

розробку апаратів нового покоління для ефективного улавлювання пилу с одночасним розділенням її на корисні компоненти [1,7].

вовлечение „хвостов” горнообогатительных комбинатов в производственный цикл в виде вторичных ресурсов [4].

розробку нової технології всередині фабричного водооборота.

Реалізація перелічених програм дозволить, забезпечити екологічну безпеку Криворізького регіону шляхом суттєвого зменшення непомерно важкої навантаження на оточуюче середовище.

Для гармонізації екології з економікою необхідно українським підприємствам створити такі умови, щоб кожне виробництво не тільки відповідало за те відходи, які в ньому утворюються, але й були економічно зацікавлені в їх утилізації.

### Список литературы

1. Деклараційний патент України № 48631 «Відцентровий магнітний сепаратор». **Бизов В.Ф., Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Думанська Л.П.** Бюл.№8,2002.
2. **Вілкул Ю.Г., Корж В.А., Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Кудрявцев М.І.** Про тектонічні прояви в надрах Криворізького басейну. / Зб. наукових праць. Вісник КТУ – Кривий Ріг - 2006 С. 33-37.
3. **Кіріченко А.М., Мулявко В.І., Кудрявцев М.С., Ковалевський В.А., Панова С.Н.** К вопросу горно-экологического мониторинга Криворожского месторождения железных руд: 1-я Всеукраинская научная конференция «Мониторинг природных и техногенных сред» Симферополь, 2008.
4. **Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Олейник Т.А., Мулявко В.І., Кушнирук Н.В., Ковалевський В.А.** Лабораторная переработка отходов горнорудного производства, как источник минимизации техногенных нагрузок на природную среду. Вестник КТУ. Вып.19, 2007.
5. Патент України на корисну модель «Барботажний магнітний сепаратор» **Губін Г.В., Олейник Т.А., Мулявко В.І., Кіріченко А.М., Ткач В.В.** №35749.10.10.08. Бюл.№19, 2008.
6. **Пінська Л.І.** Фактори забруднення довкілля, пов'язані з діяльністю залізвидобувних підприємств Кривбаса. Відомості Академії гірничих наук України, №4,1997.
7. Патент України на корисну модель А68638 «Багатопродуктивний магнітний сепаратор» від 10.04.20122. **Мулявко В.І., Олейник Т.А., Кіріченко А.М.**
8. **Люкшин В.С., Камзист Ж.С., Коваленко А.В.** «Рациональное природопользование» К.1997, 488 с.
9. **Бент О.И.** Комплексность использования минерально-сырьевых ресурсов / Информационный бюллетень о состоянии геологической среды Украины за 1991г. вып.12.К.ГГП «Геопрогноз» 1992. С.97-102.
10. **Горкина И.Д., Григорьева С.В.** Оценка влияния горнодобывающих предприятий на изменение геологической среды / Охрана и рациональное использование геологической среды в районах интенсивного хозяйственного освоения УССР и юга РСФСР.К.,УкрНИИТИ, 1989. - С. 106-107.
11. **Плотников Н.И., Карцев А.А., Ломтадзе В.Л., Росинец И.И.** «Итоги и задачи изучения измерений геологической среды при разработке месторождений полезных ископаемых». /Проблемы рационального использования геологической среды. Сб. научных трудов. М.Наука,1988.
12. **Хайдаров М.С., Ильина В.В.** Проблемы техногенной сейсмичности. Журнал «Промышленность Казахстана»№ 3».2001.
13. **Сашурин А.Д.** Явление изостазии при разработке месторождений полезных ископаемых./Приложение результатов исследований полей напряжений к решению задач горного дела и инженерной геологии/ Апатиты: Колеский филиал АН СССР, 1985. - С.27-31.
14. **Сашурин А.Д.** Напряженно-деформированное состояние массива горных пород в районах добычи полезных ископаемых / Проблемы горного дела ИГД НрОРАН/Сб. научных трудов. Екатеринбург.1997.С.115-122.
15. **Сашурин А.Д.** Сдвигение горных пород на рудниках черной металлургии / Проблемы горного дела ИГД НрОРАН / Сб. научн. трудов. - Екатеринбург, 1999. - 268 с.

Рукопись постуила в редакцию 17.02.14

УДК 69.002.5

С.І. САХНО, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

### **ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІНІ НАВАНТАЖУВАЧІВ З БОРТОВИМ ПОВОРОТОМ НА РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР МІЖ КОЛІСНИМ І ГУСЕНИЧНИМ РУШІЄМ**

Розглянуто основні питання, що стосуються раціонального вибору між колісним і гусеничним рушієм міні навантажувачів з бортовим поворотом. Розглянуто переваги міні навантажувачів з різною ходовою частиною, наведені основні виробники даного виду машин. Виділено основні фактори впливають на вибір типу ходової частини.

**Ключові слова:** дорожні машини, будівельні машини, міні навантажувачі, ефективність, експлуатація.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями:** Розробка оптимальної конструкції дорожніх і будівельних машин, а також вирішення питань адаптації конструкції машин до конкретних умов експлуатації виконується протягом трьох десятиліть і залишаються актуальними при вирішенні питань підвищення ефективності механізації промислового, цивільного і дорожнього будівництва.

Науковці та практики приділяють значну увагу питанням підвищення надійності машин і зниження експлуатаційних витрат. Дані питання можуть бути вирішені не тільки на стадії проектування і виробництва машин, але і на стадії їх оптимального вибору і експлуатації.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Дослідженнями ефективності застосування будівельних і дорожніх машин займалися багато видатних вчених, як технічних напрямів, так і економістів. У зв'язку з цим теорія містить різні погляди на суть і структуру методів і заходів підвищення ефективності експлуатації даних машин, у тому числі і що з'явився відносно недавно класу - міні навантажувачів.

**Постановка завдання.** Для формування методичних рекомендацій, що стосуються раціонального вибору типу рушія міні навантажувачів, необхідно розглянути основні фактори, що впливають на цей вибір, проаналізувати вплив кожного фактора на раціональність застосування того чи іншого рушія в конкретних умовах експлуатації.

**Викладення матеріалу і результати.** Міні навантажувачі з бортовим поворотом були розроблені для роботи в обмеженому просторі. У порівнянні з більш великим класом машин - компактними навантажувачами, міні навантажувачі мають ряд переваг, таких як велику гідравлічну продуктивність, менший розмір, кращу оглядовість для оператора, легкість заміни навісного обладнання та управління. В якості навісного обладнання міні навантажувачі з бортовим поворотом можуть використовувати відвал, вила для піддонів, бур, щітку, планувальник, траншеєкопач, ківш, снігоочисник, екскаваторне обладнання та ін. Переваги міні навантажувачів зумовили їх широке застосування як в новому будівництві, так і при проведенні реконструкції та ремонтів будівель і споруд.

Основним виробником міні навантажувачів з бортовим поворотом є Bobcat Company [1], яка займає в цьому сегменті більше 50% світового ринку. Серед виробників у Bobcat найбільш широкий модельний ряд - 11 моделей вантажопідйомністю від 318 до 1400 кг і більше 50 видів навісного обладнання [2]. Друге місце на світовому ринку міні навантажувачів займає компанія Caterpillar [3], що пропонує 10 моделей навантажувачів вантажопідйомністю від 635 до 1225 кг. Крім цих компаній, випуском міні навантажувачів також займаються Case, Thomas, JCB, Komatsu, Volvo і ряд інших.

Міні навантажувачі з бортовим поворотом можуть оснащуватися як колісним, рис. 1 так і гусеничним, рис. 2 рушієм. Гусеничні міні-навантажувачі з бортовим поворотом відносно новий напрямок у світовому машинобудуванні.



Рис. 1. Міні навантажувач з колісним рушієм



Рис. 2. Міні навантажувач з гусеничним рушієм

Ініціаторами створення такої техніки, як і у випадку з колісними міні-навантажувачами, стали відомі американські виробники техніки.

Перші моделі гусеничних навантажувачів з'явилися на ринку наприкінці 80-х років у модельному ряду таких виробників, як Bobcat, Gehl & Mustang

і Caterpillar.

Сьогодні така техніка є практично у всіх великих європейських і японських виробників.

Причина швидкого розвитку ринку гусеничних міні навантажувачів полягає в тому, що при зміні коліс на гусениці істотно змінюється специфіка вживаності техніки.

Якщо трактор міні-навантажувач з бортовим поворотом є багатофункціональною одиницею для експлуатації переважно в комунальному господарстві, то його гусеничний аналог вважається вже по-вноцінної будівельною машиною [4].

Вибір між шинами і гусеницями, перш за все, визначається областю застосування машини.

Ринок компактних гусеничних навантажувачів отримав найбільший розвиток в останні десятиліття - коли при виборі типу машини критерій продуктивності став переважати над критерієм ціни. Але з економічною кризою інтерес покупців було переміщено назад до навантажувачів з шинами. Зараз компактні гусеничні вантажники становлять від 20 до 25 % ринку, в той час як частка компактних колісних навантажувачів становить від 75 до 80 % [5].

Тенденція щодо застосування гусеничних міні навантажувачів з'явилася як результат бажання будівельників виконувати роботу швидше незалежно від витрат на придбання або експлуатацію машини.

З економічним спадом, підрядники стали більш вибагливі і шукають способи управляти витратами на обладнання більш ефективно. В рамках цього, вони додають в парк машин колісні навантажувачі, тому що вони в змозі виконати багато з тих же завдань, що і гусеничні вантажники, але при більш низьких операційних витратах.

При виборі між колісною або гусеничною машиною, слід, перш за все, представляти, яке навісне обладнання буде використовуватися в процесі експлуатації.

Ефективність використання наявного обладнання, а також те, який тип обладнання слід вибрати для підвищення прибутковості та ефективності в майбутньому, перш за все, залежить від умов експлуатації техніки. При цьому важлива область застосування машини: нове будівництво або реконструкція, твердий, сухий або розмоклий ґрунт. Крім того істотне значення має і середня відстань переміщення машини на робочому місці.

Для робіт, що потребують додаткової тяги при переміщенні матеріалу на м'якому або розмоклому ґрунті, ідеальним є гусеничний рушій.

Гусениці мають велику площу контакту з поверхнею, що робить їх кращими для планувальних і землерийних робіт. Гусеничні машини дуже підходять для нових будівельних проектів, де немає підготовлених шляхів.

При кращій всюдихідності і більш тривалому сезоні роботи в мокрих або брудних умовах, компактні-гусеничні вантажники забезпечують чудове утримання машини на розмоклій поверхні, тягу і менше пошкодження ґрунту.

Гусеничні вантажники також мають більш стабільну платформу для навісного обладнання, але при цьому меншу загальну максимальну швидкість руху.

Враховуючи відмінність у властивостях ґрунтів, вибір між колісним і гусеничним приводом може також залежати від регіону проведення робіт. У деяких регіонах, гусеничний привід більш затребуваний, і може продовжити робочий сезон через його здатності не грузнути в розмоклому ґрунті.

У регіонах, де ґрунт частіше сухий і твердий, важко знайти підприємство, що володіє гусеничним навантажувачем. У центральній частині України, де ґрунт представлений глиною або піском і умови можуть змінюватись в залежності від погоди, деякі підрядники володіють обома типами машин.

Для проектів, що будуть реалізовуватися на закріплених ґрунтах або в умовах реконструкції будівель і споруд, більш підійдуть колісні машини, тому що на асфальтованих поверхнях шини зношуються повільніше, ніж треки.

Це особливо важливо при використанні навантажувачів на бетонних і асфальтових роботах, що вимагають значних переміщень по будівельному майданчику.

Ряд робіт, виконуваних у зимовий час, також більш підходять для колісних машин. Колісний привід незамінний при збиранні та вивезенні снігу. Колеса можуть продавити розмоклий і пухкий сніг або бруд і дістатися до більш міцної поверхні зчеплення.

Для роботи в умовах, коли можуть стати проблемою проколи шин, слід розглянути можливість придбання набору шин з пінним наповнювачем, рис. 3. Це дозволить усунути простої, пов'язані зі спущеним колесом, і зберегти при цьому їздові характеристики пневматичної шини.

Враховуючи те, що найбільшим стримуючим фактором для багатьох покупців гусеничних машин є їх ціна, виробники намагаються боротися за більш тривалий термін служби гусеничного приводу, приріст продуктивності і поліпшення плавності ходової системи.

Рис. 3. Шина з пінним наповнювачем



З'ясування, що важливіше ціна або продуктивність є ключовим моментом при виборі між гусеницями і колесами.

Навантажувачі з колісною ходовою частиною мають більш низьку початкову вартість при тому ж розмірі машини і більш низькі витрати на експлуатацію, тому що шини коштують набагато менше, ніж гумові гусениці.

Комплект шин для навантажувача може коштувати від 3600 до 8000 грн і працювати від 600 до 1000 годин.

Гумові гусениці коштують від 12000 до 32000 грн за комплект і можуть експлуатуватися від 1200 до 1600 годин.

При правильній експлуатації, гумові гусениці працюють удвічі довше, ніж шини.

Тим не менш, до цих пір шини коштують значно менше гусениць.

У цілому, гусениці коштують дорожче в обслуговуванні, ніж колеса, тому вартість обладнання для їх обслуговування також може грати свою роль.

При тому, що відношення вартості до часу експлуатації для шин найчастіше нижче, ніж для гусениць, час простою або ризик простою під час заміни шин або гусениць більше для колісних міні навантажувачів.

Саме тому багато виробників машини перейшли на використання для своїх вилкових навантажувачів тільки монолітних шин.

Для будь-якого типу приводу найбільше значення мають витрати на технічне обслуговування.

Як правило, вартість утримання машин оснащених гусеницями більше, ніж машин з колісним приводом, але це залежить від виду машин, ґрунтів на яких вони працюють і особливо від методів роботи операторів, що роблять вплив на ці витрати.

При правильних умовах експлуатації гусеничний привід може окупитися менш ніж за 18 місяців.

Економія на первісній вартості не завжди окупається.

Якісний товар завжди дорожче.

Простій машини коштує дорого, тому навантажувач і навісне обладнання повинні бути довговічними і надійними.

Слід вибирати обладнання, яке більш підходить для машини, на якій воно буде застосовуватися. Слід вибирати машину, яка задовольняє потреби не менше, ніж на 85-90 %.

Для міні навантажувачів, періодично працюючих то на жорстких, то на скелястих то на розмоклих поверхнях, альтернативою покупці або оренді компактного гусеничного навантажувача може бути набір гусениць, що надягають поверх коліс, рис. 4.



Рис. 4. Гусениця для колісного навантажувача

Навантажувач з колісним приводом більш мобільний на жорстких і щільних поверхнях, але він може бути тимчасово оснащений гусеницями для кращої флотації та мобільності на брудній або мокрій поверхні, або для зменшення ушкодження дерну при озелененні або посадки дерев.

Гусениці, що надягають на колеса можуть збільшити продуктивність машини, але вони також можуть пошкодити тротуари і бордюри.

Гумові гусениці необхідно використовувати в районах з існуючою забудовою, мають поліпшені поверхні, а сталеві гусениці використовувати в районах з м'яким ґрунтом або районах нового будівництва.

Гусениці, що надягають на колеса зазвичай можуть бути встановлені протягом 30 хвилин і віддалені приблизно за 10 хвилин. Вони варіюються в ціні від 10000 до 20000 гривень залежно від моделі машини, ширина колії і довжини.

**Висновки та напрямок подальших досліджень:** У кожного типу приводів є свої плюси і мінуси. Це важливо розуміти при здійсненні вибору між колісними або гусеничними машинами.

У даному випадку не може бути універсального правильного вибору, але є правильний вибір для кожного конкретного виду робіт.

Хоча індустрія в цілому в даний час більше схиляється до більш низької ціни шин, можна припустити, що ринок гусеничного обладнання в майбутньому буде дорівнювати або навіть перевершувати ринок колісних машин.

У разі продовження підйому в будівельній галузі, компактні гусеничні навантажувачі знову можуть стати таким ж популярними, як колісні навантажувачі, за рахунок їх високої продуктивності.

#### Список літератури

1. Skid steer loaders [Електронний ресурс]//Офіц. сайт компанії – Режим доступу <http://www.bobcat.eu/bobcat/products/loaders/SSL/SSL.page?>
2. MT55 Mini Tracked Loaders [Електронний ресурс]//Brochure – Режим доступу [http://www.bobcat.eu/assets/imported/transformations/content/product-details/%7Blanguage%7D\\_Brochure/FFE98DCF7FA640909A1401BF3812AD2B/MT55\\_EN.pdf](http://www.bobcat.eu/assets/imported/transformations/content/product-details/%7Blanguage%7D_Brochure/FFE98DCF7FA640909A1401BF3812AD2B/MT55_EN.pdf)
3. Compact Track Loaders [Електронний ресурс]//Brochure – Режим доступу [https://cpc.cat.com/ws/assets/C673636\\_t1.pdf](https://cpc.cat.com/ws/assets/C673636_t1.pdf)
4. Добровольская Н.В. Рынок погрузчиков - экономика проснется, когда уснет политика // BUILD Review – 2009 – №7 – С. 32-34
5. Садыков Ф.Р. Мал, да удал : обсуждение текущего положения дел в производстве, продаже и применении колесных и гусеничных мини-погрузчиков : техника // Строительная техника и технологии. - 2013. - № 2.- С. 36-52.

Рукопис подано до редакції 12.03.14

УДК 544.3: 669.295

Л.Д. ЕРМАК, канд. химич. наук, доц., В.В. ТКАЧ, канд. техн. наук, проф.,  
Д.Ю. БАБОШКО, аспирант, Криворожский национальный университет

### АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ РАВНОВЕСИЙ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВ

При исследовании восстановительных процессов металлургического производства в настоящее время широко распространено моделирование возможного направления протекания химических реакций с применением прикладных вычислительных программ. Результаты таких исследований часто представляются в виде массивов данных и компактных графических материалов, дающих возможность оценить общее направление химических процессов и их зависимость от температурного режима и состава исследуемых продуктов, однако не всегда доказательно подтверждающую полноту реакций, возможность одновременного протекания нескольких процессов, участие в этих процессах посторонних веществ. Приведена методика применения метода материального баланса для анализа  $Fe_2O_3-FeO-TiO_2-V_2O_5-20\%C-1\%CaF_2$  результатов термодинамических расчетов с использованием специализированных компьютерных программ. Метод может быть использован при изучении других термодинамических систем в металлургии.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Рациональная и комплексная переработка минерального сырья, была и есть одной из важных и сложных проблем. Для Украины представляет большой интерес разработка технологии переработки отечественных месторождений титаномагнетитовых руд. Одним из методов переработки титаномагнетитовых продуктов с высоким содержанием титана может быть твердофазный способ металлизации. Для разработки технологии необходимо проведение комплексных исследований по изучению превращений компонентов в продуктах переработки руд [1-2].

**Анализ исследований и публикаций.** При исследовании восстановительных процессов металлургического производства в настоящее время широко распространено моделирование возможного направления протекания химических реакций с применением прикладных вычислительных программ [3]. Результаты таких исследований часто представляются в виде массивов данных и компактных графических материалов, дающих возможность оценить общее направление химических процессов и их зависимость от температурного режима и состава исследуемых продуктов, однако не всегда дока-