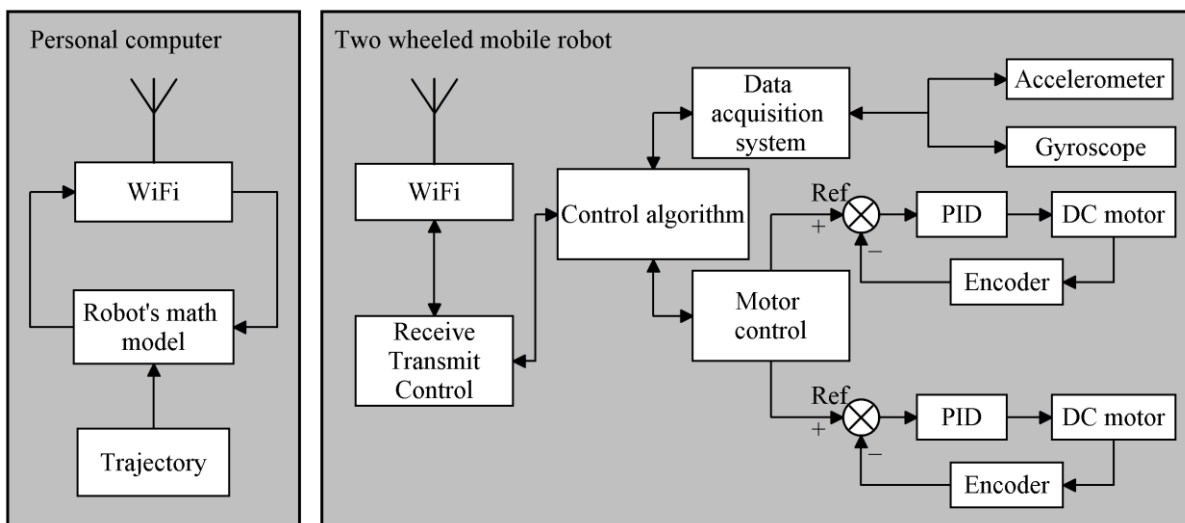


Figure 1 – Functional diagram

From functional diagram can be seen that system consists of 2 main blocks: two wheeled mobile robot and program on personal computer. Connection between these blocks is implemented via WiFi network.

Program on personal computer receives real time values of linear acceleration and angular velocity from the robot. After filtering, this data and desired trajectory goes to the robot's math model. In this model reverse kinematics calculations are made to get voltage values for right and left motor. These values are transmitted to the robot.

Robot gets values and through motor control system and linear PID controller sets appropriate PWM duty cycles to the motors. The next step is getting linear acceleration and angular velocity from accelerometer and gyroscope via data acquisition system and sending these values to the personal computer.

Appearance of the robot showed on the figure 2. Robot consists of chassis and two wheels. Accelerometer and gyroscope are situated in robot's center of mass.

Kinematics part of the math model takes into account mass, dimensions of the robot's chassis and wheels. Dynamics part includes the main parameters of the DC motors: armature resistance, armature inductance, torque constant and EMF constant [4].

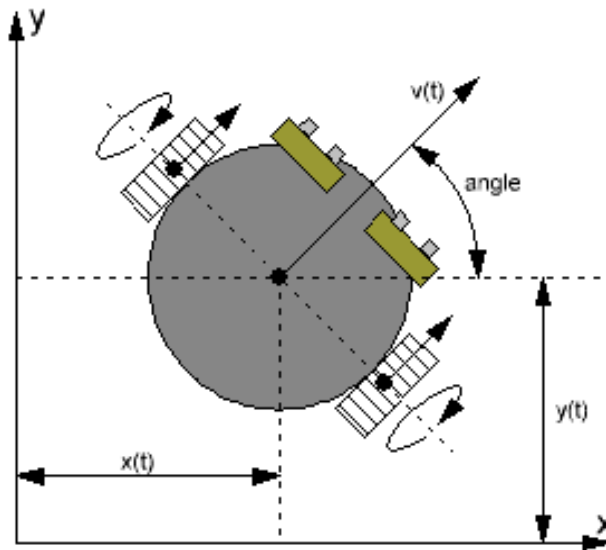


Figure 2 – Robot's design

MEMS sensors are represented by accelerometer and gyroscope which can measure linear acceleration and angular velocity respectively.

$$\begin{pmatrix} x(n) \\ y(n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^n \left(\sqrt{\left(\sum_{i=0}^n \ddot{x}_a(i) \cdot dt \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^n \ddot{y}_a(i) \cdot dt \right)^2} \cdot \cos\left(\sum_{i=0}^n \dot{\varphi}(i) \cdot dt \right) \cdot dt \right) \\ \sum_{i=0}^n \left(\sqrt{\left(\sum_{i=0}^n \ddot{x}_a(i) \cdot dt \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^n \ddot{y}_a(i) \cdot dt \right)^2} \cdot \sin\left(\sum_{i=0}^n \dot{\varphi}(i) \cdot dt \right) \cdot dt \right) \end{pmatrix}; \quad (1)$$

where:

$\ddot{x}_a(i)$, $\ddot{y}_a(i)$ - linear acceleration from accelerometer.

$\dot{\varphi}(i)$ - angular velocity from gyroscope.

$x(n)$, $y(n)$ - robot position in the desired step.

As can be seen only from accelerometer and gyroscope measurement coordinates can be calculated. During process of calculation angle and linear velocities are also been calculated. All this parameters are used in reverse kinematics equations.

The main idea is to supply math model with real values received from accelerometer and gyroscope.

Such approach will lead to decreasing few types of errors. Firstly it will decrease error based on quantization error in the math model calculation. As trajectory is a discrete time based spline curvature partial derivative calculation will always lead to the loss of precision.

Also identification errors will be decreased. To simplify model moments of inertia have been calculated for solid cylinder shape.

The surface's roughness on which robot will work is unknown so it was not taken into account in the model. By using sensors robot will adapt to the environment.

For simulation and appropriate model work testing no robot is needed. Closed loop can be done just by calculation error between next step and current position values which are calculated on a previous step.

Simulation results are showed on figure 3.

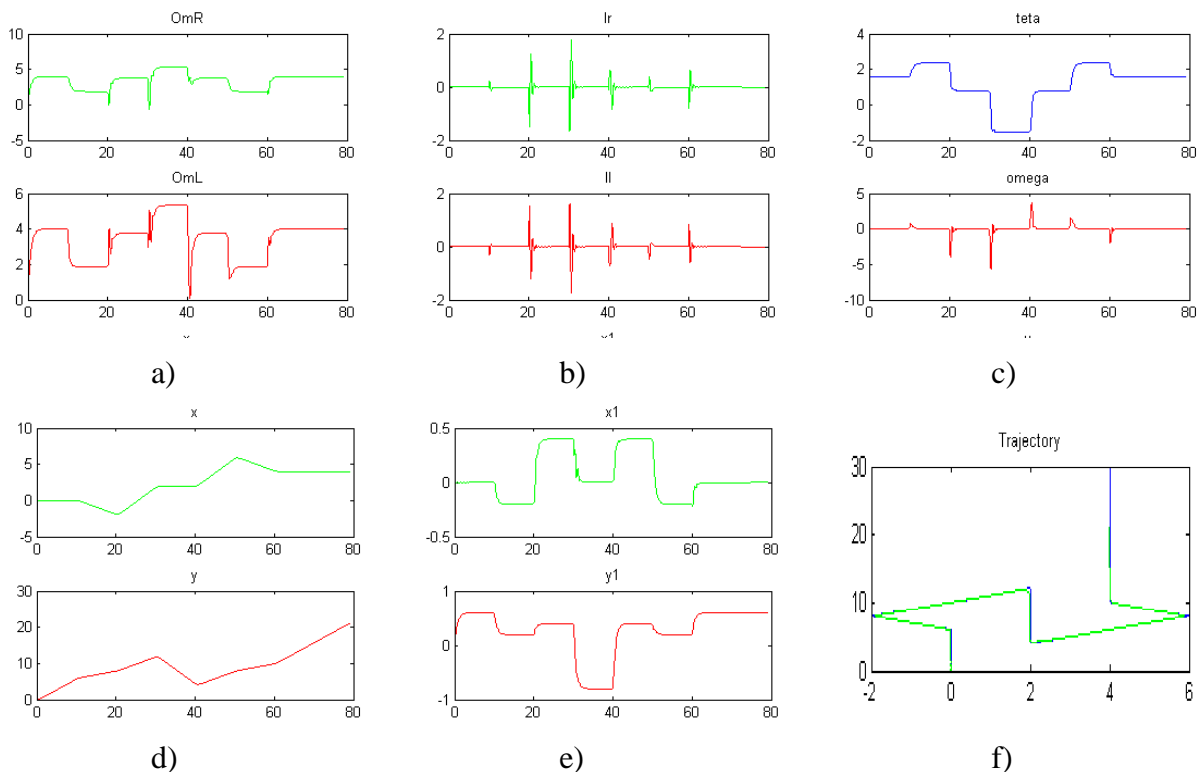


Figure 3 – Simulation results: a) moments b) currents c) angle and angular velocity
d) coordinates e) velocities f) trajectory

As can be seen due to usage of spline curvature [3] the partial derivatives don't have any high speed changes or steps even with such high angle changes trajectory.

As simulation showed such control method is a good approach to move robot by arbitrary trajectory. Due to usage math model in control system performance increased. Accelerometer and gyroscope decreased different kinds of errors. Of course accelerometer and gyroscope have their own errors due to not ideal mechanical construction, but the values can be filtered by special filters like complementary or Kalman filters.

References:

1. Y. Chung, C. Park, F. Harashima, "A position control differential-drive wheeled mobile robot", IEEE Transaction on Industrial Electronic, Vol.48. – 2001. – pp.853 – 863.
2. Hamidreza Chitsaz, Steven M. LaValle, Devin J. Balkcom, Matthew T. Mason, "Minimum Wheel-Rotation Paths for Differential-Drive Mobile Robots", IEEE International Conference on Robotics Automation, ICRA'06, 2006. – pp. 1616–1623.
3. S. Fleury, P. Soueres, J. P. Laumond, R. Chatila, "Primitives for smoothing mobile robot trajectories", IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol.11, 1995. – pp.441–448.
4. R. Michaelis, R. Mutti, J. Overmyer, O. Taylor, All About Motors an NJATC Textbook, Thomson, 2004. – pp.202 – 211.

УДК. 674.055/ 621.817

О.П. Космач, канд. техн. наук, ст.викладач

Д.О. Кононець, студент

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗРОСТУ ЛЮДИНИ ТА ЇХ ПЕРСПЕКТИВИ

Кожна людина повинна знати та контролювати свій зріст на протязі всього життя, так як наш зріст виявляє нашу схильність до тих або інших захворювань, особливо хронічних. Протягом довгого часу вважалося, що зріст людини залежить лише від генетики – він записаний в ДНК і закладається ще в момент зачаття [1, 5]. Але сьогодні вважається, що на зріст також впливає і деякі зовнішні чинники. За останні декілька століть років люди стали значно вище багато в чому завдяки тому, що харчування стало суттєво калорійнішим і насиченішим білками. Зріст людини – це параметр за яким можливо передбачити стан здоров'я людини в майбутні на декілька років. Тому визначення зросту людини, є важливим аспектом розвитку людини. З показниками зросту, пов'язана можливість виникнення цілого спектру різних захворювань та вад. Наприклад, чим нижче зріст, тим вище ризики деменції або глухоти, в свою чергу у більш високих людей вищі ризики виявлення онкологічних захворювань та частіше розвивається тромбоз глибоких вен.

На сьогодні існує не так і багато методів визначення зросту людини. Найбільш простий метод – це визначення зросту за допомоги вимірювальної рулетки, яка звичайно використовується в побутових умовах або на виробництві. Це, звичайно, використовується для самостійного визначення зросту людини в домашніх умовах. При цьому необхідно мати кілька речей, а саме: вимірювальна рулетка, дзеркало, олівець, товста книга або коробка. Для визначення зросту даним методом необхідно випрямитися торкаючись одночасно п'ятками, спиною, плечима та головою стіни, та за допомоги книги та олівця нанести відмітку, а вже за допомоги рулетки визначити сам зріст (від підлоги до відмітки) до цілих значень міліметрів. Важливими ознаками цього методу є його простота та можливість застосування в домашніх умовах. У кожного вдома є вимірювальна рулетка чи лінійка та кожен вміє нею користуватися. Головними недоліками цього методу є його низька швидкість вимірювання та абсолютна точність (залежить від точності самої рулетки та людини яка проводить вимірювання).

Визначити зріст людини можливо і по її ступнях, тобто антропометричним даних. Існує декілька способів визначення зросту людини в залежності від довжини його ступень. По-перше, при визначенні зросту людини слід мати на увазі, що довжина босої ноги пропорційно сформованої людини складає приблизно 1/7 його зросту. Другий спосіб виходить з того, що розмір стопи складає 15,8% зросту чоловіків і 15,5% зросту жінок. З довжини сліду взуття віднімають 1-1,5 см, множать на 100 і ділять відповідно на 15,8% або на 15,5%. Отримана розрахункова величина може дорівнювати приблизно зросту людини [2]. Головною характерністю цього методу є його простота та швидкість. Всього необхідно декілька секунд для вимірювання довжини стопи та підрахувати весь зріст людини. Але точність цього методу є ще гіршою ніж попередній метод (стопи в процесі того чи іншого роду заняття можуть становитися довше чи коротше, тому про достовірність цього методу можливо говорити лише в окремих випадках) [3, 4].

Найбільш застосованим методом вимірювання зросту людини є його визначення за допомоги ростоміру. Цей механічний прилад використовується всюди, де вимірюють зріст людини. Він дуже простий в використанні. Швидкість знімання показів ростоміру залежить від спеціаліста, але в середньому час знімання показів – 5 секунд, що є доволі таки гарним результатом, але цей час можливо і зменшити. В сучасних електронних ростомірів час знімання показів досягає декількох секунд, а їх точність складає $\pm 0,5$ мм.

Але незалежно від типу ростоміру, чи то механічного або ж електронного, в них реалізований контактний метод вимірювання, який завжди накладає силовий зв'язок між досліджуваним об'єктом.

Постійне використання ростоміру, безумовно, призведе до його спрацювання та зношування по напрямним частинам. З роками експлуатації ростоміра відбувається стирання стійки з лінійкою, позначками та муфти. Це призведе до ще більшої похибки показів та внесення додаткових суб'єктивних похибок в загальний результат вимірювання.

В сучасних електронних ростомірах гарантійний термін експлуатації складає від декількох до 10 років. Дані засоби вимірювання характеризуються точністю та швидкістю знімання показів.

Сучасні тенденції розвитку вимірювальної техніки рухаються в напрямку автоматизованого збору даних, їх перетворення та обробки, а також передачі на великі відстані або занесення в бази даних. При цьому використовують перетворювачі, які мають високу чутливість до досліджуваних процесів, а також характеризуються високою заводостійкістю. Слід відмітити, що для збільшення ступеню універсальності вимірювань зросту людини в перспективі можуть використовуватися безконтактні перетворювачі переміщення або індикації об'єктів.

Існує доволі багато типів перетворювачів для визначення відстаней або переміщення об'єкта безконтактним способом. Слід відмітити, що в даному випадку слід використовувати активний датчик який потребує живлення та дозволяє оцінити ступінь зміни коливань (збурень) від їх еталонних значень. До цих вимог відповідають інфрачервоні, лазерні та ультразвукові датчики переміщення та визначення відстаней. В перспективі використання таких перетворювачів може замінити існуюче вимірювальне обладнання, суттєво збільшити швидкодію вимірювань та підвищити ступінь автоматизації.

Так, наприклад, принцип дії ультразвукового давача з п'єзоелектричним елементом полягає в збудженні генератором коливань одного п'єзоелемента, який працює у моторному режимі, що виробляє пакет ультразвукових прямокутних імпульсів. Частота імпульса зазвичай лежить на високих частотах від 65 до 400 кГц. Посилаються такі імпульси з частотою від 14 Гц до 140 Гц залежно від типу давача. У порівнянні зі звуковими хвилями ультразвукові коливання мають значно більшу енергію, оскільки остання пропорційна квадратові частоти. Крім того, порівняно просто здійснюється скероване випромінювання ультразвуку.

Основними перевагами такої безконтактної системи вимірювання зросту людини є висока швидкодія, надійність, малопотужність, безпечність, високий рівень автоматизації.

Слід відмітити, що перспективи розвитку безконтактних перетворювачів для визначення зросту людини залежать від визначення заводозахищеності вимірювального комплексу, а також оцінки похибок, які виникають внаслідок перетворення вимірювальної відстані до об'єкта.

Список посилань

1. Бурштинський, М.В. Давачі [Текст] / М.В. Бурштинський, М.В. Хай, Харчишин Б.М. – 2-ге вид. доповн. – Львів: ТЗОВ „Простір М”, 2014. – 202 с.
2. Рассел, Д. Рост человека [Текст]./ Д. Рассел. – VSD. – 2012. – 96 с.
3. Юшкова, О.И. Основы физиологии человека: Учебное пособие для горных вузов [Текст]. / О.И. Юшкова. – Горная книга. – 2004. – 264 с.
4. Давыдов, А. Как легко увеличить свой рост [Текст]./ А. Давыдов. – АСТ. – 2007. – 128 с.
5. Этинген, Л. Чем мужчина отличается от женщины. Очерки сравнительной анатомии [Текст]./ Л. Этинген. – АСТ-Пресс Книга. – 2012. – 284 с.

УДК 628.9:621.321

В.П. Войтенко, канд. техн. наук, доцент

С.І. Яценко, студент

Чернігівський національний технологічний університет, volodymyr.voytenko@inel.stu.cn.ua

КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ БАЛАСТІВ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ НА ОСНОВІ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ДІОДІВ

Підвищення ефективності економіки взагалі та енергоефективності зокрема сьогодні перетворюється на проблему виживання України як держави, а українців – як нації. Метою дослідження є розробка структури для відлагодження алгоритмів роботи енергоефективних систем освітлення колективного користування.

Запорукою енергоефективності на рівні населених пунктів є формування наукового світогляду розпорядників коштів державного та муніципальних бюджетів. Корисним є досвід країн-лідерів у галузі стійкого розвитку економіки та суспільства. Так, в основі проекту «Lighting Metropolis» [1] лежить концепція розумного міського освітлення, розвиток якої має визначити нову еру, за якої світло – це основа якості життя, виконання роботи. Світло може забезпечити безпеку, підвищити доступність благ, здоров'я та навчання громадян. Кінцева мета – створення більш придатних до життя зелених міст.

Ефективне виробництво також потребує належного освітлення робочих місць. Причому відповідати вимогам освітлення має не тільки за рівнем, але й за якісним складом. Особливої уваги вимагає освітлення робочих місць з підвищеною небезпекою. Адже неправильне та несвоєчасне розпізнавання, скажімо, кольору проводів, попереджуючих табличок або диму може призвести до серйозних небажаних наслідків.

Світлодіод є повністю твердотілим приладом, який не містить повітряних, скляних або крихких фрагментів, що робить його виключно стійким до механічних і термічних впливів. У випадку коректно виконаної розробки, світлодіодна система освітлення може працювати більше 100 000 годин. Виходячи з концепції сталого розвитку, слід зазначити, що світлодіоди не містять ртуті, а також набагато менше впливають на оточуюче середовище, ніж інші джерела штучного світла [2].

Пряме порівняння питомого енергоспоживання світлодіодних світильників та традиційних освітлювальних систем не дозволяє врахувати декілька важливих аспектів. По-перше, це обслуговування. Приклад розрахунку окупності світлодіодних світильників, наведений в [3], дає змогу підрахувати, що, навіть за умови використання достатньо економічних і сучасних натрієвих ламп високого тиску, близько 80 % коштів можна зберегти саме на обслуговуванні порівняно з 20 % економії суто за рахунок зменшення енергоспоживання. По-друге, традиційна освітлювальна апаратура внаслідок великих габаритів має гірші показники міцності в діапазоні температур, вітру та інших впливів навколишнього середовища. По-третє, в існуючих світильниках (здебільшого – різноманітних газорозрядних) не можна миттєво досягти максимальної яскравості, а тому їх часто доводиться залишати увімкненими, навіть, якщо в цьому немає потреби. І нарешті, як ртутні, так і натрієві лампи і високого, і низького тиску мають відмінний від денного світла спектральний склад випромінювання.

Розглянувши застосовувані джерела світла для використання у місцях колективного користування (населених пунктах та автомагістралях), можна дійти до однозначного висновку про перспективи застосування саме світлодіодів. Сучасні світлодіоди, які серійно випускаються промисловістю і достатньо поширені в різноманітних системах освітлення, мають світловіддачу від 100 до 150 лм/Вт, тобто не поступаються в цьому відношенні натрієвим лампам високого тиску. У 2010 р. був досягнутий рівень у 200 лм/Вт. Теоретична межа світловіддачі для білих світлодіодів складає приблизно 260...300 лм/Вт [4]. Відповідно до закону Хейца світловий вихід світлодіодів зростає

експоненційно, з подвоєнням приблизно кожні 36 місяців, розпочинаючи з 1960-х років [5]. Звідси випливає, що за умови достатнього фінансування досліджень та розробок (що спостерігається впродовж десяти останніх років) незабаром з'являться зразки, які за світловою ефективністю значно переважають усі відомі джерела штучного світла.

Слід зазначити, що дуже різка вольт-амперна характеристика світловипромінюючого діода змушує застосовувати системи регулювання саме струму, а не напруги [6]. Для проведення досліджень алгоритмів керування інтелектуальними баластами в складі систем освітлення на базі світловипромінюючих діодів запропоновано структуру (Рис. 1), що складається з: ВКМ – випрямляч та коректор потужності; МДМ – модулятор-демодулятор; ГС – генератор струму; СК – система керування; РС – регулятор струму.

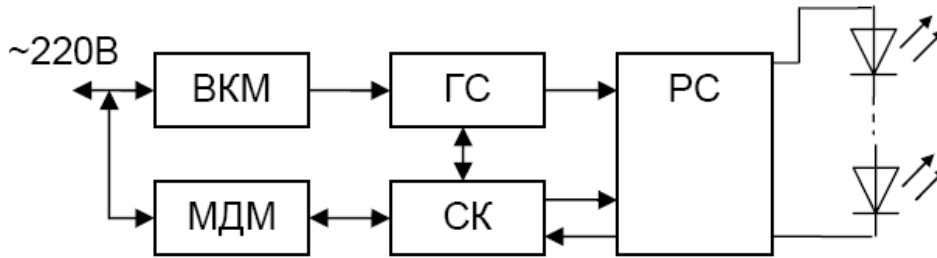


Рис. 1 – Комплекс для досліджень інтелектуальних баластів

МДМ призначений для взаємозв'язку з центральним контролером системи освітлення. З цього контролера, зокрема, надходять команди завдання потрібного рівня освітлення, а також запити інформації про стан веденого контролера, рівень освітлення, температуру оточуючого середовища на місці тощо. Для стабілізації та регулювання струму через світлодіоди застосовується двоступенева система [7].

Головна особливість розробленого комплексу – це використання в якості СК цільової плати eZdsp TMS320F2812 (Spectrum Digital), у якій застосований сигнальний процесор, і яка підтримується MATLAB. Таке рішення дозволяє під час налагодження програмного забезпечення використовувати засоби програмування надвисокого рівня (Simulink), що суттєво прискорює етап відпрацювання не тільки алгоритму роботи системи керування, але й інших апаратних засобів системи керування освітленням.

Список посилань

1. Innovative light to create regional growth [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lightinglab.dk/UK/DOLL-news/News/?id=695>
2. U.S. Department of Energy, "ENERGY.GOV," LED Lighting: energy savings. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energy.gov/energysaver/led-lighting>
3. Ramli, R.M.; Arief, Y.Z.; Dewi Abd Aziz, P., "Application of LED technology into public road lighting in Malaysia for replacing the high pressure sodium vapour lighting," in 2015 Int. Conf. on Sustainable Energy Engineering and Application (ICSEEA), pp.76–81, 5-7 Oct. 2015.
4. Thomas W. Murphy, Jr. Maximum spectral luminous efficacy of white light // Journal of Applied Physics 111, 104909 (2012).
5. Haitz's law // Nature Photonics. – 2007. – Vol. 1. – P. 23.
6. Galkin I., Bisenieks L., Suzdalenko A. Impact of pulse modulation method of led dimmer for street lighting on its efficiency // 4th European Education and Research Conference (EDERC). – 2010. – Pp. 160 – 164.
7. Galkin I., Tetervenoks O. Validation of direct current control in LED lamp with non-inverting buck-boost converter// Proceedings of the Industrial Electronics Conference (IECON). – 2013. – art. no. 6700123, pp. 6021–6026.

УДК 621.314:681.515.3

С.А. Иванец, канд. техн. наук, доцент

Черниговский национальный технологический университет, sergey.ivanets@inel.stu.cn.ua

ВЕРИФИКАЦИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ НА МИКРОСХЕМАХ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ

Микросхемы программируемой логики (ПЛИС) прочно вошли в арсенал современных разработчиков электронной аппаратуры. ПЛИС применяются в самых различных сферах, но основное применение они нашли в системах с высокими требованиями по скорости вычислений и большому объему обрабатываемых данных [1].

Сложность проектов на ПЛИС растет в экспоненциальной зависимости и для проверки правильности их функционирования необходимо применение все более сложных алгоритмов верификации проектов. Возможности верификации проектов распространяются от простой функциональной симуляции до написания сложных автоматизированных тестов в специализированных пакетах схемотехнического проектирования. Так, по результатам исследований, проведенных в 2014 году компанией Wilson Research Group, время, затрачиваемое на верификацию проектов составляло в среднем 46% от общего времени, затрачиваемого на разработку проекта [2]. При этом увеличение сложности проекта увеличивало и долю времени, затрачиваемого на верификацию. Для сложных проектов это время составляло до 80% всего времени, затрачиваемого на разработку.

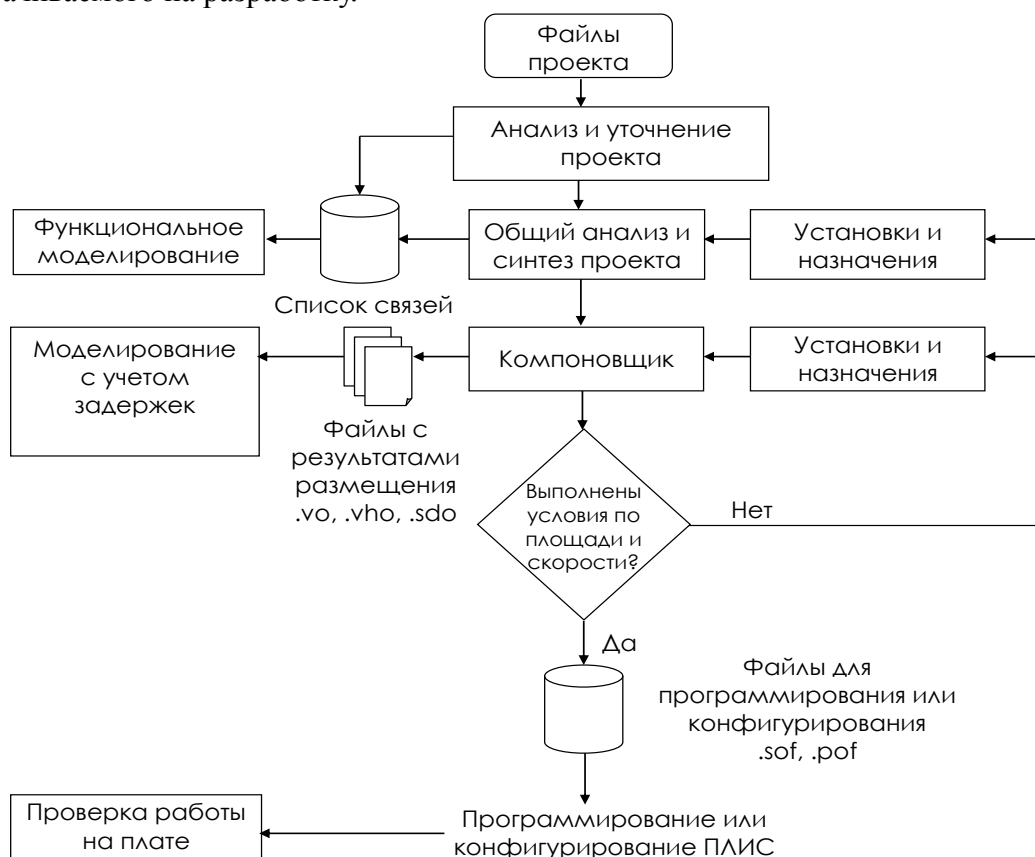


Рис. 1 – Этапы проектирования устройства на ПЛИС

Процесс верификации включает в себя следующие этапы:

1. Составление спецификации проекта, т.е. списка требований к проекту и функций проекта.

2. Составление плана верификации, т.е. списка тестов, которые необходимо выполнить для проверки проекта.

3. Написание тестовых программ на языке описания аппаратуры: VHDL, Verilog, System Verilog.

4. Проведение тестирования и проверка адекватности результата. Если результат проведения тестирования оказывается неудовлетворительным, то происходит исправление ошибок и тестирование проводится сначала.

Нужно учесть, что тестирование необходимо производить как для каждого из модулей в отдельности, так и для всего проекта в целом. На рис. 1 показаны этапы разработки проекта на ПЛИС и из него видно, что различные методы верификации применяются на всех этапах проектирования.

Рассмотрим основные методики верификации, применяемые при проектировании ПЛИС.

1. Функциональная симуляция (Functional Simulation) – проверка правильности функционирования устройства в целом (всего проекта или его отдельного модуля). В большинстве случаев производится верификация алгоритма функционирования устройства без учета задержек и специфики размещения проекта на кристалле ПЛИС. В большинстве случаев проверка устройства выполняется путем подачи на входы устройства тестовых векторов с помощью специальной программы – Testbench.

2. Симуляция с учетом задержек – проверка правильности функционирования устройства с учетом физического размещения проекта на кристалле и ограничений (Constraints), накладываемых условиями функционирования устройства.

Недостатком симуляции является то, что подобный метод не позволяет увеличивать сложность системы и масштабировать систему, а сама верификация выполняется вручную. Поэтому дальнейшее развитие методов верификации заключается в автоматизации верификации и повторном использовании тестовых блоков.

3. Assertion-based verification – это наиболее простой способ автоматизации процесса тестирования и состоит в том, чтобы определять условия при которых происходит невыполнение тестовой программы. Для использования этого метода верификации необходимо использовать стандартную библиотеку Accellera Open Verification Library (OVL) [3]. Использование данного метода заключается в добавлении в программный код предупреждений типа «Значение счетчика превысило 31». При появлении такой ситуации в процессе верификации тестировщику будет выведено сообщение. Этот метод позволяет определять проблемы, связанные с переполнением разрядной сетки или счетчиков.

4. Покрытие кода (Code Coverage) – в этом методе используется функциональная верификация, в которой проверяется весь ли программный код был покрыт тестами. Т.е. все функции и узлы устройства были протестированы? Но в этом случае не проверяется 100% соответствие программного кода заданным параметрам устройства. Данный этап верификации достаточно легко поддается автоматизации

5. Дальнейшая автоматизация процесса верификации связана с использованием UVM - Standard Universal Verification Methodology и языков SystemVerilog и e (e hardware verification language) [4]. Данный метод верификации включает в себя фреймворк для верификации и определенный стиль написания кода, позволяющий использование Assertion-based verification. Также UVM позволяет создавать повторно используемые масштабируемые модули для тестирования. Однако у UVM есть недостаток связанный с его сложностью и необходимостью значительных временных затрат на его изучение.

Список ссылок

1. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки: монографія / [С.А.Іванець, Ю.О.Зубань, В. В. Казимир, В. В. Литвинов.] – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 313 с.

2. The 2014 Wilson Research Group Functional Verification Study. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.mentor.com/verificationhorizons/blog/2015/01/21/prologue-the-2014-wilson-research-group-functional-verification-study/>

3. Universal Verification Methodology (UVM). User's Guide. 2011. – 190 p.

4. Accellera Standard OVL V2. Library Reference Manual. 2014 – 330 p.

УДК 66.047

В.П. Квасников, докт. техн. наук, профессор

В.А. Корецкий, аспирант

Национальный авиационный университет, г. Киев, k_viktor@outlook.com

К.Я. Охрименко, канд. техн. наук, доцент

Черкасский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АКУСТИЧЕСКОЙ СУШКИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS WORKBENCH

Уравнения теплопроводности и диффузии получили широкое распространение при моделировании процессов сушки материалов. Физическая суть процессов сушки материалов соответствует физическим явлениям, которые описывают уравнения данного вида. Численные и аналитические методы решения таких уравнений проработаны на достаточно высоком уровне и являются широко известными. Результаты решения таких уравнений применительно к процессам сушки хорошо согласуются с экспериментальными исследованиями. Согласно [1] приведём основные физические явления, которые возникают в материале в процессе сушки.

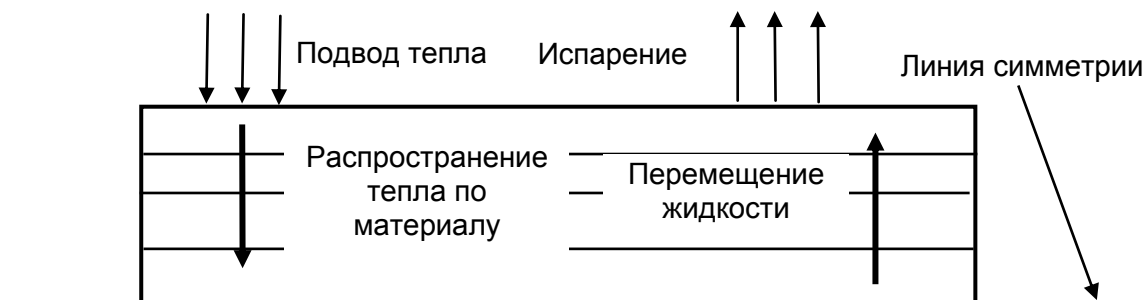


Рис. 1 – Физические факторы, возникающие в процессе сушки

В общем случае (с подводом тепла) на первом этапе необходимо моделировать распространение тепла внутри материала. В случае же акустической сушки тепловой фактор отсутствует. Допустим, что на поверхность материала воздействуют акустические волны, которые создают градиент влажности в верхних слоях образца. Наша задача – найти распределение влаги по материалу в процессе сушки

Уравнения теплопроводности и диффузии идентичны, только в первом случае речь идёт о теплопереносе, а во втором – о массопереносе. Уравнение диффузии применяется не только для моделирования классической термической сушки, но и для акустической. При этом, в зависимости от постановки задачи, уравнения могут быть записаны как в цилиндрической, так и в декартовой системе координат. Так в [2] и последующих работах данных авторов уравнения диффузии являются основными для математического описания акустической сушки древесины, зерна и др. По результатам сопоставления расчётных данных с экспериментальными данные методики дают удовлетворительный результат. Распределение вещества в материале при диффузии описывается законом Фика (1). Он устанавливает линейную зависимость между потоком вещества и градиентом диффузии. Закон Фика для диффузии аналогичен закону Фурье для теплопроводности.

$$J = -D \frac{dC}{dx} \quad (1)$$

Таким образом мы имеем возможность рассчитать распределение влаги в материале в конкретный момент времени. Однако для расчёта кинетики сушки следует ввести и учитывать временной фактор. Для расчёта изменения потока вещества во времени применяют второй закон Фика (2) в одномерном виде, который в рамках решения нашей задачи мы запишем в двумерном виде:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

Для конечно-элементного анализа бруса согласно математической модели (1), (2) применим программное обеспечение ANSYS Workbench 16.2 Academic. Задача решается в среде Transient Thermal. В качестве модели возьмём деревянный брус. Согласно с [3] при интенсивных воздействиях на материал необходимо максимально точно рассчитывать потоки в материале близ границы раздела. Из последующих расчётов видно, что чем ближе к границе раздела сред материал-воздух, тем быстрее меняется градиент диффузии в процессе сушки. Поэтому по аналогии с (turner, perre) создаём сетку, шаг которой учащается ближе к границам (рис.2).

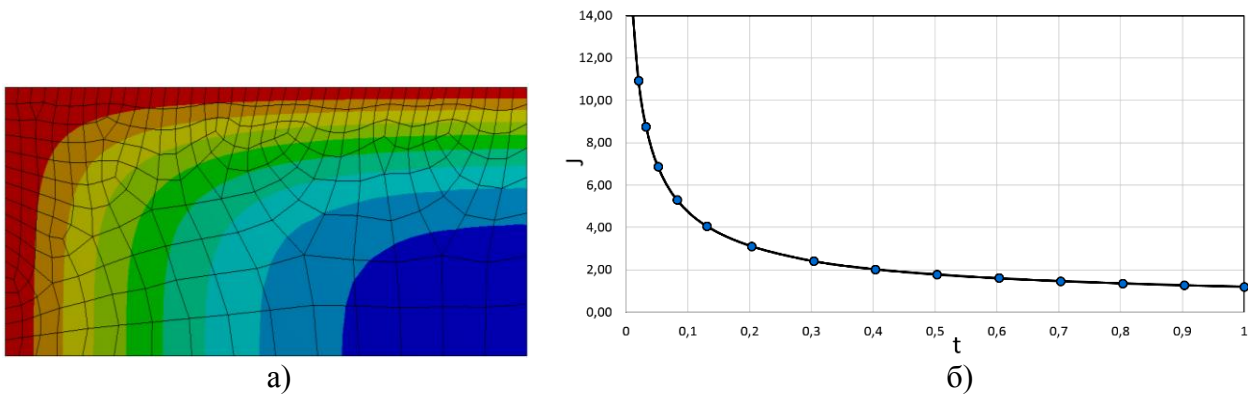


Рис. 2 – Расчётная сетка и распределение влаги в бруске в процессе сушки а) и изменение потока вещества J во времени t б)

Следует заметить, что дерево имеет анизотропную структуру. По сведениям из [2] влагопроводность древесины в продольном по волокнам направлении в 15-20 раз больше, чем радиальном и в тангенциальном. Интерфейс программы позволяет задавать различные коэффициенты проводимости по осям. Так на рис. 2 коэффициенты проводимости отличаются в 10 раз. Посредством данного программного обеспечения, значительно упрощается и ускоряется процесс численного решения, появляется возможность моделировать объекты сложной геометрической формы.

Список ссылок

1. H. Didriksen, J.S. Nielsen – A simulation tool for the wood drying process / European Symposium on Computer Aided Process Engineering, 2002 – pp. 469 – 474 Elsevier Science B.V.
2. Жилин, А.А. Физическое и математическое моделирование процесса сушки: Ч.2. Физическое моделирование влагопереноса, возникающего при конвективной и акустической сушке [Текст] : препринт / А. А. Жилин, Ю. Г. Коробейников, А. В. Федоров; Институт теоретической и прикладной механики СО РАН. – Новосибирск, 2003. – 23 с.
3. I. Turner, P. Perre – A Synopsis of the Strategies and Efficient Resolution Techniques Used for Modelling and Numerically Simulating the Drying Process/ Mathematical modelling and numerical techniques in drying technology/ edited by Ian Turner, Arun S. Mujumdar, Marcel Dekker Inc. 1996

УДК 532.783:378.147.091.33-027.22(0,75.8)

М.В. Мошель, докт. техн. наук, професор
М.І. Гриценко, докт. фіз.-мат. наук, професор
О.В. Рогоза, канд. фіз.-мат. наук, доцент
А.О. Ковтун, канд. фіз.-мат. наук, доцент
Т.М. Тепла, асистент

Чернігівський національний технологічний університет

ПРАКТИКУМ З ФІЗИКИ РІДКИХ КРИСТАЛІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Одним із шляхів подальшого удосконалення викладання фізики та дисциплін спеціальної підготовки є поглиблення зв'язків освіти з наукою.

Значним досягненням останніх десятиліть є застосування рідких кристалів у сучасних оптичних технологіях. Рідкі кристали мають незвичайні, унікальні властивості порівняно з традиційними оптичними матеріалами, що дає можливість плавно керувати оптичними характеристиками: світлопропусканням, світлорозсіюванням, поляризацією, заломленням, відбиванням, світла, кольоровими параметрами. Це керування можна здійснювати різними сигналами: електричними, світловими, механічними, тепловими, магнітними, хімічним впливом. Рідкі кристали використовуються в оптичних елементах, що складають нову елементну базу, в оптичних системах з новими функціональними можливостями.

Успіхи у дослідженнях рідких кристалів та досягнення у чисельних застосуваннях (дисплеї комп'ютерів і ноутбуків, екрани плоских телевізорів і мобільних телефонів та ін.) зробили їх цікавими об'єктами при вивченні у вищій школі.

Тому нами розроблений лабораторний практикум з фізики рідких кристалів, роботи якого ми включаємо до списку виконуваних робіт як у курсі фізики, так і при вивченні спеціальних дисциплін, наприклад, «Засоби візуалізації вимірювальної інформації», «Матеріали електронної техніки» та інших, що вивчають студенти, які навчаються за спеціальностями «Електронні системи», «Радіоелектронні апарати», «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології», «Електронні пристрої та системи».

У лабораторному практикумі [1] представлено 10 лабораторних робіт з фізики рідких кристалів.

У першій лабораторній роботі [2] вивчаються текстури рідких кристалів методом поляризаційної мікроскопії.

У другій лабораторній роботі студенти навчаються за текстурою визначати агрегатні стани речовини, що має мезофазу і нагріваючи та охолоджуючи зразки з рідкими кристалами, спостерігають фазові перетворення.

У третій та четвертій лабораторних роботах вивчаються польові орієнтаційні електрооптичні ефекти: S-ефект та В-ефект. Під час виконання цих робіт, студенти знайомляться із закономірностями перебігу S-ефекту та В-ефекту відповідно за спостереженням подвійного променезаломлення, виконують розрахунки модуля пружності для деформації поперечного вигину, електричної когерентної довжини для S-ефекту. Для В-ефекту одержують експериментальним шляхом його порогову напругу і порівнюють її з теоретично розрахованим значенням.

П'ята робота присвячена вивченню електрооптичних ефектів, що виникають у нематичних рідких кристалах з $\Delta\epsilon < 0$ під впливом електричного струму провідності. Під час її виконання студенти визначають критичну частоту, що відділяє аномальну орієнтацію молекул від нормальної в змінному електричному полі, спостерігають явище динамічного розсіяння світла та визначають напругу, при якій воно виникає.

У шостій роботі вивчається процес переходу холестеричної фази в нематичну під дією зовнішнього електричного поля. При її виконанні студенти спостерігають двовимірну

просторово-періодичну деформацію (сітка), одержують текстуру "відбитків пальців". Потім, поступово збільшуючи напругу, спостерігають холестерико-нематичний перехід та визначають його порогову напругу УХНП.

У сьомій роботі студенти знайомляться з процесом переносу носіїв заряду в рідких кристалах; визначають температурний інтервал існування мезофази; визначають величину енергії активації ΔE електропровідності у мезофазі в електрон-вольтах.

У восьмій роботі йдеться про особливості пропускання та відбивання світла холестеричними рідкими кристалами, визначається довжина хвилі селективно відбитого світла й крок спіралі холестеричного рідкого кристалу.

Дев'ята робота присвячена вивченню явища інтерференції поляризованих променів у керованих електричним полем комірках з нематичним рідким кристалом. Відомо, що промені, поляризовані в двох взаємно перпендикулярних площинах, не інтерферують. Але, якщо звести ці ортогональні коливання в одну площину і створити деяку різницю фаз між ними, то можна спостерігати особливі властивості інтерференційних смуг. У цій роботі студенти спостерігають кольорову інтерференційну картину незвичайного і звичайного променів, вивчають залежність пропускну здатності комірки з поляризаторами від довжини хвилі і від кута повороту аналізатора або комірки.

У десятій роботі студенти визначають коефіцієнти в'язкості рідких кристалів методом Стокса.

Лабораторні роботи відрізняються простотою виконання і не потребують складного обладнання. Вони дозволяють студентам не тільки зрозуміти специфічні для фізики рідких кристалів поняття, як орієнтаційний порядок, директор, нематики, смектики, холестерики, термотропні та ліотропні рідкі кристали, планарна та гомеотропна орієнтація, мезофаза, переходи Фредерікса, та інші, але й більш глибоко досягнути такі загально-фізичні поняття, як в'язкість, закон Ньютона, закон Стокса, подвійне променезаломлення, оптична анізотропія, пропуску здатність, довжина оптичної когерентності, поляризація світла, інтерференція поляризованих променів, фазові переходи I та II роду, розсіяння світла, дифракція Вульфа-Брегга, електропровідність, енергія активації та інші.

У практикумі описані прилади та пристрої, що використовуються у роботах: поляризаційний мікроскоп, підсилювач постійного струму, цифровий вольтметр, диференціальна термопара та інше.

Розглянута конструкція рідкокристалічних дисплеїв: плоских, гнучких та інших. Вказано на перевагу РК- дисплеїв над іншими пристроями відображення інформації:

- високий контраст, що дозволяє сприймати відображувану інформацію у широкому діапазоні освітленості і кутів огляду;
- широкий діапазон відображуваних кольорових параметрів і рівнів сірого, що дозволяє одержувати зображення, максимально відповідні візуальним даним;
- широкий діапазон розмірів екранів;
- низьке споживання енергії;
- довговічність та низька вартість.

Розглянуто використання рідких кристалів у сенсорах [3].

Список посилань

1. Лабораторний практикум з фізики рідких кристалів / [М.І. Гриценко, О.В. Мельничук, М.В. Мошель, О.М. Пустовий, О.В. Рогоза]. – Ніжин: Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2013. – 141с.
2. Гриценко М.І. Фізика рідких кристалів: навч. посібник / М.І. Гриценко. – К.: Академія, 2012. – 272с.
3. Рідкокристалічна електроніка: Монографія / за ред. проф. З. Готри. – Львів: Видавництво «Апріорі», 2010. – 532 с.

УДК 004.89

Е. Л. Темникова, ст.преподаватель

А. В. Темников, магистрант

Национальный технический университет Украины «КПИ», temnikova_elena@ukr.net

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Одной из важнейших задач управления электропотреблением является распределение дефицита электроэнергии при ограничении нагрузки производственных потребителей [1].

Решение этой задачи часто рассматривается только с точки зрения обеспечения минимизации убытков от недоотпуска электроэнергии, которые образуются при ограничении нагрузки ее потребителей. Однако, ориентация только на величину ущерба не дает убедительных оснований для принятия решений в конкретных ситуациях. Ограничение потребителей только на основе минимизации суммарных потерь не обеспечивает стимулирующего воздействия на отдельных потребителей, необходимо учитывать весь спектр негативных последствий - технических, экономических, социальных [2].

Разноплановые последствия ограничения нагрузок при распределении дефицита вырабатываемой энергии могут быть учтены при многокритериальном управлении электропотреблением. При этом многокритериальное управление целесообразно проводить с использованием аппарата теории нечетких множеств [3], т.к. он может служить основой учета всех видов неопределенности при оптимизации параметров и управлении системами электропотребления. К тому же, при ориентации на реализованный в рамках аппарата теории нечетких множеств подход Беллмана – Заде, появляется возможность сохранить естественную для многокритериальных задач степень неопределенности в принятии решений и учесть непосредственно в его процессе показатели, критерии и другую информацию качественного характера.

Использование теории нечетких множеств также позволяет применять ее важнейший аспект - лингвистический - в качестве эффективного средства интерфейса между лицом, принимающим решение, и автоматизированной системой, задействованной для проведения расчетов, при применении диалоговой системы принятия решений; позволяет лицу, принимающему решение, дифференцировать важность учтенных целевых функций.

Для решения задачи управления электроснабжением с использованием аппарата теории нечетких множеств разработана и реализована диалоговая система поддержки и принятия решений, в состав которой входят функциональные модули, поддерживающие идею применения аппарата теории нечетких множеств: программа декларирования лингвистической переменной и программа реализации процедуры попарного сравнения.

Модуль "Lingvi" служит для декларирования лингвистической переменной и позволяет определить в режиме диалога составляющую семантику предложенной пользователем лингвистической переменной. Также пользователю дается возможность определять ее значения по десятибалльной шкале при промежуточных значениях на множестве с помощью графика функций истинности в понимании Балдвина [4].

Модуль "Saati" является программной реализацией экспресс-метода на основе аналитической иерархической процедуры Т.Саати [5]. Парные сравнения предполагают качественные оценки: несопоставимость, одинаковая значимость; слабо, существенно и т.п. Построение функций принадлежности, соответствующие указанным термам, осуществляется в интерактивном режиме. Метод попарных сравнений вариантов заменен методом общих сравнений оценок состояний, а собственно пары – сводной матрицей [6].

Окончательный результат ограничения для каждого из объектов выводится под столбиком данного объекта в процентах от общего объема электроэнергии. В представленном примере все критерии и объекты включены в расчеты (рис.1).

	Важність	Об'єкт 1	Об'єкт 2	Об'єкт 3	Об'єкт 4	Об'єкт 5
Стоимість нормативної чистої продукції	<input checked="" type="checkbox"/> 7	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 5
Об'єм поставок продукції по договорам	<input checked="" type="checkbox"/> 6	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 6
Коефіцієнт електрифікації	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 10	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 7	<input checked="" type="checkbox"/> 6	<input checked="" type="checkbox"/> 5
Возможність форсування виробництва	<input checked="" type="checkbox"/> 9	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1
Часи використання максимальної навантаження	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 9	<input checked="" type="checkbox"/> 8
Плата за виробничі фонди	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 4
Стоимість виробничих запасів	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 6
Електровооруженість праці	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1
Прибуль від реалізації продукції	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 6
Безопасність для оточуючої середовища	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 7	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 6
		26.21%	16.13%	17.02%	18.03%	22.61%

Рис.1 – Результат роботи програми “Saati”

Таким образом, применение рассматриваемого в докладе подхода к решению задачи распределения дефицита электроэнергии позволяет учесть разноплановые последствия, а использование лингвистической переменной способствует удобному для лица, принимающего решение, диалога с автоматизированной системой при введении им дополнительных требований, в том числе трудно формализуемых. Полученные результаты могут быть использованы при внедрении системы управления электропотреблением, а разработанное программное обеспечение диалоговой системы поддержки и принятия решений на основе метода попарного сравнения альтернатив Т. Саати является унифицированной процедурой для любой области применения.

Список ссылок

1. Попов В.А. Керування режимами роботи комплексних джерел розосередженої генерації [Текст]/ В.А.Попов, О.С.Ярмолюк // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. – Київ, 2013. – С. 105 – 113.
2. Гречуха Е.И. Использование теории нечетких множеств в решении задач многокритериальной оптимизации [Текст]/ Е.И.Гречуха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. – 2011. – № 6 (49) – Т.1 – С. 69 – 71.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений [Текст]/ Л.Заде. – М.: Мир, 1976. – 160 с.
4. Baldwin J.F. Fuzzy logic and fuzzy reasoning [Текст]/ J.F. Baldwin. – London, Academic Press, 1981. – 256 p.
5. Саати Томас Принятие решений. Методы анализа иерархий. Пер. с англ. [Текст]/ Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
6. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки и принятия решений. Алгоритмический аспект [Текст]/ В.Г.Тоценко. – К.: Наукова думка, 2002. – 382 с.

УДК 621.316

А.Л. Приступа, канд. техн. наук, доцент

О.О. Деркач, студент

Чернігівський національний технологічний університет, a.l.prystupa@gmail.com

РОЗРОБКА ІМІТАТОРА ЕЛЕГАЗОВОГО ВИМИКАЧА ПОТУЖНОСТІ

На етапі будівництва або реконструкції електричних підстанцій стикаються з проблемами неспівпадання графіків будівництва, постачання, монтажу, налаштування та введення в експлуатацію електротехнічного обладнання підстанції різними підрядними організаціями, робота яких, зазвичай, не синхронізована в часі. Такі проблеми можуть призводити до ситуацій, коли шафи релейного захисту монтуються швидше ніж

закінчиться монтаж силового обладнання, зокрема вимикачів, що не дозволяє проводити пуско-налагоджувальні роботи на підстанціях без простою виробничого персоналу і, як наслідок, призводить до збільшення часу введення обладнання підстанції в експлуатацію.

Виходом з таких ситуацій стане пристрій, що повністю імітує вимикач для пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) і автоматики управління вимикачем (АУВ), що дозволить значно скоротити час очікування монтажу силових вимикачів на підстанціях службами, які виконують налаштування РЗА.

Згідно [1] під час будівництва нових підстанцій і реконструкції старих класу напруги 110 кВ і вище слід встановлювати елегазові вимикачі.

Практика показує, що найбільшій популярності в енергосистемі України набули високовольтні елегазові вимикачі фірми АВВ. Під час розгляду елегазових вимикачів фірми АВВ було встановлено, що для зазначених вище класів напруги фірма АВВ пропонує вимикачі марок LTB і HPL, які комплектуються пружинними приводами марок MSD, BLG і BLK. [2]

Як відомо силові контакти вимикача комутуються механізмами його приводу, який, в свою чергу, отримує керуючі сигнали від пристроїв релейного захисту та надсилає інформацію про стан вимикача по вторинним сигнальним колам підстанції. Причому тип таких апаратів захисту може відрізнятися в залежності від місця вимикача в схемі. Виходячи з цього імітатор вимикача також повинен мати можливість отримувати вхідні сигнали від різних апаратів захисту та надсилати відповідні сигнали до апаратів захисту.

Виходячи з проведеного аналізу, імітатор елегазового вимикача 330 кВ повинен реалізовувати в собі наступні функції:

- імітація кіл включення: отримання сигналів на включення кожної з фаз окремо;
- імітація кіл відключення: отримання сигналів на відключення кожної з фаз окремо;
- індикація положення вимикача: генерація сигналів на дискретні входи пристроїв РЗА та ЗДТУ про стан фаз вимикача (які з фаз включені, які відключені);
- зміна режиму управління вимикачем:
 - а) реалізація пофазного управління і управління одразу всіма фазами;
 - б) реалізація перемикача управління з місцевого на дистанційне;
- блокування від ненавмисного спрацьовування: реалізовує неможливість виконання наступних операцій:
 - а) включення вимикача, під час операції відключення вимикача;
 - б) включення вимикача, коли вимикач вже включений;
- моделювання блокування і сигналізації про нехватку елегазу: генерація відповідних сигналів на дискретні входи пристроїв управління вимикачем:
 - а) сигнал рекомендується докачати елегаз (SF₆);
 - б) сигнал про критично низький рівень елегазу (SF₆) – рівень блокування (забороняється виконувати операції включення і відключення вимикача) і відповідно блокування кіл включення та відключення;
- моделювання зарядженого або розрядженого стану пружини включення: реалізація перемикача, що буде моделювати стан пружини та блокування операції включення, якщо перемикач встановлено в положенні «пружина розряжена»;
- моделювання захисту від непереключення фаз (ЗНФ): сигнал на термінал РЗА про спрацьовування ЗНФ, якщо після операції включення, хоча б одна з фаз не є включеною, виконати негайне відключення інших фаз і згенерувати сигнал про спрацьовування ЗНФ на входи приладів РЗА;
- моделювання сигналізації про стан автоматики в колах обігріву і двигунів взводу пружини. Термінал РЗА повинен отримувати сигнал про стан апаратів захисту в даних колах, щоб реалізовувати запрограмовану логіку захисту. Тому слід виконати перемикачі, в залежності від положення яких імітатор буде подавати сигнал на відповідні дискретні

входи імітатора про стан апаратів в захисту в колах обігріву і двигунів взводу пружини вимикача;

- моделювання сигналів про положення роз'єднувачів приєднання, в якому встановлений вимикач, що імітується. Термінали REC фірми АВВ виконують управління певного приєднання в схемі електричної розподільної підстанції, тому в його логіку заведено блокувати операції з вимикачем, якщо положення роз'єднувачів в приєднанні не буде відповідати заданому. Відповідно необхідно реалізувати перемикачі, в залежності від положення яких імітатор буде видавати на термінал РЗА відповідні сигнали про стан роз'єднувачів в фазі;

- блок живлення: реалізує автономне живлення пристрою і терміналу управління, що буде підключено до нього від мережі 220 В 50 Гц, враховуючи, що в терміналі передбачено живлення від мережі постійного струму напругою 220 – 250 В, власна потужність терміналу 50 Вт, а потужність входів і виходів по 2 Вт.

Реалізація вказаного функціоналу запропонована в двох варіантах:

- в електромеханічному виконанні на базі проміжного реле РП-8;

- в цифровому виконанні на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК-63 М.

Переваги імітатора в електромеханічному виконанні на базі проміжного реле РП-8 є дешевизна порівняно з ринковими аналогами; проста електрична схема, яка дозволяє реалізовувати різні режими роботи вимикача, в тому числі і аварійні; стійкість до потужних електромагнітних полів.

Переваги імітатора в цифровому виконанні на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК-63 М є проста електрична схема; реалізація логіки за допомогою програми, що дозволяє в подальшому додавати функціонал лише перепрограмуючи контролер не міняючи радикально схеми; компактність і мала маса порівняно з імітатором в електромеханічному виконанні.

Вартість створення імітатора вимикача в електромеханічному виконанні більш ніж на 25% менше за відомі ринкові аналоги.

Список посилань

1. Міністерство енергетики та вугільної промисловості: Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика, – К., 2012.

2. Приступа А.Л. Функциональная модель имитатора элегазового выключателя 330 кВ / А.Л. Приступа, А.О. Деркач // Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів: тези доповідей. – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т, 2015. – С.120 – 121.

УДК 612.317

А.К. Ошарский, студент

Национальный авиационный университет, г. Киев

П.Л. Игнатенко, канд. техн. наук, доцент

Черниговский национальный технологический университет

ОСНОВНАЯ СТРУКТУРА И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗМУЩЁННОГО ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНОГО КОНТУРА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Адаптивные системы управления являются бурно развивающейся областью теории управления, что отражает объективную тенденцию современной автоматизации к решению все более сложных и универсальных задач управления промышленными объектами. В связи с интенсификацией технологических процессов, увеличением мощности единичных агрегатов, повышением требований к качеству процессов

управления и воспроизводимости самих процессов, усложнением динамики объектов управления адаптивное управление технологическими процессами играет все более заметную роль в решении перечисленных выше задач управления технологическими процессами. Современные технологические процессы (ТП) реализуют сложные системы, состоящие из большого числа технологических агрегатов и установок. Системы управления ТП представляют собой иерархические системы, в которых каждый уровень иерархии выполняет свои задачи управления, увязанные с задачами управления на более низких и более высоких уровнях иерархии. При разработке и исследовании таких систем наиболее эффективен системный подход.

Под адаптивными мы будем понимать такие автоматизированные системы управления (АСУ) ТП, которые характеризуют процессом изменения параметров или структуры объекта или алгоритма управления на основе использования текущей информации с целью достижения определенного, обычно оптимального, состояния системы при начальной неопределенности и изменяющихся условиях работы.

Адаптивные АСУ ТП являются иерархическими системами управления, в которых обычно можно выделить несколько уровней адаптивного управления, перечисленных уровней. В данной работе рассматриваются основная структура и управления возмущенного движения основного контура адаптивной системы.

Основная структура и уравнения возмущенного движения основного контура адаптивной системы. Управление технологическими процессами в реальном масштабе времени предъявляет к алгоритмам адаптивного управления ряд требований в том случае, когда рассматриваются системы управления динамическими объектами. Это, прежде всего, возможность выполнять требуемые вычисления в такие промежутки времени, за которые выходное значение объекта не изменится заметным образом. Во-вторых, это требование увязки временных интервалов обработки программ различных уровней иерархии и, как правило, различных приоритетов обслуживания. В-третьих, это требования к точности адаптации в установившемся и переходном режимах.

В данной работе рассматривается параметрическая инвариантная адаптивная АСУ ТП. Ядро этой системы состоит из подсистем регулирования и адаптации. Для реализации условий параметрической инвариантности необходим датчик параметрических возмущений, роль которого играет беспойсковый идентификатор, построенный по принципу адаптивной системы с эталонной моделью. Кроме того, в подобных системах может использоваться любой идентификатор, работающий в реальном масштабе времени. Поскольку основная цель управления связана с работой подсистемы регулирования, которая содержит как аппаратные и программные средства ЭВМ, описываемые разностными дифференциальными уравнениями, так и сам объект регулирования, приводы, датчики, которые мы будем считать описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями, необходимо построить математическую модель подсистемы, единую с точки зрения математического аппарата, используемого для ее описания и исследования. Непрерывная часть основного контура, представляющая собой неизменяемую часть подсистемы регулирования, может быть описана следующими обыкновенными дифференциальными уравнениями в векторно-матричной форме.

В общем случае уравнения отвечают линейному многосвязному нестационарному объекту регулирования. Источниками нестационарности этих уравнений является переменность параметров привода, параметров устройств получения и обработки информации (датчиков), объекта и переменность во времени интенсивностей помех. Указанные параметры в адаптивной системе с идентификатором должны быть оценены, и эти оценки используются для подстройки параметров адаптивного регулятора. С точки зрения простоты вычислительной реализации программ адаптивного регулирования не безразлично, какое количество и каких именно параметров следует оценивать с помощью

идентификатора. Общее решение этой важной задачи зависит от конкретных условий, однако в большинстве случаев нестационарностями параметров привода и датчиков можно пренебречь. Поскольку адаптивные системы широко используют рабочую информацию для анализа динамического состояния системы управления и организации контролируемых изменений свойств, параметров, управляющих воздействий и структуры системы управления, то в зависимости от способов реализации контролируемых изменений в процессе нормальной эксплуатации системы можно провести следующую классификацию адаптивных систем: самонастраивающиеся системы, системы с адаптацией в особых фазовых состояниях и обучающиеся системы.

Существует два основных подхода к синтезу адаптивного регулятора в бесперебойных адаптивных системах управления. Первый, появившийся ранее второго, основан на идее синтеза регулятора для одного номинального режима с позиций обеспечения желаемого, не обязательно оптимального, динамического эталона подсистемы регулирования. Другой подход предполагает оптимизацию нестационарной управляемой системы, каковой является основной контур. В рамках первого подхода синтез регулятора может быть осуществлен любым из известных методов синтеза стационарных линейных систем управления: методом частотных характеристик, корневого годографа, модального управления, метода стандартных коэффициентов, теории инвариантности и др. Однако не всякая синтезированная структура регулятора для одной фиксированной точки из пространства переменных параметров будет обладать свойством параметрической инвариантности для любой точки в этом пространстве. Как было указано выше, мера параметрической инвариантности характеризует свойство адаптивной системы успешно функционировать в условиях переменных параметров, поэтому указанное свойство можно назвать адаптируемостью основного контура.

Исследование адаптивной системы управления значительно упрощается, если наряду с ограничениями наложить ограничения на матрицы параметров объекта регулирования, считая их матрицами, зависящими от постоянных, но неизвестных параметров, а также на матрицы параметров адаптивного регулятора. Предположение означает либо размыкание контуров настройки параметров регулятора, либо исследование системы на отрезке времени после окончания всех переходных процессов в контурах настройки параметров.

УДК 620.179.16

О.В. Монченко, канд. тех.наук, доцент

Ю.А. Олійник, аспірант

Б.В. Добржанська, асистент

Національний авіаційний університет, м. Київ, monchenko_olena@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АПЕРТУРИ ВІКНА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ТОВЩИНОМЕТРІЇ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Однією із актуальних задач зараз є удосконалення вимірювань, пов'язаних з композиційними матеріалами. Актуальність її полягає у поширенні сфери використання таких матеріалів, а складність для їх ультразвукового дослідження полягає у тому, що даний вид матеріалів характеризується значним загасанням тестових ультразвукових коливань.

Для дослідження композиційних матеріалів переважно використовуються методи ультразвукового контролю, зокрема ультразвукової товщинометрії (УЗТ) і ультразвукової дефектоскопії. Широко застосовується луна-імпульсний метод, який ґрунтується на проходженні ультразвукового зондувального сигналу через об'єкт контролю. Відбитий сигнал (від дефектів, неоднорідностей, шарів та протилежної поверхні) несе інформацію про об'єкт контролю.

В роботах [1, 2] представлений спосіб УЗТ, який ґрунтується на дослідженні віконної обробки сигналів УЗТ для зменшення методичної похибки визначення її фазових характеристик, за якими виявляють сигнали УЗТ в суміші з адитивним шумом.

В доповіді розглядається вплив величини апертури вікна дослідження на величину наявної шумової складової та піків шуму.

В основу проведення дослідів покладено припущення про вплив розміру апертури вікна аналізу фазових даних на шумову складову статистики Р.

Для проведення модельного експерименту використовувалася лише шумова складова сигналу. Моделювання проводилось в середовищі Matlab.

Було проведено дослідження впливу різних апертур вікна на статистику Р, отриману за фазовою характеристикою (ФХ) [3] шумового сигналу.

Дослідження виконувалося як послідовність наступних дій:

1. Генерація гауссівського шуму (рис.1.) за допомогою функції *randn()*, яка формує масив з величинами, що розподілені за нормальним законом з математичним сподіванням, що дорівнює 0 і середньоквадратичним відхиленням 1.

U, B

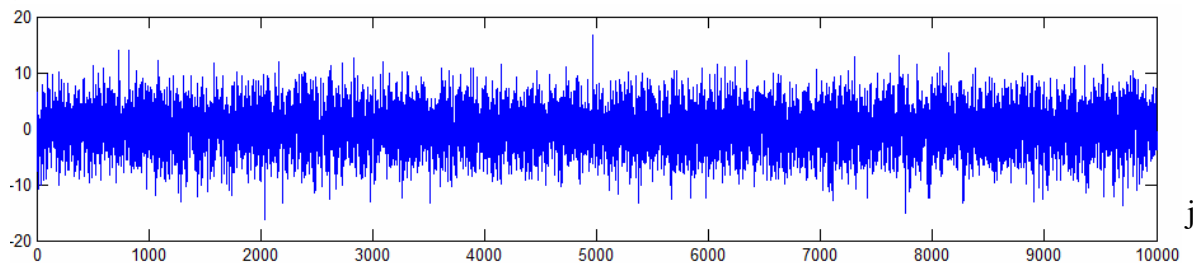


Рис.1 – Відображення результату генерації шуму

2. До отриманої функції шуму застосовувалось перетворення Гільберта [4] і отримувалась Гільберт-образ функції шуму $\hat{u}(t)$, а також визначалась його фазова характеристика $\Phi(t)$.

3. Проводився ряд досліджень для апертур вікна від 50 до 150 з кроком 2 (тобто 50 вимірів на вікно, 52, 54...). Для кожної з апертур обраховувалося середнє значення шуму для дослідження і максимальне значення шуму. Далі ці всі данні збиралися у масив для відображення та порівняння. Графік побудований на основі даних фінального масиву (рис. 2).

U, B

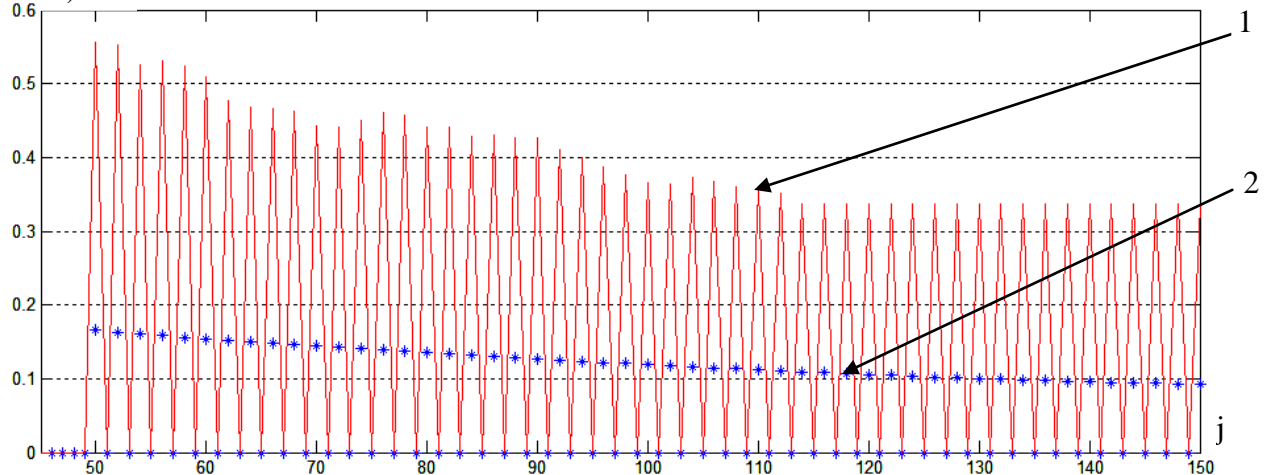


Рис. 2 – Залежність максимального та середнього значень шуму на виході від вхідного відношення сигнал шум та апертури вікна: 1 – динаміка змін максимальних значень шуму; 2 – динаміка змін середніх значень шуму

Аналізуючи даний графік можна зробити такі висновки. Апертура вікна обробки має вплив як на максимальне значення шуму при дослідженні так і на середнє значення шуму.

Збільшувати апертуру вікна більше 120 не доцільно, оскільки впливи на характеристики статистики Р стають не відчутними.

Отримані результати та розроблене програмне забезпечення можуть бути використані для проведення подальших досліджень і розробки нових методів підвищення точності виявлення сигналів, а також для розробки нових товщиномірів з покращеними метрологічними характеристиками.

Список посилань

1. Патент на корисну модель № 35057 Україна, МПК (2006) G01B 17/02. Спосіб ультразвукового вимірювання товщини виробів / Ю.В. Куц, В.С. Єременко, О.В. Монченко, І.М. Лапіга; заявник та патентовласник Національний авіаційний університет. – № u200805320; заявл. 23.04.2008; опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16.

2. Монченко О.В. Використання фазоманіпульованих сигналів для підвищення точності вимірювання товщини виробів з композиційних матеріалів / О.В. Монченко, Ю.А. Олійник, Б.В. Добржанська // Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах: III міжнародна наукова конференція, 27-29 жовтня 2015 року.– Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2015.– С.32

3. Куц Ю.В. Статистична фазометрія. Наукова монографія. / Ю.В. Куц, Л. М. Щербак. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 384 с.

4. Бендат Д. Измерение и анализ случайных процессов / Бендат Дж., Пирсол А. – М. : Мир, 1971. – 408 с.

УДК 006.91:075.8

Є.Ю. Сахно, докт. техн. наук, професор

М.В. Двоєглазова, канд. техн. наук, доцент

Д.М. Ітченко, канд. техн. наук, викладач

Чернігівський національний технологічний університет, kafUYAP@ukr.net

ДІЯЛЬНІСТЬ НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ З ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ

Навчальна лабораторія несе відповідальність за здійснення своєї діяльності таким чином, щоб відповідати вимогам міжнародних стандартів ISO і надавати освітні послуги, які регламентуються навчальними планами освітньо-професійною та освітньо-кваліфікаційною характеристиками. При цьому лабораторія повинна бути оформлена документально, мати свою систему управління відповідно до програм підготовки студентів для забезпечення якості надання освітніх послуг [1].

Для забезпечення навчального процесу при підготовці спеціалістів спеціальності «Якість, стандартизація та сертифікація», «Геодезія, картографія та землеустрій», «Гідротехніка (водні ресурси)», «Будівництво» і виконання циклу лабораторних робіт з дисциплін «Метрологічне забезпечення виробництва», «Метрологія і стандартизація», «Системи управління якістю» на кафедрі управління якістю та проектами була створена навчальна лабораторія «Якість, стандартизація та сертифікація» для виконання студентами лабораторних та практичних робіт наказ № 139 від 25.06.2012 року по ЧДІЕУ. Основною метою навчальної лабораторії в області якості є гарантування високого рівня навчальних послуг, якості випробувань і досліджень, яке забезпечує отримання надійних та достовірних результатів.

Навчальна лабораторія кафедри управління якістю та проектами була обладнана засобами для проведення метрологічних вимірів та визначення якості промислової продукції [2]. Було розроблено положення про лабораторію та посадові інструкції

завідувача лабораторією та старшого лаборанта, які визначають порядок та умову функціонування лабораторії в межах ЧНТУ при проведенні навчального процесу. На рис. 1 представлено загальний вигляд навчальної лабораторії та план розташування робочих місць.

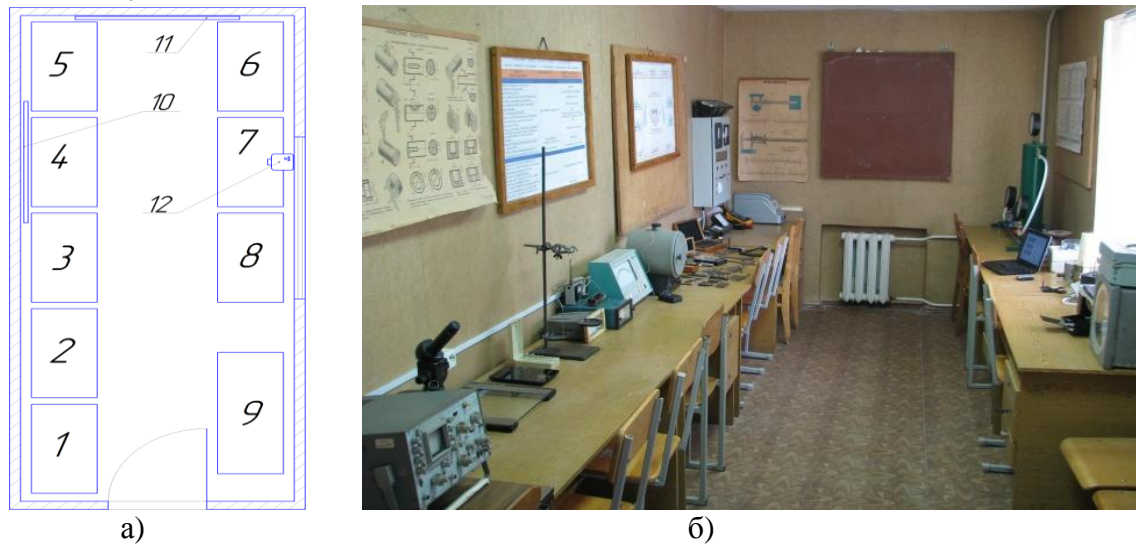


Рис. 1 – Навчальна лабораторія зі стандартизації сертифікації та якості: а) план розміщення робочих місць та навчального оснащення в лабораторії; б) загальний вигляд навчальної лабораторії

Викладачами кафедри було розроблено комплекс лабораторних та практичних робіт для проведення практичних, лабораторних занять та наукової діяльності. Відповідно до рис. 1, а перелік робочих місць наступний. Робоче місце 1 – виконання лабораторної роботи з вимірювання розмірів виробів методом збігу. Робоче місце 2 – виконання лабораторної роботи по дослідженню похибки вимірювань при зміні температурних параметрів. Робоче місце 3 – виконання лабораторної роботи по дослідженню похибок показань лічильників водопостачання. Робоче місце 4 – виконання лабораторної роботи по дослідженню похибки вимірювання лабораторних ваг. Робоче місце 5 – виконання лабораторної роботи по дослідженню нормованих метрологічних характеристик лічильників спожитої електроенергії. Робоче місце 6 – виконання лабораторної роботи по дослідженню класу точності засобів вимірювання. Робоче місце 7 – виконання лабораторної роботи з моніторингу енергоощадності будівель та споруд. Робоче місце 8 – виконання лабораторної роботи по оцінці системи обліку природного газу. Крім того в лабораторії є шафа для зберігання лабораторного оснащення та навчально-методичної літератури 9, мультимедійний екран 10, дошка 11, мультимедійний проектор 12.

Особливістю навчальної лабораторії є використання ПЕОМ у складі вимірювальних пристроїв з можливістю створення максимально зручного інтерфейсу для оператора.

Загальна схема дистанційного вимірювання метрологічних показників (рис. 2, а) була практично реалізована в навчальній лабораторії наступним чином [3]. В систему обліку газу на виробництві вбудовують коректор витрат, який шляхом мережі Інтернет пов'язаний з програмним забезпеченням ПЕОМ. Використовуючи програмний комплекс (рис. 2, б), можливо в режимі on-line визначити витрати природного газу на виробництві та коригувати їх в залежності від виробничих потреб.

Отже, навчальна лабораторія обладнана засобами для проведення метрологічних вимірів та визначення якості промислової продукції. Основними задачами лабораторії є організаційна підтримка навчального процесу при проведенні групових занять у відповідності з розкладом та навчальними планами, факультативних групових занять, забезпечення індивідуальної, самостійної та наукової роботи студентів та викладачів.

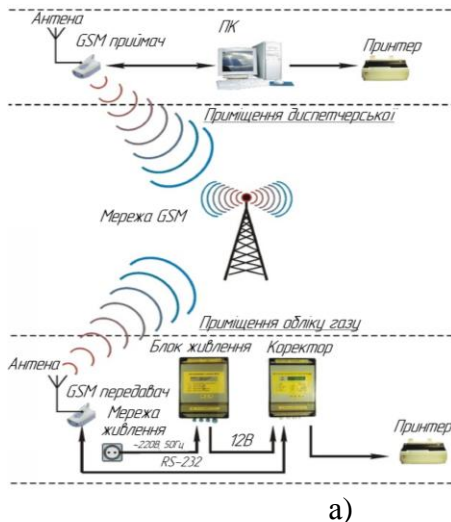


Рис. 2. – Дистанційне вимірювання параметрів газу: а) схема дистанційного вимірювання параметрів спожитого газу; б) схема модемної передачі даних

Список посилань

1. Кортусова Ю.Ю. Особенности аккредитации испытательной лаборатории / Ю. Ю. Кортусова // Современные научные исследования и инновации. 2012. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/03/10622>.
2. Володарський Є.Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: Навч. посібник [Текст] / Є.Т. Володарський, В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко, Г.Б. Сердюк. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 219 с.
3. Клименко А.М. Віртуальні прилади у вимірювальній лабораторії [Текст] / А. М. Клименко, В. В. Стаднік, Ю. І. Скорін // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Інформатика та моделювання. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2012. – № 38. – С. 84–92.

УДК 665.73.75:662.6.9

Л.Д. Ярошук, канд. техн. наук, доцент
А.П. Корж, студент

Національний технічний університет України «КПІ», akp13@ukr.net, vicleon@i.ua

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ГАСУ У СТАБІЛІЗАЦІЙНІЙ КОЛОНІ

Забезпечення високого рівня надійності технічних засобів автоматизації (ТЗА) є важливою проблемою при розробці систем керування процесами хіміко – технологічних систем (ХТС).

Задачею дослідження є визначення шляхів підвищення надійності вимірювання температури у стабілізаційній колоні ХТС гідроочищення гасу із застосуванням його високотемпературної сепарації. Цю температуру використовують як опосередкований показник якості продукції і режимний параметр для керування тепло- та масообмінними процесами в колоні.

Було розглянуто такі групи заходів для підвищення надійності ТЗА: системні; структурні (схемні); конструктивні; експлуатаційні [1].

Згідно структурного методу було розглянуто доцільність резервування первинного перетворювача температури (ППТ) гасу, який знаходиться у найбільш складних умовах експлуатації у порівнянні з іншими пристроями системи вимірювання [2].

Дослідження полягало у розрахунку та порівнянні показників надійності системи вимірювання температури без резервування, $P_c(t)$, з резервуванням одним термоперетворювачем, $P_{c2}(t)$ та з резервуванням двома термоперетворювачами, $P_{c3}(t)$, що показано на рис.1.

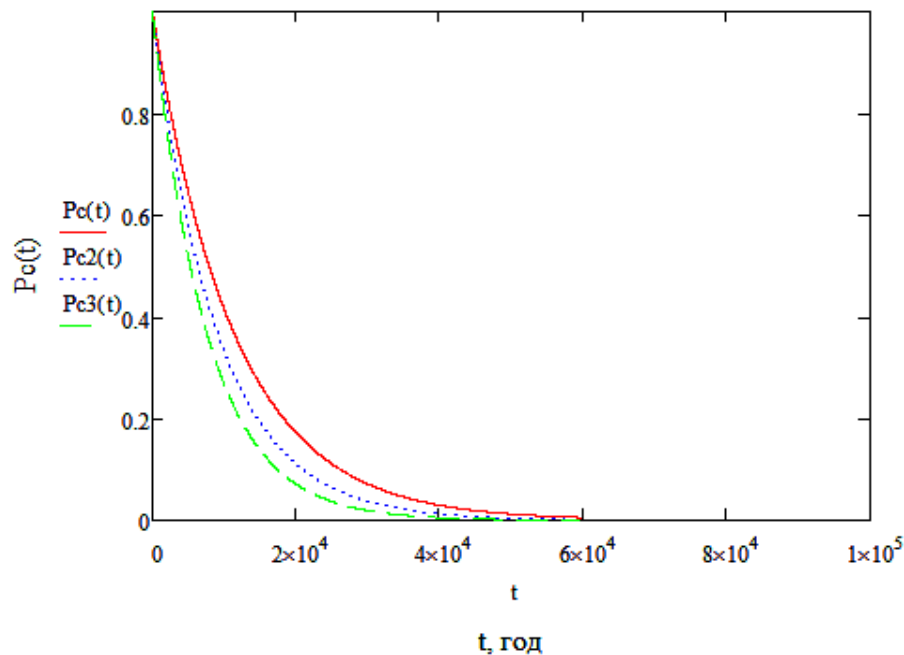


Рис. 1 – Графіки ймовірностей безвідмовної роботи системи вимірювання температури без резервування та з ним

Надійність оцінювали за ймовірністю безвідмовної роботи. Значення $P_c(t)$ розраховували за наступною формулою:

$$P_c(t) = P_1(t)P_2(t) \dots P_N(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t), \quad (1)$$

де $P_i(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи i – го елемента системи;
 t – час.

Ймовірність безвідмовної роботи окремого елемента визначали так:

$$P_i = \exp(-\lambda_s t), \quad (2)$$

де λ_i – інтенсивність відмов i – го елемента системи.

Розрахунки $P_{c2}(t)$ та $P_{c3}(t)$ базувались на (1) та (2), враховуючи тільки те, що $P_1(t)$ відповідало ймовірностям 2-х або 3-х ППТ відповідно. З рисунку видно, що резервування підвищує надійність системи вимірювання температури. Можна в подальшому зупинитись на подвійному резервуванні, оскільки $P_{c3}(t)$ не суттєво перевищує $P_{c2}(t)$.

Отримані результати стали відправною точкою для з'ясування можливості досягнення $P_{c2}(t)$ або $P_{c3}(t)$ шляхом використання лише одного сучасного ППТ, з яким можна досягти сумірної оцінки надійності. Це, так званий конструктивний спосіб підвищення надійності.

За результатами розрахунків $P_{c2}(t) = \exp(54 \cdot 10^{-6} t)$, таке значення взято за основу подальших досліджень. Виходячи з (2), інтенсивність відмов одного сучасного ППТ повинна бути не меншою $\lambda_{\text{нов}} = 54 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ на відміну від існуючого ППТ, для якого $\lambda_1 = 27 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$. З'ясовано, що такі типи ППТ існують, зокрема, це перетворювачі типу ЭКТ-1, ТС-100, для яких становить $\lambda = 86 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$. Цей спосіб підвищення надійності вимірювання температури гасу у стабілізаційній колоні визнано найбільш прийнятним.

Виконані дослідження можуть бути використані при розробці структур систем автоматизації різноманітних ХТС.

Список посилань

1. Половко А. М. Основы теории надёжности. / А. М. Половко – М.: Наука, 1964. – 446 с.
2. Корж А. П. Визначення структури системи керування якістю гасу у стабілізаційній колоні. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології [Текст]: Тези доповідей Дев'ятої науково-практичної конференції студентів / Корж А. П., Ярошук Л. Д. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 95 с.

УДК 621.39

М.Б. Гумен, канд. техн. наук, доцент

Національний авіаційний університет, м. Київ, mbgumen@ukr.net

Т.Ф. Гумен, старший викладач

Д.В. Саченко

Національний технічний університет України «КПІ», bel_09@ukr.net

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗА РУХОМИМ СКЛАДОМ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

На сьогоднішній день сучасні технології позиціонування, системи зв'язку, засоби обробки і візуалізації дають змогу автотранспортним підприємствам (АТП) в режимі реального часу здійснювати моніторинг роботи транспорту (отримувати об'єктивну інформацію про місцезнаходження, маршрут руху, відхилення від маршрутів, використання службового транспорту в особистих цілях, пробіг автомобіля, витрати палива, час роботи двигуна тощо) та приймати на його основі ефективні управлінські рішення і координувати діяльність автопарку.

У якості середовища передачі даних використовуються як бездротові (GSM/GPRS, ZigBee, WiFi, WiMax, LTE), так і кабельні (телефонні, ISDN, xDSL, комп'ютерні) мережі [1]. Ключовими чинниками, що визначають вибір технології передачі інформації є відстань, на яку передаються дані, швидкість передачі, сумісність з існуючими стандартами, кількість пристроїв у мережі. Системи бездротової передачі даних характеризуються простотою інсталяції і високою надійністю.

Сучасні технології позиціонування рухомих об'єктів GPS, ГЛОНАСС, Галілео, інтегруючись у системи моніторингу, можуть із достатньою точністю визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері [2 – 4]. Найбільшого поширення набула технологія GPS. Навігаційна система ГЛОНАСС на даний момент не може конкурувати з першою, проте у симбіозі вони здатні до більш точного позиціонування, оскільки в такому варіанті збільшується кількість супутників. На відміну від GPS та ГЛОНАСС система Галілео не є глобальною, але має великі перспективи, оскільки використовує більш широку смугу займаних частот для сигналів.

На сьогоднішній день лідером ринку України у сфері послуг систем моніторингу є компанія Benish GPS [4]. Алгоритм роботи супутникової системи моніторингу транспорту Benish GPS (як, власне і більшості подібних компаній) досить простий: на транспортний засіб встановлюється бортовий блок-GPS. Інформація передається на сервер компанії, де обробляється й накопичується. Клієнт може отримати інформацію про автомобіль із будь-якого комп'ютера, підключеного до Інтернету.

Проте у таких систем є недоліки. АТП має оплачувати купівлю, установку трекерів та їх щомісячне абонентське обслуговування. Крім того, можна зіштовхнутися з недобросовісними водіями, які будуть намагатися перешкоджати настирливому контролю різними способами. Беручи до уваги той факт, що трекер може вийти з ладу і без

зовнішнього втручання, інколи важко зробити об'єктивні висновки про причину несправності.

Саме тому для віддаленого моніторингу за транспортними засобами АТП у режимі онлайн запропоновано систему на базі технології APRS [5]. Система APRS (Automatic Packet Reporting System) – мережа автоматичної передачі цифрових даних по радіоканалу – розроблена наприкінці 80-х роках військовими. Вона дає змогу проектувати радіомережі на місцевому та глобальному рівнях; співпрацювати з іншими мережами і технологіями (GPS, Інтернет, IRLP, Ехолінк, D-STAR, GSM, електронна пошта, телеметрія, RFID) та базами даних; забезпечувати спостереження та віддалене «спілкування» з комп'ютерними метео-станціями, вивчення особливостей проходження і розповсюдження радіохвиль з урахуванням пори року, погодних умов і рельєфу місцевості; визначати координати, тип об'єкта, швидкість руху, напрямки, висоти стаціонарних і рухомих об'єктів у реальному вимірі; обмінюватися короткими повідомленнями; інформувати про місцезнаходження.

До того ж, в якості мобільної станції може виступати звичайний смартфон з безкоштовним програмним забезпеченням.

На рис. 1 наведено узагальнену схему мережі з одним учасником руху. У якості

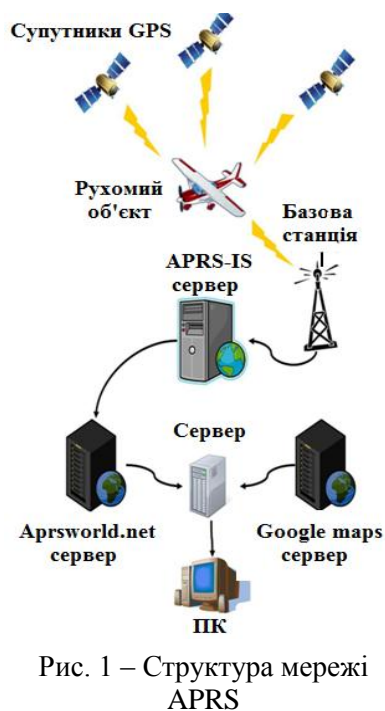


Рис. 1 – Структура мережі APRS

базового каналу передавання даних від рухомого об'єкта до центрального вузла було обрано стільниковий мобільний зв'язок (оператор «Vodafone Україна»), а резервного – прямий УКХ-радіозв'язок.

Використання обладнання супутникової навігації на кожний транспортний засіб з економічного погляду невіправдано велика розкіш. Знову ж таки, ціна КХ-радіостанції ставить доцільність такого рішення під великий сумнів. Так, наприклад, навіть один з найдешевших китайський трансіверів X108 QRP коштує приблизно 500\$. УКХ радіозв'язок з використанням стандартного малопотужного ЧМ устаткування є найбільш ефективним та дешевим типом резервного каналу зв'язку.

На території України для роботи автотранспортних підприємств (АТП) та інших цивільних користувачів виділено смуги частот в трьох діапазонах, а саме 42 – 44 МГц нижнього УКХ діапазону (LOW Band), 150 –170 МГц діапазону 2м та смуги 400 – 470 МГц діапазону 70 см. Вартість УКХ-станції – приблизно 40\$ + антена, вартістю до 10\$.

Для моніторингу рухомих об'єктів використано наступне обладнання та програмне забезпечення: смартфон на базі операційної системи Android; програма APRSdroid; УКХ-радіостанція Voyager COMBAT.

Список посилань

1. Вишне夫斯基 В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В.М. Вишне夫斯基, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Козловский Е. Искусство позиционирования / Е. Козловский // Вокруг света. – М., 2006. – № 12 (2795). – С. 204 – 280.
3. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования / Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. – 3-е изд., перераб. – М.: Радиотехника, 2005. – 688 с.
4. Сайт компанії Benish GPS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.benishgps.com>.
5. [Електронний ресурс] .- Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_Packet_Reporting_System



ООО «БАХ інжиниринг»– услуги в сфере машиностроительного проектирования.

Фирма BACHEngineering была основана в 2005 году на базе ОАО «Химтекстильмаш» при поддержке BBEngineeringGmbH.

Представляя собой совместное украинно–немецкое конструкторское бюро, BACHEngineering уже на протяжении 6 лет успешно сотрудничает с немецкими и украинскими конструкторскими бюро и производственными предприятиями. За время своей деятельности, фирма приняла участие в осуществлении около 80 проектов.

На этапе зарождения и становления основу предприятия составляли кадры с опытом работы в украинских производственных предприятиях и конструкторских бюро.

Все сотрудники фирмы прошли обучение и практику в конструкторском бюро BBEngineering. В ходе многомесячной стажировки были освоены азы работы с такими программными продуктами как SolidWorks и SolidEdge, рассмотрены принципы работы PLM–продуктов в разрезе взаимодействия конструкторских служб. Сотрудники имели возможность ознакомиться с основными стандартами, используемыми европейскими инженеринговыми бюро, в частности DIN, ISO, EN. Экспериментальным путем сформированы подходы к построению моделей и оформлению чертежей. Периодически происходят визиты в Германию для ознакомления с перспективными направлениями деятельности и особенностями новых проектов, что является залогом успешности бюро.

Также необходимо отметить наличие подразделения, осуществляющего шеф–монтаж оборудования на площадках заказчика и отдать должное уровню опыта специалистов, приобретенному как во время обучения на опытном участке в Германии, так и за годы выполнения монтажных и пуско–наладочных работ в странах ближнего и дальнего зарубежья. Естественно, такой широкий спектр географии монтажа не может обходиться без владения на должном уровне международными языками, такими как английский и немецкий.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

VI Міжнародна науково–практична конференція
«Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»

26 – 29 квітня 2016 року

Чернігів, ЧНТУ

Відповідальний за видання
Коректор
Комп'ютерна верстка і макетування
Друк

В.І. Ступа
С.П. Сапон
О.О. Борисов
Н.А. Тестова

Прийнято до друку 11.04.2016 р. Формат 60x84/16
Папір офіс. Гарнітура Times New Roman. Друк - цифровий.
Ум.-друк. арк. 22,250. Обл.-вид. арк. 22,28
Наклад 200 прим. Зам. № 16102.016.170

Чернігівський національний технологічний університет
14027 м. Чернігів, вул. Шевченка, 95

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців,
виробників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4802 від 01.12.2014 р.