

3. Шевцов Е.К. К вопросу повышения эффективности агломерации /Е.К. Шевцов, В.М. Никопорец // Науковий вісник ДонНТУ. – 2005. – С. 18–22.
4. Бернштейн Р.С. Повышение эффективности агломерации. – М.: Металлургия, 1979. – 144 с.
5. Фізико-хімічні основи і реалізація технології спікання агломерату основністю 1,6 з застосуванням руди родо-вища Суха балка / Я.В. Мянговська, Ю.С. Пройдак, Л.В. Камкіна та ін.// Теорія і практика металургії. – 2018. – №6. – С. 81–92. <https://doi.org/10.34185/tpm.6.2018.11>
6. Мельник Я.В. Енергозберігаючі технології як основа для підвищення конкурентоспроможності гірничо-металургійної продукції /Я.В. Мельник // Інвестиції : практика та досвід. – 2011. – №14. – С. 72–76.
7. Екологічна модернізація [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://metinvestholding.com/ua/upload/sr-2020/assets/pdf/Ukrainian%20download%20centre/5.%D0%97%D0%90%D0%A5%D0%98%D0%A1%D0%A2%20%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%9A%D0%86%D0%9B%D0%9B%D0%AF/Metinvest_2020_SR-Ukr-Web-%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf
8. Капремонт агломашины на МП ДКХЗ [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://metinvest.media/ru/page/kapremont-aglomashiny-na-dkhz>
9. Підсумки 2021: Дніпровський коксохімічний завод [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://metinvest.media/ua/page/itogi-2021-dneprovskiy-koksohimicheskij-zavod>
10. «Каметсталь» выполняет капитальный ремонт барабанов агломашины №8 <https://gmk.center/news/kametstal-vypolnyaet-kapitalnyj-remont-barabanov-aglomashiny-8/>
11. «АрселорМиттал Кривой Рог» завершил реконструкцию агломашины №4 [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://gmk.center/news/arselormittal-krivoj-rog-zavershil-rekonstrukciju-aglomashiny-4/>
12. «АрселорМиттал Кривий Ріг» проводить горячі випробування агломашины № 2 після реконструкції [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://eba.com.ua/arselormittal-krivyj-rig-provodyt-garyachi-vyprobuvannya-aglomashiny-2-pislya-rekonstruktsiyi/>
13. ММК им. Ильича завершил капитальный ремонт агломашины №4 [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://lityo.com.ua/mmk-im-ilicha-zavershil-kapitalnyj-remont-aglomashiny-n4>
14. На аглофабриці ММК імені Ілліча жодна труба не димить [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://metinvest.media/ua/page/na-aglofabrike-mmki-ni-odna-truba-ne-dymit>
15. Метінвест завершив найбільший екологічний проект в історії України [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20201216-metinvest-zavershyv-najbilshyj-ekologichnyj-proekt-v-istoriyi-ukrayiny/>
16. Модернизация горелочного оборудования зажигательных горнов агломерационных машин аглофабрики ЧАО «ММК им. Ильича» / М.А. Томаш, Б.В. Изотов, А.Е. Турбаба и др. // Металл и литьё Украины. – 2017. – №1(284). – С.16–19.
17. «Запоріжсталь» інвестує 42 млн грн на рік в екомодернізацію [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://gmk.center/ua/news/zaporizhstal-investuie-42-mln-grn-na-rik-v-ekomodernizaciju/>
18. Запоріжсталь закончила ремонт агломашины [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://readmetal.com/?p=253>
19. ЕМЗ выделил на экологию 90 млн грн. [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://minprom.ua/news/131106.html>
20. Украина: основные экологические проекты в ПАО «Енакиевский металлургический завод» (ЕМЗ). [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrmet.dp.ua/2014/03/18/ukraina-osnovnye-ekologicheskie-proekty-v-pao-enakievskij-metallurgicheskij-zavod-emz.html>
21. На «Азовсталь» розпочався демонтаж аглофабрики [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://azovstal.metinvestholding.com/ua/press/news/show/5361?year=2014>
22. Металургійний комбінат «Азовсталь» почав демонтаж агломераційної фабрики у Маріуполі [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.5.ua/tehnolohiyi/metalurhiyni-kombinat-azovstal-pochav-demontazh-ahlomeratsiyni-fabryky-u-mariupoli-61876.html>

Рукопис подано до редакції 07.10.2022

УДК 622.684: 622.271

В.І. ПАХОМОВ, канд. техн. наук, доц., І.В. ГІРІН, ст. викл., В.В. МАЛКА, магістр.
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА КАР'ЄРНОМУ АВТОТРАНСПОРТІ

Мета. Основною метою роботи є підвищення ефективності експлуатації технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів шляхом застосування паливно-мастильних матеріалів з поліпшеними експлуатаційними властивостями.

Методи дослідження. У роботі використаний комплекс наукових методів досліджень, що включає: наукове узагальнення та техніко-економічний аналіз досвіду розробки залізрудних кар'єрів, формування та експлуатації транспортних систем, математичні і логічний методи диференціального обчислення під час обґрунтування оптима-

льних ухилів транспортних комунікацій, енергетичний аналіз щодо енергоємності різних видів транспорту; Крім того використано приватні методи інтерпретації, програмно-цільовий аналіз, аксіоматичний та гіпотетичний методи.

Наукова новизна. Наукова цінність роботи полягає у: - розвитку методу енергетичної оцінки різних видів кар'єрного транспорту, що базується на встановлених залежностях питомих енерговитрат на підйом гірничої маси від якості паливо-мастильних матеріалів, поліпшених з використанням методу електрофізичного впливу; - створенні системи автоматизованих розрахунків енергетичних показників технологічного автотранспорту; - розробці методичних засад оцінки та формування якості паливно-мастильних матеріалів для кар'єрних самоскидів, а також вибору оптимальної моделі для екстремальних умов експлуатації; - класифікації технологічних параметрів паливних матеріалів, що дозволяє при експлуатації вибирати раціональні моделі автотранспортного обладнання, забезпечуючи необхідні їх експлуатаційні якості; - розроблені методології проведення складних та трудомістких експериментальних досліджень автосамоскидів особливо великої вантажопідйомності із застосуванням новітньої апаратури, яка дозволяє комплексно оцінити вплив зовнішніх факторів на екологічність машин та розробити конкретні заходи щодо зниження їх негативного впливу.

Практична значимість. Використання результатів досліджень дозволяє: - оптимізувати експлуатаційні показники різних видів транспорту за глибиною кар'єрів та скоротити енерговитрати на транспортування гірничої маси; - забезпечувати автоматизоване вирішення завдань аналізу, планування та нормування енергетичних показників технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів; - приймати науково обгрунтовані рішення на стадії проектування, що забезпечують енергетично ефективну роботу транспортних систем глибоких кар'єрів

Результати. За результатами досліджень і економічного аналізу дана оцінка ефективності різних енергозберігаючих технологій для кар'єрного автотранспорту з використанням на найближчу перспективу і в майбутньому

Ключові слова: паливна економічність, ефективність експлуатації, кар'єрний автосамоскид

doi: 10.31721/2306-5451-2022-1-55-58-64

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Понад дві тисячі автосамоскидів «БЕЛАЗ» працюють на підприємствах України, що складає більше 90% загальної кількості кар'єрних самоскидів усіх виробників, присутніх на наших кар'єрах. Найбільшими об'єктами, які експлуатують техніку «БЕЛАЗ» є залізородні гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК) міста Кривий Ріг, де зосереджено біля третини усього українського парку машин, у тому числі понад 200 машин із електромеханічною трансмісією вантажопідйомністю 120-220т, котрі забезпечують основний обсяг транспортування гірничої маси. Тільки за останні два роки підприємства Криворізького залізородного басейну (Кривбасу) придбали 52 одиниці техніки марки «БЕЛАЗ», із них 31 самоскид БЕЛАЗ-75131 вантажопідйомністю 130 т. Враховуючи сталу ситуацію з енергоносіями та кількість великовантажних автосамоскидів, що працюють на рудниках Кривбасу, проблема підвищення паливної економічності такої техніки є вельми злободенною.

Аналіз досліджень і публікацій. Проведені дослідження і техніко-економічний аналіз умов і результатів експлуатації, технічного стану автомобілів-самоскидів, а також оцінка стану виробничо-технічної бази гірничотранспортних цехів ГЗК Кривбасу дозволили науково обгрунтувати такі перспективні напрямки розвитку енергозберігаючих технологій на кар'єрному автотранспорті:

поліпшення експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів шляхом обробки палива і очищення палива новим електрофізичним методом, який підвищує енергетичний стан молекул дизельного палива і який реалізується в новому пристрої, що індивідуально встановлюється на кар'єрних автосамоскидах;

використання технології малої добавки водню до дизельного палива в системі живлення двигунів кар'єрних автомобілів-самоскидів;

використання газодизельних систем живлення на автомобілях-самоскидах із застосуванням нових конструктивних розробок і технологій газодизельного процесу;

поліпшення умов експлуатації автомобілів-самоскидів шляхом зменшення сил опору їх руху за рахунок застосування раціонального поздовжнього і поперечного профілю кар'єрних автоторіг;

оптимізація економічного режиму роботи дизельного двигуна за рахунок контролю технічного стану його паливної апаратури за допомогою бортової комп'ютерної діагностичної системи;

застосування дизель-тролейвозів в певних гірничотехнічних умовах з використанням нових конструктивних розробок струмоприймачів, контактної електромережі і керування електроприводом.

Постановка завдання. Завдання підвищення паливної економічності кар'єрних автосамоскидів відноситься до розробки нових паливних систем і їх елементів, а також створення раціо-

нальних умов експлуатації і оптимізації за критерієм мінімальних витрат на одиницю транспортної роботи. Об'єктом досліджень є процеси експлуатації промислового технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів, а предметом – взаємозв'язок параметрів паливної системи двигуна та техніко-економічних показників технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів.

Викладення матеріалу та результати. Однією з найважливіших умов ефективної експлуатації кар'єрного автотранспорту є застосування високоякісних сортів паливно-мастильних матеріалів з поліпшеними експлуатаційними властивостями. Значною мірою саме експлуатаційні властивості палива і мастил головним чином впливають на економічність застосування рухомого складу в складних гірничотехнічних умовах кар'єрів Кривбасу. Так обґрунтування і забезпечення оптимальних показників системи: двигун – паливо і мастила – умови експлуатації дає можливість отримати найвищу ефективність використання всіх складових частин в цій системі.

Відповідно до призначення палива характеристики процесу згоряння є найголовнішими і визначальними його експлуатаційними властивостями. Здатність палива згорати досить повно і рівномірно при будь-яких режимах навантаження двигуна з виділенням найбільшої кількості тепла - найважливіша експлуатаційна властивість палива, що впливає на економічні та екологічні показники автомобіля. Разом з цим існує і ряд специфічних питань, пов'язаних не тільки з горінням палива, але і з особливостями тертя і зносу металів в паливному середовищі, стабільністю і схильністю їх до утворення відкладень і нагару в камерах згорання, корозійної активності і інших експлуатаційних властивостей.

Багато вітчизняних та зарубіжних фірм вирішують завдання по поліпшенню експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів за наступними науково-технічними і науково-технологічними напрямками:

удосконалення технології переробки з підвищенням якості нафтопродуктів;

застосування рецептур різних присадок;

безреагентні методи з використанням електрофізичного впливу на паливно-мастильні матеріали.

Багатьма дослідниками відзначається, що застосування рецептур різних присадок поряд з позитивним впливом має і ряд суттєвих недоліків. Так найчастіше проявляється корозія розпилювача форсунок і інших деталей паливної системи.

Численні дослідження з використанням методу електрофізичного впливу (зовнішнього потужного магнітного поля) показали, що паливно-мастильні матеріали після такої обробки змінюють на певний період (до двох годин) свої експлуатаційні та енергетичні властивості. В результаті електрофізичного впливу паливо більш повно згорає, що призводить до зниження витрати палива, зменшення кількості токсичних складових у відпрацьованих газах і підвищення надійності паливної апаратури і двигуна.

У теоретичному плані поліпшення експлуатаційних властивостей палива пояснюється впливом на атомні частки вуглеводню і кисню зовнішнього магнітного поля. Так атомні частки, що володіють магнітним моментом, потрапляючи в сильне зовнішнє магнітне поле, орієнтуються в ньому і набувають зеєманівську додаткову енергію. Для протона вона має вигляд

$$E = -\mu_n \cdot H_o, \quad (1)$$

де μ_n – магнітний момент протона; H_o – напруженість магнітного поля.

Ядерна поляризація в звичайних умовах буває незначною, але при збільшенні зовнішнього магнітного поля збільшується різниця енергії спинів, що призводить до зростання ядерної поляризації. В обсязі речовини з'являється спрямований уздовж магнітного поля сумарний момент ядер M (намагніченість)

$$M = \frac{\mu_n^2 \cdot H_o \cdot n_o}{K \cdot T}, \quad (2)$$

де n_o – число ядер в одиниці об'єму речовини; K – постійна величина Больцмана; T – температура речовини.

Різде зменшення напруженості магнітного поля призводить до того, що додаткова енергія протона, знаходячись поблизу ядер водню, поглинається атомами елементів з відмінним від нуля електронним спіном. Цими елементами можуть бути парамагнетичний кисень, вільні ра-

дикали та ін., тобто парамагнітні центри взаємодіють з основною хімічною сполукою, куди поміщені ці центри.

Збільшення поляризації ядер водню при зміні напруженості магнітного поля неминуче викликає збудження електронних оболонок в молекулах за рахунок надтонкої взаємодії, що в свою чергу викликає індукційні струми, що впливають на фізичні властивості палива.

Для підвищення ефективності, стабільності і універсальності магнітного впливу на вуглеводневі палива запропонований електрофізичний високочастотний метод, заснований на резонансному поглинанні енергії ядерною системою. Новий спосіб полягає в одночасному впливі на вуглеводневі рідини постійного магнітного поля і резонансного високочастотного електромагнітного поля H_1 . При цьому частота коливань збігається з частотою прецесії ядер в даному магнітному полі H_0 і спостерігається виборче поглинання енергії генератора на частоті

$$\omega = \gamma \cdot H_0, \quad (3)$$

де γ – гіромагнітне відношення протона.

Змінне електромагнітне поле H_1 викликає збудження системи ядерних спінів, яке описується гамільтоніаном

$$H'(t) = H \cdot \cos \omega \cdot t = g_n \cdot \beta \cdot I \cdot H_1 \cdot \cos \omega \cdot t. \quad (4)$$

Вплив електромагнітного поля H_1 викликає інтенсивні переходи «від низу до верху» і навпаки між рівнями, і больцманівський розподіл заселеності порушується. При цьому електромагнітна енергія поля H_1 частково поглинається, спостерігається сигнал абсорбції, а отже, збільшується енергія середовища. Потужність P , яка поглинається спінами із змінного електромагнітного поля, дорівнює

$$P = h \cdot \omega \cdot W_h = h \cdot \omega \cdot n_0 \frac{W}{1 + 2W \cdot T_1}. \quad (5)$$

В кінцевому підсумку, резонансне поглинання протонної системою вуглеводневої рідини електромагнітної енергії коливального контуру, а в подальшому обмін цією енергією з молекулярною системою рідини призводить до зміни фізичних і фізико-хімічних параметрів паливно-мастильних матеріалів. В кінцевому результаті електрофізичний вплив призводить до зміни константи швидкості хімічної реакції K_f , яка визначається за законом Арреніуса за рахунок зміни енергії активації E_a

$$K_f = K_0 \cdot \sqrt{T} \cdot e^{-E_a / RT}. \quad (6)$$

Це, в свою чергу, позначається на швидкості і повноті горіння палива, а отже на паливній економічності автомобіля в цілому.

Практична реалізація розглянутого способу обробки паливно-мастильних матеріалів здійснювалася розробкою конструкції високоефективного фільтра з відмітним принципом дії. Загальний вид електромагнітного фільтра наведено на рис. 1, а його поперечний розріз на рис. 2. Він складається з двох вузлів: спеціальної ділянки паливного трубопроводу, оснащеною магнітною системою і високочастотною електромагнітною системою; електронного високочастотного генератора.

Для того, щоб забезпечити необхідний час релаксації атомних частинок палива на протязі 2-3 секунд (при годинній витраті палива 200 л/год) були виконані на комп'ютері численні і складні розрахунки по визначенню геометричних параметрів всіх елементів магнітної системи, спеціальної ділянки паливного трубопроводу і електронного високочастотного генератора: внутрішнього діаметра паливного трубопроводу і його загальної довжини; діаметра магнітопровідного сердечника; типу і розмірів постійних кільцевих магнітів і їх кількості; розмірів діелектричного каркаса для навантажувальної котушки електронного високочастотного генератора; діапазону робочих частот електронного генератора і всіх елементів принципової схеми з урахуванням напруги живлення бортової низьковольтної мережі автомобіля в 24 вольт.

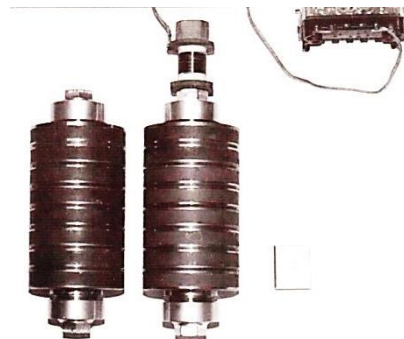


Рис. 1. Загальний вид електромагнітного фільтра у зборі

Розроблений електромагнітний фільтр не має традиційного змінного фільтруючого елемента, а всі продукти зносу і смолисті частки затримуються на фігурному сердечнику в результаті його намагнічування. Під час технічного обслуговування автомобіля електромагнітний фільтр розбирається, фігурний сердечник виймається, очищається і промивається, і знову встановлюється у фільтр для подальшої експлуатації.

Розроблена конструкція електромагнітного фільтра забезпечує дві функції: високий ступінь очищення від механічних, абразивних, феромагнітних частинок і смолистих речовин; підвищення енергії активації палива. Електромагнітний фільтр призначений для установки в якості додаткового фільтра в основну паливну магістраль між фільтром остаточного очищення палива і паливним насосом високого тиску.

Стендові випробування проводилися на дизельному двигуні КТА-2300 фірми Cummins в ГТЦ Тернівського РУ ПрАТ «Північний ГЗК». Експериментальна установка була налаштована щодо резонансного поглинання високочастотної енергії протонної системою за допомогою осцилографа і цифрового частотоміра. Напруженість магнітного поля в зазорі між фігурним сердечником і корпусом паливного трубопроводу створена величиною в 1850-2050 ерстед. Стендові випробування проводились у відповідності з «Програмою і методикою проведення порівняльних стендових випробувань на двигуні КТА-2300 електромагнітного паливного фільтра».

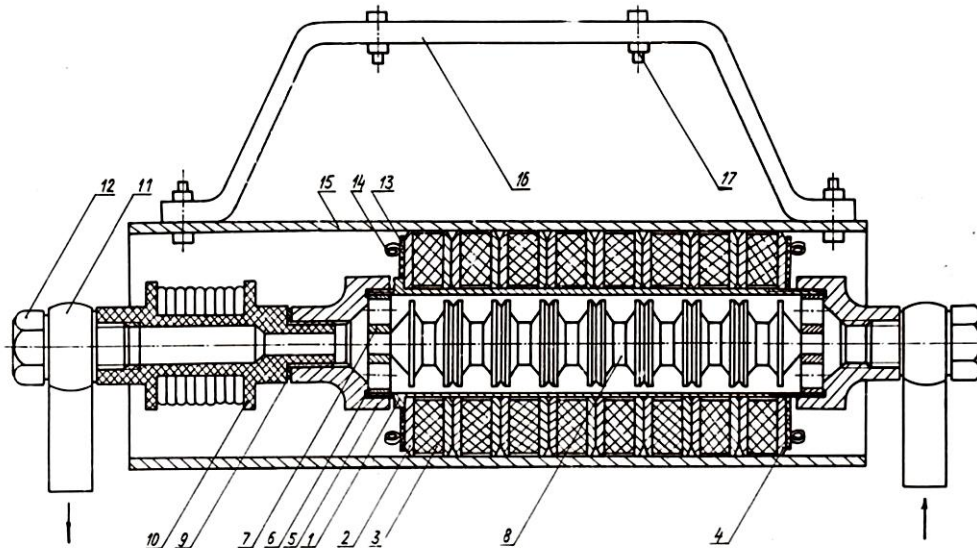


Рис. 2. Поперечний розріз електромагнітного фільтра: 1-8 - складові деталі магнітної системи; 9-10 - складові деталі електромагнітної системи паливопроводу; 11-17 - деталі кріплення паливопроводу і фільтра

Експлуатаційні випробування електромагнітного паливного фільтра проводилися на автомобілі-самоскиді БелАЗ-7519 гаражний №222 в ГТЦ Аннівського РУ ПрАТ «Північний ГЗК», на автомобілі КамАЗ-5320 та автобусі Ікарус-260.

Висновки і напрямок подальших досліджень. В результаті проведених експлуатаційних випробувань протягом року встановлено:

- зниження питомої витрати палива на 1 ткм склало 4,3-8,06%;
- зниження годинної витрати палива в режимі холостого ходу двигуна склало до 10,6%;
- ступінь очищення від механічних, абразивних, феромагнітних частинок і смолистих речовин склало 100%;
- збільшення терміну служби паливної апаратури і штатних паливних фільтрів підвищилося в 2,2 рази;
- зменшення вмісту токсичних компонентів у відпрацьованих газах на 11-34%;
- зменшення коефіцієнта задимлення K склало 13-16%;
- підвищення температури обробленого фільтром палива на 5-6 градусів;
- двигун швидше і легше запускається в будь-яку пору року;
- оптимальний діапазон частоти електронного високочастотного генератора визначено в межах 85-100 кГц;
- споживана електрична потужність склала 1,5-2,0 Вт.

Список літератури

1. **Систук В. А.** Определение необходимости мощности силовой установки карьерного самосвала при использовании комбинированного способа управления поворотом / **В. А. Систук, В. А. Веснин** // Вісник СевНТУ : Збірник наукових праць. Серія Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь. – 2013. – Вип. 143. – С. 147–152.
2. **Систук В. А.** Снижение времени маневрирования и погрузки при транспортировании рудной массы большегрузными карьерными автосамосвалами / **В. А. Систук, Ю. А. Монастырский, А. В. Веснин** // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля : Науковий журнал. – Луганськ. – 2012. – Ч. 1. – № 9 (180). – С. 17–23.
3. **Монастырский Ю.А.** Моделирование ресурсных и технологических состояний функционирования карьерных самосвалов БелАЗ / **Монастырский Ю.А., Потапенко В.В.** // Вісник СевНТУ. – 2013. – Вип. 143. – С. 83–87. (Серія: Машиноприладобудування та транспорт).
4. **Артемьев В.Б.** Открытые горные работы 2006-2015: достижения и перспективы. / **Артемьев В.Б., Казаков С.А.** // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отд. выпуск. – 2015. – № 45-1. – С.7-21.
5. **Медведева О.А.** Обеспечение грузотранспортной связи при доработке глубоких карьеров / **Медведева О.А.** // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. тр.- Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2011.- Вип. 94.
6. **Пыталев И.А.** Тенденции развития научно-методических основ определения параметров открытых горных работ при комплексном освоении недр земли / **И.А. Пыталев** // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № S4-2. – С. 29-38
7. **Крейсман Е.А.** Аналіз гірничо-технічних умов експлуатації та режимів руху великовантажних самоскидів Криворізького регіону / **Крейсман Е.А., Монастирський Ю.А., Веснін А.В., Гальченко А.В.** // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник / АДІ ДонНТУ. –2012. – № 1(14). – С. 115-119.
8. **Монастырский Ю.А.** Современное состояние технологического автотранспорта железорудных карьеров / **Ю.А. Монастырский, А.С. Вивчарык, И.В. Бондарь, Т.А. Климов** // Новітні шляхи створення, технічної експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів: всеукраїнської наук.-практ. конф., 8-11 вер. 2015 р.: збірник тез доповідей. – Одеса, 2015. – С. 165-166.
9. **Wayne K. Schroeder.** Energy regeneration for surface-mine haulage trucks / **K. Schrotter Wayne** // Mining Magazine. 1993. - Vol. 148. - №6. - P. 456 -463.
10. **Куо Y.** Highway earthwork and pavement production rates for construction time estimation // Ph.D. Thesis, University of Texas, USA. – 2004.
11. **Кулешов А.А.** Управление ресурсом карьерных автосамосвалов / **Кулешов А.А., Зырянов И.В., Пацанский С.Ф.** // Горный журнал, 2003, № 1, с. 52-56.
12. **I. N. Varakin.** Application of ultracapacitors as traction energy sources / **I. N. Varakin et al** // Thesis of 7th International Seminar on Double Lauer Capacitors and Similar Energy Storage Devices, December 8-10, 1997. Florida: Deerfield Beach, 1997.-P. 87-91.
13. **Монастырский Ю. А.** Оптимизация параметров экскаваторно-автомобильных комплексов для стесненных условий глубоких карьеров / **Ю. А. Монастырский, А. В. Веснин, В. А. Систук** // Проблемы и пути эффективной отработки алмазносных месторождений: междунар. науч.- практ. конф., 11-15 апр. 2011 г.: сб. тезисов докл. – Мирный, 2011. – С. 56
14. **Сістук В.О.** Урахування особливостей гірничотехнічних умов експлуатації автосамоскидів як шлях до підвищення продуктивності кар'єрної техніки / **В. О. Сістук, Ю. А. Монастирський, А. В. Веснін** // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг. – КНУ, 2014. – Вип. 37.– С. 10–18.
15. **Систук В. А.** Обоснование необходимости корректирования коэффициента сопротивления движению при определении сложности карьерных автодорог / **В. А. Систук, А. В. Веснин, Н. В. Водолазская** // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля : Науковий журнал. – Ч. 1. – № 5 (194). – Луганськ, 2013. – С. 122–125.
16. **Монастирський Ю. А.** Моделювання функціонування кар'єрних автосамоскидів / **Ю. А. Монастирський** // Качество мінерального сировини: сб. научн. трудов. – Кривой Рог, 2011. – С. 420-424.
17. **Систук В. А.** Определение причин потерь рабочего времени экскаваторно-автомобильных комплексов на Петровском карьере ОАО «ЦГОКа» / **В. А. Систук, Ю. А. Монастырский** // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, 2011. – Вип.94. – С. 293–297.
18. **Монастырский Ю. А.** Эксплуатация и сервисное обслуживание карьерной техники «БЕЛАЗ» в Украине / **Монастырский Ю. А.** // Горный журнал. – 2013. – № 1. – С. 78-80.
19. **Монастирський Ю.А.** Математична модель експлуатації кар'єрного самоскида БЕЛАЗ / **Монастирський Ю.А., Потапенко В.В.** // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. –2015. – № 2(219) – С. 73-77.
20. **Монастирський Ю. А.** Питання експлуатації та безпеки роботи кар'єрного автотранспорту / **Жуков С. О, Монастирський Ю. А., Янова Л. О.** // – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. –202 с.
21. **Почужевський О.Д.** Специфіка умов експлуатації самохідних колісних машин на відкритих розробках / **О.Д. Почужевський** // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. пр. – Кривий Ріг, 2014. – Вип. 37. – С. 222–227.
22. **Почужевський О.Д.** Шляхи скорочення витрат дизельного пального під час експлуатації самохідних машин / **О.Д. Почужевський** // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. пр. – Кривий Ріг, 2014. – Вип. 36. – С. 267-272.
23. **Дриженко А.Ю.** Карьерные технологические горнотранспортные системы: моногр. / **А.Ю. Дриженко.**// – Д.: НГУ, 2011. – 542 с.
24. **Golubeva A.S.** Improved economic stimulation mechanism to reduce vehicle CO2 emissions/ **A.S. Golubeva, E.R. Magaril**// WIT Transactions on the Built Environment, 130. – UK: WIT Press, 2013. – P. 485-494.

Рукопис подано до редакції 10.10.2022