

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



КРИВДА ВІТАЛІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 622.063.88

**ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ
РОЗРОБКИ ГЛИБОКИХ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ АВТОСАМОСКИДІВ ВДОСКОНАЛЕНОЇ
КОНСТРУКЦІЇ**

Спеціальність: 05.15.03 – відкрита розробка родовищ

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі автомобілів та автомобільного господарства Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
БАС Костянтин Маркович, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ) Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри автомобілів та автомобільного господарства.

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
ЧЕТВЕРИК Михайло Сергійович, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (м. Дніпропетровськ), доктор технічних наук, професор, завідувач відділу геомеханічних основ технологій відкритої розробки родовищ.

– кандидат технічних наук, доцент
ЛУЦЕНКО Сергій Олександрович, Криворізький національний університет, доцент кафедри відкритих гірничих робіт.

Захист відбудеться «23» грудня 2015 року о 11-й годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.02 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, тел.: (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11.

Автореферат розісланий «18» листопада 2015 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 08.080.02,
к.т.н., доцент



В.В. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Питома вага відкритого способу розробки родовищ корисних копалин сягає 85%, оскільки при цьому способі видобутку можливе використання потужного і високопродуктивного обладнання, що забезпечує низьку собівартість видобутку. Однак, із збільшенням глибини кар'єрів виникає низка технологічних складнощів у забезпеченні необхідного рівня видобутку, підготовці розкритих запасів і транспортуванні гірської маси на поверхню.

Це обумовлюється застосуванням для транспортування гірничої маси в умовах відпрацювання глибоких горизонтів кар'єрів автомобільного транспорту, який, по суті, є єдиним способом доставки вантажу до перевантажувального пункту або на поверхню. В його використанні відбувається технологічна консервація ділянок бортів кар'єрів, що істотно обмежує їх посування у зв'язку з великою довжиною трас, шириною проїзної частини двосмугових доріг і маневрових майданчиків на перевантажувальних пунктах. Як результат обмежується зона розкритих запасів і надалі знижується продуктивність кар'єру.

Перехід до застосування автосамоскидів більшої вантажопідйомності і збільшення глибини відпрацювання запасів лише посилює проблему, оскільки параметри транспортних комунікацій обумовлюються розмірами габаритів автотранспорту, а відпрацювання глибоких горизонтів характеризується стисненими умовами.

Виходом з цієї технологічної ситуації може бути застосування автотранспорту зі змінними експлуатаційно-технічними параметрами, що адаптуються до параметрів систем розробки залежно від гірничо-геологічних умов.

Практична реалізація цього підходу стримується відсутністю опису взаємозв'язку параметрів систем розробки із змінними експлуатаційно-технічними параметрами автосамоскидів, оцінки можливих меж змінних параметрів систем розробки глибоких горизонтів і ефективності самої гірничо-транспортні системи з урахуванням цих факторів.

У зв'язку з цим, у дисертаційній роботі вирішена актуальна наукова задача, яка полягає у встановленні взаємозв'язку параметрів систем розробки з регульованими експлуатаційно-технічними параметрами автомобільного транспорту та меж їх зміни при відпрацюванні глибоких горизонтів залізрудних кар'єрів. Встановлені залежності послужили основою для розробки нового технічного рішення, яке створило можливість взаємно адаптувати експлуатаційно-технічні параметри кар'єрних автосамоскидів та параметри систем розробки кар'єрів на глибоких горизонтах. Це дозволило обґрунтувати раціональні параметри систем розробки глибоких кар'єрів при застосуванні автосамоскидів вдосконаленої конструкції і забезпечити підвищення ефективності систем розробки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконувалось за результатами базової науково-дослідної роботи ГП-449 № ДР 0112U000868 «Гібридизація вітчизняного бюджетного автомобіля», в якій автор брав участь, як виконавець. Дана науково-дослідна робота

виконувалася за науковою програмою Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» відповідно до плану НДР Міністерства освіти і науки України.

Метою роботи є наукове обґрунтування способу підвищення ефективності розробки глибоких горизонтів залізорудних кар'єрів.

Для досягнення даної мети були поставлені і вирішені такі завдання:

1) аналіз відомих досліджень з обґрунтування параметрів систем розробки глибоких горизонтів кар'єра при транспортуванні гірської маси автомобільним транспортом;

2) інтегральна оцінка впливу експлуатаційно-технічних характеристик автомобільного транспорту, що застосовується, на параметри систем розробки глибоких кар'єрів;

3) розробка способу зміни міжосьової відстані і положення центру мас, та моделювання руху кар'єрного автосамоскиду вдосконаленої конструкції для визначення експлуатаційно-технічних параметрів;

4) розробка методики визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких горизонтів залізорудних кар'єрів з урахуванням встановленого взаємозв'язку параметрів систем розробки кар'єрів з експлуатаційно-технічними характеристиками кар'єрних автосамоскидів удосконаленої конструкції;

5) практична реалізація методики визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких горизонтів залізорудних кар'єрів з урахуванням встановленого взаємозв'язку параметрів систем розробки кар'єрів з експлуатаційно-технічними характеристиками кар'єрних автосамоскидів нового технічного рішення у конкретних гірничо-технічних умовах експлуатації.

Об'єкт досліджень – гірничотранспортний процес при розробці глибоких горизонтів залізорудних кар'єрів.

Предмет досліджень – взаємозв'язок параметрів систем розробки на глибоких горизонтах кар'єра та експлуатаційно-технічних характеристик автосамоскидів нового технічного рішення.

Методи досліджень. У роботі застосовано комплексний метод досліджень, що включає: аналіз і узагальнення літературних даних з дослідження взаємозв'язків параметрів систем розробки глибоких кар'єрів та експлуатаційно-технічних параметрів кар'єрних автосамоскидів – для оцінки ступеня впливу експлуатаційно-технічних характеристик застосовуваного автомобільного транспорту на параметри систем розробки; чисельне та імітаційно-математичне моделювання руху автосамоскидів по внутрішньокар'єрних дорогах – для порівняльного аналізу та достовірності результатів досліджень; інтегральна оцінка впливу параметрів автотранспорту, що застосовується, на параметри систем розробки – для об'єктивної оцінки залежності параметрів і вибору пріоритетного напрямку їх взаємної адаптації; аналітичні методи при встановленні впливу експлуатаційно-технічних характеристик автосамоскидів на параметри систем розробки – для вибору способу експлуатаційно-технічної адаптації кар'єрних автосамоскидів до параметрів систем розробки кар'єрів; техніко-економічний

аналіз ефективності запропонованих рішень – для техніко-економічної оцінки і розрахункового економічного ефекту при розробці кар'єрів.

Наукові положення, які захищаються в дисертації:

1. Зменшення обсягів розкривних робіт для створення транспортних комунікацій на глибоких горизонтах залізородних кар'єрів забезпечується збільшенням поздовжнього ухилу, що долається, і зменшенням радіусу повороту автосамоскиду, та досягається за рахунок регулювання експлуатаційно-технічних характеристик кар'єрних автосамоскидів вдосконаленої конструкції.

2. Підвищення ефективності розробки глибоких залізородних кар'єрів на глибоких горизонтах досягається за рахунок взаємної адаптації параметрів систем розробки та експлуатаційно-технічних параметрів кар'єрних автосамоскидів вдосконаленої конструкції, що застосовуються, з рекомендованим способом зміни міжосьової відстані і положення центру мас в межах 14 – 23%.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше встановлено взаємозв'язок між параметрами системи розробки кар'єру (ширина кар'єрної автодороги, ширина майданчика для розміщення петлі повороту, ширина робочого майданчика) і експлуатаційно-технічними характеристиками автосамоскидів на основі інтегральної оцінки, що дозволило обґрунтувати доцільний спосіб поліпшення експлуатаційно-технічних характеристик автосамоскидів.

2. Вперше встановлено взаємозв'язок між величиною міжосьової відстані автосамоскиду, а також радіусом повороту, які визначають кут укошу борту кар'єра і обсяг розкривних робіт при створенні транспортних комунікацій на глибоких горизонтах, що дозволило обґрунтувати можливий обсяг зменшення розкривних робіт.

3. Вперше запропоновано технічне рішення щодо поліпшення експлуатаційних характеристик автосамоскиду, яке полягає у керованій зміні тягових характеристик, радіусу повороту автосамоскиду залежно від геометрії ділянок траси, що дозволить підвищити продуктивність автосамоскидів і зменшити обсяги ціликів під транспортними комунікаціями.

4. Вперше доведено підвищення ефективності систем відкритої розробки залізородних родовищ на глибоких горизонтах, яке забезпечується за рахунок скорочення обсягів розкривних робіт та підвищення продуктивності кар'єру з корисних копалин при видобутку раніше законсервованих запасів в результаті експлуатації автосамоскидів із запропонованим способом регулювання експлуатаційно-технічних характеристик.

Практичне значення та реалізація отриманих результатів полягає в наступному:

1) розроблені «Рекомендації щодо визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких кар'єрів з урахуванням застосування транспортного устаткування нового технічного рівня», які передані в ВАТ «Полтавський ГЗК» для використання у техніко-економічному обґрунтуванні технологічних рішень при коригуванні розділів проектів з гірничотранспортних робіт;

2) розроблені «Рекомендації щодо визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких кар'єрів з урахуванням застосування транспортного устаткування нового технічного рівня», які передані Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, для використання в прогнозах перспективного розвитку гірничорудних підприємств України;

3) розроблені «Рекомендації щодо визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких кар'єрів з урахуванням застосування транспортного устаткування нового технічного рівня» які впроваджені в навчальний процес Державного ВНЗ «Національний гірничий університет», при підготовці студентів кафедри автомобілів та автомобільного господарства за напрямом 6.070106 «Автомобільний транспорт» спеціальності 7.07010601 «Автомобілі та автомобільне господарство»;

4) розроблена «Методика визначення оптимальних ухилів кар'єрних автодоріг з витрати палива кар'єрного автосамоскиду при застосуванні механізму зміни положення центру мас і міжосьової відстані», яка передана в ВАТ «Полтавський ГЗК», для використання при розрахунках нормативних показників роботи великовантажних автосамоскидів на глибоких горизонтах кар'єру Полтавського ГЗК;

5) для підвищення ефективності параметрів систем відкритої розробки кар'єрів на глибоких горизонтах – зменшення радіусу повороту, збільшення подоланого поздовжнього ухилу автодороги запропоновано спосіб зміни міжосьової відстані і положення центру мас, на який отримано патент України №102793 «Задня підвіска автомобіля з електромеханічною трансмісією», що дозволяє в процесі руху автосамоскиду регулювати величину цих параметрів у більший або менший бік.

6) для умов кар'єрів ВАТ «Полтавський ГЗК» і ВАТ «Лебединський ГЗК» розрахунковий економічний ефект становить відповідно 74,0 та 542,3 млн. грн. і забезпечується зменшенням обсягів розкривних робіт та розкривом запасів в охоронних ціликах.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується: використанням фундаментальних положень відкритої розробки родовищ, коректністю сформульованих у дисертації завдань, використанням апробованих методів дослідження, обґрунтуванням припущень та початкових умов для використання у математичній моделі руху автосамоскиду; збіжністю результатів математичного моделювання, що складає 90%.

Особистий внесок автора. Автором самостійно визначені мета, ідея, завдання досліджень, сформульовано наукові положення та висновки; встановлені залежності зміни експлуатаційних і технічних показників автотранспорту від величини поздовжнього ухилу автодоріг; проведено змодельовані експериментальні дослідження руху автосамоскиду в кар'єрі, на підставі яких зроблено теоретичні дослідження зі встановлення взаємозв'язку параметрів систем розробки з експлуатаційно-технічними характеристиками автосамоскидів. Розроблено «Рекомендації щодо визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких кар'єрів з урахуванням застосування

транспортного устаткування нового технічного рівня», «Методику визначення оптимальних ухилів кар'єрних автодоріг з витрати палива кар'єрного автосамоскиду при застосуванні механізму зміни положення центру мас і міжосьової відстані»

Апробація результатів дисертації.

Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідались, були обговорені та схвалені на міжнародних науково-практичних конференціях «Природничі та технічні науки» (Москва 2011р.), «Сучасне машинобудування наука і освіта» (Санкт-Петербург 2012, 2013рр.), «Наукова весна» (Дніпропетровськ 2011, 2012, 2013 рр.), «Потураївські читання» (Дніпропетровськ 2013р.), на конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (Дніпропетровськ 2013), «Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості и транспорту» (Дніпропетровськ 2014, 2015рр.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 15 роботах, в тому числі 9 статей у спеціалізованих наукових виданнях (3 без співавторів, 2 іноземною мовою), отримано 2 патенти України, чотири публікації – матеріали конференцій (три без співавторів).

Структура та об'єм роботи. Дисертація містить 212 сторінок машинописного тексту з 39 малюнками (1 на окремих сторінках), 18 таблиць, список використаних джерел з 114 найменувань на 13 сторінках, 10 додатків на 51 сторінці.

ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і завдання наукових досліджень, наведено дані про зв'язок роботи з науковими програмами, викладено наукові положення і наукову новизну отриманих результатів, практичне значення і реалізацію результатів дисертаційних досліджень, представлено відомості про публікації, апробацію та впровадження за темою та особистий внесок автора.

У **першому** розділі, відповідно до першого завдання досліджень, проведено аналіз відомих досліджень з обґрунтування параметрів систем розробки глибоких горизонтів кар'єра при транспортуванні гірської маси автомобільним транспортом, досліджено стан вивченості взаємозв'язку між параметрами систем розробки глибоких кар'єрів та автомобільним транспортом, що застосовується.

Вивченню та обґрунтуванню параметрів систем розробки кар'єрів присвячено безліч досліджень, найбільш відомі праці таких провідних вчених як Аністратов Ю.І. Арсентьев О.І., Дриженко А.Ю., Мельников Н.В., Новожилов М.Г., Ржевський В.В., Тартаковський Б.М., Хохряков В.С., Четверик М.С., Шапар А.Г. У їхніх роботах обґрунтовано параметри робочої зони кар'єру, що змінюються з його глибиною, наведено методичні основи розрахунку параметрів систем розробки залежно від гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов. Роботи зазначених вчених є фундаментальними в області відкритих гірничих робіт, на їх основі розроблено нормативні документи та ре-

комендації з визначення параметрів розкриву і розробки кар'єрів, проте, низка їх положень не відповідає сучасним умовам ведення робіт.

За останні 10 – 15 років відбувся перехід до використання екскаваторів з ковшами майже в 2-а рази більшої місткості, а вантажопідйомність застосовуваних автосамоскидів за цей же період збільшилася на 15 – 20%. Відповідно розширенню можливостей устаткування змінюються елементи систем розробки (висоти розкривних уступів, ширина берм та ін.).

Питанням розробки теорії та практики застосування автомобільного транспорту в кар'єрах, його удосконаленню значну увагу приділяли Васильєв В.В., Головін В.С., Горшков Е.В., Зирянов І.В., Ковальов В.І., Лель Ю.І., Смирнов В.П., Шешко Е.Е., Яковлев В.Л. і багато інших. Однак питання вдосконалення кар'єрного автомобільного транспорту розглядаються без прив'язки до параметрів систем розробки.

Виконаний у роботі аналіз стану розробки залізрудних родовищ відкритим способом свідчить про неухильне збільшення глибин залізрудних кар'єрів і переважання об'ємів видобутку руд над об'ємами розкривних робіт. Як наслідок, має місце скорочення робочої зони, що вже в найближчому майбутньому може призвести до суттєвих утруднень подальшого відпрацювання запасів.

Для умов відпрацювання глибоких горизонтів кар'єра підвищення об'ємів видобутку руд без збільшення об'ємів розкривних робіт можливо за рахунок збільшення кутів нахилу бортів кар'єру, що можливо при зменшенні ширини і скорочення довжини автомобільних доріг. Оскільки перелічені величини нормуються з урахуванням техніки безпеки виробництва робіт і, в першу чергу, технічними можливостями застосовуваного автомобільного транспорту, то вирішення проблеми можливе шляхом вдосконалення автотранспорту.

На підставі виконаного аналізу зроблено висновок про те, що взаємозв'язок параметрів систем розробки глибоких кар'єрів з характеристиками автосамоскидів, що застосовуються, для забезпечення мінімізації законсервованих під транспортними комунікаціями запасів вивчено недостатньо, сформульовані мета і завдання дослідження.

У другому розділі, згідно із другим завданням досліджень, виконано інтегральну оцінку впливу експлуатаційно-технічних характеристик автомобільного транспорту, який використовується, на параметри систем розробки глибоких кар'єрів обґрунтовано напрями підвищення ефективності видобутку руд на глибоких горизонтах та із застосуванням методу інтегральної оцінки встановлено взаємозв'язки між експлуатаційно-технічними можливостями кар'єрних автосамоскидів та параметрами систем розробки глибоких кар'єрів.

Показано, що підвищення ефективності відкритого видобутку руд на глибоких горизонтах (скорочення розкривних порід під транспортними комунікаціями) можливо за рахунок постановки робочих і неробочих бортів кар'єру в більш круте становище. За відомою формулою визначення кута укусу робочого борту (1) встановлено, що його значення залежить від ширини робочих площадок і кутів укусу уступів:

$$\alpha_P = \arctg \left(\frac{\sum h_Y}{\sum Ш_{P.П.} + \sum h_Y \cdot \text{ctg } \alpha_Y} \right), \quad (1)$$

де α_P - кут укосу робочого борта, град; h_Y – висота уступу, м; $Ш_{P.П.}$ - ширина робочого майданчика уступу, м; α_Y – кут укосу уступу, град.

Таким чином, виходячи з виразу (1) кут укосу робочого борта можна збільшити шляхом збільшення висоти і кута укосу уступу або зменшення ширини робочого майданчика. Оскільки висота і кут укосу уступу більшою мірою визначаються фізико-механічними властивостями порід, а також параметрами застосовуваного виїмкової обладнання, було розглянуто вплив параметрів, що визначають ширину робочої площадки, на кут укосу робочого борту кар'єру.

Ширина робочого майданчика залежить від ширини екскаваторної заходки, схеми маневрування автотранспорту і розмірів дорожніх елементів безпеки. Вона включає в себе ширину автодороги, яка прямо пропорційно залежить від ширини автосамоскиду і швидкості його руху.

Оскільки в межах кар'єру автомобільна дорога прокладена не по прямій лінії, а з заокругленнями, то на криволінійних ділянках ширина автодороги збільшується на можливий за технічними характеристиками радіус повороту автосамоскиду.

При розташуванні на борту кар'єра транспортних комунікацій (автодоріг і перевантажувальних пунктів) на його кут укосу також впливає кількість петльових з'їздів автодороги та її ширина, що відповідно визначається дальністю транспортування гірничої маси автосамоскиду, величиною поздовжнього ухилу і шириною автомобіля.

На підставі проведеного аналізу параметрів, що визначають величину кута укосу робочого борту, складено перелік критеріїв для виконання оцінки функцій впливу інтегральним методом, які включають: ширину робочої площадки; ширину перевантажувального пункту; наведений поздовжній ухил автодороги; кут укосу уступу; довжину автодоріг; ширину автосамоскиду; швидкість руху автосамоскиду; вантажопідйомність і тягові можливості автосамоскиду; радіус повороту автосамоскиду; глибину кар'єра; висоту підйому вантажу.

При цьому встановлено, що всі перераховані параметри також знаходяться у взаємозв'язку між собою, що дозволило для виявлення найбільш значущих з них застосувати метод інтегральних оцінок.

За основну функцію прийнята площа підготовлених до розкриття запасів:

$$P = F(i, L, H, h_{TP}, \alpha_Y, Ш_{P.П.}, Ш_{П.П.}, a, Ш_{A.Д.}, v, T, S, R), \quad (2)$$

де $Ш_{П.П.}$ – ширина перевантажувального пункту, м; i – наведений поздовжній ухил автодороги, ‰; L – довжина автодоріг, м; a – ширина автосамоскиду, м; v – швидкість руху автосамоскиду, м/с; T – вантажопідйомність, т; S – тягові можливості автосамоскиду, Н; R – радіус повороту автосамоскиду, м; H – глибина кар'єра, м; h_{TP} – висоту підйому вантажу, м.

Для даної функції шляхом підбору аргументів, можливі значення визначаються областю регульованих значень: по верхній межі – представлені максимально можливим значенням для заданих умов і по нижньому рівню – обмеже-

ні нулем. Функція має вигляд однієї з гілок гіперболи, тобто при зменшенні значень аргументів, її величина збільшується.

Кожен з аргументів функції $P = f(x)$ також представлений у вигляді функції за загальними аргументам із зазначенням межі, при якому досягається максимум основної функції:

$$\left. \begin{aligned} \emptyset_{D.I.} &= f(a, R, T, \alpha_i) \rightarrow \min \\ \emptyset_{I.I.} &= f(a, R, T) \rightarrow \min \\ \emptyset_{\dot{A}.\dot{A}.} &= f(a, v, R, T) \rightarrow \min \\ i &= f(T, v, S) \rightarrow \max \\ L &= f(i, h_{TP}) = f(T, v, S, h_{TP}) \rightarrow \min \\ R &= f(a, T, S) \rightarrow \min \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

На підставі системи рівнянь (3) та концепції інтегральної оцінки впливу визначено параметри, що найбільше впливають на кут укосу борту кар'єра і, відповідно, площа розкритих запасів – це ширина автодоріг та величина поздовжнього ухилу дороги, який створює довжину транспортування, в оцінках яких найбільше значення належить поздовжнього ухилу і радіусу повороту автосамоскиду.

У **третьому розділі**, відповідно до третього завдання досліджень, виконано розробку способу зміни положення центру мас і міжосьової відстані, та моделювання руху кар'єрного автосамоскиду вдосконаленої конструкції для визначення експлуатаційно-технічних параметрів. Встановлено, що єдиним технологічним параметром, що дозволяє зменшити радіус повороту і збільшити подоланий кут ухилу автодороги, є колісна база – міжосьова відстань.

Для поліпшення експлуатаційних параметрів кар'єрного автосамоскиду розроблено спосіб зміни міжосьової відстані і центру мас (МЦМ).

Дослідження показали, що при наявності можливості зміни міжосьової відстані відбувається значне зменшення необхідної сили тяги при русі по дорозі з поздовжнім ухилом 70 %. Результати моделювання представлені на рисунку 1.

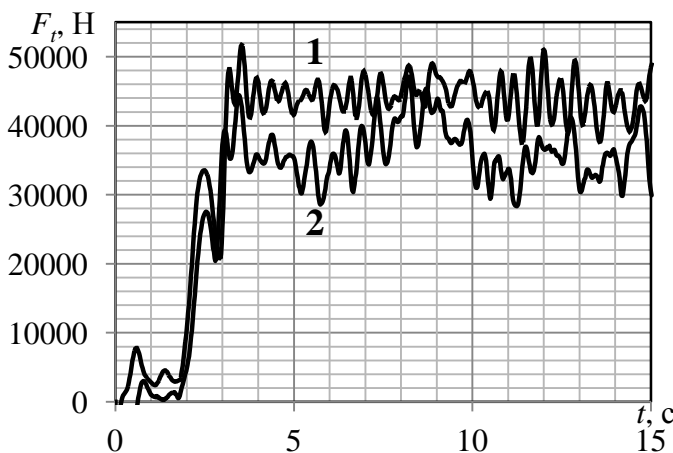


Рисунок 1 – Сила тяги автосамоскиду по дорозі з поздовжнім кутом нахилу $i = 70\%$: 1 – зі звичайної базою; 2 – зі зміненою базою

На підставі досліджень і даних моделювання руху автосамоскиду з МЦМ по внутрішньокар'єрним дорогам розроблено схеми його руху при різних станах (порожнє, навантажене) і напрямку переміщення вантажу (на спуск, на підйом).

Для умов транспортування гірничої маси автосамоскидами вдосконаленої конструкції за рахунок установки МЦМ обґрунтовано раціональні параметри систем розробки.

На підставі моделювання руху автосамоскиду по криволінійним ділянкам з різним розміром міжосьової відстані встановлено залежність для визначення технічно можливого радіуса повороту автосамоскиду при регулюванні за допомогою МЦМ міжосьової відстані:

$$R = a \cdot \ln l + b, \quad (4)$$

де a і b - коефіцієнти, залежні від моделі і конструкції автосамоскиду; l – міжосьова відстань, м.

Встановлено, що при зменшенні міжосьової відстані радіус повороту також зменшується, а при збільшенні міжосьової відстані – відповідно радіус збільшується. Так, для зменшення радіусу повороту на 3 м необхідне скорочення міжосьової відстані на 0,9 м. Максимально можливою величиною зміни міжосьової відстані для автосамоскидів типу БілАЗ моделей 7512 – 7513 є 1,5 м, при цьому радіус повороту змінюється від 10 до 14,4 м.

Змінюючи міжосьову відстань кар'єрного автосамоскиду, можна зменшити радіуси поворотів під навантаження і розвантаження, а так само – радіуси криволінійних ділянок автодоріг. Це дозволяє істотно скоротити розміри транспортних і робочих майданчиків.

Розроблений спосіб зміни центра мас дозволяє збільшити силу тяги автосамоскиду на 25%, що сприяє збільшенню подоланого ухилу дороги на підйом в 2 рази. Встановлено, що при русі завантаженого автосамоскиду БілАЗ – 7512 по дорозі з поздовжнім ухилом 120 ‰ застосування МЦМ при тих самих значеннях сили тяги на приводі дає можливість використовувати автосамоскид на дорогах з підвищеним поздовжнім ухилом в 150 ‰.

Збільшення ухилів кар'єрних автодоріг дозволяє скоротити довжину транспортування. Обґрунтована раціональна висота підйому гірської маси для умов транспортування її автосамоскидами з МЦМ:

$$H_{II} = \frac{L_0 \cdot i}{\frac{l_2}{l_n} + 1}. \quad (5)$$

де L_0 – загальна довжина транспортування гірської маси автосамоскидами, м; i – наведений поздовжній ухил автодороги, ‰; l_2 – довжина одиничної горизонтальної ділянки дороги між ділянками підйому, м; l_n - величина підйому гірничої маси до горизонтальної вставки, яка залежить від ухилу автодороги, м.

При збільшенні ухилу автодороги на 66% зменшується довжина транспортування на 40%, що сприяє зменшенню кількості транспортних берм і можливості розкриву законсервованих під ними запасів з мінімальним обсягом розкриву.

Запропоновано вираз із визначення можливого тангенсу кута нахилу борта кар'єру при скороченні ширини і довжини транспортних комунікацій у кар'єрі при транспортуванні гірської маси автосамоскидами з МЦМ:

$$\operatorname{tg} \gamma_{H.M.} = \frac{k \cdot h_Y}{(k \cdot n)b_T + n \cdot Ш_P(1-x) + k \cdot b_{II} + k \cdot h_Y \cdot \operatorname{ctg} \alpha}, \quad (6)$$

де b_T и b_{II} – ширина відповідно транспортної та запобіжної берм; $\operatorname{ctg} \alpha$ – кут укосу уступу; k – кількість уступів на борту; n – кількість майданчиків для розміщення петлі повороту дороги; $Ш_P$ – ширина одиничного майданчику для розміщення петлі розвороту дороги; x – величина зміни ширини робочого майданчика (від 0 до 30%).

У **четвертому розділі**, згідно з четвертим завданням роботи, розроблено методику визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких горизонтів залізрудних кар'єрів з урахуванням встановленого взаємозв'язку параметрів систем розробки кар'єрів з експлуатаційно-технічними характеристиками кар'єрних автосамоскидів нового технічного рішення.

За результатами досліджень тягових характеристик автосамоскиду та заходів безпеки обґрунтовано припущення сили тяги і поздовжні ухили транспортних комунікацій, на підставі чого розраховано рекомендовані значення ухилів для глибоких горизонтів кар'єра (див. табл. 1).

Для умов ВАТ «Полтавський ГЗК» визначені кут нахилу борта кар'єру і обсяг додаткового розносу бортів для рекомендованих поздовжніх ухилів (рис. 2, 3).

Вплив зміни радіуса повороту автосамоскиду на параметри робочих майданчиків вивчено на прикладі Першотравневого кар'єру ПівнГЗК. У результаті встановлено, що при зміні міжосьової відстані радіус повороту автосамоскиду зменшується на 23,1%, що дозволяє зменшити ширину робочої площадки в обмежених умовах при тупиковому розвороті до 7% і при кільцевому – до 14,5%.

Таблиця 1 – Рекомендовані ухили поздовжніх доріг за критерієм сили тяги автосамоскиду

Поздовжні ухили автомобільних доріг на глибоких горизонтах кар'єра, %		Сила тяги автосамоскиду, F_t , кН		
проектні	рекомендовані	збільшення сили тяги від проектного кута, %	при проектному ухилі i	при рекомендованому ухилі i
70	87,5	25	160	200
80	98,48	23,1	180	221,58
90	109,26	21,4	200	242,8
100	119,7	19,7	220	263,34
110	129,8	18	240	283,2
120	139,56	16,3	260	302,38
130	148,98	14,6	280	320,88
140	158,06	12,9	300	338,7

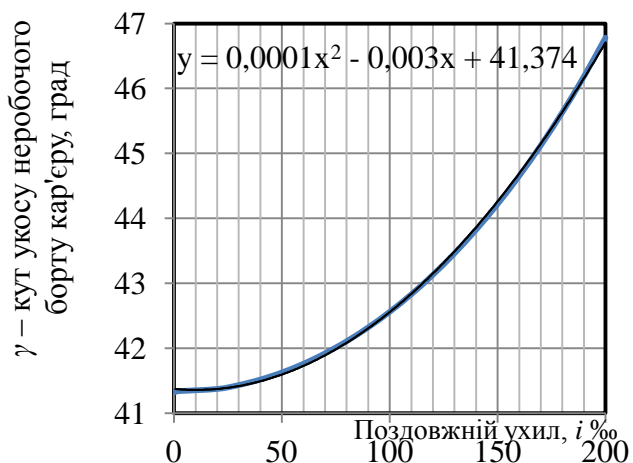


Рисунок 2 – Збільшення кута укосу неробочого борта при збільшенні ухилів внутрішньокар'єрних автодоріг

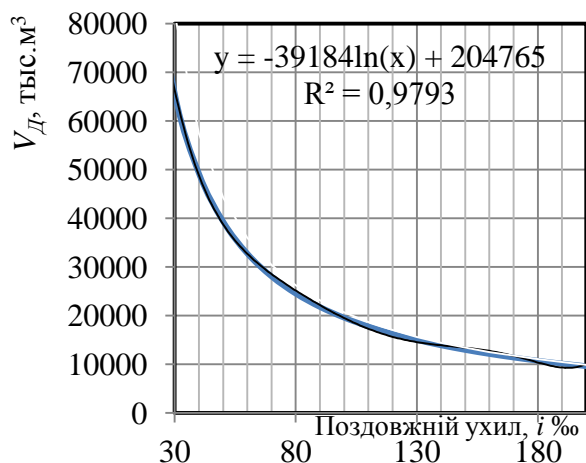


Рисунок 3 – Зміна обсягу додаткового розносу бортів при збільшенні ухилів внутрішньокар'єрних автодоріг

При петльовій схемі ширина робочого майданчика визначалась за формулою:

$$Ш_{р.п.} = a + Д_{р.п.} + O_b + b + l, \quad (7)$$

де a – відстань від нижньої бровки вищестоячого уступу (розвалу порід) до крайки проїзної частини автодороги, 2,5 м; $Д_{р.п.}$ – діаметр розворотного майданчику, м; O_b – ширина узбіччя дороги, 0,5 м; b – ширина насипного огородження під насипом, м; l – ширина призми обвалення, м.

У розрахунку мінімальної ширини робочого майданчика при тупиковій схемі повороту у формулі (8) змінюється базовий параметр з діаметр розворотного майданчику на ширину проїзної частини, що визначено:

$$Ш_{р.п.} = a + Ш_{п.ч.} + O_b + b + l, \quad (8)$$

де $Ш_{п.ч.}$ – ширина проїзної частини, м.

Відповідно п'ятому завданню роботи, в подальшому, виконано практичну реалізацію методики визначення раціональних параметрів систем розробки глибоких горизонтів залізорудних кар'єрів з урахуванням встановленого взаємозв'язку параметрів систем розробки кар'єрів з експлуатаційно-технічними характеристиками кар'єрних автосамоскидів нового технічного рішення у конкретних гірничо-технічних умовах експлуатації. Зокрема, обґрунтовано параметри робочих майданчиків для різних типів екскаватора і умов його роботи (таблиця 2).

Оскільки в межах робочого борту кар'єру розташовується в середньому від 2 – 3 до 5 – 6 петльових з'їздів, ширина автодоріг в межах яких в 2,5 – 3 рази ширше, ніж на прямолінійних ділянках, то для умов транспортування гірничої маси автосамоскидами з МЦМ виконано обґрунтування ширини майданчика для розміщення петлі повороту дороги. Застосування автосамоскидів з МЦМ дозволяє зменшити ширину одного майданчика для розміщення петлі повороту

з 72,5 до 66 м, а по 6-ти петльовим з'їздам в плані вивільняється 36 м, що дозволяє додатково видобути 4750000 м³ гірської маси усередині кар'єру ПівніГЗК.

Таблиця 2 – Параметри робочого майданчика

Тип екскаватора	Радіус черпання екскаватора на рівні стояння $R_{ч.у}$, м	Ширина заходки екскаватора A , м		
		при тупиковому забої	при нормальній заходці	при вузькій заходці в обмежених умовах
Розрахункова формула		$2 R_{ч.у}$	$1,5 - 1,7 R_{ч.у}$	$0,5 - 1,0 R_{ч.у}$
ЭКГ-5АУ	9,0	18,0	13,5 – 15,3	4,5 – 9,0
ЭКГ-5	11,2	22,4	16,8 – 19,04	5,6 – 11,2
ЭКГ-6,3ус	13,5	27,0	20,25 – 22,95	6,75 – 13,5
ЭКГ-8И	12,0	24,0	18,0 – 20,4	6,0 – 12,0
ЭКГ-10	12,6	25,2	18,9 – 21,42	6,3 – 12,6
ЭКГ-12,5	14,8	29,6	22,2 – 25,16	7,4 – 14,8
ЭКГ-15	15,6	31,2	23,4 – 26,52	7,8 – 15,6
ЭКГ-20А	16,0	32,0	24,0 – 27,2	8,0 – 16,0

Відповідно до обґрунтованого рішення про скорочення параметрів автодоріг при застосуванні автосамоскидів вдосконаленої конструкції проведено моделювання контуру кар'єру ВАТ «Лебединський ГЗК». У межах кінцевого контуру змінювалися поздовжні ухили внутрішньокар'єрних автодоріг з 70 % до 90 % і зменшувалися майданчики для розміщення петлі повороту на 6 м. Проектування виконувалося до глибини 250 м. Скорочення обсягів розкриття при цьому становить 9,5 млн. м³, тобто 13,4% від загальних обсягів в контурі (рис. 4). Різниця в погоризонтних обсягах розкриття змінюється від 0 до 4% на верхніх горизонтах та від 11 до 20,5% - на нижніх горизонтах.

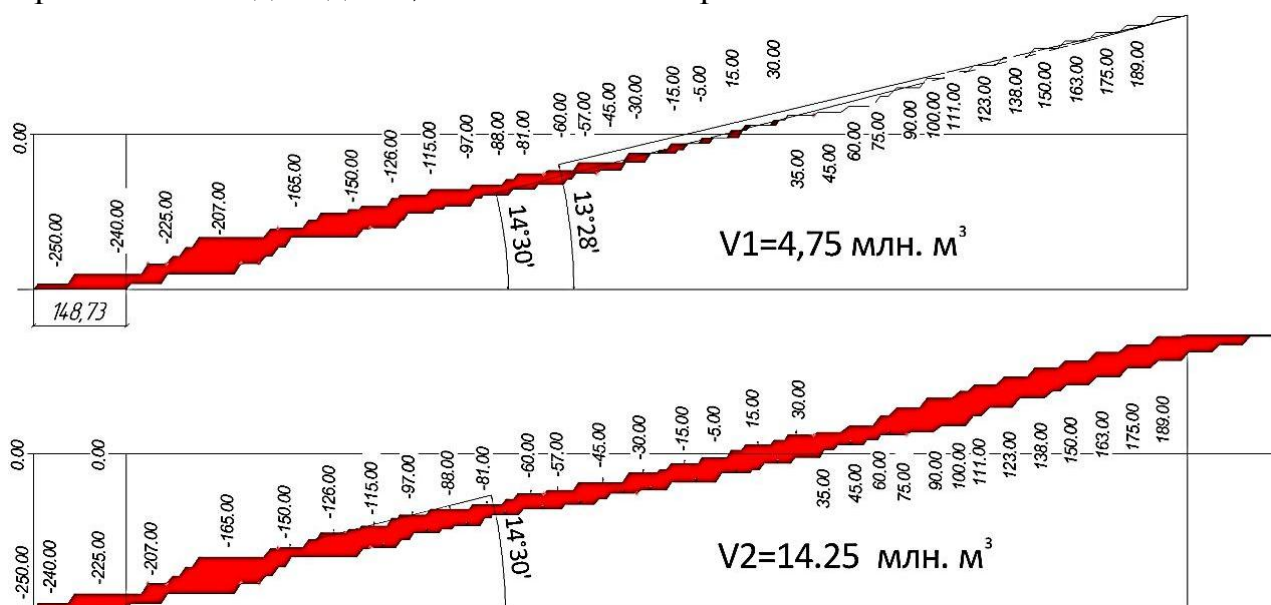


Рисунок 4 – Підрахунок обсягів розкриття і кута укосу по північно-східному борту кар'єра ВАТ «Лебединський ГЗК»

Виконано обґрунтування економічної ефективності застосування кар'єрних автосамоскидів вдосконаленої конструкції на глибоких горизонтах кар'єрів.

Проведено техніко-економічне порівняння автомобільних трас з ухилами 60 % – 200 % для автосамоскидів БілАЗ –7512 –75131 при транспортуванні розкривних порід з МКМ і без нього. При збільшенні поздовжніх ухилів внутрішньокар'єрних автодоріг з 100 % до 200 % капітальні витрати скорочуються на 10% (рис. 5).

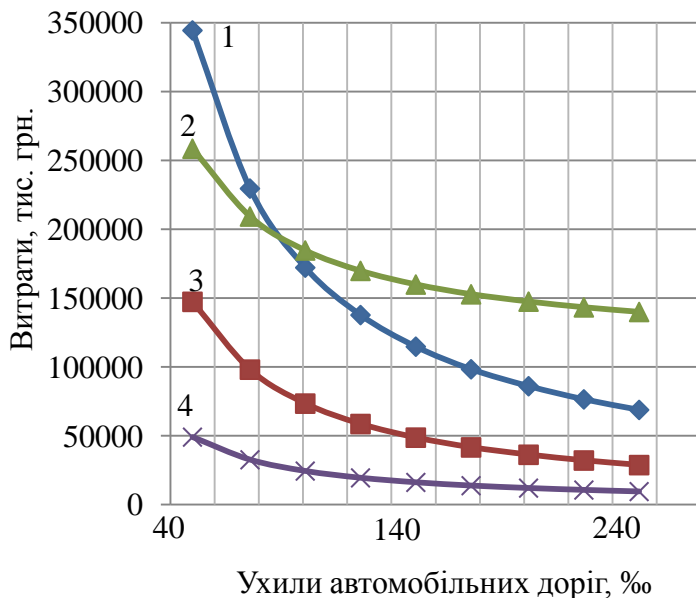


Рисунок 5 – Зміна витрат на гірничо-капітальні роботи при переході на підвищені ухили автомобільних доріг по кар'єру ВАТ «Полтавський ГЗК»: 1 – капітальні витрати на будівництво та підтримання автомобільних доріг, тис. грн.; 2 – річні експлуатаційні витрати, тис. грн.; 3 – капітальні витрати на гірничо-капітальні роботи та реконструкцію транспортних комунікацій, тис. грн.; 4 – обсяг додаткового розносу бортів, м³

Економічні розрахунки застосування в кар'єрі ПАТ «Полтавський ГЗК» автосамоскидів вдосконаленої конструкції дозволили обґрунтувати підвищення поздовжнього ухилу автодоріг на 25% від наявного, що становить для постійних технологічних доріг 75 – 125 %, для тимчасових доріг строком до 1 року – 100 – 200 %. Економічний ефект від застосування підвищених ухилів автодоріг для постійних технологічних доріг становить 49273 тис. грн., для тимчасових – 24738 тис. грн.

Встановлено, що збільшення поздовжнього ухилу внутрішньокар'єрних автомобільних доріг при застосуванні автосамоскидів з МЦМ дозволяє скоротити технологічний обсяг необхідних розкривних робіт. Так, якщо збільшити поздовжній ухил з 80 % до 150 %, то обсяг розкривних робіт зміниться з 24501,9 м³ до 16259,9 м³, що становить 33%; тоді при зміні поздовжнього ухилу зі 100 % до 175 % зменшується з 19561,2 м³ на 13895 м³, що становить 28,9%.

Для умов ВАТ «Лебединський ГЗК» розрахунковий економічний ефект визначається скороченням обсягів розкривних робіт і становить 452,3 млн. грн. тільки з однієї дослідженої ділянки (північно-східного борту).

На основі отриманих аналітичних залежностей обґрунтовано раціональні параметри систем розробки глибоких кар'єрів при застосуванні автосамоскидів вдосконаленої конструкції, що забезпечують підвищення ефективності систем розробки.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішена актуальна наукова задача, яка полягає у встановленні взаємозв'язку параметрів систем розробки та експлуатаційно-технічних параметрів автомобільного транспорту, що використовується при відпрацюванні глибоких горизонтів залізрудних кар'єрів. Встановлені залежності стали основою для розробки нового технічного рішення, що дозволяє взаємно адаптувати експлуатаційно-технічні параметри кар'єрних автосамоскидів та параметри систем розробки кар'єрів на глибоких горизонтах. У кінцевому підсумку це дозволило обґрунтувати раціональні параметри систем розробки глибоких кар'єрів при застосуванні автосамоскидів вдосконаленої конструкції, які забезпечують підвищення ефективності систем розробки.

Основні наукові та практичні результати полягають у наступному.

1. Встановлено, що взаємозв'язок параметрів систем розробки з експлуатаційно-технічними характеристиками автосамоскидів мають вигляд складної функції, деякі функції якої, за окремими аргументам, є як гіперболічними, так і параболічними залежностями, що дозволило скласти об'єктивну оцінку найбільших залежностей аргументів і вибрати пріоритетний напрямок їх взаємної адаптації.

2. На основі проведеного аналізу параметрів, що визначають величину кутів укосу бортів кар'єру, обґрунтовано механізм впливу експлуатаційно-технічних параметрів автосамоскидів (вантажопідйомність, радіус повороту, габарити, тягові характеристики, швидкість руху) на параметри системи розробки та гірничотранспортні системи (ширину робочої площадки і перевантажувального пункту; поздовжній ухил внутрішньокар'єрних автодоріг і їх довжину; кут укосу уступу; глибину кар'єру і висоту підйому гірничої маси), встановлено відносні ступені впливу кожного з перерахованих параметрів, що дозволило встановити найбільш значимі з них.

3. На основі інтегрального методу оцінки впливу експлуатаційно-технічних характеристик автомобільного транспорту на параметри систем розробки глибоких кар'єрів встановлено, що скорочення обсягів розкривних робіт та збільшення обсягів розкритих запасів на глибоких горизонтах досягається при збільшенні поздовжнього ухилу автодоріг і зменшенні радіусу повороту автосамоскиду, що можливо тільки шляхом технічного удосконалення кар'єрних автосамоскидів.

4. На підставі проведеного аналізу розподілу реакції дороги на передні і задні колеса при русі автосамоскиду на підйом і спуск з вантажем і без нього встановлено, що сила тяги і радіус повороту автосамоскиду залежать від міжосьової відстані і положення центру мас автосамоскиду, на підставі чого було виконано комплекс досліджень з розробки способу зміни міжосьової відстані.

5. Розроблено спосіб зміни міжосьової відстані і положення центру мас (МЦМ) автосамоскиду, який дозволяє підвищити доланий поздовжній ухил і скоротити радіус повороту автосамоскиду. Результативність запропонованого способу перевірено математичним моделюванням (у програмному комплексі

«Універсальний механізм») з урахуванням забезпечення безпеки руху та міцності конструкції, що показало наступні результати:

- збільшення міжосьової відстані автосамоскиду типу БілАЗ – 75131 дозволяє збільшити силу тяги до 25% і відповідно доланий поздовжній ухил, а при русі по дорозі з ухилом 70 % значно знижується споживана сила тяги, що дозволить більш економічно витратити дизельне паливо;

- зменшення міжосьової відстані автосамоскиду на величину Δ , яка дорівнює 0,9 м, дозволяє зменшити радіус його повороту на 3 м.

6. Встановлено, що збільшення поздовжнього ухилу внутрішньокар'єрних автодоріг з 120 до 200 % при застосуванні автосамоскидів з МЦМ дозволить збільшити висоту підйому гірничої маси на 200 м або скоротити відстань транспортування до 40%.

7. Встановлено, що зменшення кількості петльових з'їздів (за рахунок збільшення ухилу автодоріг) та скорочення радіусу повороту автосамоскиду дозволяє збільшити кут укосу борту кар'єра та зі скороченим обсягом розкривних робіт частково розкрити законсервовані під транспортними комунікаціями запаси.

Таким чином, застосування автосамоскидів з МЦМ в порівнянні з автосамоскидами традиційної конструкції має низку переваг, які проявляються в зменшенні параметрів внутрішньокар'єрних транспортних комунікацій і в результаті у збільшенні можливого кута нахилу борта кар'єру, на якому вони розташовані, з мінімальним обсягом розкривних робіт.

8. Застосування на автосамоскидах конструкції зміни міжосьової відстані бази при транспортуванні гірської маси у глибоких залізородних кар'єрах дозволяє: збільшити ухили автомобільних доріг, зменшити радіус криволінійних ділянок автомобільних доріг, зменшити ширину робочих майданчиків.

9. На глибоких горизонтах кар'єра розміри робочого майданчика можуть бути зменшені за рахунок застосування вдосконалених конструкцій кар'єрних автосамоскидів з електромеханічною трансмісією з МЦМ. Виконаний комплекс досліджень з раціоналізації внутрішньокар'єрного простору Першотравневого кар'єру ВАТ «ПівнГЗК» показав, що при зміні міжосьової відстані радіус повороту автосамоскиду зменшується на 23,1%, що дозволяє зменшити ширину робочого майданчику в обмежених умовах при тупиковому розвороті на 3 м, що становить 7% і при кільцевому на 6 м, що становить 14,5% від її мінімального значення.

10. Розроблено методику техніко-економічного обґрунтування оптимальних ухилів автодоріг з урахуванням застосування МЦМ на автотранспорті, на відміну від традиційних, що включає:

- врахування зміни капітальних і експлуатаційних витрат на автотранспорт в залежності від величини ухилу автодоріг в динаміці розвитку кар'єра;
- врахування виключення додаткового розносу бортів кар'єру в залежності від розміщення транспортних комунікацій.

11. Очікуваний економічний ефект від збільшення поздовжнього ухилу внутрішньокар'єрних доріг визначається зменшенням обсягу розкривних робіт,

зменшенням відстані перевезень автотранспортом, а також економічними показниками - собівартістю транспортування гірничої маси автосамоскидами і собівартістю розкриття. Запропоновано аналітичні залежності для попередньої оцінки ефективності переходу на підвищені ухили автодоріг.

12. Очікуваний розрахунковий економічний ефект при використанні автосамоскидів, обладнаних МЦМ, виникає при зменшенні розмірів майданчиків для розміщення петлі повороту, що дозволяє сформулювати пропозиції щодо раціонального використання внутрішньокар'єрного простору за рахунок перепланування транспортних комунікацій автотранспорту, збільшення кута нахилу борта, зменшення обсягів розкривних робіт і розтині запасів з ціликів.

13. Економічні розрахунки застосування в кар'єрі ВАТ «Полтавський ГЗК» вдосконалених конструкцій автосамоскидів дозволили обґрунтувати збільшення поздовжнього ухилу автодоріг на 20 – 25% від наявного, що становить для постійних технологічних доріг до 125 %, для тимчасових строком до 1 року – до 200 %. Розрахунковий економічний ефект від застосування підвищених ухилів автодоріг для постійних технологічних доріг становить 49,2 млн. грн., для тимчасових – 24,7 млн. грн.

14. Техніко-економічна оцінка зменшення майданчиків для розміщення петлі повороту автомобільних доріг в умовах кар'єру ВАТ «Лебединський ГЗК» показала можливість частково видобути з законсервованих під транспортними комунікаціями запасів кондиційних залізних руд обсязі 8,099 млн. т. Розрахунковий економічний ефект склав 542,3 млн. грн., за рахунок підвищення ефективності систем розробки глибоких залізородних кар'єрів при застосуванні автосамоскидів вдосконаленої конструкції.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Кривда В.В. Вплив профілю дороги та конструктивних параметрів автосамоскиду на показники руху / К.М. Бас, В.В. Плахотнік, В.В. Кривда // Науковий вісник НГУ. – Д.:ДВНЗ «НГУ», 2013. – №4. – С. 59 – 63 (входить до науково-метричної бази Scopus).

2. Кривда В.В. Planar and spatial mathematical motion simulation of the open pit mining vehicles // К.М. Бас, В.В. Плахотнік, С.М. Куваєв, В.В. Кривда // Науковий вісник НГУ. – Д.:ДВНЗ «НГУ», 2014. – №3. – С. 60 – 65 (входить до науково-метричної бази Scopus).

3. Krivda V. The use of improved dump trucks for substantiation parameters of the deep pits trench / V. Krivda, K. Bass, S. Felonenko // Theoretical and Practical Solutions of Mineral resources Mining. – Dnepropetrovsk: CRC Press, 2015. – P. 325 – 329. – ISBN 978-1-138-02883-8.

4. Кривда В.В. Параметры автомобильно-железнодорожной перегрузочной площадки при использовании карьерного автотранспорта с механизмом изменения центра масс / В.В. Кривда // Геотехническая механика. – Д.: ИГТМ, 2013. – №111. – С. 58 – 66.

5. Кривда В.В. Применение механизма изменения положения центра масс в карьерном автотранспорте в условиях повышенных уклонов автодорог /

К.М. Басс, В.В. Плахотник, В.В. Кривда // Гірничча електромеханіка та автоматика, 2013р. – №90. – С. 92 – 97.

6. Кривда, В.В. Обоснование эксплуатационно-технологических параметров карьерных автосамосвалов / Кривда В.В. // Сборник научных трудов НМетАУ. – Днепропетровск: НМетАУ, 2013. – № 4. – С. 56 – 62.

7. Кривда В.В. Зависимость изменения параметров рабочих площадок при применении конструкции механизма изменения центра масс карьерных автосамосвалов / К.М. Басс, В.В. Кривда, В.В. Терещенко, Д.В. Швец, Е.С. Левченко // Геотехническая механика –Д.: ИГТМ, 2014.–№ 114 .– С. 251 – 260.

8. Кривда В.В. Влияние эксплуатационно-технических параметров автосамосвала на параметры систем разработки глубокого железорудного карьера/ В.В. Кривда // // Геотехническая механика –Д.: ИГТМ, 2014. – № 115. – С. 156 – 163.

9. Кривда В.В. Параметры транспортных коммуникаций на глубоких карьерах при применении усовершенствованных автосамосвалов / К.М. Басс, В.В. Кривда, Д.В. Швец, Е.В. Бабий // Металлургическая и горнорудная промышленность. – Днепропетровск, 2014.– № 4.– С. 53 – 57.

10. Пат. 79872 Україна, МПК В60G 21/00. Задня підвіска вантажного автомобіля з електромеханічною трансмісією / Зіборов К.А. (Україна), Бас К.М. (Україна), Ванжа Г.К. (Україна), Кривда В.В. (Україна); заявник та патентовласник ДВНЗ "Національний гірничий університет". – № u201209522; заявл. 06.08.12; опубл. 13.05.13, № 9.

11. Пат. 102793 Україна, МПК В60G 21/00, В62G 21/00. Задня підвіска вантажного автомобіля з електромеханічною трансмісією / Зіборов К.А. (Україна), Бас К.М. (Україна), Ванжа Г.К. (Україна), Кривда В.В. (Україна); заявник та патентовласник ДВНЗ "Національний гірничий університет". – № u201209023; заявл. 23.07.12; опубл. 12.08.13, № 15.

12. Кривда В.В. Математичне моделювання прямолінійного руху кар'єрного автосамоскиду / К.М. Бас, В.В. Плахотник, В.В. Кривда // Державне ВНЗ «Національний гірничий університет», // Третя науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених «Наукова весна – 2012». – Дніпропетровськ: ДВНЗ «НГУ», 2012.– С. 161 – 165.

13. Кривда В.В. Вплив положення центру мас на техніко-експлуатаційні характеристики кар'єрного автосамоскиду / К.М. Бас, В.В. Кривда // Четверта науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених «Наукова весна – 2013». – Дніпропетровськ: ДВНЗ «НГУ», 2013. – № 4. – С. 119 – 121.

14. Кривда В.В. Возможность использования карьерного автотранспорта с механизмом изменения центра масс / В.В. Кривда // Материалы международной конференции «Современное машиностроение. Наука и образование». – Санкт-Петербург. – СПбГУ, 2013. – С. 952 – 960.

15. Кривда В.В. Визначення оптимальних ухилів кар'єрних автодоріг за часом транспортного процесу / К.М. Бас, В.В. Кривда // Науково-технічна конференція «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні». – Днепропетровск: НМетАУ, 2014.–№3. – С. 33 – 41.

АНОТАЦІЯ

Кривда В.В. Обґрунтування раціональних параметрів систем розробки глибокого кар'єру при застосуванні автосамоскидів вдосконаленої конструкції. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.03 – відкрита розробка родовищ. – ДВНЗ «Національний гірничий університет» МОН України, Дніпропетровськ, 2015.

Дисертаційна робота присвячена встановленню взаємозв'язку параметрів систем розробки глибоких кар'єрів, що відповідають експлуатаційно-технічним характеристикам кар'єрних автосамоскидів вдосконаленої конструкції для забезпечення повноти виймання запасів руд.

Встановлено, що для умов відпрацювання глибоких горизонтів кар'єра підвищення обсягів видобутку руд без збільшення розкриву можливо за рахунок збільшення кутів нахилу бортів кар'єру, що можливо при зменшенні ширини і скорочення довжини автомобільних доріг. Оскільки перелічені величини нормуються з урахуванням техніки безпеки виконання робіт і, в першу чергу, технічними можливостями автомобільного транспорту, що застосовується, то вирішення проблеми виконано шляхом вдосконалення автотранспорту - розроблено конструкцію механізму зміни міжосьової відстані і центру мас для кар'єрного автосамоскиду великої вантажопідйомності з електромеханічної трансмісіїю.

Обґрунтовано раціональне співвідношення параметрів автомобільного транспорту, що застосовується, обладнаного механізмом зміни міжосьової відстані і положення центру мас, таких параметрів систем розробки як ухили кар'єрних автодоріг, розміри майданчиків для розміщення петлі повороту траси, раціональна довжина транспортування і висота підйому гірничої маси, кути нахилу бортів кар'єру та скорочення обсягів розкривних робіт при оптимізації робочого простору кар'єру.

Ключові слова: відкриті гірничі роботи, глибокі кар'єри, параметри систем розробки, автосамоскиди вдосконаленої конструкції.

АННОТАЦИЯ

Кривда В.В. Обоснование рациональных параметров систем разработки глубокого карьера при применении автосамосвалов усовершенствованной конструкции. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.03 – открытая разработка месторождений. – ГВУЗ «Национальный горный университет» МОН Украины, Днепропетровск, 2015.

Диссертационная работа посвящена установлению взаимосвязи параметров систем разработки глубоких карьеров, соответствующие эксплуатационно-техническим характеристикам карьерных автосамосвалов усовершенствованной конструкции для обеспечения полноты извлечения запасов руд.

Установлено, что для условий отработки глубоких горизонтов карьера повышение объемов добычи руд без увеличения вскрыши возможно за счет

увеличения углов наклона бортов карьера, что возможно при уменьшении ширины и сокращения длины автомобильных дорог.

Поскольку перечисленные величины нормируются с учетом техники безопасности выполнения работ и, в первую очередь, техническими возможностями применяемого автомобильного транспорта, то решение проблемы выполнено путем совершенствования автотранспорта.

На основании проведенного анализа распределения реакции на передние и задние колеса при движении автосамосвала на подъем и спуск с грузом и без него установлено, что сила тяги и радиус поворота автосамосвала зависят от межосевого расстояния и положения центра масс автосамосвала. На основании чего был выполнен комплекс исследований по разработке способа изменения межосевого расстояния.

Разработан способ изменения центра масс и межосевого расстояния для карьерного автосамосвала большой грузоподъемности с электромеханической трансмиссией, который позволяет повысить преодолеваемый продольный уклон и сократить радиус разворота автосамосвала.

Разработана математическая модель движения карьерного автосамосвала по дорогам с продольным уклоном.

Исследовано применение на автосамосвалах способа изменения межосевого расстояния базы при транспортировании горной массы в глубоких железорудных карьерах, что позволяет: увеличить уклоны автомобильных дорог, уменьшить радиус криволинейных участков автомобильных дорог, уменьшить ширину рабочих площадок.

Выполненный комплекс исследований по рационализации внутрикарьерного пространства Первомайского карьера ПАО «СевГОКа» показал, что при изменении межосевого расстояния радиус поворота автосамосвала уменьшается на 23,1 %, что позволяет уменьшить ширину рабочей площадки в стесненных условиях при тупиковом развороте на 3 м, что составляет 7 % и при кольцевом на 6 м, что составляет 14,5 % от ее минимального значения.

В результате исследований и математического и имитационного моделирования установлен ряд взаимосвязей между эксплуатационно-техническими характеристиками карьерных автосамосвалов и параметрами систем разработки глубоких карьеров, что позволило определить дальнейшее развитие исследований в области усовершенствования эксплуатационно-технических параметров карьерных автосамосвалов.

Обосновано рациональное соотношение параметров применяемого автомобильного транспорта, оборудованного механизмом изменения положения центра масс и межосевого расстояния, и таких параметров систем разработки как уклоны карьерных автодорог, размеры площадок для размещения петли поворота трассы, рациональная длина транспортирования и высота подъема горной массы, углы наклона бортов карьера и сокращение объемов вскрышных работ при оптимизации рабочего пространства карьера.

Разработана методика технико-экономического обоснования оптимальных уклонов автодорог с учетом применения способа изменения положения

центра масс и межосевого расстояния на автотранспорте, включающая учет изменения капитальных и эксплуатационных затрат на автотранспорт в зависимости от величины уклона автодорог в динамике развития карьера и учет исключения дополнительного разноса бортов карьера в зависимости от размещения транспортных коммуникаций.

По результатам работы разработано ряд методик расчета и рекомендаций.

Ключевые слова: открытые горные работы, глубокие карьеры, параметры систем разработки, автосамосвалы усовершенствованной конструкции.

THE SUMMARY

Vitaliy Krivda. Substantiation of systems development rational parameters in the application of deep quarry dump improved design. - On the manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.15.03 - Quarry deposits. - SHEE "National Mining University" MES of Ukraine, Dnepropetrovsk, 2015.

The thesis is devoted to the establishment of the relationship parameters of the systems development of deep pits, appropriate operational and technical characteristics of mine dump improved design to ensure complete extraction of the ore reserves.

Established that the conditions of working deep horizons of quarry increase in production without increasing overburden ore with an increase of pit slope angles, it is possible with the width and length contraction highways. Since these values are normalized taking into account the safety and performance of works, primarily technical capabilities used road transport, the solution is satisfied by improving transport - a mechanism of design changes the center of mass and center distance for quarry - type heavy-duty dump trucks with electromechanical transmission.

As a result of research and mathematical modeling established a number of relationships between operational and technical characteristics of the mine dump and systems design parameters of deep pits.

Justified by a rational relationship between the parameters used by motor vehicles equipped mechanism for changing the center of gravity and axle distance, and the parameters such as systems development biases quarry roads, sizes sites for turning loop trails, length rational transportation and height of the rock mass, pit slope angles and reduction stripping volumes while optimizing workspace quarry.

Keywords: open pit mining, deep quarry development systems parameters, dump improved design.

КРІВДА Віталій Валерійович

**ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ РОЗРОБКИ
ГЛИБОКОГО КАР'ЄРУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ АВТОСАМОСКИДІВ
ВДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ**

(Автореферат)

Підписано до друку 08.10.15 Формат 60x90/16.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. № 688

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49600, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19