

*Васильєв Євген Анатолійович, к.т.н., доцент,
Кондак Сергій Володимирович, аспірант,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ПОРТАТИВНИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ РОЗЧИНОЗМІШУВАЧ

Немає такого будмайданчика, де не виникала б необхідність у змішуванні різноманітних будівельних матеріалів. Звичайно можна змішувати вручну, але тоді спостерігається недостатня продуктивність праці, не говорячи вже про згубний вплив на здоров'я працівника. Тому набагато краще використовувати механічні методи змішування, до яких відносяться розчинозмішувачі. Застосування розчинозмішувальних установок забезпечує стабільну продуктивність, якість суміші, та полегшує роботу працівнику. Але його використання за умови невеликих масштабів будівництва чи ремонту є економічно недоцільним і не завжди можливим у важкодоступних місцях, оскільки такі машини мають значну металоємність. Для здійснення процесу змішування при невеликих обсягах застосовують портативні малогабаритні розчинозмішувачі.

Прикладом такого розчинозмішувача є IC2-150, країна виробник – Італія [2]. Складається з нерухомого зварного корпусу, всередині якого розміщений змішуючий механізм, що складається з одного вертикально розташованого валу і закріплених на ньому **2 змінні лопати і 2 активних міксера**. Вказаній конструкції притаманне добре перемішування будівельних розчинів. Після приготування порції розчину, вивантаження готової суміші здійснюється через вікно в днище корпусу, що закривається затвором з ручним приводом. Завантаження складових суміші (інертних, цементу, води) здійснюється в ручну безпосередньо в змішувальну камеру. Але для належного перемішування конструкція має значні розміри лопатей, які повинні перекривати весь об'єм чаші. В свою чергу, для забезпечення працездатності вказаних лопатей, потрібний відповідний редуктор та електродвигун із значною металоємністю та й вартість бажає бути більш доступнішою.

Для вирішення цих проблем ми запропонували просту і доступну конструкцію портативного розчинозмішувача з малими габаритами та металоємністю, здатного виконувати ті ж функції аналогів, але при цьому має переваги щодо мобільності, універсальності та цінової політики.

Запропонована конструкція портативного розчинозмішувача стала мобільніша за аналог завдяки: використанню у якості електродвигуна з редуктором ручної електродрілі, зменшенню розмірів лопатей зі збереженням ефективності перемішування, яке відбувається з вільним обертання чаші. Перевага застосування ручної електродрілі є у тому, що при загальному невеликому зменшенні ресурсу роботи енергоустановки, суттєво зменшується її матеріалоємність та ціна. Додатково з'являються технологічні

можливості, такі як регулювання швидкості перемішування, повільний початок обертання, можливість реверсування.

Портативний розчинозмішувач складається з чаші для приготування розчину, яка встановлюється на основу, виконану із прямокутних труб і має максимальну жорсткість і мінімальну вагу. Основа має виступи, всередині яких розміщений диск обертання, ізольований від потрапляння будівельного бруду. У якості диска обертання можна використати широко розповсюджений гімнастичний металевий диск здоров'я [3]. Диск обертання забезпечує вільне обертання місткості відносно основи. Чаша встановлюється на диск обертання таким чином, щоб вісь обертання диску обертання співпадала з віссю місткості. З боку основи закріплюється штанга. У верхній частині штанги закріплюється на кронштейні ручна електродріль. Відповідно, у патроні ручної електродрилі закріплюється змішувальний вінець.

Технологія приготування розчину у портативному розчинозмішувачі нічим не відрізняється від технології приготування розчинів в звичайних розчинозмішувачах. Наприклад, для приготування цементного розчину у пусту місткість в потрібному співвідношенні наливається спочатку вода і вмикається ручна електродріль, що призводить до обертання змішувального вінця. Потім додається цемент, а по мірі зростання ступені перемішування, пісок.

Дослідивши переваги запропонованої конструкції портативного розчинозмішувача, з'ясовуємо, що йому притаманна максимальна простота, що дозволяє суттєво зменшити його габарити та матеріалоємність. А розбірність його конструкції забезпечує портативність. Крім того, ручну електродріль можна використовувати за прямим її призначенням. Конструкція портативного розчинозмішувача дозволяє його використання на ділянках будівельного майданчика, непридатних для розташування традиційних штукатурних розчинозмішувачів.

Список використаних джерел

1. Пересувний малогабаритний змішувач [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://baurum.com/_library/?cat=preparation_concretes_machines&id=1240.
2. Розчинозмішувач IC2-150 (220 В) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://4build.biz/betonosmesitel-prinuditelnyj-peredvizhnoj-is2-150>.
3. Гимнастический металлический диск здоровья [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/234201613/p234201613/>.

ПРОЦЕС ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ МАШИНОБУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Розвиток систем штучного інтелекту є пріоритетною тематикою наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року [1]. Тематика використання штучного інтелекту у машинобудуванні є і буде актуальною у післявоєнний період.

Попередній етап дослідження був зорієнтований виключно на системне вирішення проблематики діагностики машинобудівної техніки як складної системи [2].

У рамках вказаного етапу дослідження вивчався процес використання моделей машинного навчання для можливості здійснення прогнозів стану машинобудівельної техніки. Процес використання моделей машинного навчання щодо прогнозування стану машинобудівельної техніки складається з чотирьох етапів [3].

Етап 1. Дослідження базових моделей без налаштувань гіперпараметрів.

1. Побудова списку кортежів моделей, наприклад Linear Regression, Gradient Boosting Regressor, Random Forest Regressor, K Neighbors Regressor, Bagging Regressor, Lasso, Ridge.

2. Створення списків та циклів навчання моделей на тренувальних оцінках й розрахунок метрик середньої абсолютної помилки (MAE), максимальної помилки (MAX), середньоквадратичного відхилення (RMSE), коефіцієнту детермінації R^2 на тренувальних/тестових оцінках. Отримані результати розрахунків додаються до списку.

3. Порівняльний аналіз отриманих моделей з метою виявлення ознак перенавчання.

Етап 2. Дослідження моделей з налаштованими гіперпараметрами.

1. Створення словника регресійних моделей та просторів гіперпараметрів.

2. Перебір моделей та визначення гіперпараметрів функцією Bayes Search CV із врахуванням перехресної перевірки.

3. Розрахунок метрик для тестового набору оцінок.

4. Побудова кривих навчання.

5. Формування звітної таблиці.

6. Порівняльний аналіз удосконалених моделей та базових моделей побудованих у етапі 1.

Етап 3. Використання побудованих моделей з налаштованими гіперпараметрами для перевірки на предмет їх адекватності прогнозування.

1. Дослідження й порівняльний аналіз процесу прогнозування на тестових і навчальних оцінках з метою виявлення процесу перенавчання.

2. Додаткова перевірка моделей шляхом порівняльного аналізу метрик й побудова графіка розсіювання прогнозованих та спостережуваних оцінок

цільової змінної.

3. Формування висновків щодо адекватності моделі та можливість використання її для прогнозування стану машинобудівельної техніки.

4. Збереження моделей у файл.

Етап 4. Реалізація відібраних моделей машинного навчання засобами Streamlit.

1. Розробка інтерфейсу користувача засобами Streamlit.

2. Завантаження моделей з файлу.

3. Використання моделей для прогнозування.

4. Удосконалення моделей та функціоналу інтерфейсу у процесі експлуатації (життєвого циклу).

Таким чином програмно реалізовані моделі машинного навчання дозволять робітникам прогнозувати стан машинобудівельної техніки й досліджувати вплив елементів машин на загальну ефективність, продуктивність та якість їх роботи.

Список використаних джерел

1. Оновлено перелік пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок [Електронний ресурс] // <https://www.kmi.gov.ua/>. – Режим доступу: <http://surl.li/gxkjk> (дата звернення: 09.05.2023). – Назва з екрана.

2. Лактіонов О. І. Порівняльний аналіз сучасних шляхів діагностики складних технічних виробничих систем/ Олександр Ігорович Лактіонов // Матеріали конференції «Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій» : Тези доп. XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів, Одеса, 20–21 квітня 2023 р. – Одеса, 2023. – С. 93–94.

3. Stefanie M. Hands-on data analysis with Pandas / Molin Stefanie. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2019. – 707 с.

ПРОГРАМУВАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО БУДІВЕЛЬНОГО 3D ПРИНТЕРА НА ОСНОВІ ARDUINO

Пояснення мети дослідження

У сучасному світі, друк 3D-моделей стає все більшою часткою виробничого процесу в різних галузях промисловості, а також для використання в освіті та дослідженнях.

Метою цього дослідження є побудова 3D-принтера, який може будувати великі об'єкти з використанням доступних матеріалів, який має можливість переміщення в трьох координатних площинах і здатний екструдувати матеріал, змішувати його і робити ним високоякісний друк 3D-моделей.

Пояснення значення дослідження

Це дослідження має важливе значення в багатьох галузях промисловості та освіти. Перш за все, будівельний 3D-принтер, який може будувати великі об'єкти з використанням доступних матеріалів, дозволяє створювати прототипи, зразки та інші об'єкти, що збільшує ефективність та швидкість виробництва, а також знижує витрати на друк.

Дослідження також може мати значення в освіті. Будівельний 3D-принтер може бути використаний для навчання та підготовки студентів в галузі дизайну та інженерії. Діти та дорослі можуть навчитися створювати власні дизайни та друкувати їх з використанням цього 3D-принтера. Крім того, дослідження може бути використане для розробки нових матеріалів, які можуть бути використані в будівельному 3D-друці.

Це дослідження може також стимулювати подальші дослідження та розвиток в області друку 3D-моделей. Розробка лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino може відкрити нові можливості для вирішення проблем у галузі будівництва, такі як швидке виготовлення прототипів та зниження витрат на будівництво. Крім того, такий 3D-принтер може бути використаний для друкованого будівництва, що може допомогти зменшити витрати на будівництво та забезпечити швидкість та ефективність будівництва.

Отже, мета дослідження полягає у розробці доступного та функціонального лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino, а його значення полягає в його можливості використання в промисловості та освіті, а також в його потенціалі для подальшого розвитку та дослідження в галузі друку 3D-моделей.

Опис конструкції лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino та його компонентів.

Конструкція лабораторного 3D-принтера складається з трьох координат X, Y та Z, які відповідають за рух друкарської головки у тривимірному просторі. Крім того, 3D-принтер має екструдер, що може перемішувати та видавлювати суміш.

Основні компоненти лабораторного принтера включають в себе плату Arduino, 3 плати LN298N, які відповідають за керування кожним мотором, та 5 двигунів, які забезпечують рух координат. Також він має окремо пульт управління дозволяє користувачам контролювати кожен координату та екструдер.

Опис програмування та алгоритмів роботи лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Програмний код складається з послідовності команд, які описують рух координат, роботу екструдера та інші дії, необхідні для виготовлення деталі за допомогою 3D-принтера.

Алгоритм роботи лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino передбачає наступні кроки:

Ініціалізація пристрою та його компонентів, зокрема, крокових двигунів та екструдера.

Підготовка до друку деталі, зокрема, налаштування параметрів друку, які включають швидкість друку, температуру екструдера та інші.

Вказування координат.

Розрахунок шляху руху для кожної з координат та екструдера на основі завантаженої моделі.

Рух координат та екструдера з використанням двигунів та плати LN298N.

Виконання процесу друку, тобто видавлювання та перемішування суміші. Закінчення друку та зупинка пристрою.

Програмування та алгоритми роботи лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino дозволяють виконувати різноманітні задачі друкування деталей. Налаштування параметрів друку та розрахунок шляху руху забезпечують високу якість друку, а процес друку дозволяє створювати складні деталі з високою точністю та швидкістю виготовлення.

Опис програмної частини лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Програмна частина лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino відповідає за керування апаратною частиною та забезпечення правильного функціонування кожного компонента. Для розробки програмної частини я використовував мову C++.

Основні функції програмної частини включають в себе налаштування параметрів друку, керування рухом координат та екструдера, взаємодію з пультом управління та обробку даних з сенсорів тиску та інших датчиків.

Програмна частина складається з декількох модулів, які забезпечують різні функції. Наприклад, модуль для керування координатами відповідає за пересування деталі в заданому напрямку та визначенням точки старту друку. Модуль для керування екструдером відповідає за видавлювання та перемішування суміші в заданому обсязі.

Крім основних модулів, програмна частина може також містити додаткові функції, які полегшують процес розробки та підтримки пристрою.

Переваги та обмеження лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Будівельний 3D-принтер на основі Arduino має кілька переваг, які роблять його зручним та ефективним інструментом для створення деталей. До основних переваг можна віднести:

Висновки

У даній роботі було розглянуто питання проектування та програмування лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Загальні висновки показали, що лабораторний будівельний 3D-принтер на основі Arduino має перспективи для того щоб виготовити реальний принтер та використовувати його на підприємствах.

Далі можливі напрямки подальшого розвитку даного принтера, такі як додавання нових функцій та можливостей, забезпечення більшої швидкості друку, зменшення складності зборки та налаштування. Також можливо використання новітніх технологій, таких як штучний інтелект та навчання глибокими нейронними мережами, для поліпшення точності та швидкості друку.

УДК 629.113

*Криворот Анатолій Ігорович, к.т.н., доцент,
Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент,
Шаповал Микола Віталійович, к.т.н., доцент,
Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент,*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОЛІЗУ

Двигуни внутрішнього згоряння, які використовують у якості палива продукти нафтогазового походження внесли значний вклад в розвиток промисловості, проте на сьогодні людство прагне до використання інших, альтернативних видів палива. Це дає можливість розширити сировинну базу для отримання палива, уникнути залежності від країн постачальників та зменшити викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище. Одним із перспективних видів таких палив є водень [1]. На користь використання водню у якості альтернативного палива свідчить те, що водень є одним із найпоширеніших елементів на поверхні Землі, має найбільшу енергоємність, а в результаті його згоряння утворюється вода і взагалі відсутній діоксид вуглецю. Проте, на сьогодні існує ряд проблем пов'язаних з виробництвом та зберіганням водню на борту транспортного засобу. Тому дослідження у даному напрямку є актуальними.

У даній роботі наведено результати експериментальних досліджень процесу отримання водню шляхом електролізу електроліту (суміш дистильованої води та харчової соди). З метою отримання математичної залежності, яка б описувала інтенсивність отримання водню при зміні таких параметрів як концентрація електроліту та сила струму, проведено експериментальні дослідження із застосуванням планування експерименту [2]. При цьому було застосовано

лабораторну експериментальну установку що зображена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Експериментальна установка для отримання водню шляхом електролізу

Графічні залежності інтенсивності виділення водню (тиск у відповідній посудині) при зміні вхідних параметрів наведено на рисунку 2 та рисунку 3.

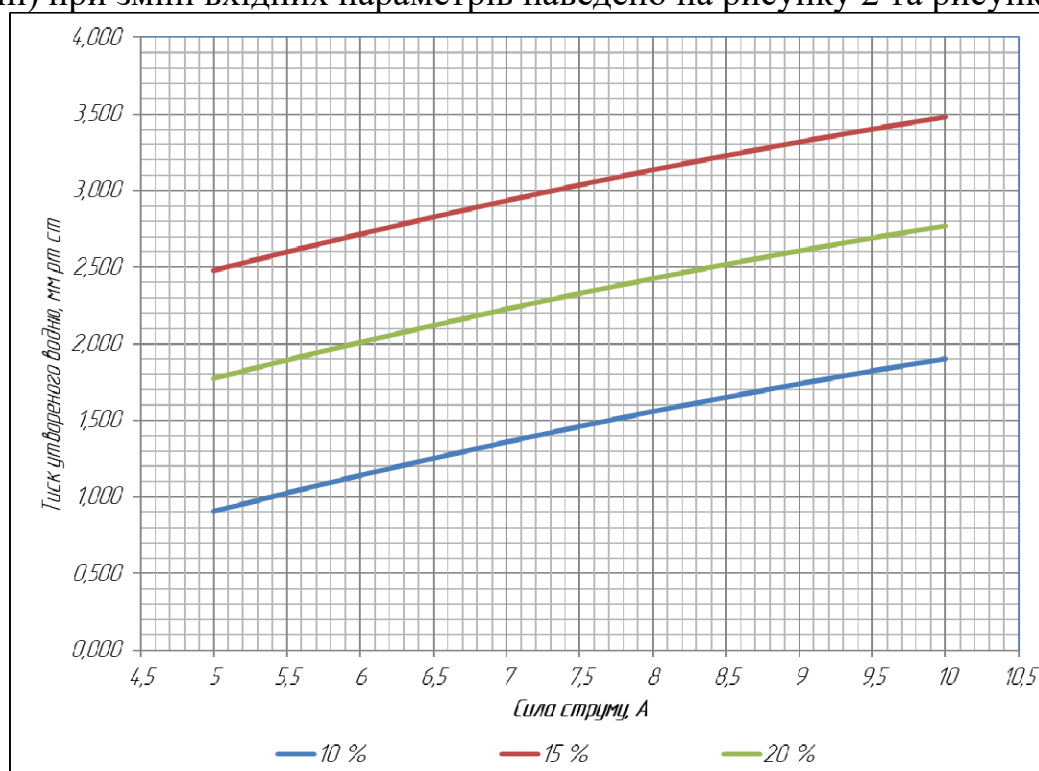


Рисунок 2 – Графічна залежність тиску утворення водню від поступового підвищення сили струму та при фіксованому значенні концентрації електроліту.

В результаті оброблення експериментальних даних із застосуванням математико-статистичних методів отримано рівняння регресії, яке дозволяє визначати вихід водню в процесі електролізу залежно від концентрації електроліту та сили струму. Інтенсивність отримання водню визначалась за тиском, який створювався у ємності для відбору водню. Дане рівняння має вигляд

$$P_{H_2} = 0,33636 \cdot A - 0,009088 \cdot A^2 - 0,045728 \cdot \Delta^2 + 1,45852 \cdot \Delta - 10,5627 \quad (1)$$

де P_{H_2} – тиск газу у відповідній ємності, МПа

Δ – значення концентрації розчину соди у дистильованій воді, %;

A – сила струму на пластинах електролізу, А.

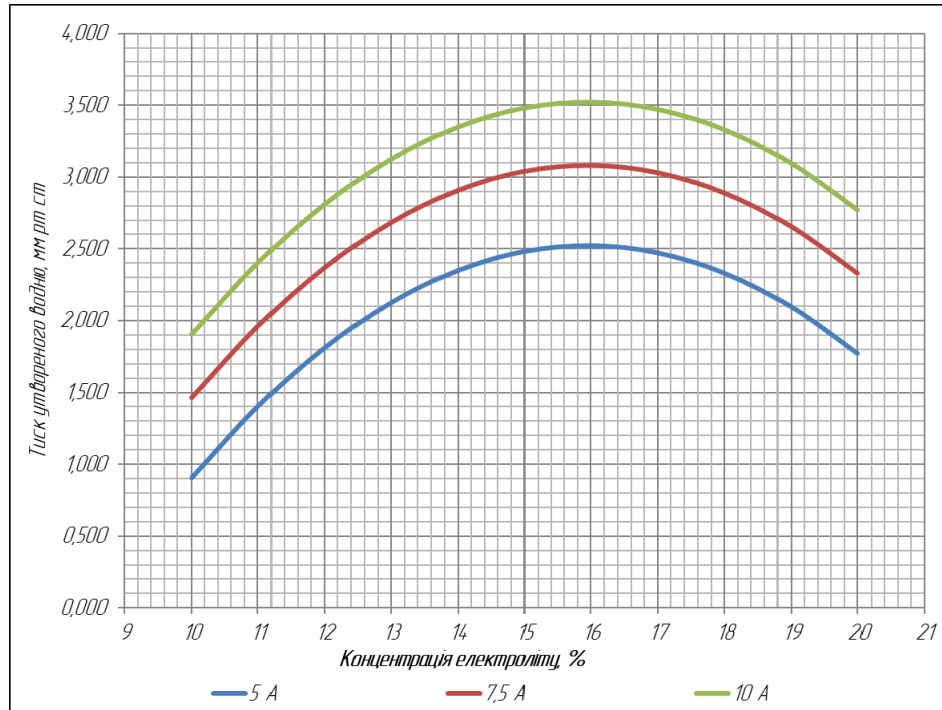


Рисунок 3 – Графічна залежність тиску утворення водню від поступового підвищення концентрації електроліту та при фіксованому значенні сили струму.

Аналізуючи отримані графічні залежності приходимо до висновку, що зі збільшенням сили струму інтенсивність виділення водню зростає за майже лінійною залежністю (рисунок 1). В той же час при зміні вказаних факторів найефективніший вихід газу, який було отримано при експериментальному дослідженні, відбувається при максимальному значенні сили струму в 10 А та концентрації електроліту 16%. При цих значеннях факторів тиск водню у відповідній посудині мав найбільше значення, яке склало 3,51 мм. рт. ст. (0,0005 МПа).

Література

1. Криворот А.І. Методи отримання водню як палива для сучасних автомобільних двигунів внутрішнього згорання / А.І. Криворот, Д.В. Тараненко // Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців : наук. праці Міжнар. наук.-практ. та наук.-метод. конф., 19 – 21 жовт. 2022 р. – Х. : ХНАДУ, 2022. – С. 139–141.
2. Мотигін В.В., Павлов С.М. Планування експерименту в інженерних дослідженнях (лабораторний практикум). Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 82 с.

УДК 621.89.012

*Криворот Анатолій Ігорович, к.т.н., доцент,
Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент,
Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент,
Шаповал Микола Віталійович, к.т.н., доцент,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗМАЩУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ

На періодичність заміни оливи в системах мащення двигунів та агрегатів трансмісії автотракторної техніки впливає ряд чинників серед яких особливо суттєвими є наступні: кліматичні та дорожні умови, швидкісні та навантажувальні режими роботи, фізична та хімічна стабільності мастильного матеріалу тощо. Всі ці фактори діють постійно, через що початкові властивості мастильних матеріалів з часом змінюються [1].

В процесі роботи в оливі накопичуються механічні й хімічні домішки, спрацьовуються присадки, що, як правило, призводить до погіршення її експлуатаційних властивостей. В результаті змащуючі властивості втрачаються, що призводить до швидкого спрацювання поверхонь деталей тертя (рисунок 1).



Рисунок 1 – Зношування поверхонь тертя деталей механізму газорозподілу двигуна внутрішнього згорання

Одним із основних показників експлуатаційних властивостей змащуючих олив є фізична стабільність. Вона визначає стійкість масла до фізичних процесів, які призводять до зміни її властивостей та складу. Такі зміни можуть виникнути внаслідок втрати легких фракцій при випаровуванні, утворенні стійкої піни та емульсії при перемішуванні, випаданні з масла комплексних присадок при відстоюванні, порушенні колоїдної стабільності масла [1].

Також змінюються деемульгуючі властивості – це здатність масла відокремлюватись від води, після їх змішування. Емульсії викликають корозію металу, погіршують мастильні властивості, підвищують в'язкість і є джерелом шламу. Утворення стійких емульсій скорочує термін роботи масла. Щоб зменшити змішування води і масла вводять спеціальні присадки –

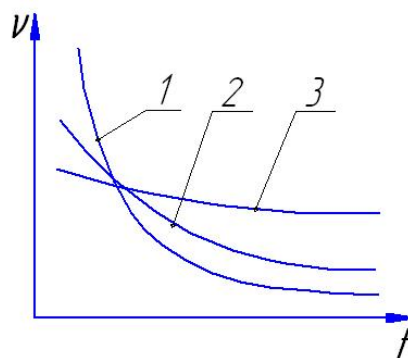
деемульгатори (нафтени кальцію та алюмінію та інші) [2].

Спінюваність оливи – це виділення з масла повітря, відпрацьованих газів та пари. Наявність спінювання порушує режим роботи мастила: суттєво зменшується його подача до поверхонь тертя, що викликає перегрівання і швидке зношення цих поверхонь. Для зменшення негативного впливу піноутворення на вузли тертя використовують антипінні присадки [2].

Хімічна стабільність – це стійкість масла протистояти хімічним процесам, які ведуть до зміни складу та властивостей. Окиснення та інші хімічні процеси змінюють фізико-хімічні властивості масла в наслідок чого масло темніє, збільшується в'язкість, утворюються нерозчинні речовини. Підвищення хімічної стабільності масла досягають додаванням антиокисних присадок [3].

Випаровуваність – це википання деяких фракцій нафти. При експлуатації двигуна втрата легких фракцій може призвести до великих витрат масла, а також погіршення в'язкісно-температурних властивостей [1].

Також до сучасних моторних і трансмісійних олив, залежно від умов їх експлуатації, ставиться багато вимог. При високих температурах моторне масло повинно зберігати високий рівень в'язкості для забезпечення встановленого режиму мащення. При низьких температурах навколишнього середовища олива повинна зберігати свої в'язкісно-температурні характеристики (рисунок 2) для забезпечення легкого запуску двигуна [3].



*1 – чисте мінеральне масло; 2 – мінеральне масло з присадками;
3 – синтетичне масло*

Рисунок 2 – В'язкісно-температурна характеристика моторної оливи

Ще однією з властивостей змащувальних олив є їхня здатність утворювати на поверхні тертя граничну плівку, яка дозволяє зменшити спрацювання деталей при недостатній кількості мастильного матеріалу між поверхнями тертя, що часто простежується при пуску механізму після тривалої зупинки. Дана плівка утворюється з адсорбованих молекул мастильного матеріалу і її міцність багато у чому залежить від наявності достатньої кількості присадок.

Отже є актуальним дослідження процесу зміни якісних показників моторної оливи залежно від тривалості її використання. Це дозволить встановити науково-обґрунтовані терміни заміни моторної оливи і уникнути аварійного спрацювання поверхонь тертя. Особливу актуальність у даному

випадку має дослідження зміни міцності адсорбованої масляної плівки.

Література

1. Оливи. Моторні, турбінні, гідравлічні та трансмісійні: властивості та якість. Підручник / Сергій Бойченко, Андрій Пушак, Петро Топільницький, Йосип Любінін, Казимир Лейда; за редакцією проф. С. Бойченка. – К.: «Центр учбової літератури», 2019. – 323 с. ISBN 978-617-673-902-9.
2. Бойченко С. В. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів: навч. посіб. / С. В. Бойченко, Л. М. Черняк, В. Ф. Новикова [та ін.]. – К.: НАУ, 2012. – 316 с.
3. Бойченко С. В. Хімотологія: навч.-метод. посібн. / С.В. Бойченко, Л.М. Черняк, Н.М. Кучма, В.В. Єфименко. – К.: НАУ, 2006. – 157 с.

УДК 621.431

*Рогозін Іван Анатолійович, канд. техн. наук, доцент,
Красун Дмитро Сергійович, магістрант,
Васильєв Кіріл Олексійович, студент,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ТЕМПЕРАТУРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Одним із способів підвищення ефективності експлуатації двигунів автомобілів є раціональне використання властивостей експлуатаційних матеріалів, зокрема, змащувальних [1, 2].

Періодичність технічного обслуговування, рекомендована виробниками автомобілів, не враховує властивості і фактичний стан експлуатаційних матеріалів, які залежать від багатьох факторів, де вагоме місце має температура експлуатації [1]. Тому, наприклад, змащувальні матеріали за однакових періодичностей технічних обслуговувань для великого парку машин замінюються або передчасно, або із запізненням. Це може спричиняти або їх перевитрати, або підвищені величини швидкості зношування деталей двигуна. Така ситуація супроводжуватиметься передчасними відмовами агрегатів [1,3]. Тому врахування особливостей зміни ресурсів та показників якості моторних олив при експлуатації автомобілів за низьких температур навколишнього середовища є актуальним напрямком наукових досліджень у галузі автомобільного транспорту.

Причиною зростання кількості відмов двигунів в умовах низьких температур є зміна властивостей моторної оливи в зв'язку з її насиченням вологою. Накопичення води в оливі відбувається внаслідок процесу конденсації і призводить до випадання в осад основних присадок, через що концентрація деяких з них суттєво зменшується. Це призводить до втрати якості моторної оливи [1, 2, 4].

Якість моторної оливи необхідно оцінювати за наступними показниками:

зміна кінематичної в'язкості, зміна лужного і кислотного чисел, вміст продуктів зносу і забруднень від пробігу автомобілів [5, 6]. Встановлено, що при експлуатації автомобілів за низьких температур показником, який найбільш швидко досягає граничних значень і обмежує працездатність моторної оливи, є зміна її лужного числа. Даний показник характеризує руйнування присадок та також реагує на підвищення вмісту води в оливі.

На основі досліджень зміни показників якості моторної оливи запропоновано проводити коригування термінів проведення технічного обслуговування двигунів автомобілів до раціональних значень, L_P , з урахуванням експлуатації в умовах низьких температур шляхом використання коригуючого коефіцієнта, K_O , до відповідних рекомендованих нормативних значень, L , за формулою:

$$L_P = L \cdot K_O. \quad (1)$$

Коригуючий коефіцієнт, K_O , може бути визначений на основі статистичних даних досліджуваного періоду чи експлуатаційних випробувань моторної оливи з напрацювання на відмову за умов експлуатації автопарку в конкретних підприємствах.

Так, для зимового сезону з 2022 року на 2023 рік для підприємства ГПУ «Полтавагазвидобування» було визначено коригуючий коефіцієнт, K_O , на рівні 0,84.

Впровадження методик обґрунтування раціональної періодичності технічних обслуговувань двигунів автомобілів залежно від їх температури експлуатації дозволить підвищити ефективність застосування змащувальних матеріалів при проведенні технічних обслуговувань, сприяти ресурсозбереженню, зниженню експлуатаційних витрат автотранспортних підприємств і скоротити потік відмов двигунів в умовах холодної пори року.

Література

1. Лудченко О. А. *Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник*. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
 2. Онищенко О. Г., Орисенко О. В. *Вступ до технологічних процесів на автомобільному транспорті: навчальний посібник*. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 115 с.
 3. Cornak Stefan. *Selected Methods of Vehicles Maintenance in Operation Stage* // Stefan Cornak – *Machines, Technologies, Materials*, – Issue 2-3. – Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Bulgaria, 2007. – P. 14-16.
 4. VanGelder, K. T. *Automotive Engine Repair*. USA: Jones & Bartlett Learnin. 2017. – 694 p.
 5. *Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту*. – К.: МінТранс України, 1998. 16 с.
 6. ДСТУ 9032:2020 «Нафтопродукти. Оливи моторні. Загальні технічні вимоги» / Нац. стандарт України. Вид. офіц. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 46 с
-

*Рогозін Іван Анатолійович, канд. техн. наук, доцент,
Черевко Анатолій Русланович, магістрант,
Московець Сергій Олександрович, студент,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛІСНОГО РУШІЯ З ДИСКОМ, ЩО МАЄ ВНУТРІШНІЙ ПРУЖНИЙ ЕЛЕМЕНТ

Під час руху транспортного засобу по нерівних дорогах виникають удари об перешкоди, що призводять до значних, в першу чергу, вертикальних прискорень підресорених і непідресорених мас і, як наслідок, до значних навантажень на ходову частину і несучу основу. Це в підсумку призводить до зниження продуктивності, збільшення витрат на експлуатацію та скорочення терміну служби транспортного засобу [1, 2].

Під час руху по нерівних дорогах середня швидкість транспортного засобу суттєво зменшується; міжремонтний пробіг може скорочуватися до декількох разів; витрата палива зростає. Це спричиняє зростання собівартості перевезень, а продуктивність роботи знижується [3, 4]. Тому якісна робота елементів підвіски зі збереженням високих експлуатаційних властивостей транспортного засобу в таких умовах є актуальним питанням.

Важливим при цьому залишається забезпечення простоти конструкції з використанням мінімальної кількості компонентів з уникненням складних взаємозв'язків між різними складовими підвіски транспортного засобу [5]. Використання додаткового підресорювання у диску колеса із внутрішнім пружним елементом відповідає розглянутим вимогам, і може бути ефективним для ряду спеціалізованих транспортних засобів [6, 7].

Тому проведено дослідження коливальних характеристик при роботі колісного рушія із диском, що має у своєму складі поліуретановий пружно-демпфуючий елемент, виготовлений із еластомера гарячого твердіння TDI 95A, на базі причепа для легкових автомобілів «Дніпро-150».

Результати дослідження показали, що використання внутрішньодискового пружного елемента замість класичної підвіски дозволяє знизити резонансну кутову частоту коливальної системи причепа з 21,5 рад/с до 13,5 рад/с, а також значно знизити максимальні прискорення у вертикальному напрямку підресореної маси в діапазоні кутових частот від 10 до 80 рад/с.

За амплітудно-частотними характеристиками прискорення підресореної маси причепа із внутрішнім підресорюванням колеса і без класичної підвіски нижче, ніж у стандартного причепа із заводською підвіскою при кутових частотах збурюючих впливів у діапазоні від 26 до 80 рад/с.

У діапазоні від 12 до 96 рад/с максимальні прискорення у вертикальному напрямку підресореної маси причепа з внутрішнім пружним елементом колеса без класичної підвіски не перевищують $9,8 \text{ м/с}^2$, що дозволяє застосування такої системи, адже, вантажі за таких умов не будуть відокремлюватися від опорної поверхні (відсутнє підстрибування вантажу).

Застосування колісного рушія з диском, що має внутрішній пружний елемент, за відсутності класичної підвіски дозволить експлуатувати причіп по дорогам, які мають значні нерівності, наприклад, ґрунтові дороги, насипи зі щебеню, тощо, в широкому діапазоні збурюючих частот без небезпеки пошкодження вантажу, що транспортується.

Виконані дослідження і отримані результати дозволяють вирішувати практичні завдання при проектуванні коліс із додатковим підресорюванням для використання їх при виробництві транспортних засобів різного призначення.

Література

7. Бойко Ю., Сухенко Ю., Дубинець О., Сухенко В. *Технологія автомобілебудування: Підручник*. – Київ: Університет Україна, 2011. – 162 с.
 8. Knowles, D. *Today's Technician: Automotive Suspension & Steering*. – USA: Cengage Learning. – 2010. – 1040 p.
 9. Онищенко О. Г., Орисенко О. В. *Вступ до технологічних процесів на автомобільному транспорті: навчальний посібник*. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 115 с.
 10. ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво». / Нац. стандарт України. Вид. офіц. – Київ : Мінрегіон України, 2015. – 104 с.
 11. Blundell M. *The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics* / M. Blundell, D. Harty. – 2-d ed. – Boston, MA: Elsevier, 2014. – 768 p.
 12. Maity M. *Polyblend Systems of Polyurethane Rubber and Silicone Rubber in the Presence of Silane Grafting Agent* / *J. of Elastomers and Plastics*. – 2001. – V. 33. – P. 211-224.
 13. Datta J. *Synthesis and Investigation of Glycolysates and Obtained Polyurethane Elastomers* / *J. of Elastomers and Plastics*. – 2010 – V. 42. – P.117-127.
-

*Васильєв Олексій Сергійович, к.т.н, доцент,
Скорик Максим Олексійович, старший викладач,
Пилипенко Максим Вікторович, магістр,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ ЗА РАХУНОК ПОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЗАЛИШКОВОЇ ТОВЩИНИ ФРИКЦІЙНИХ НАКЛАДОК ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК

Безпека руху автомобільного транспорту є основною вимогою, на яку потрібно звернути увагу. На неї впливають як внутрішні фактори автомобіля (стан та робота вузлів, агрегатів і систем), так і зовнішні фактори (манера водіння, стан і якість дорожнього покриття).

Постійне конструктивне ускладнення вузлів, агрегатів і систем автомобіля призводить до необхідності контролю їх технічного стану. Існує багато стендів для їх перевірки, але вони показують реальний стан на момент контролю. На основі цих даних можна визначити залишковий ресурс, виходячи із середнього ресурсу деталі або механізму.

Сучасні системи бортового діагностування автомобіля мають дискретний характер відображення даних, тобто при виникненні несправності загоряється відповідна сигнальна лампочка, яка інформує водія про те, що несправність вже є в автомобілі. Зараз людям потрібна додаткова інформація про стан автомобіля. Не можливо врахувати всі непередбачені події на дорозі, але передбачити, наскільки швидко буде зношуватися той чи інший елемент, цілком можливо.

Отже, завдання полягає в тому, щоб відстежити тенденцію зношування деталі або вузла та надати водієві інформацію про те, наскільки деталь або вузол можуть підтримувати справний стан.

Для збору експериментальних даних про стан гальмівних колодок необхідно отримати діагностичні параметри за допомогою відповідних датчиків. Запропонована нами система повинна визначати характеристики зносу фрикційних накладок за пробігом, а також за умовами навантаження автомобіля, що дуже важливо враховувати. Усе це повинно відбуватися в режимі реального часу та дозволяти водієві отримувати достовірну інформацію про стан гальмівної системи його автомобіля.

Переглянувши велику кількість існуючих конструктивних виконань запропонованих датчиків, виберемо датчики LVDT серії RM фірми WayCon Engineering GmbH.

Вібростійкість обраного датчика серії RM становить 10G, що достатньо для встановлення на легковий автомобіль, як систему, на яку діють значні вібрації.

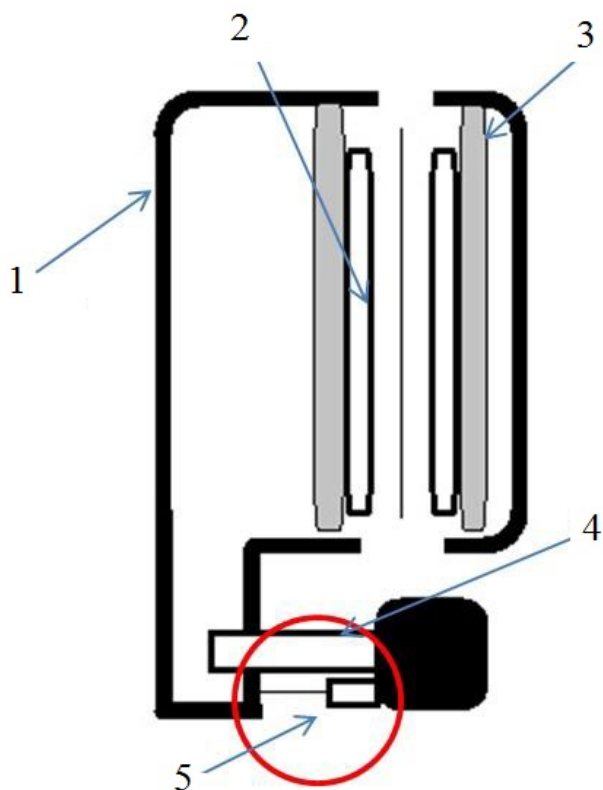


Рисунок 1 – Розташування датчика лінійних переміщень на дисковому гальмівному механізмі:

1 – супорт; 2 – накладка; 3 – колодка; 4 – напрямна супорта; 5 – датчик

У міру зношування фрикційних накладок гальмівних колодок під час натискання педалі гальм зазор між колодками зменшується, хід супорта по напрямній збільшується і датчик буде вимірювати лінійне переміщення спрацювання гальм.

Калібрування системи повинно бути проведене перед введенням її в експлуатацію, також система також повинна бути відкалібрована після кожної заміни гальмівних колодок і дисків.

Після калібрування система за замовчуванням відображає залишковий ресурс на екрані, який дорівнює середньому терміну служби фрикційних накладок гальмівних колодок.

Після фіксації другої точки в обох масивах розраховується рівняння прямої

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} . \quad (1)$$

Це рівняння прямої, проведеної по двох точках, приведемо його до функції залежності зношування накладок від пройденої відстані.

Підставивши в цю функцію критичне значення товщини накладок, можна передбачити пробіг, який буде на одометрі в той момент, коли стан колодок буде близьким до критичного і вивести цю інформацію на екран.

Після фіксації третього та наступних значень термін служби, що залишився, розраховується за допомогою лінії тренду. Для його отримання

використовуємо метод найменших квадратів

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \\ b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{n}. \end{array} \right. \quad (2)$$

Лінія тренду будується за останніми десятима значеннями, що дозволить адаптуватися під режим руху автомобіля. Після заповнення масивів десятима значеннями при появі наступного перше значення з масивів стирається, а елементи масивів зсуваються. Лінія тренду завжди будується по елементах в масивах. Поки масиви заповнені не повністю (немає 10 значень), на їх вільних місцях знаходяться нулі, які не беруть участі в обчисленні.

Оскільки в системі кілька датчиків, на екрані буде відображатися найменший розрахований залишковий ресурс, і можна буде дізнатися залишковий ресурс пари тертя кожного колеса.

Як тільки система фіксує значення більше останнього в масиві, вона записує його в інший масив, а якщо значення, що йдуть відразу за ним, більше останнього в основному масиві, на якому будується тренд, усі ці значення також записуються в службовий масив. Масив не має фіксованого розміру, він розширюється автоматично. Заповнення службового масиву закінчується, коли сигнал датчика зменшується, тобто останнє значення, яке записане в службовому масиві, стало менше передостаннього. Потім система шукає найбільше значення в масиві служби та передає його до основного робочому. Таким чином, ми усуваємо явище брязкотіння контактів в електромеханіці. Це означає, що якщо колодки занадто сильно зношуються і хід педалі надто збільшується, замість одного граничного значення, яке нам потрібне, система запише стільки вимірювань, скільки встигне зробити, поки шток датчика висувається до нового граничного значення, що спотворить бажаний результат.

Отже, загальний результат розроблення методу контролю полягає у описанні алгоритму і методології розрахунку залишкового ресурсу гальмівних накладок автомобіля. Для цього необхідно знайти функцію тренду і, підставивши до неї відому змінну, знайти іншу.

Реалізація системи дозволяє постійно контролювати значення пробігу до граничного зношування фрикційних накладок гальмівних колодок, що, в свою чергу, дозволить підвищити безпеку руху автомобіля.

РУХ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ СТІЛОВОГО КРАНУ ПРИ МІНІЗАЦІЇ ТРИВАЛОСТІ РОБОЧОГО ЦИКЛУ

Для вирішення задачі оптимального керування механізмом повороту баштового крану з частотним приводом прийнято двомасову розрахункову схему системи стріловий кран - вантаж рис. 1.

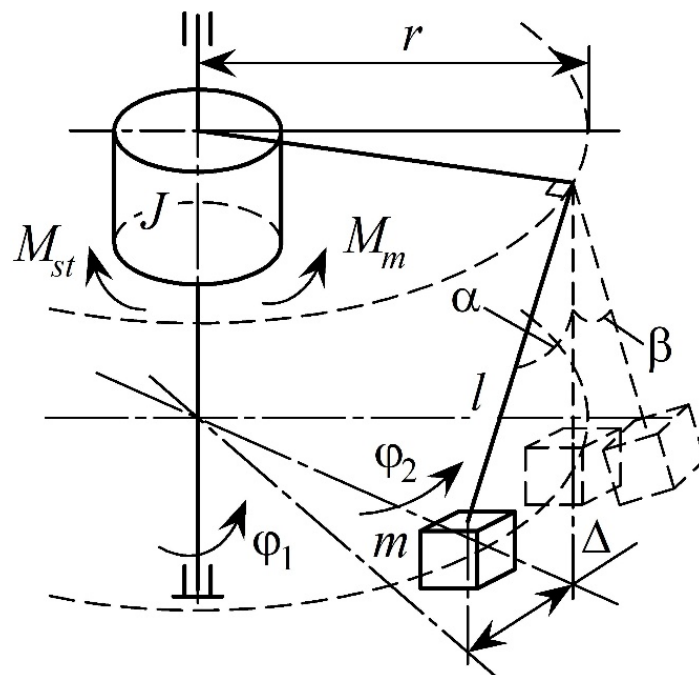


Рисунок 1 – Розрахункова схема системи стріловий кран - вантаж

На рис. 1 позначені: J – сумарні, приведені до вісі обертання крана, моменти інерції електродвигуна, башти та стріли; m – маса вантажу; l – довжина гнучкого підвісу вантажу; r – виліт стріли; Δ – різниця горизонтальних координат вантажу і точки підвісу у вертикальній площині, дотичній до траєкторії обертання точки підвісу; α – кут відхилення вантажу у вертикальній площині, дотичній до траєкторії обертання точки підвісу; β – кут відхилення вантажу у вертикальній площині, перпендикулярній до дотичної; M_{st} – статичний момент опору обертання механізму повороту; M_m – приводний момент двигуна механізму повороту крану; φ_1 , φ_2 – кутові переміщення крана і вантажу відповідно.

В дослідженнях прийнято ряд спрощуючих припущень:

- відхилення вантажу є лише у вертикальній площині, дотичній до траєкторії обертання точки підвісу;

- сумарні, приведені до вісі обертання крана, моменти інерції електродвигуна, башти та стріли більше моменту інерції вантажу, приведеного до тої самої вісі обертання;
- кутова швидкість обертання крану є обмеженою і зростає до величини $\dot{\varphi}_{1nom}$ – швидкості усталеного руху.

Рух механічної системи стріловий кран – вантаж (рис. 1) описується диференціальними рівняннями:

$$\begin{cases} J\ddot{\varphi}_1 + M_{st} + \frac{mg}{l}r^2(\varphi_1 - \varphi_2) = M_m; \\ mr^2\ddot{\varphi}_2 - \frac{mg}{l}r^2(\varphi_1 - \varphi_2) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де: $\ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2$ – прискорення відповідних мас; m – маса вантажу;

l – довжина гнучкого підвісу вантажу; J – сумарний момент інерції електродвигуна, башти, стріли, приведений до вісі обертання крана,

M_{st} – статичний момент опору обертання механізму повороту.

Завдання синтезу законів руху механізму з оптимальною швидкодією розв'язується методами теорії оптимального керування, а саме за допомогою принципу максимуму. Закон оптимального керування шукатимемо на основі параметру керування, що представляє собою функцію зміни в часі крутного моменту двигуна $M_m = f(t)$. Крутний момент двигуна можна збільшувати до критичного значення, після якого відбувається «перекидання». Тому введено відповідне обмеження. Теоретичний розрахунок графіків зміни динамічних параметрів стрілового крану на колоні (рис. 2) наведено на рис. 3.



Рисунок 2 – Лабораторний кран на колоні

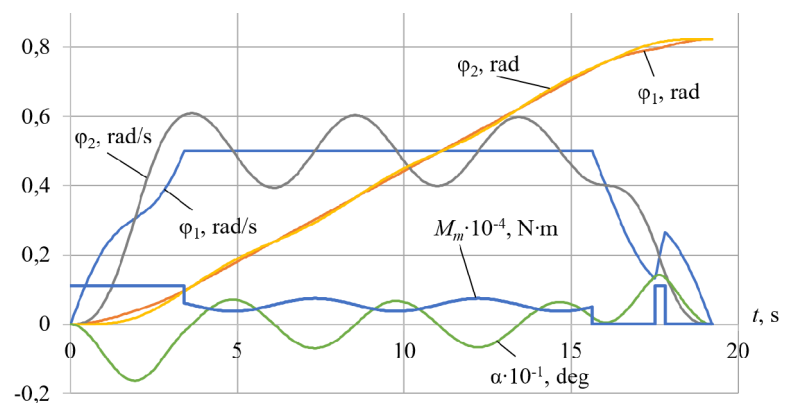


Рисунок 3 – Параметри крана

ПАРКУВАННЯ НА МІСЦІ ЗА ДОПОМОГО ТЕХНОЛОГІЇ E-CORNER

Hyundai Mobis, підрозділ автовиробника, що випускає запчастини, випустив нове відео про технологію під назвою e-Corner. Система дозволяє всім чотирьом колесам автомобіля повертатися на кут до 90 градусів – разом чи незалежно один від одного – що призводить до вражаючих можливостей.

Зазначена технологія зазвичай використовується в спеціалізованих концепт-карах, автомобілях для гоночних трас або високопродуктивних автомобілях. Вона може бути інтегрована в систему керування автомобілем, що забезпечує координацію руху всіх коліс.

Ця технологія дозволяє машині обертатися на місці замість звичайного розвороту.

Електромобіль Hyundai Ioniq 5 може підїхати прямо до відкритої парковки, повернути всі чотири колеса перпендикулярно до бордюру і просто заїхати на паркувальне місце. Ніякого руху заднім ходом та повороту керма туди-сюди. Даний вид паркування ще має назву «керуванням краба» (рисунок 1).

У більшості електромобілів двигун встановлений на одній або обох осях, але двигуни також можуть бути встановлені всередині коліс як на електричному самокаті або велосипеді. Це рідкісна установка у автомобільному бізнесі; Lordstown Motors, стартап з виробництва електричних пікапів, може бути єдиною компанією, що продає автомобілі в США із так званими ступичними двигунами.



Рисунок 1 – Застосування технології e-Corner

Але, як демонструє Hyundai Mobis, така система дозволяє виконувати деякі дивовижні маневри, які ви не могли б виконати у звичайному автомобілі.

Hyundai також продемонстрував нульовий поворот, який, по суті, є розворотом без розвороту (рисунок 2). І знову Ioniq 5 повертає колеса назовні, але цього разу передні та задні колеса обертаються у протилежних напрямках, змушуючи Ioniq 5 обертатися у протилежних напрямках. місце. Схоже, це може стати в нагоді на тісному паркуванні.

Пізніше відео Ioniq 5 робить «розворот», коли переднє праве колесо залишається на місці, а задня частина автомобіля повертається назовні.



Рисунок 2 – Нульовий поворот

Цікаво, що це не нова концепція. Автовиробники експериментували з пристроями, які могли засувати задню частину автомобіля на місце для паркування, принаймні, з 1930-х років:

Технологія також дозволяє рухатися по діагоналі, повертаючи всі чотири колеса на 45 градусів.

Варто відзначити, що така технологія може мати свої обмеження і вимагати певних умов для безперешкодного функціонування, таких як відповідність швидкісному режиму, дорожнім умовам та налаштуванням системи

*Нестеренко Микола Миколайович, к.т.н., доцент,
Панфілов Олександр Іванович, аспірант,
Пирлик Максим Олександрович, аспірант,
Ведмідь Василь Васильович, аспірант,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВАНТАЖУВАЧА ДЛЯ ДОУЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Для ущільнення сумішей на вібраційних установках доводиться застосовувати спеціальні заходи для кращого ущільнення бетонних сумішей.

Найпростіший спосіб – укладання щита на відкриту поверхню суміші в формі (рис.1.).

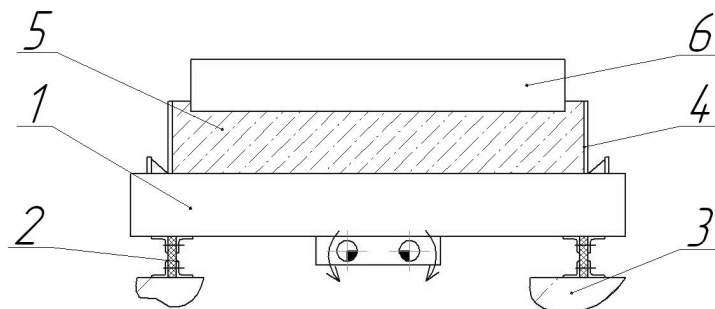


Рисунок 1 – Вібраційна площадка з інерційним привантажувачем:

1 – вібраційна площадка; 2, 3 – опора та основа вібраційної площадки відповідно; 4 – форма; 5 – суміш; 6 – привантажувач.

Дрібнозернисті бетонні суміші добре ущільнюються без використання привантажувача, якщо їхня в'язкість характеризується зануренням сталевий кульки на глибину 3 см. за 15-20 сек. Ущільнення без привантажувача жорстких дрібнозернистих сумішей характеризується нерівномірністю занурення кульки за 20 і більше секунд. Щільність верхніх шарів зазвичай на 6...12 % менше ніж нижніх, що пов'язано з їхнім розрихленням. Ефективна вага привантажувача знаходиться в межах 60...100 г/см² і залежить від внутрішнього тертя суміші.

Найпростіший за будовою привантажувач має вигляд щита, який являє собою жорстку металеву або залізобетонну конструкцію з гладкою робочою поверхнею. Щит за допомогою вантажопідйомного механізму накладається на виріб, який формується, і за рахунок своєї ваги утворює розрахункове привантаження на бетонну суміш.

Однак величина привантаження в даному разі не може бути великою, тому що вага привантажувача додається до ваги коливних частин та передається на віброплощадку. Тому такі привантажувачі призводять до збільшення металоємності вібраційної площадки.

Іноді на привантажувачі встановлюють вібратори, або застосовують пневматичні привантажувачі, це призводить до більш ефективного процесу ущільнення (рис.2, 3) .

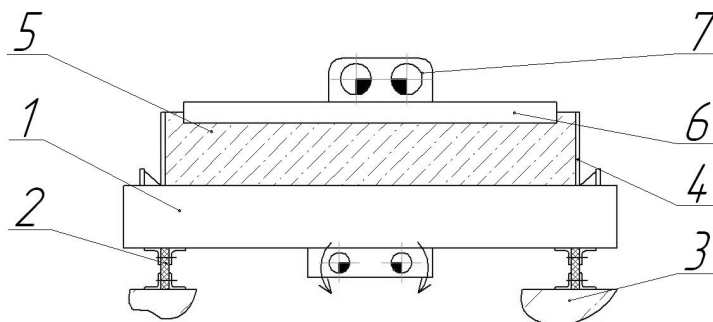


Рисунок 2 – Вібраційна площадка з вібраційним привантажувачем:

1 – вібраційна площадка; 2 – опора вібраційна площадка; 3 – основа вібраційна площадка; 4 – форма; 5 – суміш; 6 – привантажувач; 7 – вібратор.

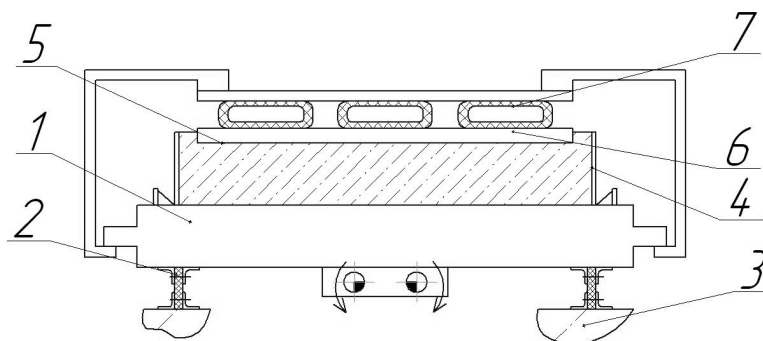


Рисунок 3 – Вібраційна площадка з пневматичним привантажувачем:

1 – вібраційна площадка; 2, 3 – опора та основа вібраційна площадка відповідно; 4 – форма; 5 – суміш; 6, 7 – привантажувач та гумові пневматичні подушки.

При виготовленні будівельних виробів привантажувачі встановлюються та знімаються за допомогою траверси, призначеної для знімання і переміщення форми за допомогою крана, або спеціальним стаціонарним підйомником. У першому випадку конструкція формувальної установки спрощується, але при цьому кран завантажується додатковими операціями по накладанню і зніманню привантажувача.

ДВИГУНИ JOHN DEERE З ТЕХНОЛОГІЄЮ TIER

Не рідко в розпал польових робіт трапляється так, що трактору різко не вистачає тяги - двигун барахліт. Або раптом комбайн зупинився посеред поля, бо мотор заглож. Виною в цьому — дизель низької якості. Але не треба думати, що таке буває тільки в Україні. Подібне можна зустріти і в інших Азії, Африці та Близькому Сході.

Коли було встановлено причину частоті зупинки двигунів – погане дизпаливо, у багатьох країнах посилили норми щодо якості палива. У свою чергу це призвело до конструктивних змін у моторобудуванні, що торкнулося виробництва техніки John Deere. Розуміючи це, компанія John Deere спеціально розробляє двигуни для кожного окремого ринку, і дилери John Deere у різних куточках Землі знають, як їх правильно обслужити та відремонтувати.

Українське законодавство не вимагає дотримання норм TIER 4, і тому двигуни John Deere, які офіційно реалізуються на вітчизняному ринку, відповідають нормам по TIER 2 (трактори 7030, 8R, 9R, збиральні комбайни, обприскувачі 4730, 4940) або 0 , 6D, обприскувачі 4630, 4830, самохідні косарки). У всіх двигунах є спеціальний фільтр-сепаратор, що видаляє воду, що знаходиться в паливі, яка є справжньою отрутою для системи впорскування палива. Але для двигунів TIER 4 не тільки вода є проблемою, а й високий вміст сірки. А її, на жаль, не відфільтрувати: у вітчизняному паливі сполук сірки у сотні разів більше, ніж, наприклад, у дизелі країн ЄС.

Техніка John Deere, що реалізується на українському ринку, оснащується турбокомпресором із фіксованою геометрією. У той же час на двигунах TIER 4 для ефективної роботи та дотримання строгих норм по вихлопах використовується турбокомпресор зі змінною геометрією. Саме цей механізм регулювання геометрії і схильний до виходу з ладу внаслідок використання палива з високим вмістом сірки. Так що такий турбокомпресор користі не принесе і не зможе забезпечити додаткової потужності.

Іншими елементами технології TIER 4 є система рециркуляції відпрацьованих газів, дизельний фільтр сажі, каталізатор окислення дизельного палива, системи упорскування сечовини. Така складна технологія використовується для зниження шкідливого впливу роботи машин на навколишнє середовище, і при цьому вона дуже чутлива до дизельного палива низької якості. Двигун, що відповідає нормам TIER 2, у порівнянні з високотехнологічними двигунами споживає менше дизельного палива і таким чином може бути повністю оптимізований під нижчі норми споживання палива.

Список використаних джерел

1. Лудченко О.А. *Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник*. Київ: Вища школа, 2007

*Калінін Євген Іванович, д.т.н., проф.
Колеснік Іван Васильович, к.т.н., доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА

При виборі розрахункової моделі, перш за все, слід враховувати мету задачі, що розв'язується. Наприклад, в тих випадках, коли потрібно встановити якісні характеристики трактора в цілому, його розрахункова модель може бути простою і в ній можуть не братися до уваги характеристики зв'язків окремих елементів з кузовом або рамою (наприклад, характеристики підвіски передніх та задніх коліс; характеристики рульової трапеції; механізмів, що розподіляють крутний момент між колесами та ін.). При цьому, якщо потрібно отримати більш менш точні кількісні результати, то частину цих характеристик, що істотно впливають на параметри руху, необхідно враховувати. Причому для різних умов руху та транспортних засобів, виконаних за різними схемами, слід враховувати різні зв'язки та з неоднаковим ступенем спрощення їх характеристик.

Найбільш поширеною є розрахункова модель, яку можна назвати плоскою одномасовою. У цьому випадку об'єкт представляється у вигляді двоколісного візка. Колеса шарнірно пов'язані з корпусом візка, при чому одне з них (найчастіше заднє) має відносно корпусу тільки одну ступінь свободи – обертання відносно своєї осі, а інше – дві ступені свободи – обертання відносно тієї ж осі та поворот відносно вертикальної осі, що розташована в поздовжній площині (кероване колесо). Ведучим є некероване колесо.

Іншим варіантом даного представлення є чотирьохколісна модель. При цьому кожне з двох коліс осі вважається навантаженим однаковими силами (нормальними, дотичними та бічними).

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНО ПРАЦЮЮЧИХ СИСТЕМ CR

Створення ефективно працюючих систем CR і виконання вимог ІМО, TIER та ін., що постійно посилюються, стає неможливим без глибоких теоретичних опрацювань фізичних явищ, пов'язаних з організацією високоекономічного та екологічно безпечного робочого процесу дизельного ДВС. Програмне забезпечення електронного блоку управління двигуном передбачає використання напівемпіричних математичних моделей, виходячи з яких формується функція управління процесами. Виходячи з цього, як один з перспективних напрямків розвитку систем CR слід розглядати вдосконалення моделей управління впорскуванням і згорянням палива і, пов'язаної з цим, розробки програмного забезпечення управління процесами. Прикладом постійного вдосконалення процесів управління може бути той факт, що перші промислові зразки системи CR першого покоління мали вельми скромні можливості електронної адаптації структурних елементів при їх заміні, що викликало багато проблем в експлуатації та ремонті. Так, наприклад, при заміні форсунки, для обліку технологічних неточностей виготовлення, потрібно її прописування на згадку про електронний блок управління дилерським сканером. Цей істотний недолік першого покоління системи надалі був усунений, і в програмному забезпеченні CR наступних поколінь функція адаптації структурних елементів системи, що замінювалися, була розширена.

Дослідження процесу управління впорскуванням палива в циліндр і, пов'язаного з ним, закону тепловиділення в циклі є основними у побудові алгоритмів управління системою. У цьому плані цікаві роботи, проведені Mitsubishi Heavy Industries щодо формування концепції «черевського» упорскування. Звичайна система Common Rail забезпечує закон упорскування, близький до прямокутного, що призводить до великих швидкостей тепловиділення на стадії кінетичного згоряння і, як наслідок, зростання емісії NOx. Відмінності між типовим і «черевичним» уприскуванням полягає у оптимізації тривалості останнього з метою забезпечення «м'якого» згоряння, тобто. повільного підвищення тиску та температури в циклі із збереженням загальної динаміки тепловиділення. Для цього запропонована система передбачає роздільне завдання рівнів високого та низького тиску палива (180 та 60 МПа відповідно). Таким чином, перша фаза паливоподачі проводиться при низькому рівні тиску палива (запальна порція), а друга - основна - при високому тиску. В результаті при «черевному» уприскуванні скорочується швидкість наростання та рівень температури в циклі, що забезпечує зниження емісії NOx приблизно на 20% без втрати економічності двигуна.

Список використаних джерел

1. Попов С.В. *Теорія механізмів технологічних машин: підручник для студентів механічних спеціальностей*. Харків: НТМТ, 2019

ВПЛИВ НЕСТІЙКОСТІ РУХУ ТРАКТОРНОГО ПОЇЗДА НА ВЕЛИЧИНУ СИЛИ ОПОРУ РУХУ

Ефективність використання тракторів на транспортних роботах визначається складом тракторного поїзда (кількість причепів, їх типом та вантажопідйомністю), тягово-зчіпними та енергетичними показниками, маневреністю, швидкістю руху, гальмівними якостями тракторного поїзду та його стійкістю. Нестійкий рух транспортного агрегату так само, як і характер навантаження, впливає на його пересування, виникають в результаті впливу безлічі випадкових і періодичних збурюючих факторів. Нерівномірність руху, навантаження ТТП в процесі експлуатації може бути викликана не тільки впливом зовнішніх факторів, що збурюють (нерівномірність дорожнього фону, різними його властивостями і станом). Конструктивні та експлуатаційні особливості більшості сучасних транспортних агрегатів сприяють тому, що їх динамічна система внаслідок своєї недосконалості, (неузгодженості складових ланок і вантажу, що перевозиться, провідних і гальмівних моментів по мостах тягача, незбалансованості переміщуваних мас) сама є джерелом виникнення збурюючих факторів [1, с. 22]. Особливо яскравий вираз набуває нерівномірності навантаження зі збільшенням зазорів у тягово-зчіпних пристроях, з різкою зміною обертів двигуна [2, с. 305].

Список літератури

1. А.П. Кожушко, І.В. Колеснік, В.В. Лупенко *Методика експериментального дослідження визначення динамічних характеристик при русі колісних тракторів з агрегатами змінної маси.*- Технічна інженерія, 2019, Випуск №2 (84), С. 21-28.
2. *Information system for controlling transport-technological unit with variable mass* / Kalinin Y., Klets D., Shuliak M., Kholodov A. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020, С. 303–312.

ВПЛИВ ВІБРАЦІЙ НА РОБОЧЕ МІСЦЕ ОПЕРАТОРА КОЛІСНОГО ТРАКТОРА

Вібрація робочих місць водіїв транспортних засобів та самохідної техніки носить переважно низькочастотний характер з високими рівнями інтенсивності (до 132 дБ) і залежить від швидкості пересування, типу сидіння та системи, що амортизує, ступеня зношеності рухомого складу та покриття доріг, виконуваного технологічного процесу [1]. З аналітичного огляду літератури з питань дослідження фізіологічного стану водіїв колісних тракторів різних фірм встановлено, що коливання із частотою до 3...5 Гц спричиняють реакції вестибулярного апарату. При роботі на сільськогосподарських транспортних засобах водії стикаються з фізичними (шум, вібрація (високо- та низькочастотна)), хімічними (хімічні речовини у повітрі, вихлопні гази), біологічними (спори, мікроорганізми) та іншими видами впливів.

Потужність трактора та швидкість руху постійно збільшуються, що призводить до зростання динамічного навантаження деталей шасі та трансмісії та підвищення рівня вібрації, що створюється цими деталями. Вібраційні навантаження негативно впливають на деталі та вузли трактора, навколишнє середовище та водія. Це призводить до підвищеної стомлюваності водія та збільшення кількості помилок керування, які впливають на продуктивність трактора. За тривалого впливу вібрацій професійні захворювання водія розвиваються досить часто. Тому в сучасних тракторах велика увага приділяється захисту водія від шумів та вібрацій, створюваних двигуном, шасі та робочими машинами, за допомогою різних рам, підвісок кабіни та сидінь.

Список літератури:

1. Гігієна праці: підручник (ВНЗ IV р. а.) / Ю.І. Кундієв, О.П. Яворовський, А.М. Шевченко та ін.; за ред. Ю.І. Кундієва, О.П. Яворовського. Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2011. – 904 с.

НЕУСТАЛЕНИЙ РУХ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА

Наукова гіпотеза полягала у розробці наукових засад процесу динамічної взаємодії трактора та причепа, що передбачає використання параметрів тягово-зчіпного пристрою зі зміною якісних та кількісних їх показників, спрямованих на покращення експлуатаційних властивостей та паливної економічності тракторно-транспортного поїзду.

Неусталеним рухом прийнято називати рух тракторно-транспортного поїзду на певних ділянках дороги зі змінною швидкістю. Неусталений рух є невід'ємною частиною, наочним проявом динамічної взаємодії зчіпних мас тракторно-транспортного поїзду в процесі його експлуатації. Він супроводжується постійною зміною швидкісних і навантажувальних режимів у складових ланках транспортних поїздів, яскраво вираженою нерівномірністю опору їх пересування.

Невстановлений характер навантаження призводить до передчасного виникнення тягово-зчіпних та швидкісних бар'єрів, збільшення питомої витрати палива, різкого погіршення умов праці оператора. Неусталений рух ТТП обумовлений дорожньо-кліматичними, експлуатаційними та конструктивними особливостями.

Досвід експлуатації тракторних поїздів та матеріали відомих досліджень [1] показують, що зростання нерівномірності опору на пересування транспортного поїзду є однією з основних причин, що обмежують швидкість руху, вантажопідйомність та корисне завантаження двигуна.

Список літератури:

1. Зінько Р.В. Основи конструктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин: монографія / Р.В. Зінько, Л.В. Крайник, О.З. Горбай. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2019. 344 с.

ПРУЖНОДЕМПФУЮЧІ ЗВ'ЯЗКИ У СИСТЕМІ АМОРТИЗАЦІЇ ТЯГОВО-ЗЧІПНОГО З'ЄДНАННЯ ПРИЧЕПА ТА ТЯГАЧА

Численні дослідження в галузі динаміки транспортних агрегатів спонукали дослідників до розробки та створення великої кількості варіантів тягово-зчіпних пристроїв, робота яких спрямована на покращення одного чи кількох експлуатаційних показників [1. с. 310].

Різноманітність конструкцій тягово-зчіпних пристроїв ґрунтується на широкому виборі матеріалів та систем.

Гумові буфери, як найбільш простий елемент тягово-зчіпного пристрою, мають несуттєву деформацію, як при малих так і при великих навантаженнях. Вони прості у виготовленні, але на їхню працездатність істотно впливає температура навколишнього середовища.

Пружинні тягово-зчіпні пристрої прості у виготовленні, надійні, мають суттєву деформацію при високих навантаженнях. Крок та діаметр навивки пружин мають широкий діапазон. При їх виготовленні можуть використовуватись різні матеріали.

Пневматичні тягово-зчіпні пристрої, у порівнянні з пружинними тягово-зчіпними пристроями та гумовими буферами, мають переваги. Вони мають низьку матеріаломісткість і широкий діапазон деформації, а також можливість сприймати великі навантаження при регулюванні жорсткості. Але поряд з перевагами дані пристрої мають і недоліки. Пневматичні тягово-зчіпні пристрої на відміну від інших не завжди прості у виготовленні, мають порівняно невисоку надійність у роботі та зручність в обслуговуванні при експлуатації.

Список літератури:

I. Ovsyannikov S., Kalinin E., Koliesnik I. Oscillation process of multi-support machines when driving over irregularities. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, С. 307–317.

ЗМІСТ

А.І. Аніщенко, А.К. Набока, Використання змішувача примусової дії під час приготування суміші для 3Д-друку	3
D.B. Hlushkova, S.V. Demchenko, A.A.Chihrin, A.I.Stepanyuk Study of the properties of refractory nanodisperse compositions in order to improve the mechanical properties of structural steels	6
О.С. Дьяченко, Є.О. Міщук, М.В. Волинець Розробка поворотного кріплення пневмовібраторів на рамі віброустановки для ущільнення будівельних сумішей	8
Є.І. Калінін Оцінка надійності металоконструкцій роторних екскаваторів	11
Ю.І. Колеснік Конструктивне виконання кабіни трактора	13
Ю.І. Колеснік Аналіз робочого місця оператора трактора	15
Р.М. Петров Підвищення надійності і довговічності зварних конструкцій на основі застосування високоміцних сталей	16
Ю. С. Саленко, В. В. Лисич, студент Експериментальні дослідження вібраційної обробки цементобетонних сумішей	18
Б.О. Коробко, А.В. Ківшик Залежність електрорушійної сили що наводиться в плунжері від значення ковзання робочого органа диференційного насоса електромагнітної дії	21
Б.О. Коробко, Ю.Ю. Коротич Обґрунтування важільного закріплення вібробуджувача відносно вібростолу	22
М.М. Нестеренко, Г.Ф. Дураченко, Кушка М.М. Галтовочний метод обробки деталей	24
В.Є. Лютенко, С.В. Горб Дослідження привода електромобілів	27
В.Є. Лютенко, Ю.О. Батраченко Визначення частот і форм власних коливань механізму головного привода шпинделя токарного верстата	29
В.Є. Лютенко, Д.С. Наumenко Дослідження свердлильного верстата	30
І.І.Назаренко, М.М.Нестеренко, А.Є. Бондаренко Синхронізація вібробуджувачів двомасової установки	32
І.І.Назаренко, І.І. Перегінець, В.С. Слюсар ВІМ технології та їх ефективність в будівництві малоповерхових будівель	33

І.І.Назаренко, А.В. Запривода	
Стабілізація режимів роботи вібропристрою	35
І.І.Назаренко, М.М. Делембовський	
Критерії надійності систем динамічної дії	37
І.І.Назаренко, Є.О.Мишук, О.С.Дьяченко	
Методи дослідження енергетичних характеристик подрібнювачів	41
В.А. Настоящий, С.О. Карпушин, О.С. Бобров.	
В.І. Пантелесенко	
Розробка змінного снігоприбирального бульдозерного робочого обладнання для сільськогосподарських колісних тракторів John Deere	44
Ромасевич Ю.О., Ловейкін В.С., Крушельницький В.В.	
Методика збору масиву експериментальних даних про динаміку керування рухом динамічною системою „КРАН-ВАНТАЖ”	48
О.В. Орисенко, О.П. Шека	
Класифікація опор для вібраційних площадок	49
О.В. Орисенко, А.В. Шокало, М.М. Ручинський	
Огляд технології 3D друку бетонних виробів складної форми	50
С.М. Срібнюк, О.В. Орисенко	
Робоче колесо відцентрового насоса	53
І.А. Рогозін, О. Машадов, І.М. Сучков	
Дослідження тривалості робочого циклу вертикального шнекового розчинозмішувача при приготуванні будівельних розчинних сумішей	55
О.В. Солоня	
Керований вібраційний млин для помолу сипкого середовища	57
М.М. Нестеренко, Добринін А.О.	
Вплив технічних параметрів на технічну експлуатацію автомобілів	60
І.І.Назаренко, П.О. Молчанов, Т.О. Суржско, А.Є. Бондаренк ³	
Удосконалення конструкції пружної опори для вібраційного сита	63
Є.А. Васильєв, В.П. Вовченко	
Чистова алмазна обробка отворів на верстатах токарної групи	65
Є.А. Васильєв, С.В. Кондак	
Розчинозмішувач для малоповерхового будівництва	66
М.М. Нестеренко, Г.Ф. Дураченко, Лук'янець М.В.	
Хімічні методи переробки шин	67
М.В. Шаповал, В.В. Вірченко, А.І. Криворот, М.О. Скорик	
Визначення трудомісткостей проведення технічного обслуговування середньорозмірних кросоверів	68
А.І. Криворот, С.О. Дворник	
Перспективи використання газогенераторного палива на міському транспорті	72
В.П. Сахно, А.І. Криворот	
Порівняльний аналіз швидкісних характеристик автомобіля КрАЗ-5401С2 за різних передаточних відношень коробки передач	74

Т.О. Склярєнко	
Дослідження впливу якості гумового матеріалу вібраційних опор на роботу установки	77
О.С. Васильєв, А.М. Яковенко	
Різновиди обладнання для проведення робіт з ямкового ремонту	78
Є.А. Васильєв, Р.А. Леднік,	
Регулювання продуктивності нанесення будівельних розчинних сумішей	80

НАУКОВО-НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки» (22 квітня 2021 р. м. Полтава) Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Видається відповідно до рішення вченої ради Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та механотроніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» від 22.04.2021 р., протокол № 14 .

Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Матеріали друкуються в авторській редакції
Художній редактор *М.М. Нестеренко*
Технічний редактор *М.М. Нестеренко*

Макет виготовлено на кафедрі будівельних машин та обладнання Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Формат А5. Папір ксероксний.
Друк лазерний. Тираж 30 прим.

Кафедра будівельних машин та обладнання,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Першотравневий проспект, буд 24,
36000, м. Полтава, Україна