

Міністерство освіти і науки України

ВІСНИК КРИВОРІЗЬКОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВИПУСК **12**



Кривий Ріг 2006

У збірнику викладено результати досліджень у галузі технічних, економічних та біологічних наук.

Значну увагу приділено методам та засобам підвищення енергоефективності відкритої та підземної розробки рудних родовищ, збагачення руд. Важливе місце займають питання автоматизації контролю та управління технологічними процесами, економіки, надійності, охорони праці, техніки безпеки, захисту навколишнього середовища.

Збірник розрахований на наукових і інженерно-технічних працівників, а також може бути використаний студентами вищих учбових закладів.

Редакційна колегія: **Вілкул Ю.Г., д-р техн. наук, проф. (відповідальний редактор);** Сидоренко В.Д., д-р техн. наук, проф. (заст. відповідального редактора); Барашиков А.Я., д-р техн. наук, проф.; Бережний М.М., д-р техн. наук, проф.; Бересневич П.В., д-р техн. наук, проф.; Бизов В.Ф., д-р техн. наук, проф.; Гірін В.С., д-р техн. наук, проф.; Грицан Ю.І., д-р біол. наук, проф.; Губін Г.В., д-р техн. наук, проф.; Гурін А.О., д-р техн. наук, проф.; Долгоруков Ю.О., д-р екон. наук, проф.; Долгова Л.Г., д-р біол. наук, проф.; Євтехов В.Д., д-р геол.-мінерал. наук, проф.; Жуков С.О., д-р техн. наук, проф.; Завсегдашній В.О., д-р техн. наук, проф.; Зверковський В.М., д-р біол. наук, проф.; Капленко Ю.П., д-р техн. наук, проф.; Каталенець А.І., д-р геол.-мінерал. наук, проф.; Матковський О.І., д-р геол.-мінерал. наук, проф.; Моркун В.С., д-р техн. наук, проф.; Назаренко В.М., д-р техн. наук, проф.; Нікіфоров О.П., д-р техн. наук, проф.; Нусінов В.Я., д-р екон. наук, проф.; Орлінська О.В., д-р геол. наук, проф.; Паранько І.С., д-р геол. наук, проф.; Пахомов О.Є., д-р біол. наук, проф.; Пунагін В.М., д-р техн. наук, проф.; Решетилова Т.Б., д-р екон. наук, проф.; Рудь Ю.С., д-р техн. наук, проф.; Синоліцій А.П., д-р техн. наук, проф.; Салига С.Я., д-р екон. наук, проф.; Самусь В.І., д-р техн. наук, проф.; Сметана М.Г., д-р біол. наук, проф.; Стороженко Л.І., д-р техн. наук, проф.; Трегубов В.А., д-р техн. наук, проф.; Турило А.М., д-р екон. наук, проф.; Темченко А.Г., д-р техн. наук, проф.; Толмачов С.Т., д-р техн. наук, проф.; Федоренко П.Й., д-р техн. наук, проф.; Федоркін С.І., д-р техн. наук, проф.; Шишкін О.О., д-р техн. наук, проф.

Адреса редакції: 50002, Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.
Криворізький технічний університет. Тел. 262 407.

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Вілкул Ю.Г., Корж В.А., Киріченко А.М., Кубрявцев М.І., Гаюченко І.К.</i> Вплив гравітаційних сил на формування зони обвалення	3
<i>Близнюков В.Г., Салганик В.А., Штанько Л.А.</i> Железорудная промышленность стран СНГ (состояние и перспективы развития)	8
<i>Шатурін О.В., Зайцев І.М., Опріш О.М.</i> Спосіб оперативного визначення кускуватості подрібнених порід	15
<i>Пашков А.П., Крючков А.І.</i> Проблеми енергозбереження під час підготовки, проведення масових вибухів на кар'єрах України та шляхи їх усунення	18
<i>Ступнік М.І., Кивзила Є.В.</i> Дослідження форми очисного простору при відпрацюванні потужних покладів системою з масовим обваленням	22
<i>Десятьєр Р.В., Сухаревский Э.Ю., Ковалёв С.В.</i> Анализ организационно-технических причин производственного травматизма от обрушений в очистных забоях	25
<i>Шашенко А.Н., Ганев С.Н.</i> О проблеме исследования геомеханических явлений, сопровождающихся большими пластическими деформациями	30
<i>Шашенко А.Н., Масленников Е.В., Солодянкин А.В., Якимов С.А.</i> Оперативный прогноз зон геологических нарушений, искусственно сформированных акустическими сигналами	35
<i>Роенко А.Н.</i> К вопросу о механизме пучения слоистых пород почвы горных выработок	39
<i>Фролов О.О., Жданова О.О.</i> Основні аспекти застосування технологій улаштування огорожуючих конструкцій котлованів під підземні споруди	42
<i>Федоренко П.И., Шолох Н.В.</i> Прогнозирование качественных показателей геохимического поля месторождений железистых кварцитов Кривбасса	46
<i>Зеленский А.С., Баран С.В., Лысенко В.С., Чурип Н.А.</i> Оценка объемов и содержания вынужтой горной массы методом выпуклого многогранника	51
<i>Божко В.Г., Гринюк Б.О., Чирва О.І.</i> Методика спостережень за деформаціями земної поверхні та споруд з використанням сучасних маркшейдерсько-геодезичних приладів	55
<i>Воробьев Н.К., Соколова В.П.</i> О рациональной топологии схем обогащения окисленных железистых кварцитов	59
<i>Рыльков С.А., Рылькова А.С.</i> Разработка и изготовление государственных стандартных образцов состава железорудного и марганцевого сырья и продуктов их обогащения	63
<i>Волобас І.В., Фалькович О.Л., Панов Д.Н., Нечипуренко А.О., Палинт В.Г.</i> Особливості мінерального складу та збиачуваності золотовмісних руд прояву В. Банський Рахівського рудного району	65
<i>Пришпенко В.Д., Дробот В.А., Авраменко А.А., Пришпенко Е.Д., Николаенко К.В., Улубабов Р.С.</i> Технология и оборудование для увеличения массовой доли железа в аглоруде с целью повышения эффективности аглодомного производства	72
<i>Гуржій А.О.</i> Особливості зміни гранулометричного складу хвостів	75
<i>Друц І.Н.</i> Моделирование взаимодействия фаз при флотации	80
<i>Журавлев Ф.М., Лялюк В.П., Бережной Н.Н., Пивень В.А., Пильчиков В.И., Лялюк О.В.</i> Технологии термоупрочнения железорудных окатышей с частичной или полной заменой природного газа твердым топливом	84
<i>Донсков Д.Е.</i> Предотвращение загромождений горна и горения фурм при работе печей на слабом коксе	88
<i>Камкина Л.В., Пройдак Ю.С., Колбин Н.А., Кекух А.В., Мещалкин А.П., Камкин В.П.</i> Опыт использования замасленной окалины в аглошихте	90
<i>Ризницкий И.Г., Лялюк В.П., Ризницкая Т.П., Ляхова И.А., Свист Н.Ю.</i> Изучение причин коррозии газопроводов мокрой очистки газа доменных печей	93
<i>Камкіна Л.В., Павленко Ю.О., Величко В.В., Гречухін А.А.</i> Перспективи збагачення окислених залізних руд із застосуванням відновлення тривалентного заліза методом електрохімічної дії	97
<i>Кізяновський М.В., Кізяновський М.М.</i> Визначення чинників утворення вартості процесів забезпечення працездатності промислового обладнання	99
<i>Суртаєв В.М.</i> Використання комбінованого виробництва теплової та електричної енергії в процесах сухого подрібнення вагіна і бентоніту на фабриках згрудкування залізрудного концентрату	102
<i>Попов С.В.</i> Теоретичні дослідження насоса універсальної розчинозмішувальної установки УРЗ-3.8	105
<i>Рудь Ю.С., Темченко А.Г., Білоножко В.Ю., Білоножко Т.С.</i> Економічні аспекти надійності систем технологічного обладнання гірничо-збагачувальних комбінатів	110
<i>Руденко В.А., Гордієнко Ю.А., Кондрахін П.В.</i> Анализ параметров рабочих режимов вентиляторов местного проветривания при работе на трубопроводах длиной 1000 м	116
<i>Синолиций А.П., Кольсун В.А.</i> Енергетичні характеристики перетворювачів у несталих режимах роботи	119
<i>Синолиций А.Ф., Момот В.Е., Бутенко В.И., Ермак В.В.</i> Электромеханический резонанс в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе	123
<i>Бойко Е.Г., Осадчук Ю.Г.</i> Пути экономии электроэнергии при работе насосных установок горно-металлургического комплекса средствами электрического привода	127

Щокін В.П. Метод аналітичного конструювання закону адаптації нейронетичких структур в інтелектуальних гібридних системах автоматичного управління	131
Жосан А.А., Назаренко М.В., Ковалишин О.А., Музика І.О. Оцінка розмірів часток рудного матеріалу за їх фотознімком	135
Луценко І.А. Формирование системного подхода к постановке задачи управления	139
Мухаметшин А.М., Поринев С.В., Парничев А.В., Ведерников А.С., Сафьянов В.И. Визуалізація малих перемещений в задачах сейсмического мониторинга	143
Моркун Н.В., Шпильовий Л.В. Оптимальне управління процесом осадження твердої фази хвостів флотажі рідкіснометалічних руд	147
Назаренко В.М., Смирнова Н.В., Назаренко М.В. Шляхи правової охорони інформації в електронному просторі	150
Стороженко Л. І., Семко О.В., Воскобийник О.П. Способи врахування при проектуванні факторів, що впливають на надійність стиснутих трубобетонних конструкцій	154
Хорольський В.П., Хорольський Д.В., Жуков С.О. Інноваційна діяльність у сфері енергозбереження в промисловості та будівництві	159
Валовой О.І., Ерьоменко О.Ю., Валовой М.О. Дослідження тріщиностійкості залізобетонних балок	164
Тіщенко Р.О., Єфіменко А.В. Визначення діючих навантажень на підпірні стінки за умов роботи та конструктивного рішення	166
Карнаух М.Г., Виципан В.П. Наукові підходи щодо профілактики професійних захворювань на сучасному етапі	170
Тицук В.Ю., Євдокименко М.Ф., Котов Ю.Т., Палеха В.Н. Розроблення і дослідження способу та засобу боротьби з пилом і газами при масових вибухах у кар'єрах	174
Швидкий М.І., Афанасьєв В.Д., Арутюнян А.Р. Особливості оцінки ефективності еластомірів під час використання їх у системах віброізоляції важких гірничо-збагачувальних машин	179
Вольфсон П.М., Щербатюк Г.Я., Приймаченко В.М., Ричко В.С., Удріс С.В., Плужник Ю.А. Розроблення та промислові випробування ефективного способу підвищення стійкості законтурного масиву з метою попередження травматизму від обвалення під час проходки підповерхових виробок на глибоких горизонтах шахт Кривбасу	182
Немченко А.А., Коновалюк В.А., Голишев О.М., Петронєцька Н.М. Поліпшення ефективності провітрювання підземних виробок циклічно-потокової технології кар'єрів	185
Гребенкин С.С., Павлыш В.Н., Перепелица Б.А. Экспериментальные исследования процесса гидравлического воздействия на пласт I_2 «Нижний» в промышленных условиях ш. «Хрустальская» ГП «Донбассантрацит»	188
Дубовицкий И.В. Совершенствование арочных крепей марганцевых шахт	192
Ткаченко С.А., Ростатишев А.В., Дружко Е.Б., Шарабарин А.А., Сухоруков К.В. Опыт и перспективы использования мобильной блочной буровой установки МББУ	195
Самедов А.М., Загоруйко Е.А. Массоперенос в шпурах и трещинах с шероховатой поверхностью при нагнетании тампонажного раствора в пористую горную породу	197
Боровий В.О., Бурачек В.Г., Крищенко М.В., Шульц Р.В. Концепція геопросторового моніторингу інженерних споруд в аспекті техногенної безпеки	203
ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ	
Темченко А.Г., Белоножко Т.С. Економічні аспекти оптимізації комплексу технологічного обладнання фабрик згрудкування гірничо-збагачувальних комбінатів	208
Салига С.Я., Салига К.С. Способи приведення варіантів інвестиційних проєктів на фазі їх експлуатації до порівнянного вигляду	212
Губинская Д.А., Ковальчук К.Ф. Организация рынка торговли квотами на выбросы парниковых газов	217
Кононенко В.Д., Ртищев С.А. Здійснення науково-технічної політики як умова ефективної інноваційної діяльності промислового підприємства	221
Нусінов В.Я., Телега С.В. Ризик - нормування в менеджменті гірничо-збагачувальних комбінатів	225
Хомьяков В.І., Бакум І.В. Інтеграційні процеси на підприємствах гірничо-металургійного комплексу	230
Нападовська Л.А. Ознаки та критерії оцінки нестабільності зовнішнього середовища підприємства	234
Семенов Г.А., Семенов А.Г. Особливості стратегічного планування в акціонерному товаристві	238
Завсєгдашній В.О., Завсєгдашній І.В. Комплексна оцінка факторів конкурентоздатності підприємств	244
Темченко О.А., Ільченко В.О., Максимова О.С. Планування випуску нової продукції з використанням нейрмережєвих технологій	250
Кадол Л.В., Максимов С.В., Темченко В.М. Забезпечення конкурентоспроможності продукції гірничо-металургійної галузі	254
Назібас А.О., Нечасєв В.П., Соловійов В.М. Порівняльний аналіз динаміки компаній гірничо-металургійного комплексу США і України	259
Бабєць Є.К., Юзефович О.А., Бабєць І.Є. Баланс ринку залізорудної сировини України	262
Турчило А.А. Особливості оцінки економічного розвитку, ефективності та збитковості підприємства	266
Славина О.С. Добровільне особисте страхування як ефективний засіб мотивації праці в умовах розвитку гірничо-металургійної промисловості	270
БІОЛОГІЧНІ НАУКИ	
Собольєва М.В. До біотичного потенціалу деревних насаджень відвалів НКІ зк	274
Сметана М.Г. Екологічний потенціал лісових екосистем Південного Криворіжжя	277
Сметана О.М., Сметана Н.А. Сольовий стан ґрунтів хвостосховищ Кривбасу	281
ІНФОРМАЦІЙНІ ТА РЕКЛАМНІ МАТЕРІАЛИ	
Інформаційне повідомлення	286

У порівнянні з тарифною вартістю теплової енергії КП „Криворіжтеплоцентраль” (110грн/Гкал) собівартість теплової енергії складає 17,15 грн/Гкал, що в 6,41 рази нижче, і відповідно у 2,42 рази нижче, ніж при виробництві теплової енергії за діючою технологією. Зведені витрати на закупівлю газотурбогенератора, працюючого за простим циклом, при питомих витратах близько \$300 за кВт встановленої потужності складають близько 4617000 грн, що дає можливість окупити витрати за 1,59 року.

Оцінку рентабельності інвестування закупівлі газотурбогенератора простого циклу для реалізації запропонованої технології здійснено за допомогою показника рентабельності (profitability index) при бажаній нормі прибутковості $k = 0,25$ та терміну інвестування $t = 2$ роки [2]. Цей показник дорівнює 0,401, що підтверджує високу прибутковість інвестування закупівлі обладнання для реалізації запропонованої системи на фабриках огрудкування залізородного концентрата.

Сучасна тенденція щодо підвищення ціни на природний газ підкреслює необхідність впровадження сучасних енергоефективних технологій, до яких відноситься запропонована інноваційна система сухого подрібнення матеріалів. Слід також зазначити, що впровадження запропонованої системи не потребує значної реконструкції діючих систем.

Висновки. Подано інноваційну систему сухого подрібнення вапна і бентоніту з комбінованим виробництвом теплової та електричної енергії за Combined Heat and Power generation - CHP технологією, що дозволяє підвищити ефективність використання природного газу в 1,354 рази та зменшити собівартість окатишів.

Проведено оцінку умов адаптації енергоефективної системи та техніко-економічної ефективності системи по показнику рентабельності інвестування закупівлі вітчизняних газотурбогенераторів для реалізації запропонованої системи на фабриках огрудкування залізородного концентрату України. Показник рентабельності $P = 0,401$ (при $k = 0,25$, $t = 2$) свідчить про високу прибутковість інвестування коштів у закупівлю обладнання для впровадження запропонованих систем у виробництво.

Список літератури

1. А.с 1606189 (СССР). М кл. В 02 С 21/00. Способ сухого измельчения материалов и установка для его реализации/Коваленко В.Н., Журавлев Ф.М., Варченко Н.Г., Малько В.М., Шулежко А.М., Кузнецов В.Д., Кулаков В.П.; Опубл. 15.11.90, Бюл.№42.
2. Энергетичний менеджмент: Навчальний посібник/Праховник А.В., Розен В.П. та ін. –ІЕЕ НТТУ „КПІ”, 1999.-184 с.
3. Закон України „О комбинированном производстве тепловой и электрической энергии (когенерации) и использовании сбросного энергopotенциала//Голос України -№91 (3591), май 2005.- С.9.
4. Декларацийний патент України на корисну модель № 10948 М ки В02С 21/00 Система для сухого подрібнення матеріалів/Суртаєв В.М., Суртаєв В.В., Ведута М.М., Осадчук Ю.Г.; Опубл.15.12.2005, Бюл.№12.

Рукопись поступила в редакцию 10.02.06

УДК 693.6.002.5

С.В. ПОПОВ, аспірант

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАСОСА УНІВЕРСАЛЬНОЇ РОЗЧИНОЗМІШУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ УРЗ-3,8

Наведено математичний аналіз впливу на характер видалення повітря із ковпакового компенсатора таких чинників як тиск подачі розчину, коефіцієнт розчинності повітря у розчині зазначеної рухомості, температура розчину, подача розчинонасоса і ступінь оновлення розчину у верхній частині ковпака компенсатора тиску, а також виявлено вплив його параметрів на рівень пульсації тиску.

Постановка проблеми. Для механізації опоряджувальних робіт у будівництві, зокрема, для транспортування та нанесення штукатурних розчинів застосовують різні конструкції розчинонасосів. На сьогодні поширення набули розчинонасоси з безпосереднім впливом робочого поршня на середовище, що перекачується. Для компенсації пульсації використовується повітряний ковпак, у якому повітря знаходиться при атмосферному тиску. Під час роботи розчинонасоса цей тиск змінюється і частина повітря розчиняється в розчині, що перекачується, та зали-

шає таким чином повітряний ковпак, цим самим погіршуючи його компенсуючу функцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На навчально-виробничій базі Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка триває виготовлення універсальної розчинозмішувальної установки УРЗ-3,8 мобільного типу, яка за конструкцією не має собі подібних аналогів в Україні. До складу установки входить однопоршневий розчинонасос РН-3,8 з комбінованим компенсатором пульсації тиску також конструкції ПолтНТУ [1,2]. У разі підключення до установки цього насоса можна виконувати не лише перемішування будівельного розчину і видачу в спеціальну тару, але і його транспортування та нанесення на поверхню будівельних споруд, що підлягають обштукатурюванню шляхом соплування. При цьому рекомендується застосовувати безкомпресорну прямоструминну механічну форсунку з регульованою щільною, створення якої триває.

Метою статті є теоретичні дослідження комбінованого компенсатора пульсації розчинонасоса РН-3,8, що є складовою частиною універсальної розчинозмішувальної установки УРЗ-3,8. Необхідно довести неефективність використання звичайних повітряних ковпаків у розчинонасосах одинарної дії порівняно з комбінованим компенсатором досліджуваного розчинонасоса, визначити достатній сумарний приведений об'єм повітря для комбінованого компенсатора, який забезпечував би нешкідливий рівень пульсації. Потрібно також установити, яка кількість повітря буде видалена з нижньої камери компенсатора за певний проміжок часу (час роботи), враховуючи зміну температури розчину, тиск його подачі, коефіцієнт розчинності повітря у розчині даної рухомості, подачі розчинонасоса, ступінь оновлення розчину у верхній частині ковпака (робота виконується під керівництвом акад. галузевої АБ України, докт. техн. наук, проф. О.Г. Онищенко).

Розчинонасос РН-3,8 [1,2] (рис. 1) поєднує знижену пульсацію подачі з високою надійністю у роботі. Він призначений для малоімпульсної подачі по трубопроводах будівельних розчинів із крупністю фракцій до 4 мм. Насосна частина має найпростішу конструкцію.

Технічна характеристика насоса розчино-змішувальної установки УРЗ-3,8

Максимальний тиск подачі розчину, МПа	2,5	Габаритні розміри, мм:	
Подача розчину, м ³ /год.....	3,8	довжина	815
Потужність приводу, кВт.....	5,5	ширина	630
Частота подвійних ходів поршня, хв ⁻¹	150	висота	935
		Маса, кг	125

Визначимо кількість повітря, що видаляється з ковпака під час роботи розчинонасоса.



Рис. 1. Однопоршневий розчинонасос РН-3,8, що використовується у складі універсальної розчино-змішувальної установки УРЗ-3,8

Комбінований компенсатор пульсації тиску насоса універсальної розчино-змішувальної установки УРЗ-3,8 має дві камери, одна з яких заповнюється вільним повітрям до початку роботи розчинонасоса. Коли насос починає перекачувати будівельний розчин, повітря в цій камері стискається, розташовується у її верхній частині і постійно контактує з розчином, що перекачується.

Оскільки тиск повітря в камері компенсатора при роботі розчинонасоса вищий від атмосферного, частина стиснутого повітря, згідно з законом Генрі [3], додатково розчиняється у воді розчину і видаляється з компенсатора разом із розчином, який перекачується. При цьому сумарний приведений об'єм комбінованого компенсатора тиску помітно зменшується, що спричиняє зменшення ефективності роботи компенсатора зі зниження пульсації тиску розчину.

Схоже явище спостерігається під час роботи розчинонасосів, обладнаних компенсаторами тиску у вигляді повітряного ковпака, який заповнюється вільним повітрям. Наслідки видалення повітря при цьому будуть

більш негативними, оскільки разом із розчином, що перекачується, може бути видалена більша частина наявного повітря компенсатора, і він не буде виконувати компенсуючу функцію.

Будівельні розчини готують на воді, в якій може розчинюватись повітря. Розчинність газів у рідинах, згідно з законом Генрі, прямо пропорційна зовнішньому тискові. Виходячи з цього

$$dV_n = k(p - p_o) dV_p, \quad (1)$$

де dV_n - об'єм повітря, що видаляється з повітряного ковпака завдяки розчиненню повітря в будівельному розчині під дією тиску подачі за одиницю часу; k - коефіцієнт розчинності повітря у розчині при даній температурі; p - тиск розчину; p_o - атмосферний тиск; dV_p - об'єм розчину, що взаємодіє з повітрям у ковпаку за одиницю часу, цей об'єм прямо пропорційний подачі розчину q , причому коефіцієнт пропорційності α показує, яка частина розчину, що перекачується, бере участь у розчиненні повітря всередині ковпака, тобто

$$dV_p = \alpha \cdot q. \quad (2)$$

Коефіцієнт k розчинності повітря в будівельному розчині, за даними [3], може бути розрахований за формулою

$$k = V_{o\text{пов}} / V_{\text{вод}} \cdot \left(\frac{p_{\text{гп}}}{p_o} - 1 \right), \quad (3)$$

де $V_{o\text{пов}}$ - вміст повітря в розчині певної рухомості при атмосферному тискові; $V_{\text{вод}}$ - об'єм води в даному розчині; $p_{\text{гп}}$ - граничний тиск, при якому все вільне повітря, що знаходилося в розчині у вигляді дрібних бульбашок, розчиняється у воді розчину; p_o - атмосферний тиск.

Кількісні значення коефіцієнта k для рухомості розчину ОК 8, 10 та 12 см наведено в роботі [4].

Але коефіцієнт розчинності повітря у воді, а отже і в розчині, значною мірою залежить від температури води [4]. Виявлено, що ця залежність може бути для реального інтервалу температури описана формулою

$$k = k_o \cdot e^{-\alpha \Delta t}, \quad (4)$$

де k_o - коефіцієнт розчинності при базовій температурі; Δt - різниця між дійсною та базовою температурами розчину, що перекачується; α - коефіцієнт при показнику степеня, який можна визначити з формули (4) шляхом її логарифмування: $\lg k = \lg k_o - \alpha \Delta t \cdot \lg e$, звідки

$$\alpha = \frac{\lg k_o - \lg k}{\Delta t \cdot \lg e}. \quad (5)$$

З урахуванням викладеного рівняння (1) набуває вигляду

$$dV_n = (p - p_o) \cdot \alpha q k_o e^{-\alpha \Delta t}. \quad (6)$$

Повний об'єм видаленого повітря за час τ при зміні температури розчину від t_o до t_1 можна визначити за рівнянням

$$V_n = (p - p_o) \cdot \alpha q \tau k_o \int_{t_o}^{t_1} e^{-\alpha \Delta t} dt. \quad (7)$$

У виразі (7) невідомою величиною є коефіцієнт α , який після розв'язання рівняння (7) можна визначити експериментально за формулою

$$\alpha = \frac{V_n \alpha \Delta t}{(p - p_o) q \tau k_o (e^{-\alpha \Delta t_o} - e^{-\alpha \Delta t_1})}. \quad (8)$$

Як випливає з формули (7), кількість повітря, видаленого розчином, що перекачується, з ковпака компенсатора під час роботи розчинонасоса прямо пропорційна величині підвищення тиску подачі розчину, продуктивності розчинонасоса, інтенсивності обміну між перекачуваним розчином і стиснутим у ковпаку повітрям, яка характеризується коефіцієнтом α , та розчинністю повітря у воді розчину при зазначеній температурі. Але якщо розчин під час перекачування нагрівається, то швидкість видалення повітря повинна трохи зменшуватися, оскільки коефіцієнт розчинності повітря у воді при підвищенні температури знижується за зворотно-експоненціальним законом. З цього випливає, що влітку, коли розчин, що перекачується, має більш високу температуру, швидкість видалення стиснутого повітря зі звичайного ковпакового компенсатора буде помітно меншою, ніж у холодний час року. Вплив підігріву розчину за рахунок його перекачування у виробничих умовах буде незначний, оскільки при цьому будівель-

ний розчин проходить через розчинонасос тільки один раз і тому його підігрівання буде мізерним.

Найбільш ефективним способом зниження швидкості видалення стиснутого повітря з повітряного ковпака є зменшення інтенсивності взаємодії стиснутого повітря з розчином. Таке зменшення можна досягнути різними шляхами. Наприклад, можна застосовувати всередині ковпака пошлавки із пористого матеріалу, який ізолює більшу частину поверхні розчину від контакту зі стиснутим повітрям. Найкращим буде повне ізолювання поверхні розчину від стиснутого повітря, хоча цей спосіб потребує спеціальних діафрагм із гнучких матеріалів.

Визначимо вплив параметрів комбінованого компенсатора на величину пульсації тиску.

Для однопоршневого розчинонасоса одинарної дії з безпосереднім впливом поршня (має механічний привід від кривошипно-шатунного механізму) на перекачуване середовище вважаємо, що подача розчину в нагнітальний трубопровід у всмоктувальному та нагнітальному тактах здійснюється однаковими порціями. Це пояснюється тим, що на вході в нагнітальний трубопровід тиск змінюється протягом циклу роботи розчинонасоса в однакових межах. При нагнітанні тиск змінюється від мінімального до максимального, а при всмоктуванні, навпаки, - від максимального до мінімального.

Усе викладене дає можливість стверджувати, що одна половина дійсного робочого об'єму поршня витрачається в такті нагнітання на подачу розчину в трубопровід, а друга половина потрапляє в ковпак комбінованого компенсатора. При цьому об'єм стисненого повітря в компенсаторі зменшується, а рівень його тиску збільшується відповідно до закону Бойля-Маріотта.

Дійсний робочий об'єм поршня визначається за формулою

$$V_{op} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h \eta_v, \quad (9)$$

де D - діаметр поршня, $D = 0,9$ дм; h - величина ходу поршня, $h = 0,8$ дм; η_v - об'ємний коефіцієнт корисної дії розчинонасоса, $\eta_v = 0,8$.

Маємо, що, дм³.

$$V_{op} = \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,407.$$

Із зазначеного очевидно, що об'єм розчину, котрий подається протягом такту всмоктування, дорівнює половині дійсного робочого об'єму, дм³

$$\Delta V = \frac{V_{op}}{2} = \frac{0,407}{2} = 0,2035.$$

Пульсація тиску ε визначається за формулою [5], %

$$\varepsilon = \frac{(P_{max} - P_{min})}{P_{cp}} \cdot 100, \quad (10)$$

де P_{cp} - середній тиск за цикл подачі розчину, МПа,

$$P_{cp} = \frac{P_{max} + P_{min}}{2}. \quad (11)$$

Для розрахунків приймаємо такі параметри комбінованого компенсатора: об'єм камери вільного повітря 5 дм³, об'єм замкненої камери для стиснутого повітря 3 дм³.

Визначимо ступінь пульсації тиску подачі розчину за таких умов: попередній тиск стиснутого повітря у замкненій камері $p_{ст} = 0,5; 0,7$ і $1,0$ МПа. Тиск розчину на початок циклу роботи розчинонасоса $p_o = 1,0; 2,0$ та $3,0$ МПа.

Спочатку обчислюємо приведенний об'єм повітря в комбінованому компенсаторі

$$V_{np} = V_{вл} + 10 \cdot V_{ст} \cdot p_{ст}, \quad (12)$$

де $V_{вл}$ - об'єм вільного повітря в першій камері компенсатора, $V_{вл} = 5$ дм³; $V_{ст}$ - об'єм стиснутого повітря в замкненій камері компенсатора, $V_{ст} = 3$ дм³; $p_{ст}$ - попередній тиск стиснутого повітря в замкненій камері.

За формулою, дм³

$$V_o = V_{np} / 10 p_o \quad (13)$$

визначається сумарний об'єм стиснутого повітря в обох камерах на початок циклу роботи розчинонасоса.

Максимальний за цикл тиск розчину (та стиснутого повітря) розраховується за формулою, МПа

$$p_{max} = 0,1 \frac{V_{пр}}{V_0 - \Delta V} \quad (14)$$

де ΔV - об'єм розчину, який треба компенсувати у такті всмоктування за рахунок дії компенсатора, тобто $\Delta V = 0,2035 \text{ дм}^3$.

За формулою (10) визначаємо ступінь пульсації тиску ε . За величину p_{min} приймаємо тиск на початку нагнітання, тобто p_0 .

Результати розрахунків подані в табл. 1 та на рис. 2.

Цифрові дані для розрахунків ступеня пульсації тиску

Таблиця 1							
$p_{ср}$, МПа	$V_{пр}$, дм ³	p_0 , МПа	V_0 , дм ³	$V_0 - \Delta V$, дм ³	p_{max} , МПа	$p_{ср}$, МПа	ε , %
0,5	20	1,0	2,00	1,797	1,11	1,06	10,4
		2,0	1,00	0,797	2,51	2,26	22,6
		3,0	0,67	0,467	4,28	3,64	35,2
0,7	26	1,0	2,60	2,397	1,09	1,05	8,6
		2,0	1,30	1,097	2,37	2,19	16,9
		3,0	0,87	0,667	3,90	3,45	26,1
1,0	35	1,0	3,50	3,297	1,06	1,03	5,8
		2,0	1,75	1,547	2,26	2,13	12,2
		3,0	1,17	0,967	3,62	3,31	17,7

Одержані розрахункові дані свідчать про те, що при компенсуючій дії тільки вільного повітря, що знаходиться в першій незамкненій камері і має приведений об'єм 5 дм³, уже при тиску подачі 1 МПа спостерігається досить значна пульсація тиску подачі, яка за кривою 4 на рис. 2 сягає близько 40 %. Коли тиск подачі перевершує рівень попереднього тиску повітря в замкненій камері, то відбувається різке зменшення пульсації. Це пояснюється тим, що до компенсуючої дії комбінованого компенсатора підключається замкнена камера з попередньо стиснутим повітрям, внаслідок чого приведений об'єм компенсуючого повітря суттєво збільшується.

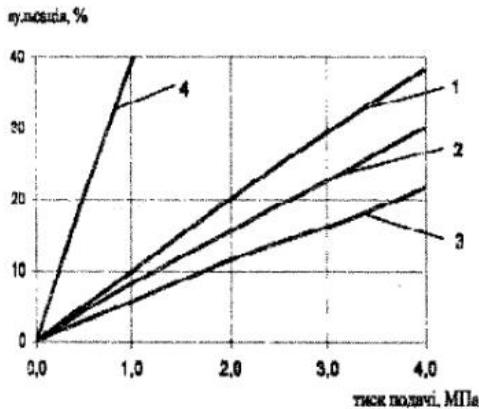


Рис. 2. Вплив тиску подачі на ступінь пульсації тиску (попередній тиск стиснутого повітря 1 - 0,5; 2 - 0,7; 3 - 1,0 МПа; 4 - пульсація тільки під дією незамкненої камери)

розчинонасоса одинарної дії навіть у початковий період роботи, коли стиснуте повітря ще не видалене з ковпака розчином, що перекачується. При цьому вже при тиску подачі до 1 МПа рівень пульсації сягає 40 %. За умовою, що стиснуте повітря з часом видаляється з ковпака розчином, його компенсуюча ефективність зменшується ще значніше. Чим більший тиск подачі розчину, тим вища пульсація тиску. Для комбінованого компенсатора з приведеним сумарним об'ємом повітря 26 дм³ (крива 2 на рис. 2) при тиску подачі 1,2,3 і 4 МПа ступінь пульсації тиску складає відповідно 8,16,22 і 30 %. Тобто, чим більший робочий тиск, тим більший

З подальшим підвищенням тиску подачі рівень пульсації знову плавно зростає. Причому цей рівень при кожному тиску подачі буде тим більше, чим менше сумарний приведений об'єм повітря в комбінованому компенсаторі тиску. При найбільш поширеному середньому тиску подачі розчину 2 МПа рівень пульсації тиску складає 20, 16 та 12 %, якщо приведений об'єм повітря дорівнює відповідно 20, 26 та 35 дм³.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За отриманими результатами впливу параметрів комбінованого компенсатора на величину пульсації тиску можна зробити висновки про те, що при використанні звичайного повітряного ковпака, який має об'єм вільного повітря 5 дм³, не забезпечується ефективно зниження пульсації подачі

сумарний приведений об'єм повітря повинен мати компенсатор тиску, тоді пульсація буде помірною.

Величина приведеного об'єму може бути підвищена за рахунок збільшення об'єму замкненої камери або зі зростання рівня попереднього тиску повітря в цій камері. У цьому випадку збільшуються габаритні розміри й маса замкненої камери, а в іншому - може суттєво зростати пульсація при малому тиску подачі, коли замкнена камера зі стиснутим до більш високого рівня тиску повітрям ще не підключається до компенсуючої дії. Оскільки найбільш поширеним тиском подачі розчинів є тиск 2 МПа, а рівень його пульсації в межах 16 % не шкодить якісному виконанню штукатурних робіт, то можна вважати, що для комбінованого компенсатора тиску достатнім є значення сумарного приведеного об'єму 26 дм³, якщо дійсний робочий об'єм поршня насоса дорівнює приблизно 0,4 дм³.

Математично встановлена залежність швидкості видалення стиснутого повітря з компенсатора під час роботи розчинонасоса від тиску подачі, продуктивності розчинонасоса, температури розчину та інтенсивності обміну між стиснутим повітрям і розчином, що перекачується.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні факторів, які сприяють прискореному видаленню повітря з ковпаків, оскільки стиснуте повітря знаходиться в контакт з розчином, що перекачується, і тому відносно швидко видаляється останнім, унаслідок чого ефективність роботи повітряного компенсатора суттєво знижується.

Список літератури

1. **Онищенко О.Г.** Розчинозмішувальна установка УРЗ-04/О.Г. Онищенко, С.В. Попов, В.У. Уст'янцев/Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво) Полтав. нац. техн. ун-ту ім. Ю. Кондратюка. - Полтава: ПолтНТУ, 2005. - Вип. 15. - С.3-7.
2. А.с. №8165. Україна. Розчинонасос/О.Г. Онищенко, С.В. Попов, А.В. Васильєв, В.У. Уст'янец (Україна). - 4 с. іл., Опубл. 15.07.2005, Бюл. №7.
3. **Башта Т.М.** Машиностроительная гидравлика: Справочное пособие. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1972. - 671 с.
4. **Коробко Б.О.** Дослідження робочих процесів розчинонасоса з комбінованим законом руху проточного плунжера: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.02/ПолтНТУ. - Полтава, 2002. - 24 с.
5. **Добронравов С.С., Парфенов Е.П.** Машины и механизмы для отделочных работ: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1989. - 272с.

Рукопись подано до редакції 26.01.06

УДК 621.396.6.019.3+622.341.003(07)

Ю.С. РУДЬ, А.Г. ТЕМЧЕНКО, доктори техн. наук, проф.,
В.Ю. БІЛОНОЖКО, ст. викладач, Т.С. БІЛОНОЖКО, магістр
Криворізький технічний університет

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Розглянуто вплив економічних факторів на надійність систем технологічного обладнання гірничо-збагачувальних комбінатів. Зроблено аналіз та узагальнення оптимальних задач надійності технологічного обладнання ГЗК, вирішення яких виконуються за допомогою економічних критеріїв.

Постановка проблеми. На сьогодні знос технологічного обладнання гірничо-збагачувальних комбінатів досяг загрозливих розмірів - для деяких видів обладнання до 90 % його первинної вартості. Фінансові потреби галузі для проведення модернізації та реконструкції діючих виробничих потужностей ГЗК оцінюються не менше як у 3 млрд грн. [1]. Для забезпечення раціонального використання планових інвестицій необхідно провести наукове обґрунтування обсягу та глибини технічного переозброєння ГЗК. При явно обмежених коштах необхідно досягти найкращого результату - ввести в дію найбільш продуктивне і надійне технологічне обладнання; з'єднати його в оптимальні структури, забезпечити надійний контроль працездатності та своєчасне і повноцінне технічне обслуговування. Успішне вирішення цієї проблеми можливо лише при комплексному, а по можливості, навіть системному підході до розроблення теорії й методів проектування та експлуатації технологічного обладнання ГЗК. У цьому разі правильність та достовірність одержаних результатів можна успішно оцінити за

Збірник наукових праць

Вісник

Криворізького технічного університету

Випуск 2(12)

Редактор	Бондаренко В.Й.
Коректор	Ланова І.В., Козак Л.В.
Комп'ютерний набір, верстка	Захарова Н.В., Кадола Т.В.

Здано в набір 20.02.06. Підписано до друку 23.03.06 за рекомендацією Вченої Ради Криворізького технічного університету, протокол № 5. Формат 61×86/8. Ум. друк. арк. 37,0. Тираж 200 прим. Замовл. № . Укр., рос.

Адреса видавництва та виготівника:
50027, Кривий Ріг, вул. ХХІІ партз'їзду, 11
Криворізький технічний університет

**Вісник Криворізького технічного університету
2006. Вип. 2(12) 1-286.**