К. В. Бабій /к. т. н./

Інститут геотехнічної механіки
ім. М. С. Полякова НАН України, Україна,
м. Дніпро,
e-mail: babiyev@i.ua

Вплив параметрів підривного руйнування видобувних блоків складної геологічної будови на підготовку гірської маси до переробки

K. V. Babii /Cand. Sci. (Tech.)/

Institute of Geotechnical Mechanics NS Polyakova
NAS Ukraine, Dnipro, Ukraine
e-mail: babiyev@i.ua

Influence of parameters of explosive destruction of mining blocks of complex geological structure on the preparation of the mining mass for processing

Мета. Дослідити вплив параметрів підривного руйнування видобувних блоків складної геологічної будови на виробничі процеси видобутку і переробки залізних руд. Визначити стійкість укосів уступів при екскавації порід в рудних видобувних блоках з безрудними прошарками.

Результати. Виконано аналіз геофізичних методів дослідження будови покладу. Запропоновано використовувати метод магнітної сприйнятливості для каротажу свердловин. Досліджено структуру видобувних блоків складної геологічної будови з контактними зонами «руда – вміщуючі породи». Доведено, що для ефективного застосування обладнання технології передзбагачення руди в кар'єрі є умови: регулювання гранулометричного складу гірської маси і зменшення зростків руди з породами розкриття, які їх вміщують. Запропоновано застосовувати конструкцію заряду вибухової речовини з інертними проміжками або секцією заряду кумулятивної дії при вибуховому руйнуванні гірських порід з контактними зонами. Встановлено вплив параметрів вибухового руйнування видобувних блоків складної геологічної будови на формування технологічних комплексів передзбагачення руди в кар'єрах. Визначено залежність коефіцієнта запасу стійкості укосів уступів при екскавації порід залежно від гірничо-геологічних параметрів.

Наукова новизна. Встановлено залежності параметрів потоку рудної маси (середнього шматка і негабариту) залежно від діаметру буро-вибухових свердловин, що дозволяє регулювати гранулометричний склад.

Практична значущість. На підставі встановлених закономірностей і вдосконалення конструкції свердловинних зарядів обґрунтовано їх вплив на якість підірваної гірської маси в уступах складної геологічної будови, що дозволяє формувати відповідні технологічні комплекси передзбагачення руди в кар'єрах, за яких досягається значне підвищення продуктивності технологічного обладнання гірничого підприємства та економічність видобутку залізних руд. (Іл. 5. Бібліогр.: 8 назв.)

Ключові слова: кар'єр, уступ, складна геологічна будова, конструкції свердловинних зарядів, гранулометричний склад, стійкість уступів.

DOI: 10.33101/S065676567

Постановка проблеми. Однією з головних проблем видобутку і переробки руд в Кривбасі є висока собівартість концентрату, яка, з одного боку, знижує його конкурентність на міжнародному ринку, з іншого – доступність запасів через економічно не обґрунтовану технології видобутку руд. Головними причинами високої собівартості концентрату є: недосконалі технології видобутку і переробки корисної копалини; низька якість початкової мінеральної сировини, що вимагає в процесі переробки великих енергетичних витрат; складна геологічна будова рудного покладу, від-

працювання якого супроводжується значними об'ємами втрат руди і включень зубожілих порід при розробці контактних зон «залізні руди – вміщуючі породи». Виходячи з цього, головним напрямом зниження собівартості концентрату є підвищення якості рудної сировини, що надходить на збагачувальну фабрику. Цього можна досягти при технології попереднього збагачення руди в кар'єрі (ТПРК), яка дозволяє ліквідувати втрати корисної копалини, підвищити якість рудної сировини за рахунок зниження зубожіння, зменшити об'єм розкривних робіт шляхом

вилучення магнітних включень за допомогою переробки [1]. ТПРК використовується самостійно або в комплексі з циклічно-потоковою технологією. Вона може застосовуватися для зuboжілих кондиційних руд, порід розкриття з магнітними включеннями (втрати, позабалансові руди), техногенної сировини. Сутність технології для порід розкриття з магнітними включеннями полягає в тому, що рудну масу після великого дроблення в кар'єрі подають на попереднє збагачення, а відходи передзбагачення розміщують у виробленому просторі кар'єру або складають спільно з породами розкриття. Ця технологія гірничих робіт відрізняється від відомих тим, що в кар'єрі додатково застосовують технологічні процеси: дроблення і суху магнітну сепарацію.

Для досягнення ефективності застосування обладнання ТПРК однією з головних умов є гранулометричний склад гірської маси і зменшення зростків руди з породами розкриття, які їх вміщують. Перша і друга умови залежать, головним чином, від якості буро-підричних робіт (БПР).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В науці й практиці існує багато напрямів вдосконалення буро-підричних робіт. Взагалі вони передбачають ефективність, економічність і екологічність застосування вибухової речовини, енергозбереження виробничих процесів, для залізних руд зменшення гранулометричного складу і багато іншого.

Основні способи підвищення якості буро-підричних робіт полягають в удосконаленні техніки буріння (О. М. Мальгін, С. К. Рубцов, П. О. Шеметов, А. Г. Шликов), автоматизації та щільності заряджання свердловин (М. Ф. Друкований, Е. І. Єфремов, О. І. Чайковський), дослідженні фізико-механічних властивостей гірських порід та їх класифікація як об'єкта впливу буро-підричних робіт (К. Н. Ткачук, Ю. С. Мец), вивченні питомої енергоємності технологічних процесів (І. А. Тангаєв, Я. М. Додіє, А. А. Дрьомін), обґрунтуванні параметрів свердловинних зарядів (В. В. Перегудов, Е. І. Єфремов, В. В. Соболев, Г. П. Демидюк), створенні нових конструктивних рішень щодо свердловинних зарядів (С. В. Тищенко, Г. І. Єременко, В. І. Косенко, К. С. Іщенко), розвалі гірської маси після вибуху та гранулометричному складі (М. Ф. Друкований, Б. Н. Тартаковський, В. С. Вишняков, М. С. Четверик), розробці способів підривання зі збереженням геологічного середовища (В. М. Мосинець, А. В. Абрамов, І. Л. Кратковський) тощо.

Але практично всі перелічені дослідження та способи БПР присвячені монолітним, водонасиченим, абразивним або тріщинуватим породам, і досить рідко для уступів зі складною геологічною будовою.

Мета: дослідити вплив параметрів підричного руйнування видобувних блоків складної геологічної будови на виробничі процеси видобутку і переробки залізних руд. Визначити стійкість укосів уступів при екскавації порід у рудних видобувних блоках з безрудними прошарками.

Основний матеріал дослідження. Практично всі технологічні процеси в кар'єрі і на збагачувальній фабриці залежать від гранулометричного складу гірської маси, який змінюється за етапами видобутку і переробки корисної копалини. В першу чергу, це стосується буро-підричних робіт як основного процесу руйнування масиву гірських порід, від якого залежать ефективність подальших виробничих процесів. Згідно з довідником [2] розмір шматків підірваної гірської маси обмежується:

а) ємністю ківша екскаватора E , м^3

$$L \leq (0,7 \div 0,8) \sqrt[3]{E}, \text{ м};$$

б) ємністю транспортного засобу V , м^3

$$L \leq 0,5 \sqrt[3]{V}, \text{ м};$$

в) меншим розміром приймального отвору дробарки або бункера A , м

$$L \leq 0,85 A, \text{ м};$$

г) шириною стрічки конвеєра B , мм

$$L \leq 0,5 B + 100, \text{ мм}.$$

При використанні технології передзбагачення руди в кар'єрі необхідно враховувати додатковий технічний параметр обмеження гірської маси щодо шматкуватості: це максимальний розмір шматка гірської породи до сепаратора сухої магнітної сепарації, який прийнятий у технологічному комплексі для попереднього збагачення. Тому тип сепаратора в технологічному комплексі і його параметри також залежать від якості буро-підричних робіт. Якщо гранулометричний склад гірської маси не перевищує технічних можливостей сепаратора, тоді можливе спрощення технологічного комплексу шляхом відмови від грохоту або дробарки. Тому впроваджується ще одне обмеження:

д) максимальним шматком переробки сепаратора $K_{\max}$, мм :

$$L \leq K_{\max}, \text{ мм}.$$

Незважаючи на численні дослідження, не існує загальноприйнятого чіткого уявлення про процеси, що відбуваються в уступах скельних гірських порід складної геологічної будови при руйнуванні їх енергією вибуху. Це обумовлене тим, що ці уступи відрізняються від структурно-однорідних масивів гірських порід анізотропією фізико-механічних властивостей, присутністю декількох систем тріщини і наявністю зон кон-

такту порід різного літологічного складу. Така структура порід значно ускладнює передачу енергії вибуху масиву, що руйнується. Звичайні свердловинні заряди (прості за конструкцією) не дають потрібного дроблення порід, що ускладнює подальші виробничі процеси. Для розробки індивідуальних конструкцій свердловинних зарядів в першу чергу необхідно мати детальну інформацію щодо породного масиву, на який буде спрямована дія вибуху.

Аналіз існуючих методів отримання інформації про геологічні структурні особливості і фізико-механічні властивості гірського масиву показує різноманітність механізмів отримання необхідної інформації. В гірничому виробництві при розвідці родовищ про стан і властивості гірських порід в масиві отримують інформацію при бурінні свердловин з відбором керна та випробуванні зразків у лабораторних умовах, але це досить дорогий і неоперативний метод. Фотозйомка відкосів уступів дозволяє провести дослідження щодо структури поверхні і тріщин на ній. Інформація щодо структури контактних зон і порушеності масиву в його середовищі відсутня. Відповідно до виявлення локальних неоднорідностей у товщі порід ефективними вважаються геофізичні методи дослідження. У першу чергу, це сейсмометрія [3], де вглибину масиву без його руйнування проникають фізичні поля і виконуються заміри швидкості хвиль, амплітуд, частот або фаз коливань. Тоді як у гірничій справі в широкому діапазоні використовується електророзвідка, яка базується на вивченні природних і штучних електрополів [4]. При дослідженні видобувних блоків і отриманні оперативної інформації застосовують георадіолакаційні методи [5]. За допомогою георадару визначаються структурні неоднорідності в масивах, що дозволяє накреслити розрізи щодо блоку, оцінити фізико-технічні властивості порід, які його складають, виявити площини розподілу контактних зон та їх параметри.

Для залізорудних родовищ прийнятними є магнітні методи, тому що залізні руди мають здатність намагнічуватися під дією зовнішнього магнітного поля і зберігати намагнічений стан після припинення дії поля. Тому автором пропонується для виявлення контактних зон застосовувати каротаж гірських порід методом магнітної сприйнятливості, який дозволяє оцінити магнітні властивості порід величинами об'ємної та питомої магнітної сприйнятливості та інтенсивністю залишкового намагнічення. Сучасні свердловинні магнітометри у найбільш загальному випадку містять жорстко закріплені блоки взаємно ортогональних магнітометричних датчиків, гравітаційних датчиків, датчиків кутової швидкості, за показаннями яких можуть бути одночасно об-

раховані всі кути просторової орієнтації свердловини та складові напруженості магнітного поля у системі координат.

Автором проведені натурні спостереження видобувних блоків складної геологічної будови на кар'єрах Кривбасу. Виконано аналіз контактних зон «руда – вміщуючі породи». У результаті складено класифікацію їх прояву [1]. Класифікація охоплює особливості геологічної будови контактної зони (форма, переміжність, складність, магнітна сприйнятливість, візуальні відмінності між різними контактуючими шарами), якісні характеристики вміщуючих порід (типи порід, вміст корисного компонента) щодо відношення до гірничо-технологічних параметрів ведення гірничих робіт (злагоджене або не злагоджене падіння контактної зони, лінії укосу уступу і фронту робіт, кут падіння контакту).

При формуванні технологічних схем з переробкою гірської маси при її передзбагаченні необхідно визначити гранулометричний склад та зменшити кількість зростків руди з вміщуючими породами. Цього можна досягти шляхом коригування параметрів буро-підричних робіт.

Аналіз сучасних інновацій у галузі буро-вибухових робіт свідчить, що регулювання гранулометричного складу і якості проробки гірської маси (зменшення зростків) можливе за допомогою двох параметрів: 1) конструкції свердловинного заряду; 2) параметрів свердловин і сітки їх розташування.

Стосовно першого параметра (конструкції свердловинного заряду) існує безліч конструктивних особливостей, пов'язаних із сукупністю геометричних і технологічних параметрів: суцільний, розосереджений або котловий заряд, форма заряду й зарядної камери, місце розташування точки ініціювання, комбінації вибухових речовин і активних добавок, довжини заряду і її відношення до частин інертних проміжків та забійки, складу, кількості і форми інертних проміжків. Для обґрунтування регулювання якісної роботи вибухової речовини в складних зарядах на складно структурний масив скористалися дослідженнями провідних фахівців ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України [6, 7], в яких проведено моделювання фронту ударної і детонаційної хвилі 10 (рис. 1), яка, досягши порожнини 4, описує дію розплавленого плазмового потоку 11 і 14 на масив гірських порід. Цей потік створює потужний ініціюючий імпульс, який перевищує швидкість детонації промислових ВР в 1,5-2,0 рази з тиском у потоці більше, як 10^3 МПа. Сформований потік починає впливати на стінки свердловини, формуючи зону пластичних деформацій 15, далі, розриваючи структурні зв'язки породи, він розширюється, поступово створюючи сферич-

ну порожнину 16 і еліптичну 17, а потім систему радіальних тріщин 18, по якій рухається газовий потік продуктів детонації від вибуху заряду ВР з великою швидкістю. Це сприяє формуванню екрануючої щілини 19.

Наведені вище результати випробувань підтверджують здатність конструкції заряду ВР із секцією заряду кумулятивної дії сформувати в руйнуючому середовищі спрямовану систему радіальних тріщин. Згідно з патентом України [7] «використання розробленої конструкції комбінованого заряду ВР кумулятивної дії дозволяє під дією потужного ініціюючого імпульсу створити в масиві гірських порід захисну розвантажувальну щілину в межах експлуатаційного блока і закладного масиву, що дозволяє створити сприятливі умови для ефективного руйнування корисних копалин у рудному покладі, забезпечує якість подрібнення, коефіцієнт корисної дії вибуху, зниження виходу негабариту і сейсмічну безпеку вибухових робіт на територіях з розвинутою інфраструктурою».

Автором запропоновано конструкцію заряду ВР із секцією заряду кумулятивної дії використовувати для більш детальної проробки уступів складної геологічної будови з контактними зонами для зменшення зростків суміжних порід. Для цього в складно-структурних масивах за рахунок уточнення фізико-механічних властивостей порід при бурінні свердловин або застосування каротажу магнітної сприйнятливості визначається місце розташування в свердловині контактної зони. Виконують коригування параметрів конструкції заряду шляхом застосування секції заряду кумулятивної дії 5 (рис. 2) навпроти контактної зони «руда – вміщуючі породи» або безрудного прошарку.

Конструкція заряду в свердловині 1 (рис. 2) залишається стандартною: подовженою, розосередженою, де вибухова речовина 4 під забійкою 3 ініціюється проміжними детонаторами 2 і розосереджена секцією заряду кумулятивної дії 5. Але застосування секції заряду кумулятивної дії в місцях контактування гірських порід, окрім вищезазначених переваг, дозволить саме там створювати систему радіальних тріщин і екрануючу щілину, на підставі чого в контактній зоні буде більш якісне дроблення гірських порід і, відповідно, зменшення зростків руди з породами, які їх вміщують. Цей фактор є позитивним при спрямуванні гірської маси до комплексу попереднього збагачення, що забезпечить мінімальні втрати корисної копалини.

Стосовно визначення параметрів свердловини та сітки свердловин також існує багато досліджень, пов'язаних з геометричними параметрами свердловини по довжині або перетині та

Рис. 1. Конструкція заряду ВР із секцією заряду кумулятивної дії і моделювання формування екрануючої щілини (за К. С. Іщенко)

1 – свердловина, 2 – проміжний детонатор, 3 – забійка, 4 – ВР, 5 – секція заряду кумулятивної дії
Рис. 2. Схема суміщення секції заряду кумулятивної дії заряду ВР з контактними зонами

конструктивними особливостями їх створення, дослідження впливу діаметру свердловин на шматкуватість гірської маси, планування сітки свердловин, створення концентраційних пучків свердловин або зарядів. В експериментальних та промислових умовах доведено, що заряди змінного перетину мають максимуми та мінімуми енергетичного потенціалу за глибиною свердловини, що дозволяє зменшити залишкове дрібнення гірських порід, але не дозволяє регулювати гранулометричний склад гірської маси після вибуху.

Одним з напрямів регулювання гранулометричного складу є коригування діаметру свердловини. Так, к праці [8] наведені дані щодо зміни гранулометричного складу гірських порід після вибуху при різних діаметрах буро-підричних свердловин. За цими даними встановлені залежності, які наведені на рис. 3.

Регулювання гранулометричного складу гірської маси необхідне при формуванні технологічного комплексу передзбагачення руди в кар'єрі. В першу чергу, це стосується обґрунтування вибору необхідного обладнання в технологічній схемі. У випадку якісно дробленої гірської маси з міні-

Рис. 3. Залежності гранулометричного складу гірської маси від діаметру свердловин

мальним виходом негабариту можливо спростити і здешевити технологічний комплекс за рахунок відмови від застосування дробарки великого механічного дроблення перед сепаратором сухої магнітної сепарації, тому що вона буде працювати тічком.

При екскавації гірських порід з видобувних блоків з контактними зонами або безрудним прошарком при несприятливих умовах можливе виникнення зсувонебезпечних явищ. У цьому зв'язку проведено дослідження зміни коефіцієнта запасу стійкості (КЗС) штучного уступу від фізико-механічних властивостей гірських порід і гірничо-геологічних параметрів безрудного прошарку (рис. 4).

Коефіцієнт запасу стійкості η штучного укусу видобувного екскаваторного вибою залежить від гірничо-геологічних параметрів складноструктурної будови масиву і змінюється від потужності і кута падіння безрудного прошарку. При потужності до 3 метрів КЗС менше нормативного, тоді як при потужності більше 3 метрів стійкість об'єкта підвищується (рис. 4). Тоді як КЗС від кута падіння має залежність (рис. 5).

Коефіцієнт запасу стійкості укусу видобувного уступу має мінімальні значення при кутах падіння безрудного прошарку в межах 35–45 градусів до площини виїмки гірської маси, що є несприятливими умовами виїмки гірської маси екскаватором.

Рис. 4. Залежність коефіцієнта запасу стійкості уступу від гірничо-геологічних параметрів безрудного прошарку

Рис. 5. Залежність коефіцієнта стійкості уступу від кута падіння безрудного прошарку

Висновки

1. Застосування технології передзбагачення руди в кар'єрі забезпечує зниження втрат корисної копалини при видобутку та переробці рудної маси за рахунок використання сухої магнітної сепарації в кар'єрі. Для застосування цієї технології необхідна якісна підготовка гірської маси при підрильних роботах та регулювання гранулометричного складу.

2. Встановлено, що основні втрати і зубожіння корисної копалини виникають при розробці уступів зі складними геологічними умовами за контактними зонами «руда – вмещаючі породи». З урахуванням особливостей механізму вибухового руйнування гірських порід при застосуванні секцій заряду кумулятивної дії розроблена конструкція та схеми розташування свердловинного заряду відносно контактних зон. Це дозволяє створити систему радіальних тріщин і екрануючу щілину вздовж контактної зони. В результаті в контактній зоні буде більш якісне дроблення гірських порід і, відповідно, зменшення зростків руди з породами, які їх вміщують.

3. Встановлено закономірності зміни параметрів потоку рудної маси залежно від діаметру буровибухових свердловин, а саме середній розмір шматка гірської маси має степеневу залежність від діаметру свердловин, а розмір негабариту – експоненціальну.

4. Коефіцієнт запасу стійкості укусу видобувного уступу залежить від фізико-механічних властивостей гірських порід і гірничо-геологічних параметрів безрудного прошарку та має мінімальні значення при кутах падіння безрудного прошарку в межах 35–45 градусів до площини виїмки гірської маси, що є несприятливими умовами виїмки гірської маси екскаватором.

Бібліографічний список / References

1. Бабий Е. В. Технология предобогащения железных руд в глубоких карьерах / Е. В. Бабий. – К.: Наукова думка, 2011. – 184 с.

Babiy K. V. (2011). *Tekhnologiya predobogashcheniya zheleznykh rud v glubokikh karyerakh* [The technology of preliminary enrichment of iron ores in the deep quarries], Naukova dumka, Kiev, Ukraine, 184 p.

2. Мельников Н. В. Краткий справочник по открытым горным работам / Н. В. Мельников. – М.: Недра, 1968. – 308 с.

Mel'nikov N. V. (1968). *Kratkiy spravochnik po otkrytym gornym rabotam* [Open Mining Quick Reference Guide], Nedra, Moscow, Russia, 308 p.

3. Котяшев А. А. Применение сейсмометрии для совершенствования параметров буровзрывных работ / А. А. Котяшев, А. С. Маторин, П. В. Меньшиков // Неделя горняка. – 2010. – С. 302–306.

Kotyashev A. A., Matorin A. S. and Men'shikov P. V. (2010) *Primeneniye seysmometrii dlya sovershenstvovaniya parametrov burovzryvnykh работ*. Nedelya gornyaka, 2010, p. 302–306.

4. Методическое пособие по комплексной геофизической диагностике массива и подземных геотехнических систем. – Днепропетровск: ИГТМ им. Н. С. Полякова НАН Украины, 2004. – 75 с.

Metodicheskoye posobiye po kompleksnoy geofizicheskoy diagnostike massiv i podzemnykh geotekhnicheskikh sistem [Methodical manual on complex geophysical diagnostics of the massif and underground geotechnical systems], Institute of Geotechnical Mechanics NS Polyakova NAS Ukraine, 2004, Dnepr, Ukraine, 75 p.

5. Семейкин Н. П. Геофизические приборы нового поколения / Н. П. Семейкин, В. В. Помозов, Б. В. Эквист, В. В. Монахов // ГИАБ. – 2007. – № 8. – С. 249–253.

Semeykin N. P., Pomozov V. V., Ekqvist B. V. and Monakhov V. V. (2007). *Geofizicheskiye pribory novogo pokoleniya*. GIAB, № 8, pp. 249–253.

6. Ефремов Э. И. О механизме разрушения горных пород цилиндрическими зарядами с кольцевыми инертными зазорами / Э. И. Ефремов, В. А. Никифорова, А. М. Ромашко // Вісник КНУ. – 2012. – № 1. – С. 127–130.

Yefremov E. I., Nikiforova V. A. and Romashko A. M. (2012). *O mekhanizme razrusheniya gornykh porod tsilindricheskimi zaryadami s kol'tsevymi inernymi zazorami*. Visnuk KNU, Kremenchuk, Ukraine, no. 1, pp. 127–130..

7. Патент України 114783, МПК F42D 1/08, 2017.

Patent of Ukraine 114783, MPC F42D 1/08, 2017.

8. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития / М. С. Четверик, В. В. Перегудов, А. В. Романенко и др. – Кривой Рог: Дионис, 2012. – 356 с.

Chetverik M. S., Peregudov V. V., Pomanenko A. V. (2012). *Tsiklichno-potochnaya tekhnologiya na glubokikh karerakh. Perspektivy razvitiya* [Cyclic-flow technology in deep pits. Prospects of development], Dionis, Krivoy Rog, Ukraine, 356 p.

Цель. Исследовать влияние параметров взрывного разрушения добычных блоков сложного геологического строения на производственные процессы добычи и переработки железных руд. Определить устойчивость откосов уступов при экскавации пород в рудных добывающих блоках с безрудными прослоями.

Результаты. Выполнен анализ геофизических методов исследования строения залежи. Предложено использовать метод магнитной восприимчивости для каротажа скважин. Исследована структура добычных блоков сложного геологического строения с контактными зонами «руда – вмещающие породы». Доказано, что для эффективного применения оборудования технологии предобогащения руды в карьере

есть условия: регулирование гранулометрического состава горной массы и уменьшение сростков руды с породами вскрыши. Предложено применять конструкцию заряда взрывчатого вещества с инертными промежутками или секцией заряда кумулятивного действия при взрывном разрушении горных пород с контактными зонами. Установлено влияние параметров взрывного разрушения добычных блоков сложного геологического строения на формирование технологических комплексов предобогащения руды в карьерах. Определена зависимость коэффициента запаса устойчивости откосов уступов при экскавации пород в зависимости от горно-геологических параметров.

Научная новизна. Установлены закономерности изменения параметров потока рудной массы (среднего куска и негабарита) в зависимости от диаметра буро-взрывных скважин, что позволяет регулировать гранулометрический состав.

Практическая значимость. На основании установленных закономерностей и совершенствования конструкции скважинных зарядов обосновано их влияние на качество взорванной горной массы в уступах сложного геологического строения, что позволяет формировать соответствующие технологические комплексы предобогащения руды в карьерах, при которых достигается значительное повышение производительности технологического оборудования горного предприятия и экономичность добычи железных руд.

Ключевые слова: карьер, уступ, сложное геологическое строение, конструкции скважинных зарядов, гранулометрический состав.

Purpose. To investigate the influence of the parameters of explosive destruction of mining blocks of complex geological structure on the production processes of mining and processing of iron ore. Determine the stability of the escarpment slopes during excavation of rocks in ore mining blocks with barren layers.

Findings. The analysis of geophysical methods for studying the structure of deposits. It is proposed to use the magnetic susceptibility method for well logging. The structure of mining blocks of a complex geological structure with contact zones "ore - host rocks" was investigated. It has been proven that for the effective use of equipment for the pre-enrichment of ore in a quarry there are conditions: the regulation of the granulometric composition of the rock mass and the reduction of ore splices with overburden rocks. It is proposed to use a charge design of an explosive with inert gaps or a charge section of a cumulative action in the explosive destruction of rocks with contact zones. The influence of parameters of explosive destruction of mining blocks of complex geological structure on the formation of technological complexes of ore beneficiation in quarries is established. The dependence of the factor of stability of slopes of slopes during excavation of rocks, depending on the geological parameters.

Originality. The regularities of changes in the parameters of the ore mass flow (medium piece and oversize) are established depending on the diameter of the drilling-blast wells, which allows you to adjust the particle size distribution.

Practical value. Based on the established patterns and improvement of the design of well charges, their influence on the quality of the blown-up rock mass in the ledges of a complex geological structure has been substantiated, which makes it possible to form the corresponding technological complexes of ore dressing in quarries. The result is a significant increase in the productivity of the technological equipment of the mining enterprise and the profitability of iron ore mining.

Key words: quarry, ledge, complex geological structure, downhole charge structures, particle size distribution.

Рекомендована до друку
д. т. н. В. О. Назаренко
Надійшла 28.03.2019