

основі перерахованих реалізованих заходів і етапів може прийматись рішення про розробку тих чи інших довгострокових технологічних версій управління ризиками.

Список літератури

1. **Афанасьєв Є.В.** Економіко-математичне моделювання ризику великих промислових підприємств з монопродуктивним виробництвом: [монографія] / **Є.В. Афанасьєв.** – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – 234 с.
2. **Калініченко О.В.** Визначення сутності поняття комплексної системи економічної оцінки геомеханічних ризиків / **О.В. Калініченко** // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2010. – №3. – С. 100-102.
3. **Вітлінський В.В.** Ризик у менеджменті / **В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний.** – К.: ТОВ „Борисфен – М”, 1996. – 336 с.
4. **Кремер Н.Ш.** Исследование операций в экономике: [учебное пособие для вузов] / **Кремер Н.Ш., Путько Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н.** (под ред. проф. Н.Ш.Кремера). – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ. – 1997, 407 с.
5. **Трухаев Р.И.** Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 151 с.

Рукопис подано до редакції 12.04.12

УДК 622.341.1:620.9

С.В. МАКСИМОВ, канд. економ. наук, доц.,
О.А. ТЕМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., Г.В. ТЕМЧЕНКО, асистент
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ В ПРОЦЕСІ ВИДОБУТКУ І ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ

Досліджено передумови впровадження енергозберігаючих заходів на основних операціях технологічного процесу видобутку та переробки залізної руди на гірничо-збагачувальних підприємствах, що дозволить зменшити матеріально- та енергомісткість кінцевої продукції та підвищити її конкурентні переваги у відповідності до сучасних вимог ринку залізорудної сировини.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Особливістю сучасного розвитку світової економіки є зростання обсягів виробничо-господарської діяльності, а відтак - збільшення частки споживання ресурсів, перш за все енергетичних. Як відомо, Україна належить до енерговитратних держав, тому за рахунок власних джерел вона задовольняє свої потреби у енергетичних ресурсах менш ніж на 50 %. Водночас гірничодобувна галузь промисловості характеризується надмірними витратами цих ресурсів на одиницю валового внутрішнього продукту. В умовах різкого коливання цін на мінеральні ресурси, особливо в кризовий (наприкінці 2008 р.) та післякризовий період господарювання, значного рівня інфляції на фоні суттєвого підвищення банківських ставок (відсотків) за кредит, недостатності кредитних коштів навіть у потужних гірничорудних підприємств для розширеного відтворення практично спрацьованих основних засобів, продовження застосування застарілих енерговитратних технологій призводить до нерентабельного освоєння значної частини балансових запасів залізорудних родовищ корисних копалин.

Основний обсяг залізної руди, що видобувається відкритим способом розробки родовищ корисних копалин в Україні, Росії та країнах СНД - це залізисті кварцити, які вимагають глибокої переробки перед відправленням на гірничо-металургійні заводи (дроблення, подрібнювання, класифікація, магнітна сепарація, зневоднювання залізорудного концентрату, окускування концентрату, випал обкотишів або виробництво агломерату. При цьому середня питома витрата електроенергії (як найбільш вагомий складової витрат виробництва) на залізорудних гірничо-збагачувальних підприємствах Росії становить 44-45 кВт·год на 1 т видобутої й переробленої руди та 125-126 кВт·год на 1 т отриманого концентрату. На комбінатах, де кінцевим продуктом є залізорудні обкотиші, енергоємність видобутку й переробки 1 т залізної руди становить 61-62 кВт·год, а на підприємствах, де товарним продуктом є залізорудний концентрат - 38-45 кВт·год. Послідовне руйнування скельної руди відбувається головним чином у ході трьох процесів: буріння - підривання, дроблення й подрібнювання. Так, на залізорудних комбінатах Росії, близько 70% загальнопромислових енерговитрат розподіляються по вказаним трьом процесам у наступній пропорції: 3; 7; 60 %. У собівартості залізорудного концентрату процеси руйнування руди

становлять 58-60 %, у тому числі буріння - підривання - 5,5-6%; дроблення - 3,9-4,2%; подрібнювання - 48-50 %. При цьому, витрата електроенергії на видобуток і переробку 1 т залізистих кварцитів у Росії становить у середньому 45 кВт·год, у тому числі 31 кВт·год/т руди витрачається на подрібнювання залізистих кварцитів у млинах на збагачувальному переділі, що і підтверджується показниками, наведеними в таблиці 1 та 2. З зазначених даних випливає, що подрібнювання руди в млинах є самим енергоємним процесом, оскільки на нього доводиться до 50 % обсягу енерговитрат при видобутку й переробці залізистих кварцитів. Отже, собівартість концентрату, одержуваного при збагаченні залізистих кварцитів, приблизно на 50% формується за рахунок енергоємності подрібнювання їх у млинах. [1]. Більше того, з подальшим зниженням вмісту заліза в руді й відповідно підвищенням цін на енергоносії складова енерговитрат у формуванні виробничої собівартості залізородного концентрату (обкотишів або агломерату) буде неодмінно зростати, що і підтверджують фактичні питомі норми споживання електроенергії по операційним циклам гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізького залізородного басейну України, зокрема ПАТ "Інгулецький ГЗК" на 2010 р. Так, витрати електроенергії на виробництво 1 т концентрату складає 142,03 кВт·год, у тому числі: проведення розкривних робіт (м³) 3,7 кВт·год; видобуток руди (т) 1,05; дроблення руди (т) 3,25; збагачення руди (т) 35,79; магнітно-флотаційне доопрацювання концентрату (т) -14,80; технічне водопостачання (м³) 0,180; перекачування пульпи (м³) - 0,420; електрофікований транспорт (ткм) - 0,125.

Таблиця 1

Енерговитрати по основних переділах технологічного циклу видобутку й переробки залізородної сировини на гірничо-збагачувальних комбінатах Росії

ГЗК	Видобуток	Дроблення	Збагачення	Хвостове господарство	Разом
Лебединський	9,63/3,89	2,22/0,90	70,07/28,36	14,32/5,80	96,24/38,96
Михайлівський	15,38/5,51	7,00/2,50	90,46/32,42	17,90/6,42	130,74/46,86
Стойленський	16,30/7,51	15,20/7,00	58,56/27,00	23,20/10,69	113,26/52,19
Оленегорський	7,20/2,48	8,15/2,81	65,20/22,48	27,60/9,51	108,15/37,29
Костомукшський	7,27/2,84	8,20/3,20	84,62/33,05	27,40/10,70	127,49/49,80

Питома витрата електроенергії, кВт год/т, в 2006 році: чисельник - на 1 т концентрату; знаменник - на 1 т руди.

Разом із зазначеними витратами та витратами на природний газ, вибухові речовини і стисле повітря нормального і підвищеного тиску, значна частка енерговитрат (до 20 % на гірничо-збагачувальних підприємствах пов'язана з переміщенням гірничої маси до кінцевих пунктів розвантаження (відвали пустих порід, приймальні бункери дробарно-збагачувальних фабрик, рудні склади тощо). Отже, раціональне використання енергоресурсів, у тому числі вторинних та відходів, у процесі виробництва (насамперед, дизельного палива), дозволить знизити матеріало- та енергомісткість кінцевої продукції, підвищити продуктивність праці та рентабельність виробництва, а впровадження новітніх технологій замкнутого циклу переробки залізородної сировини - зменшити негативний вплив на екологію та навколишнє середовище.

Таблиця 2

Енерговитрати по основним процесам переділів технологічного циклу видобутку і переробки залізородної сировини на гірничозбагачувальних комбінатах Росії

Операції	W, кВт·год/т	З, ум.од./т.
	Рудник	
Буріння	0,4...0,5	0,2...0,26
Підривання (енергія вибуху)	0,5...0,7	0,7...0,94
Екставація	0,5...0,6	0,108 0,012
Внутрішньокар'єрне транспортування руди автосамоскидами (енергія палива, що витрачається)	3...3,5	0,25...0,26
Транспортування руди залізничним транспортом (рудник-фабрика)	2...3	0,35...0,36
Підсумок по руднику	6,4...8,3	1,6...1,92
Перша стадія дроблення	0,8...0,9	0,16...0,2
Друга стадія дроблення	1,0...1,1	0,2...0,22
Третя стадія дроблення	1,2...1,4	0,26...0,3
Разом по дробленню руди	3...3,5	0,62...0,74
	Збагачувальна фабрика	
Перша стадія подрібнювання:		
у стержневому млині	4,0...4,6	1,4...1,6
у кульовому млині	8,0...9,6	2,6...3,0
Друга стадія подрібнювання в кульовому млині	8,0...10,0	2,6...3,2

Третя стадія подрібнювання в кульовому млині	8,0...10,0	2,6...3,2
Мокра магнітна сепарація	0,7...0,8	0,6...1,0
Дешламація	0,2...0,25	0,2...3,2
Внутрішньофабричне перекачування пульпи й класифікація	4,8...5,2	2,0...2,4
Фільтрація	1,1...1,3	1,0...1,4
Перекачування хвостів і оборотне водопостачання	9,0...10,0	2,4...3,0
Разом по збагачувальній фабриці	37,0...47,0	12,8...17,4
Усього на залізрудних підприємствах Росії	40,0...50,0	15,2...20,0

W - витрата електроенергії на 1 т руди; З - собівартість процесу в перерахунку на 1 т отриманого концентрату (при умові, що 1 ум.од.=1 американському долару).

Однак відсутність необхідних інвестицій і відповідно коштів для впровадження у виробництво інноваційних технологій з низькою питомою енергомісткістю зменшує рівень використання потенціалу гірничо-збагачувальних підприємств і не забезпечує, враховуючі значні поточні витрати виробництва, підтримання необхідного рівня конкурентоспроможності їх продукції (за номенклатурою, якісними та вартісними показниками) на внутрішніх та зовнішніх ринках залізрудної сировини.

Аналіз досліджень та публікацій. Обґрунтування проблеми застосування енергозберігаючих заходів вже тривалий час є предметом досліджень багатьох вчених та державних діячів, зокрема Іванова М.І., Хижняка Л.Т., Липницького Д.В., Коніщева Н.Й., Балашова Р.І. та інших. Економічним аспектам функціонування гірничих підприємств, проблемам формування ефективних механізмів управління ресурсозбереженням на гірничо-металургійних підприємствах СНД присвячені також наукові праці В. Тарана, А. Богатирьова, Р. Балашової, І. Півоварчук, О. Харламової, Л. Рубан, С. Половнікової, А. Астахова, Н. Архіпова, Ж. Галієва, В. Ковалю, Н. Лобанова, І. Петрова, А. Петросова, В. Пономаренко, М. Рєвазова, С. Резніченко, В. Харченко та інших. Однак на сьогоднішній день не існує єдиного підходу у працях науковців щодо питань економії ресурсів: не розроблений єдиний критерій ресурсо- та енергозбереження на гірничо-збагачувальних підприємствах; не обґрунтовано склад показників оцінки ефективності енергозберігаючої діяльності підприємств. Не дивлячись на те, що та база, яка вже розроблена, висвітлює широкий спектр сучасних напрямів вдосконалення механізму ресурсозбереження, вони не носять комплексний характер в частині зниження енергоємності кінцевої товарної продукції по всьому технологічному циклу видобутку і переробки залізрудної сировини.

Постановка завдання. Тому, в умовах обмежених фінансових можливостей гірничо-збагачувальних підприємств існує об'єктивна необхідність створення та широкого застосування енергозберігаючих технологій з можливістю модернізації вже існуючих технологій видобутку і переробки рудної сировини та їх подальшого удосконалення, а також розробки невідкладних заходів з питань суттєвого зниження найбільш питомих витрат виробництва до рівня світових стандартів, що забезпечить стабільну та ефективну роботу підземних рудників, шахт, залізрудних кар'єрів і гірничозбагачувальних підприємств України.

Викладення матеріалу та результати. У зв'язку з вищевикладеним, одним з головних завдань стратегії енергозбереження на залізрудних гірничо-збагачувальних підприємствах є вдосконалення існуючих і розробка нових, менш енергоємних способів і технічних засобів руйнування та переробки рудної сировини на всіх стадіях (переділах) технологічного процесу.

З тактичних міркувань необхідно прагнути до того, щоб руйнування руди на кожній попередній стадії здійснювалося так, щоб знижувалася енергоємність на наступних стадіях її руйнування. Так, на початкових стадіях рудопідготовки необхідно розрахувати оптимальні витрати на бурові роботи, які залежать від міцності гірничих порід певного родовища, вартості машино-зміни буріння, розмірів сітки свердловин, висоти уступу, довжини свердловини, годинної швидкості буріння, часу зміни і коефіцієнта використання бурового верстата в залежності від його принципу живлення (електроенергія або дизельне паливо). Тому, на стадії обурення гірничого масиву слід застосовувати такі техніку й технологію, які дозволяли б одержувати зарядні порожнини заданої конфігурації, що сприяють підвищенню ефективності вибухової відбійки руди- встановленню найбільш оптимальних середніх розмірів кусків розрихленого вибухом масиву з максимальним виходом гірничої маси з 1 м свердловини. [3]. Крім того, зниження кусковатості гірничої маси після вибухового руйнування породного масиву має й ряд додаткових переваг: підвищується продуктивність виймально-навантажувального

устаткування (див. рис. 1), розширюється область застосування високотехнологічних гідравлічних екскаваторів і колісних навантажувачів, з більшою ефективністю використовуються елементи циклічно-потоккової технології (ЦПТ), зокрема конвейєрного транспорту. Встановлено, що продуктивність екскаваційних машин жорстко залежить від середнього розміру куска підірваної гірничої маси $d_{\text{ср}}$, змінюючись при ширині ковша B від мінімуму до максимуму в інтервалі $B/3 \leq d_{\text{ср}} \leq B/11$ (при розмірі негабариту $> B/3$). Оптимальним, з урахуванням витрат по всьому технологічному ланцюгу, вважається співвідношення $d_{\text{ср}} = B/6,5$. [2].

При внутрішньокар'єрному (вибуховому) руйнуванні гірничої маси подальший пошук енергозберігаючих методів буровибухових робіт доцільно проводити в напрямку використання теорії пружності, оскільки скельні породи з великим ступенем коректності можна вважати пружними тілами. Як відомо, фізична енергоємність руйнування пружних твердих тіл (без обліку втрат енергії в руйнуючому механізмі), до яких можна віднести й залізні руди, зокрема, залістисті кварцити, описується рівнянням [4]

$$Y = \sigma^2 / 2E,$$

де σ - межа міцності при руйнуванні (на стиск або на розтягання, або на зрушення); E - модуль пружності.

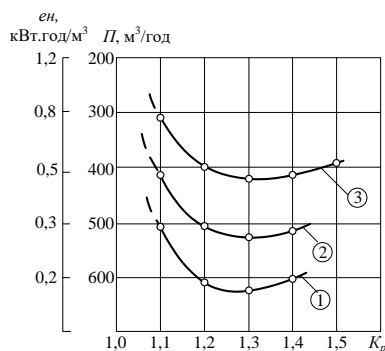


Рис. 1. Зміна питомої енергоємності навантаження 1 м³ гірничої маси та продуктивність екскаватора ЕКГ-8І в залежності від коефіцієнта розпушення та якості дроблення порід: відповідно 1;2;3- для середніх діаметрів кусків підірваної гірничої маси 200; 300 і 400 мм

Необхідно також відмітити, що межа міцності скельних гірських порід у 9-10 разів більше межі їх міцності на розтягання й у 6-7 разів більше межі міцності на зрушення. Відповідно енергоємність руйнування таких порід розтяганням і зрушенням буде приблизно в 90 і 40 разів менше енергоємності руйнування їх стиском. Крім цього, енергоємність руйнування скельної породи буде тем менше,

чим більше модуль її пружності. Враховуючи, що статичний модуль пружності скельних порід приблизно на 30% менше динамічного, впливає практична рекомендація: для зниження енергоємності руйнування порід необхідно, щоб руйнуюча сила мала максимальну динамічність. З наведеного можна зробити висновок, що для ефективного руйнування скельних гірських порід необхідно піддавати їхнім розтягувальним і зрушенням напругам при максимально можливій швидкості прикладання руйнуючої сили. Приклад руйнування скельних порід розтягувальними напругами при обуренні уступів вже почали реалізовувати на залізничних кар'єрах при видобутку залістистих кварцитів при термічному розширенні піонерних вибухових свердловин, пройдених шарошечними верстатами по розширеній сітці (від 8×9 до 9×10 м) з утворенням котлових зарядних порожнин діаметром до 460-480 мм. Руйнування породи тут відбувається за рахунок розтягувальних напруг, що виникають на деякій глибині від поверхні, що нагрівається, і формуються під дією стискаючих напруг, спрямованих паралельно цієї поверхні.

При підриванні породного масиву є практична можливість корисного використання й зрушення напруг. Згідно з теорією пружності, при площинному стиску твердих тіл максимальні дотичні (зрушені) напруги в них виникають на площадках, розташованих під двограним кутом в 45° стосовно стискаючої площини. Цим фізичним явищем можна досить ефективно скористатися при вибуховій відбійці шаруватих руд з метою їх міжзернового розміщення й, як наслідок, зниження енергоємності наступного подрібнювання таких руд у млинах. Найбільш типовими представниками шаруватих міцних руд якраз і є залістисті кварцити, що володіють виразною анізотропією своєї мікротекстури: розміри мінімальних зерен у них у напрямку, паралельному шаруватості, більш ніж у 1,5 рази більше розміру зерен у напрямку, перпендикулярному шаруватості. Як наслідок, площа зрощення мінеральних зерен у залістистих кварцитах із суміжними зернами по площинах, паралельних шаруватості, майже в 2,5 рази більше площі їх зрощення по площинах, перпендикулярних шаруватості. У стільки ж разів можуть бути знижені енерговитрати в млинах при розкритті мінеральних зерен (магнетиту) по площинам їх зрощення, якщо послабити вертикальні міжзернові зв'язки зрушеннями напругами в процесі масового вибуху. Для цього вибухову мережу треба побудувати так, щоб квазіпласка хвиля

стиску при вибуху свердловин одного ряду комутації утворювала двограний кут із площиною шаруватості, рівний 45° [2]. Ідеальним випадком руйнування руд була б така ситуація, коли в масиві, що руйнується, або в куску руди під дією прикладених сил (фізичних полів) виникають напруги чистого зрушення або чистого розтягання, а при подрібнюванні руди напруги чистого зрушення або чистого розтягання виникають головним чином на границі розділення мінеральних зерен. Однак у чистому виді цього добитися при застосуванні існуючих технологій практично неможливо, тому що у всіх перерахованих процесах механічна руйнівна сила прикладається до поверхні породи: при бурінні - до поверхні вибою свердловини, при підриванні - до бічної поверхні свердловини і її вибою, при дробленні й подрібнюванні - до поверхні куска руди.

Варто також зазначити, що на принципі використання розтягувальних напруг засноване й електротермічне руйнування негабаритів, досить широко розповсюджене на залізородних кар'єрах. Отже, на стадії вибухової відбійки слід застосовувати новітні вибухові речовини і відповідні схеми комутації вибухової мережі, які сприяли б розміщенню руди й підвищенню ефективності її наступного дроблення й подрібнювання. Так, на дробарно-збагачувальних переділах розміщення кусків руди розтягувальними й зрушуваними напругами перед подачею її в млин можна здійснити, якщо ці напруги будуть формуватися не на поверхні, а усередині цих кусків. Це можливо застосувати до руд, що містять мінерали-магнітостриктори й мінерали-електростриктори, якщо таку руду піддати магнітно-імпульсній обробці (МІО). Явища магнітострикції й електрострикції супроводжуються зміною форми мінералів-феромагнетиків і мінералів - електрострикторів (для залістистих кварцитів породоутворюючі мінерали відповідно магнетит і кварц) без зміни обсягів. При цьому в руді на межах мінералів-магнітострикторів і мінералів-електрострикторів з іншими мінералами за рахунок вищезазначених явищ виникають розтягувальні й зрушувальні напруги, що забезпечує розміщення міжзернових зв'язків у руді й, як наслідок, сприяє зниженню енергоємності її подрібнювання в млинах при оптимальному ступеню завантаження дробарки (див. рис. 2), а також підвищенню показників витягу корисного компонента з концентрату.

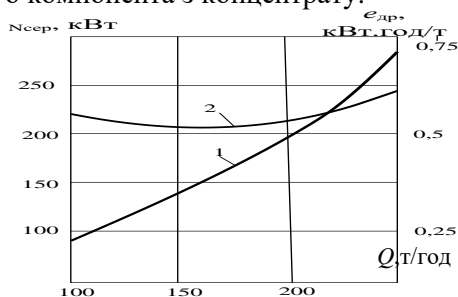


Рис. 2. Зміна споживання потужності $N_{ср}$ (1) та питомої енергоємності подрібнення $\epsilon_{др}$ (2) залежно від ступеня завантаження дробарки Q

Отже, на сьогодні стратегічне завдання удосконалення процесів руйнування і дроблення залістистих кварцитів можна сформулювати як створення та оперативне впровадження в технологічний процес видобутку і переробки мінеральної сировини сучасних енергозберігаючих способів і засобів внутрішньокар'єрного руйнування

руд за рахунок зрушених і розтягувальних напруг на відміну від відомих, переважно, стискаючих напруг.

Разом з руйнуванням гірничої маси, найбільших енерговитрат на залізородних кар'єрах вимагає перевезення розкривних порід у зовнішні відвали. Альтернативний, пов'язаний з меншими енерговитратами спосіб переміщення розкривних порід їх перевалкою у вироблений простір кар'єру (внутрішній відвал) драглайнами, має обмежену область застосування. Доставка руди на поверхню забезпечується тільки кар'єрним (колісним, конвейерним або комбінованим) транспортом.

Співставлення основних видів кар'єрного транспорту - автомобільного, залізничного й конвейерного - за критерієм енергетичної ефективності показує очевидну дорожнечу й підвищену енергоємність першого з них, оскільки теплова енергія (дизельне паливо) більш ніж у 2 рази дорожче електричної; питома енергоємність перевезення (1 г умовного палива в розрахунку на 1 т перевезеного вантажу на відстань у 1 м, г. у.п./ т м) у автомобільного транспорту приблизно на 20 % вище, ніж у залізничного, і у 1,8-2, 5 рази більше, ніж у конвейерного. Із зростанням глибини розробки родовищ корисних копалин різниця в енергетичних показниках стає ще більш відчутною. Так, на глибоких залізородних кар'єрах енергетична ефективність конвейерного транспорту вже в 1,9-2,2 рази вище, ніж у залізничного, і в 2, 4-3 рази вище, ніж у автомобільного.

Виходячи з цього, впливає висновок про доцільність із енергетичної точки зору

використання кар'єрного автотранспорту не по всьому маршруту, а тільки в якості складальної ланки в комбінованій транспортній системі: автомобільно-залізничної або автомобільно-конвейерної, за якої технологічні переваги автомобільного транспорту (мобільність, маневреність, придатність для селективного виймання руди тощо) у стиснутих умовах робочої зони глибокого кар'єру стають вирішальними і незамінними. Разом з тим, з позицій енергоефективності гірничо-збагачувального виробництва, потрібно прагнути до мінімізації розмірів зони складальних автоперевезень (і, відповідно, плеча відкочування) шляхом більш глибокого введення магістрального транспорту в кар'єр, застосування напівстаціонарних і пересувних (мобільних) перевантажувальних пунктів (дробарок).

Використання останніх, до речі, дає можливість ще більше знизити енергоспоживання за рахунок часткових (з двох горизонтів із трьох) автоперевезень «зверху вниз», оскільки питома витрата палива при русі навантажених самоскидів на спуск скорочується до 1,75 раза порівняно з роботою на підйом, а продуктивність машини при цьому зростає на 15-40 %. У тих же випадках, коли автомобільний транспорт виступає в якості магістрального (і єдиного по всьому маршруту), його енергетичну ефективність можна підвищити переходом на транспортні засоби з подвійним живленням (дизель-тролейвози) і застосуванням підвищених (10-12 %) ухилів автодоріг.

Розрахунками встановлено, що в енергетичному й вартісному відношенні використання дизель-тролейвозів стає вигідним при наступних початкових умовах: обсяг перевезень гірничої маси - 8-10 млн т/рік, довжина електрифікованої ділянки траси - 1,8-2 км, висота електрифікованого підйому - 100 м.

Ефективність цих машин при більшій висоті підйому різко зростає. При переході на дизель-тролейвозне відкочування й збільшенні ухилу автодоріг до 10-12 % коефіцієнт корисного використання енергії у автомобільного транспорту складе 7,6-7,8 %, тобто наближається до показників залізничного транспорту^[2].

Висновки та напрямки подальших досліджень. Аналізуючи вищевикладені енергетичні показники сучасних гірничо-збагачувальних підприємств, можна визначити першочергові стратегічні і тактичні завдання щодо удосконалення процесів руйнування, переміщення і подальшої переробки гірських порід з застосуванням нових видів техніки й технології на всіх стадіях гірничого виробництва.

Особливе місце у вирішенні цих проблем займає розробка нових методів ослаблення міжкристалічних зв'язків у залізистих кварцитах на стадіях їх видобутку, дроблення й подрібнювання. У зв'язку з цим, великий науково-практичний інтерес представляють розробки енергозберігаючих способів вибухової відбійки залізистих кварцитів на кар'єрах, що забезпечують їх розміщення на різних структурних рівнях з одночасним поліпшенням технологічних властивостей.

Виходячи з того, що коефіцієнт корисної дії вибуху не перевищує 1-1,5 %, наукові й практичні розробки, пов'язані з підвищенням ефективності використання енергії вибуху, представляються актуальними і мають більші потенційні можливості в перспективі.

Крім того, на стадіях дроблення й подрібнювання залізистих кварцитів, враховуючи, що енергоємність подрібнювання на порядок вище енергоємності дроблення, велике науково-практичне значення мають розробки техніки й технології дроблення із забезпеченням мінімально можливої крупності руди, що подається в млин на I стадії подрібнювання.

Список літератури

1. Гончаров С.А., Ананьев П.П. Энергосбережение при подготовке руд к обогащению на железорудных и золоторудных горно-обогатительных комбинатах / Гончаров С.А. // Известие вузов. Горный журнал.-2009.-№3.-С.91-95.
2. Анистратов Ю.И., Гончаров С.А. Расчётно-теоретические предпосылки энергосбережения на рудных карьерах / Анистратов Ю.И. // Горный журнал.-2009.-№11.-С.21-23.
3. Шапурін О.В., Швець С.М., Гура В.В. Дослідження процесу буріння на залізорудних кар'єрах / Шапурін О.В. // Вісник КТУ, 2011. - Вип.29. - С.17-19.
4. Дремін А.А. Стратегия энергосбережения при добыче и переработке железных руд / Дремін А.А. // Горный журнал.-2006.-№12.-С.45-47.

Рукопис подано до редакції 22.03.12