

11. **Ашрафьян М.О.** Технология разобращения пластов в осложненных условиях / **Ашрафьян М.О.** - Недра, 1989. – С. 11.
12. **Данюшевский В.С.** Проектирование оптимальных составов тампонажных цементов / **Данюшевский В.С.** – М.: Недра, 1978. – 293 с.
13. **Гамзатов С.И.** Применение вяжущих веществ в нефтяных и газовых скважинах / **Гамзатов С.И.** - М.: Недра, 1985. – 148 с.
14. Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва тампонажних матеріалів в Україні / **В.Ф. Горський , П.В. Горський , Ю.Ф. Шевчук** [та ін.] // Нафтова і газова промисловість. – 2000. – № 5. – С. 19 – 20.
15. **Булатов А.И.** Тампонажные материалы / **А.И. Булатов, В.С. Данюшевский** . – М.: Недра, 1987. - 280 с.
16. **Михайлов В.В.** Расширяющийся цемент и его применение в строительстве / **В.В. Михайлов, Б.Г. Скрамтаев, Э.З. Юдович** // Цемент. – 1949. – № 12. – С. 4.
17. **Кравченко И.В.** Расширяющиеся цементы / **Кравченко И.В.** – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 34.
18. **Дмитриев А.И.** Проблемы использования техногенных материалов при производстве цемента / **А.И. Дмитриев, В.Е. Каушанский** // Цемент. – 1988. – № 9. – С. 2 – 3.

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК 629.353: 622.682

І.Б. СТЕПАНКІНА, старший викладач, Криворізький національний університет

## УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КАР'ЄРНОГО ТРАНСПОРТУ

Проведено аналіз взаємодії видів промислового транспорту глибоких кар'єрів у сучасних умовах з метою її удосконалення. Визначено напрямок дослідження закономірностей такої взаємодії для збільшення ефективності гірничотранспортної системи кар'єрів.

У сучасних умовах найбільш ефективними технологіями транспортування гірничої маси в глибоких кар'єрах є циклічно-поточні технології. При обґрунтуванні раціональних параметрів надійності експлуатації кар'єрних транспортних комплексів важливою є проблема взаємодії складових видів транспорту.

У статті проведено аналіз взаємодії видів промислового транспорту глибоких кар'єрів у сучасних умовах з метою її удосконалення. Відмічено, що об'єктивною є необхідність створення транспортних комплексів, що базуються на одночасному або послідовному використанні двох чи більше видів транспорту в самостійному чи комбінованому використанні. Велике значення при цьому має досягнення збалансованої роботи всіх видів транспорту в комплексі.

Для оптимізації транспортної системи кар'єру необхідно встановити кількісні та якісні показники взаємодії між транспортними процесами та їх обладнанням, а також раціональні співвідношення параметрів кожного виду кар'єрного транспорту в комплексі. Визначено напрямок дослідження закономірностей взаємодії елементів гірничотранспортної системи кар'єрів з метою збільшення її ефективності. На основі проведених досліджень та обробки статистичного матеріалу планується провести обґрунтування параметрів надійності експлуатації автомобільно-конвеєрного комплексу глибоких кар'єрів.

**Ключові слова:** циклічно-поточна технологія, глибокий кар'єр, автомобільно-конвеєрний комплекс, взаємодія, надійність.

**Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** У сучасних умовах найбільш ефективними технологіями транспортування гірничої маси в глибоких кар'єрах є циклічно-поточні технології (ЦПТ), що передбачають використання машин циклічної дії та комплексу машин і установок безперервної дії, функціонування яких створює неперервний потік гірничої маси від місця навантаження до поверхні кар'єру.

В Кривбасі ЦПТ запроваджена на кар'єрах Інгулецького, Південного, Північного та Ново-Криворізького гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК).

При обґрунтуванні раціональних параметрів надійності експлуатації кар'єрних транспортних комплексів важливою є проблема взаємодії складових видів транспорту, оскільки кожен з них має свої технологічні особливості. Вирішення такої проблеми дозволить розробити комплекс заходів для удосконалення гірничотранспортної системи глибоких кар'єрів та підвищення її ефективності.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Проблеми проектування і створення транспортних систем глибоких кар'єрів були досліджені в роботах таких видатних учених, як В.В.Ржевський, В.Л.Яковлев, М.В.Васильев, О.О.Кулешов, В.П.Смірнов, Ю.І.Лель, О.О.Співаковський, В.О.Щелканов та ін.

В роботах [1], [2] В.В. Ржевським сформульовано основні вимоги до комплексів обладнання глибоких кар'єрів. Виділено два основних напрямки вирішення проблеми розробки глибоких кар'єрів: запобігання негативним наслідкам зростання глибини кар'єрів та компенсація таких наслідків за рахунок застосування нових технологій і сучасної ефективної техніки.

Фундаментальним є внесок В.Л.Яковлева у теорію формування транспортних систем глибоких кар'єрів. Він запропонував систематизувати такі кар'єри за умовами створення їх транспортних систем: кар'єри поділені на групи, для кожної з яких найбільш пріоритетною є певна окрема послідовність розвитку кар'єрного простору і закономірність формування транспортної системи. Роботи цього автора присвячені розробці методів економіко-математичного моделювання процесів транспортування, дослідженням взаємозв'язків транспортного процесу з суміжними ланками гірничого виробництва, встановленню критерію оцінки порівняльної ефективності варіантів схем транспортування гірничої маси [3], [4].

М.В. Васильєв створив методику експлуатаційних розрахунків кар'єрного автотранспорту з урахуванням специфічних умов відкритих гірничих робіт, дослідив закономірності взаємозв'язку параметрів виїмково-навантажувального, транспортного і збагачувального устаткування при роботі в комплексі з автотранспортом, обумовив доцільну область застосування автомобільного транспорту [5], [6].

О.О. Кулешовим сформульовано принципи оптимізації систем кар'єрного автотранспорту, розроблені більш точні методи розрахунку залежностей між вихідними параметрами транспортного процесу і характеристиками зовнішнього середовища, а також принципи формування оптимальних типажних структур кар'єрного автотранспорту на стадії проектування і у процесі експлуатації [7].

В.П. Смірнов та Ю.І. Лель у роботі [8] розглянули умови ефективної взаємодії автомобільного транспорту з іншими суміжними видами в різних схемах доставки гірничої маси. Основними принципами забезпечення високопродуктивної та ефективної експлуатації транспортних комплексів глибоких кар'єрів автори вважають відповідність параметрів транспортних засобів, що взаємодіють, узгодженість їх продуктивності та тривалості роботи. Особливу увагу приділено визначенню жорсткого взаємозв'язку між елементами систем комбінованого транспорту.

**Постановка завдання.** Метою роботи є виконання аналізу взаємодії різних видів транспорту глибоких кар'єрів при переміщенні видобутої гірничої маси, а також визначення напрямків дослідження закономірностей такої взаємодії з метою удосконалення і підвищення ефективності гірничотранспортної системи кар'єрів.

**Викладення матеріалу та результати.** Автомобільний транспорт експлуатується на відкритих гірничих розробках, тому що має ряд технологічних переваг, головними з яких є мобільність, маневреність, пристосованість до зміни умов проведення гірничодобувних робіт, простота упорядкування дорожніх комунікацій, незалежність роботи автомобілів. При значній різноманітності гірничотехнічних умов відкритої розробки корисних копалин автомобільний транспорт використовується і магістрально, і як складальний елемент при комбінованих схемах транспортування гірничої маси, у тому числі при ЦПТ. При цьому питома вага об'єму перевезень автомобільним транспортом у комбінованих схемах значно більша, ніж при його магістральному використанні [9].

Основними недоліками застосування автомобільного транспорту в глибоких кар'єрах є незначні відстані транспортування, необхідність долання технологічних ухилів, значний вплив кліматичних умов на роботу машин, а також виділення автомобілями токсичних речовин у вихлопних газах. Окрім цього, високі експлуатаційні витрати приводять до зростання вартості транспортування при збільшенні глибини кар'єру.

Залізничний транспорт використовують переважно при розробці значних за площею родовищ великої потужності та спокійного залягання. У глибоких кар'єрах цей вид транспорту працює в основному у верхній та середній зонах до глибини 150-180 м. Основними перевагами залізничного транспорту є висока надійність його роботи в різних кліматичних умовах, значна продуктивність, економічність, а також невеликі витрати на 1 т·км перевезення (у 3-5 разів нижчі, ніж у автомобільного транспорту і у 5-7 разів ніж у конвеєрного). Але при цьому різко зростає загальний об'єм гірничо-капітальних робіт, ускладнюються транспортний доступ до забоїв і організація руху, технологія та механізація відвальних робіт [10].

Конвеєри використовують переважно в комбінації з автомобільним, рідше із залізничним транспортом у комплексах ЦПТ для видачі гірничої маси з нижніх горизонтів кар'єру на поверхню. Круто нахилені конвеєри глибоких кар'єрів, які призначені для транспортування гірничої маси з глибоких горизонтів на поверхню, мають високу метало- та енергоємність. Крім того, на відміну від конвеєрів загального призначення, які є досить надійними машинами, конвеєри глибоких кар'єрів мають недостатню надійність унаслідок особливих умов їх експлуатації. Перевагами конвеєрного транспорту є безперервність та ритмічність транспортування гірничої маси, спрощення загальної організації транспортного процесу і зниження трудомісткості робіт. Конвеєрний транспорт характеризується найменшими витратами енергії на підйом гірничої маси. В умовах глибоких кар'єрів енергетична ефективність конвеєрного транспорту в 1,9-2,2 рази вища, ніж електрифікованого залізничного транспорту та в 2,4-3,0 рази - ніж автомобільного.

Кожний з видів кар'єрного транспорту окремо не має необхідної сукупності технологічних, технічних і економічних переваг. Тому не можна стверджувати, що застосування лише одного виду транспорту без дії інших дозволить проводити транспортування гірничої маси в кар'єрі, особливо глибокому, з достатньою ефективністю. Об'єктивною є необхідність створення транспортних комплексів, що базуються на одночасному або послідовному використанні двох чи більше видів транспорту в самостійному чи комбінованому використанні. Велике значення при цьому має досягнення збалансованої роботи всіх видів транспорту в комплексі.

Автомобільно-залізничний транспортний комплекс найчастіше застосовують у кар'єрах із значним обсягом гірничих робіт та при великих відстанях транспортування. Ефективність використання автомобільно-залізничного комплексу залежить від чіткої взаємодії його складових ланок. Найбільш жорсткою є залежність між обома видами транспорту при безпосередньому перевантаженні гірничої маси на естакадах. Ритмічність взаємодії в цьому випадку визначають розміри перевантажувальних естакад, тому що саме вони забезпечують необхідну пропускну здатність всього комплексу. При використанні перевантажувальних складів нерівномірність роботи транспортного комплексу згладжується, а взаємозв'язок суміжних транспортних ланок слабшає.

Комбінований автомобільно-залізничний транспорт ефективно використовують на кар'єрах Первомайському та Аннівському (Північний ГЗК), №1 ПАТ ЦГЗК, ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» Криворізького залізничного басейну (Україна), на Сибайському кар'єрі мідно-цинково-колчеданного родовища (Республіка Башкортостан), на Сарбайському залізничному кар'єрі (Казахстан), на Центральному кар'єрі об'єднання «Апатит» (Росія), на залізничному руднику «Кіруна» (Швеція).

На Каджаранському мідно-молібденовому кар'єрі (Вірменія) самоскидами БеЛаз руда транспортується до рудоспусків, а потім у вагонетках вантажопідйомністю 10-12 т - до бункерів дробильного комплексу. На Сардобському кар'єрі Алтин-Топканського рудника поліметалічних руд (Узбекистан), який веде видобуток руд комплексним способом, руду доставляють самоскидами БеЛаз до рудоспусків, а на горизонті штольні перевантажують у вагонетки ВГ-4 для транспортування до дробарок [11]. На Інгулецькому кар'єрі Криворізького залізничного басейну автомобільно-залізничний транспорт використовують для вивезення розкривних порід.

На кар'єрі Костомукшського ГЗК (Росія) руда автомобільним транспортом доставляється на внутрішньо-кар'єрні перевантажувальні склади, з яких вона залізничним транспортом вивозиться на збагачувальну фабрику [12]. Застосування циклічно-поточної технології з автомобільно-залізничним транспортним комплексом на Соколовсько-Сарбайському ГЗК дозволило зменшити собівартість транспортування гірничої маси на 30 %, а енерговитрати - на 25 %.

При цьому продуктивність праці збільшилась у 1,5 рази. На кар'єрі №1 ПАТ ЦГЗК (Кривий Ріг, Україна) з відкрито-підземною розробкою родовища доставка неокислених кварцитів на дробильно-перевантажувальний комплекс здійснюється кар'єрними самоскидами з двох підземних ділянок - четвертої Південної та другої Північної, які розкриті транспортними штольнями зі спеціальних площадок кар'єру. На цих же площадках проводять перевантаження з шахтного залізничного транспорту на кар'єрні самоскиди [13].

Автомобільно-скіповий транспортний комплекс доцільно використовувати при обмежених розмірах глибокого кар'єру в плані. Кар'єрні самоскиди транспортують гірничу масу в межах кар'єру, а на його борт її піднімають у скіпах. На поверхні після перевантаження гірничу порода доставляється у відвали, а руда - на збагачувальні фабрики. Наприклад, на міднорудному

кар'єрі «Маунт-Морган» (Австралія) руду самоскидами доставляють до рудоспуску, далі вона через дробильну установку транспортується в бункер і подається на поверхню у скіпах [11].

Завантаження скіпових підйомників у кар'єрі виконується безпосередньо зі самоскидів або напівприцепів. Площини розвантаження самоскидів, які зазвичай виконують такими, що розбираються і переносяться у міру переміщення робіт у кар'єрі, монтуються на відмітці проектної глибини кар'єру і на проміжних горизонтах, де проводять гірничі роботи. На поверхні гірничу масу вивантажують із скіпів у бункер, з якого її перевантажують у транспортні засоби наступної ланки комплексу. Перевагою даної схеми є можливість підйому гірничої маси найкоротшою відстанню за мінімального обсягу робіт з проведення транспортних траншей (кут нахилу траси підйому 40-45°). Економічні показники автомобільно-скіпового комплексу визначаються у першу чергу глибиною кар'єра. При обмежених об'ємах перевезення та при глибині розробки 80-100 м ефективною є саме така схема транспортування гірничої маси до борту кар'єра. У цьому випадку вартість транспортування 1 т гірничої маси приблизно на 20-25% нижча, ніж при перевезенні тільки магістральним автотранспортом. При зростанні глибини кар'єру до 150-200 м різниця вартості транспортування збільшується до 30-35%. Наявність двох пунктів перевантаження є недоліком автомобільно-скіпового комплексу транспортування - це збільшує витрати, ускладнює організацію робіт та обмежує область використання даної схеми кар'єрами невеликої промислової потужності.

Найбільш прогресивною комбінованою схемою транспортування є поєднання кар'єрного автотранспорту з конвеєрним. Конвеєр здатний переміщувати гірничу масу, долаючи значні кути нахилу траси транспортування; кар'єрні самоскиди ефективні на коротких відстанях перевезення. Автотранспорт у цьому випадку використовується для переміщення гірничої маси в кар'єрі з подальшим навантаженням її на конвеєр у пункті перевантаження, який зазвичай знаходиться у полі кар'єра. Конвеєрний транспорт створює безперервний магістральний потік скельної гірничої маси з кар'єру, а подачу дробленої гірничої маси на конвеєр забезпечують живильники дробильно-перевантажувальних пунктів (ДПП). Для забезпечення необхідного гранулометричного складу транспортованої гірничої маси розвантаження її проводять у конусні, щоківі, конусно-валкові та шнеко-зубчасті дробарки, а після подрібнення через установки гуркотів навантажують на конвеєр.

Практика проведення гірничих робіт у глибоких кар'єрах при використанні автомобільно-конвеєрного транспорту показує, що найбільш доцільним є використання напівстаціонарних або пересувних ДПП з періодичним перенесенням їх при збільшенні глибини ведення робіт. Економічні показники використання комплексів при розташуванні напівстаціонарних ДПП у кар'єрі зростають при збільшенні глибини кар'єра: вартість транспортування 1 т руди при глибині кар'єра 60-80 м зменшується на 10-15%, а при глибині до 150-200 м відповідно на 25-30% порівняно з транспортуванням лише магістральним автотранспортом. При цьому умови роботи кар'єрних самоскидів є найбільш сприятливими через зменшення довжини відкатки та відсутність затяжних підйомів на борту кар'єра. Використання в комплексі грохотів-віброживильників для попереднього розділення гірничої маси перед подрібненням у дробарці збільшує продуктивність у 1,5-2 рази [14].

Автомобільно-конвеєрні комплекси транспортування гірничої маси застосовують на Інгулецькому та Південному кар'єрах, на Первомайському кар'єрі Північного ГЗК та на кар'єрі № 2 ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» Криворізького залізорудного басейну, на Полтавському ГЗК (Україна), на Качканарському, Ковдорському та Оленегорському залізорудних і Гайському діабазовому кар'єрах (Росія), на золотодобувному кар'єрі Мурунтау (Узбекистан), на вапняковому кар'єрі «Вчеларе» (Чехія), на міднорудних кар'єрах «Багдад» (США) і «Реппафіорд» (Норвегія), на кар'єрі «Нідл-Маунтін» (Канада), на гранітному кар'єрі «Дворжак» (США) [11], [12].

У кар'єрі Інгулецького ГЗК технологічна схема передбачає переміщення добутої неокисленої руди із забоїв самоскидами БЕЛАЗ вантажопідйомності 120 і 130 т до приймальних пристроїв концентраційних горизонтів, обладнаних конусними дробарками. Дробильно-перевантажувальні пункти розташовані на додаткових горизонтах -180 і -240 м. На перевантажувальному пункті споруджена кранова естакада з мостовим краном. Продукт з-під решітки з бункера за допомогою живильника надходить на конвеєр; після первісного подрібнення руда похилими конвеєрами в підземних виробках і наземних галереях подається на збагачувальні фабрики.

На Аннівському кар'єрі Північного ГЗК видобуток руди та проведення розкриття ведеться з використанням ЦПТ, до складу якої входять рудний та розкривний дробильно-конвеєрні тракти з дробарками ККД-1500/180, встановленими безпосередньо у кар'єрі. Конвеєр доставляє крупно подрібнену руду в корпус середнього та дрібного дроблення на поверхні. Другий конвеєрний тракт з довжиною траси 2400 м подає розкривну породу на пункт перевантаження в залізничний транспорт.

На Полтавському ГЗК використовується циклічно-поточна технологія, при якій перевантажувальна площадка з приймальним бункером дробарки крупного дроблення ККД-1500/180 розташована на відмітці мінус 25 м, і розвантаження гірничої маси проходить на поверхні кар'єра. У кар'єрі працює мобільний дробильно-перевантажувальний комплекс фірми «Krupp For-dertechnik», що дозволяє зменшити висоту підйому гірничої маси автотранспортом на 107 м. Уперше в умовах Заполяр'я ЦПТ була впроваджена на Ковдорському ГЗК (Кольський півострів, Росія). Загальна висота підйому руди конвеєром першої лінії становить 140 м, довжина конвеєра другої лінії дробильно-конвеєрного комплексу - 464 м.

На концентраційному горизонті розміщені три шокові дробарки ЩДП 15x21. До складу автомобільно-конвеєрного комплексу ЦПТ скельного розкривання входять дві шокові дробарки ЩДП 15x25, система передаточного, двох магістральних, торцевого та поворотного конвеєрів і кар'єрні самоскиди «Caterpillar» вантажопідйомності 136 т.

На Оленегорському кар'єрі ВАТ «Олкон» (Кольський півострів, Росія) руда транспортується самоскидами БеЛаз до бункерів приймального комплексу ЦПТ, подрібнюється шоковими дробарками та піднімається до дробильно-збагачувальної фабрики стрічковим конвеєром, установленим у похилому підземному стволі. На кар'єрі Мурунтау (Узбекистан) циклічною ланкою ЦПТ є кар'єрні самоскиди САТ-785В та Euclid R-170. Поточна ланка системи представлена двома конвеєрними лініями, в кожену з яких входять по два похилих та по одному передаточному, магістральному і відвальному конвеєру. Загальна довжина конвеєрної лінії №1 3375 м, лінії №2 - 5385 м. Три дробильно-перевантажувальні пункти, укомплектовані дробарками КВКД-1200/200, стикують циклічну та поточну ланки комплексу ЦПТ; кожний ДПП може обслуговувати будь-яку з конвеєрних ліній. Організація додаткових догрузочно-накопичувальних складів дозволяє досягти підвищення продуктивності комплексу ЦПТ [12].

В автомобільно-конвеєрному кар'єрному комплексі узгодженню обов'язково підлягають такі параметри взаємодії: вантажопідйомність самоскида і конвеєра та ємність дробарки й акумулюючого бункера, тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій та процесу подрібнення руди і просіювання на гуркоті, гранулометричний склад гірничої маси й вага окремих її шматків, типорозміри елементів, їх конструктивна міцність, параметри надійності.

Має враховуватись найбільш повне використання елементів комплексу за вантажопідйомністю та ємністю: перевантаження чи недовантаження не повинні перевищувати 5-8%. Під час навантаження гірничої маси на магістральний стрічковий конвеєр через напрямний бункер має значення співвідношення між крупністю окремих шматків породи та шириною конвеєрної стрічки.

Нерівномірність технічного процесу окремих елементів транспортної системи, складність їх взаємодії між собою, а також з технологічними процесами гірничого виробництва, варіативність параметрів транспортного комплексу в зв'язку зі зміною гірничотехнічних умов у ході розробки родовища вимагають комплексного підходу до вибору шляхів оптимізації системи.

Найважливішим питанням цього процесу є правильний вибір критерію, який повинен враховувати динаміку показників функціонування транспортної системи у часі та питомі приведені витрати й ефективність переміщення гірничої маси також і у суміжних ланках схеми транспортування.

Для досягнення цієї мети необхідно встановити кількісні та якісні показники взаємодії між транспортними процесами та їх обладнанням, а також раціональні співвідношення параметрів кожного виду кар'єрного транспорту в комплексі.

Щоб встановити аналітичні залежності між показниками взаємодії, потрібно провести визначення оптимального складу транспортного комплексу глибокого кар'єру з урахуванням продуктивності, а також вибрати елементи з необхідними технічними характеристиками та розрахувати їх кількість.

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Проведено аналіз взаємодії різних видів транспорту глибоких кар'єрів для її подальшого удосконалення.

Визначено напрямок дослідження закономірностей такої взаємодії з метою збільшення ефективності гірничотранспортної системи кар'єрів.

Для використання переваг автомобільно-конвеєрного комплексу та забезпечення його тривалої надійної роботи необхідно провести параметричне узгодження всіх елементів.

На основі проведених досліджень та обробки статистичного матеріалу планується провести обґрунтування параметрів надійності експлуатації автомобільно-конвеєрного комплексу глибоких кар'єрів.

#### *Список літератури*

1. **Ржевский В.В.** Технология и комплексная механизация открытых горных работ / **В.В. Ржевский**. – М.: Недра, 1980. – 631 с.
2. **Ржевский В.В.** Комплексы оборудования и вскрытие рабочих горизонтов мощных глубоких карьеров / **В.В.Ржевский, В.В.Истомин, В.И.Супрун** // Горный журнал. – 1982. – №11. – С. 27-30.
3. **Яковлев В. Л.** Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров / **В.Л. Яковлев**. – Новосибирск: Наука, 1989. – 240 с.
4. **Яковлев В.Л.** Перспективные решения в области циклично-поточной технологии глубоких карьеров / **В.Л. Яковлев** // Горный журнал. – 2003. – № 4-5. – С. 51-56.
5. **Васильев М.В.** Транспорт глубоких карьеров / **М.В.Васильев**. – М.: Недра, 1983. – 295 с.
6. **Васильев М.В.** Научные основы проектирования карьерного транспорта / **М.В.Васильев, В.Л.Яковлев**. – М.: Наука, 1972. – 202 с.
7. **Кулешов А.А.** Формирование типовых структур систем карьерного автотранспорта с учетом его мощности и надежности / **А.А.Кулешов** // Материалы пятой Всесоюзной научно-технической конференции по карьерному транспорту, ноябрь 1984 г. – Свердловск: ИГД МЧМ СССР, 1984. – С.91-93.
8. **Смирнов В.П.** Теория карьерного большегрузного автотранспорта / **В.П.Смирнов, Ю.И.Лель**; под ред. **В.Л.Яковлева**. – Екатеринбург: УРО РАН, 2002. – 355 с.
9. **Ященко Б.Е.** Совершенствование работы автомобильно-конвейерного комплекса с тремя перегрузочными пунктами / **Б.Е.Ященко, А.Н.Костянский, И.В.Баранов, Р.М.Логвинчук** // Вісник КТУ. – 2005. – №10. – С.5-9.
10. Совершенствование транспортных схем выдачи руды для условий ОАО «Южный ГОК»: монография / **М.К.Короленко, В.В.Перегудов, К.А.Федин, А.Л.Романенко, В.П.Протасов**. – Кривой Рог: Дионис, 2012. – 344 с.
11. **Щелканов В.А.** Подземные выработки на карьерах / **В.А.Щелканов**. – М.: Недра. 1982. – 128 с.
12. **Маринов П. Л.** Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке / **П.Л.Маринов, А.А.Кулешов, А.Н.Егоров, И.В. Зырянов**; под ред. **А.А.Кулешова**. – СПб.: Наука, 2006. – 387 с.
13. **Комплексная разработка рудных месторождений / А.Д.Черных, В.А.Колосов, О.С.Брюховецкий и др.; под ред. А.Д.Черных**. - К.: Техніка, 2005. - 367 с.
14. **Юдин А.В.** Эволюция перегрузочных комплексов на глубоких карьерах / **А.В.Юдин, В.А.Мальцев** // Горный журнал. - 2002. - №4. - С. 41-44.

Рукопис подано до редакції 25.03.14

УДК 622.232.3

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., И.С. РАДЧЕНКО, канд. физ.-мат. наук, доц.,  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, С.Ю. ОЛЕЙНИК, преподаватель  
Криворожский национальный университет

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД МАШИНАМИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ**

Актуальность проблемы исследования процесса разрушения кристаллических горных пород машинами ударного действия обусловлена практической необходимостью повышения их технических характеристик.

Опубликовано ряд работ, в которых рассматриваются явление удара при бурении горных пород машинами ударного действия, описаны и проанализированы теории, применяемые при решении задачи соударения физических тел, изложены результаты экспериментальных исследований процесса разрушения горных пород. В этих работах не учитываются физико-механические свойства горной породы, которые должны приниматься во внимание при определении оптимальных параметров режима бурения.

В настоящей работе предложена физическая модель разрушения кристаллической горной породы машинами ударного действия. На основе этой модели составлено дифференциальное уравнение, которое связывает силу и продолжительность удара бурового инструмента перфоратора с физико-механическими свойствами породы и скоростью ее разрушения. Решение данного уравнения позволило получить зависимости перемещения и скорости движения горной породы, а также проанализировать влияние продолжительности воздействия нагрузки на эти параметры.