

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ В КРИВБАССЕ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

*Е.К. Бабец, Научно-исследовательский горнорудный институт
ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина*

Приведены результаты анализа развития открытых горных работ в Кривбассе в зонах влияния разработок залежей железных руд подземным способом.

Актуальность работы. Криворожский железорудный бассейн – один из крупнейших железорудных бассейнов мира, является основной сырьевой базой черной металлургии Украины. Отработка залежей железных руд Кривбасса ведется в условиях как открытых и подземных горных работ, так и в условиях отработки открытым способом в зонах, подработанных подземными горными работами. Ситуация, которая сложилась в Кривбассе, требует разработать и осуществить мероприятия по обеспечению защиты окружающей среды от отрицательного влияния совместной (открытой и подземной) разработки залежей железных руд, недопущения техногенных аварий и катастроф. Таким образом, изучение состояния открытой разработки месторождений железных руд Кривбасса в зонах влияния подземных горных работ является актуальной и первоочередной.

Изложение основного материала и результаты. Разработка Криворожского месторождения железных руд осуществляется с 1881 г. За это время добыто 4,5 млрд.т товарной железной руды, для чего было изъято из недр более 6 млрд. м³ (около 17 млрд.т) горной массы.

Длительное производство горных работ в Кривбассе привело к масштабным нарушениям состояния недр и земной поверхности. Эти нарушения представлены карьерами глубиной до 300 м, шахтами глубиной до 1500 м, мульдами сдвига и зонами обрушения пород, непогашенными подземными пустотами.

Создалась ситуация, когда в верхней части земной коры Кривбасса образовались выемки и пустоты антропогенного происхождения, а параллельно им размещаются огромные техногенные объекты (отвалы) с массой в миллиарды тонн. Это привело к созданию значительной концентрации неуравновешенного напряжения земной коры, которое ежегодно возрастает по мере углубления горных работ. Общие объемы земной коры, которые подвержены антропогенным геомеханическим процессам в Кривбассе, составляют около 16-17 млрд.м³ (возможно до 20 млрд м³) массой около 50 млрд т при интенсивности нарушений 1 млрд м³ каждые 8 лет.

В настоящее время выемка железорудного сырья в Кривбассе ведется открытым и подземным способами в условиях техногенной нагрузки на геологическую среду, аналогов которой не знает мировая практика.

В ряде случаев открытая и подземная разработка ведется на одном участке месторождения, что создает определенные трудности, влияет на технико-экономические показатели горнодобывающих предприятий, безопасность ведения горных работ, экологическую ситуацию в регионе.

Комплексное использование открытого и подземного способа разработки позволит более полно использовать разведанные запасы железных руд, снизить капитальные затраты и инвестиции на развитие производства, улучшить экологическую обстановку в регионе.

Возможность выемки железных руд открытым способом в зонах влияния подземных горных работ подтверждается опытом украинских и зарубежных горнодобывающих предприятий [1-3].

По мнению Л.И. Барона, открытую разработку в зонах влияния подземных горных работ необходимо считать назревшей задачей для многих месторождений руд черных металлов. Автор утверждает, что есть все основания расценивать эту задачу как важную проблему горной науки [4].

Открытая разработка месторождений богатых руд в зонах влияния подземных работ применяется в Кривбассе с 1939 года. Открытым способом обрабатывались верхние участки

рудных залежей в границах шахтных отводов. С целью наращивания объемов добычи руды и интенсификации производства на рудниках им. Фрунзе, XX партсъезда, Р. Люксембург и др. была организована одновременная отработка локальных рудных тел открытым и подземным способами.

Глубина карьеров при этом не превышала 100 м, длина принималась равной длине рудной залежи. Отбойка руды производилась глубокими скважинами. На погрузке использовались экскаваторы, транспорт – автосамосвалами до перегрузочных складов на поверхности. В отдельных случаях руду из карьера перепускали по рудоспускам непосредственно в подземные очистные блоки, обрабатываемые системами с магазинированием. Это позволяло сократить дальность перевозок и снизить затраты на добычу руды.

Залежь «Восточная» *на руднике им. Р. Люксембург* отработана в течении 6 лет до гор. 212 м открыто-подземным способом. Под карьером обрабатывались две камеры длиной по 25-30 м, разделенные МКЦ шириной 12 м. Камерные запасы извлечены за три этапа, подвиганием работ снизу вверх.

На *руднике им. XX партсъезда* (сейчас ПАО «САХА БАЛКА») производили отработку запасов руд небольшим карьером. Максимальная глубина 100 м. Транспорт – автосамосвалами. Наличие пустот и толщину потолочины контролировали глубокими скважинами.

На *руднике «Ингулец»* с 1963 года разрабатывалась открытым способом залежь железной руды, расположенная в районе старых подземных выработок шахты «Визирка». Подземная разработка этой рудной залежи проводилась еще в 1898-1914 г.г. В то время были пройдены стволы шахт «Визирка» и «Добровольского», а также серия откаточных и подэтажных выработок на горизонтах 60 и 87 м. После ликвидации шахты «Визирка» было принято решение доработать рудную залежь открытым способом. Повторная открытая разработка остатков железной руды месторождения производилась в две очереди. Первая очередь отработки рудной залежи предусматривала доработку северной части месторождения, где подземные работы проводились с 1949-1955 г.г. и расположение подземных выработок было хорошо известно. Во вторую очередь разрабатывалась южная часть рудной залежи, отработанная подземным способом в 1889-1914 г.г. Запасы полезного ископаемого I и II очереди отработки месторождения были вскрыты внешней наклонной траншеей.

Повторная разработка оставшихся запасов полезного ископаемого осуществлялась транспортной системой разработки. Оработка горной массы осуществлялась горизонтальными слоями. Высота уступов была равна 10 м. При извлечении вскрышных пород и добыче железной руды буровзрывные работы не применялись.

Отличительной особенностью открытой доработки месторождения являлось наличие в границах карьера непогашенных подземных пустот и выработок. Для их обнаружения и уточнения запасов руды перед началом производства открытых горных работ в 1962-1963 г.г. было пробурено 10 тыс. м разведочных скважин.

Открытые горные работы в зоне возможного обрушения проводились с выполнением следующих мероприятий:

1. Угол откоса уступа в районе обрушения был равен 30°;

2. На каждом горизонте маркшейдерской службой наносился контур возможных пустот. Нахождение горнотранспортного оборудования в этой зоне запрещалось. Если размеры опасной зоны превышали ширину заходки, то отработка такого участка разрешалась после испытания подошвы уступа заглублением ковша экскаватора на 1,5-2м ниже уровня его стояния;

3. Люди и механизмы выводились из опасной зоны во время проведения массовых взрывов на карьере ИнГОКа.

4. Осуществлялся постоянный контроль за состоянием горных пород в зоне обрушения.

К недостаткам применяемого способа повторной разработки месторождения открытым способом следует отнести:

- значительный объем бурения разведочных скважин для обнаружения пустот и подземных выработок;

- низкие значения высоты уступов (10м) и углов их наклона (30°) при нормативных значениях

ширины рабочих площадок привели к нерациональному графику режима горных работ.

В настоящее время в Кривбассе разработка природно-богатых руд открытым способом в зонах влияния подземных горных работ осуществляется карьером «Южный» бывшего рудоуправления им. Кирова (ныне горный цех шахтоуправления по подземной добыче руды ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»), карьером «Северный» бывшего рудоуправления им. Дзержинского ныне горно-обогатительный комплекс «Укрмеханообр» ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», а также наиболее мощным карьером №1 ПАО «ЦГОК», который осуществляет добычу железистых кварцитов в условиях неустойчивого, а местами и обрушенного состояния массива горных пород. Такое состояние массива вызвано наличием подземных выработок и пустот, образовавшихся при добыче железных руд подземным способом.

Карьеры «Южный» и «Северный» вовлекают в разработку природно-богатые железные руды Саксаганской полосы Криворожского железорудного бассейна, сложенной породами нижнего и среднего отделов Криворожской серии, добыча которых проводилась подземным способом.

Карьером «Южный» ведется отработка руды в зоне сдвижения от подземных горных работ в поле шахты №1 им. Артема, на которой продолжается добыча богатых железных руд. Достигнутые размеры карьера: длина – 1050 м, ширина – 630 м, глубина – 140 м, проектные соответственно: 1200, 700, 190 м.

Горный отвод карьера «Северный» располагается на территории, подработанной шахтами бывшего рудоуправления им. Дзержинского и представлен землями непродуктивными для сельскохозяйственного производства. Общая площадь земельного отвода составляет 113 га, в том числе площадь горного отвода 108 га. Оработка залежей богатых руд осуществляется на глубину до 220 м.

Карьером №1 ПАО «ЦГОК» отрабатываются магнетитовые кварциты первого $K_2^{1.жс}$, второго $K_2^{2.жс}$ и четвертого $K_2^{4.жс}$ железистых пластов Саксаганской антиклинали. При глубине карьера 350 м его длина составляет 4000 м, а ширина – 1700 м. Карьер расположен в зонах сдвижения горных пород и земной поверхности бывших рудников им. Фрунзе, им. Коминтерна и им. К. Либнехта. Высота уступов по наносам составляет 10 м, по скальным породам – 15 м.

Наибольшая опасность при углублении карьера до глубины 500 м может возникнуть при разносе восточного борта, поскольку он находится в зоне влияния подземных разработок бывшего рудника им. Коминтерна и частично рудника им. Фрунзе [5-7].

Для обеспечения безопасности производства горных работ производятся следующие мероприятия:

1. Осуществляется разведочное бурение для обнаружения пустот и установки датчиков, сигнализирующих о процессах, предшествующих началу сдвижения горных пород.

2. Осуществляется закладка обнаруженных пустот и выработок.

Выводы.

Анализ опыта разработки в Кривбассе месторождений железных руд открытым способом в зонах влияния подземных горных работ выявил однотипность недостатков применяемых технологических схем для извлечения из недр полезного ископаемого:

1. Для отработки массивов горных пород, находящихся в неустойчивом или обрушенном состоянии, применялись и применяются традиционные технологические схемы, предназначенные для открытой эксплуатации месторождений, устойчивость массивов горных пород которых не нарушена подземными работами.

2. Формирование рабочей зоны карьеров по большей части ее периметра осуществлялось горизонтальными рабочими площадками шириной не более 65 м и уступами, высота которых не превышала 12 м, что всегда приводило к «пиковой» нагрузке по вскрышным работам на первую половину срока службы карьера.

3. Описанный выше способ формирования рабочей зоны карьера предусматривает высокий уровень концентрации горнотранспортного оборудования, что вызывает дополнительную нагрузку на неустойчивый массив горных пород и существенно повышает риск возникновения аварийных ситуаций.

4. Система транспортных коммуникаций не всегда была дублирована, что приводило к простоям горного предприятия в период ликвидации аварийных ситуаций, а дублирование этой системы - к дополнительным затратам.

5. Существующий опыт разработки в Кривбассе железных руд месторождений открытым способом в зонах влияния подземных горных работ показал, что применение традиционных технологических схем в рассматриваемых условиях создает определенные трудности в выполнении подобных работ и снижает вероятность достижения предусмотренных проектами показателей.

Список литературы

1. Полищук А.К. Открытая повторная разработка железорудных месторождений /А.К. Полищук. - К.: Вища школа, 1978.-192 с.

2. Ботанцев И.В. Технологические аспекты повторной разработки крутопадающих месторождений открытым способом //Сб. научн. трудов ИППЭ «Экология и природопользование».-Днепропетровск, 2008.-Выпуск 11.-С.26-30.

3. Шапарь А.Г., Ботанцев И.В., Романенко В.Н. Повторная разработка природно-богатых потерянных и разубоженных руд в Кривбассе открытым способом //Горный информационно-аналитический бюллетень. - МГТУ-М.-2008.-№2.-С.239-244.

4. Барон Л.И. О повторной разработке рудных месторождений /Научные сообщения, вып. VII.- М.: Гостехиздат, 1961.-30 с.

5. Кузнецов И.А., Акимов А.Г., Кузьмин В.И. и др. Сдвигание горных пород и земной поверхности на рудных месторождениях. М: Недра, -1971.-224с.

6. Определение геометрических параметров камерных систем разработки в Кривбассе со сводообразной и шатровой формами обнажения потолочины. - Инструкция/ НИГРИ. -Кривой Рог, 1991.-17 с.

7. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Криворожском железорудном бассейне/ ВНИМИ-Л.1975.-67с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДРОБЛЕНИЯ СКАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОМПЛЕКСОВ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В КАРЬЕРАХ КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАССЕЙНА

А.П. Стрилец, Г.Д. Пчолкин С.И. Корняшик, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Украина

Приводятся результаты анализа производительности экскаватора и автосамосвала от кусковатости горной массы при разной технологии подготовки горных пород к выемке на карьерах Криворожского железорудного бассейна.

Один из основных технологических процессов при добычи полезных ископаемых на карьерах Криворожского железорудного бассейна, являются буровзрывные работы. Качественное выполнения буровзрывной подготовки скальных горных пород позволит снизить затраты на добычу поленого ископаемого и обеспечит возможность внедрения циклично-поточной технологии (ЦПТ) на глубоких карьерах Криворожского железорудного бассейна.

Увеличение интенсивности дробления горной массы взрывом влечет за собой затраты на буровзрывные работы, однако увеличивается производительность горнотранспортного оборудования и уменьшаются затраты на дальнейшую переработку полезного ископаемого. Определение оптимального соотношения затрат на буровзрывные работы и интенсивность дробления горной массы является актуальной научно-практической задачей решению которой посвящена данная статья.

Совершенствование буровзрывных работ путем применение современных взрывчатых веществ и средств взрывания на карьерах позволяет значительно улучшить степень