

УДК 622.27

Снижение потерь и засорения обрушенной руды при отработке крутопадающих рудных залежей

Логачев Е. И.^{*}, Письменный С. В.

Криворожский технический университет, Кривой Рог, Украина

Поступила в редакцию 15.05.09, принята к печати 15.11.09.

Аннотация

Для снижения потерь и засорения руды при добыче подземным способом были предложены варианты с разделением по периметру обрушенной породы и руды. Применение данного технологического решения, позволит значительно улучшить показатели извлечения полезного ископаемого без дополнительных затрат.

Ключевые слова: руда, добыча, подземный способ, полезное ископаемое.

Рынок производителей железорудного сырья Восточной Европы для Украины считается традиционным. Если в недавнем прошлом потребности Европы в железной руде удовлетворялись за счет внутреннего производства и экспорта из Швеции и бывшего СССР, то в настоящее время этот рынок все больше завоевывается рудой из Бразилии, в которой намечается существенное увеличение мощностей рудодобывающих предприятий. Наибольшие проблемы со сбытом будут иметь экспортеры из стран СНГ, предлагающие сырье соответствующего качества по более высоким ценам. В работе [1] отмечается, что горнорудное производство всегда будет существовать по законам рынка, для которого единственным ключом к успеху будет производство по цене меньшей, чем у конкурентов.

Основными факторами, определяющими эффективность горнорудного производства, являются уровень потерь руды, степень ее засорения пустыми породами и удельный объем проведения наиболее трудоемких нарезных выработок.

На шахтах Криворожского бассейна, для систем разработки с обрушением, фактические потери и засорение руды достигают 15–20 %, что превышает нормативные на 3–5 % [2]. Повышенные потери и разубоживание приводят к досрочной отработке горизонтов и увеличению удельного объема горно-капитальных работ по подготовке новых горизонтов [3].

Вопрос о снижении потерь и разубоживания руды, при подземной добыче, рассматривается на протяжении многих лет и на данном этапе развития горнодобывающей промышленности является открытым. Решение этого вопроса ведет к увеличению рентабельности горнорудного предприятия.

В Криворожском бассейне балансовые запасы богатых железных руд до глубины 1500 м превышают 1 млрд. т. Свыше 50% общих запасов сосредоточено в залежах мощностью от 20 до 100 м. Рудные тела залегают под углом $45^{\circ} - 65^{\circ}$.

Физико-механические свойства богатых руд изменяются в широких пределах [4]. Запасы руд с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протоdjяконова $f = 3 - 4$ составляют 24,6%, с $f = 5 - 6 - 51,1\%$, с $f = 7 - 10 - 16,6\%$, $f = 11$ и выше – 7,7%. С глубиной крепость богатых руд существенно уменьшается, что приводит к ухудшению условий ведения горных работ на больших глубинах.

Почти все богатые руды имеют гематитовый состав, различаясь между собой соотношением железосодержащих разновидностей. Наиболее рыхлые, низкой устойчивости руды характерны для южной группы рудников. В поле шахты “Гвардейская”, “Юбилейная”,

^{*} E-mail: ggf@mine.dgtu.donetsk.ua

“Октябрьская” 80 - 90% запасов отнесены к группе неустойчивых и, местами, средней устойчивости.

Отработка мощных залежей неустойчивых руд производится, как правило, различными вариантами системы разработки с подэтажным обрушением, табл.1. Они характеризуются повышенными потерями руды в зоне влияния лежащего бока, значительным засорением руды со стороны неустойчивого висячего бока.

В связи с этим научно-техническая задача по совершенствованию технологии отработки мощных залежей богатых железных руд, с углом падения 45 – 60°, обеспечивающей снижение потерь и трудоемкости работ, является актуальной.

Для снижения потерь и засорения руды при добыче подземным способом были предложены варианты с разделением по периметру обрушенной породы и руды.

Это может быть достигнуто за счет применения «плавающей» потолочины или гибкого перекрытия. При этом отработка блока производится в два этапа.

Табл.1. Техничко-экономические показатели систем разработки Кривбасса

Наименование показателя	Ед. изм.	Вид системы разработки					
		Этажно-камерная				Подэтажно-камерная	Подэтажное обрушение
		Итого:	В том числе:				
			Камерная	МКЦ	Потолочная		
Удельный вес в годовом объеме	%	35,0	-	-	-	20,0	45,0
Удельный объем подготовительно-нарезных выработок	м / 1000г	1,9 - 3,0	-	-	-	2,5 – 4,5	3,0 – 5,0
Потери руды (фактические)	%	16,4	4,0	27,9	42,9	15,9	14,7
Засорение руды (фактическое)	%	13,0	9,6	23,0	11,2	11,4	6,5

На первом этапе формируется ограждающее перекрытие в виде «плавающей» потолочины или гибкого металлического перекрытия из полосового железа, создание которых требует значительных затрат труда и времени. На втором этапе выполняются работы связанные с проведение всех нарезных выработок и ведением очистных работ.

Данные варианты систем разработок позволяют в значительной мере снизить потери и засорение обрушенной руды, однако, себестоимость добычи полезного ископаемого увеличивается.

Для снижения потерь и засорения руды П.Д.Петренко предложил вариант системы подэтажного обрушения ромбовидными панелями с защитным слоем переизмельченной руды. Однако, влияние коэффициента первичного разрыхления (уплотнения) переуплотненного слоя при углах падения месторождения менее 60° не рассматривалось.

Исследования показали, что разубоживание руды зависит в основном от соотношения крупности пустых пород, толщины переуплотненного слоя, а также коэффициента первичного разрыхления руды и почти не зависит от высоты выпускаемого слоя. При равном соотношении диаметра куска переуплотненного слоя разубоживание начинается уже после выпуска 32% чистой руды и достигает 59% при извлечении 74% рудной массы. При увеличении соотношения диаметра среднего куска до 0,5 разубоживание начинается после выпуска 89 и 96% чистой руды, при этом разубоживание составляет соответственно 9 и 4%.

Для установления рациональной толщины защитного слоя были проведены лабораторные опыты при соотношении между размерами кусков пород и руды +2 – -5 мм. Толщину защитного слоя изменяли от 5 до 15 см. Коэффициент первичного извлечения изменяли с 1,1 до 1,2.

Проведенные опыты показали, что с увеличением толщины защитного слоя переизмельченной руды значительно уменьшаются потери руды в блоке, рис. 1.

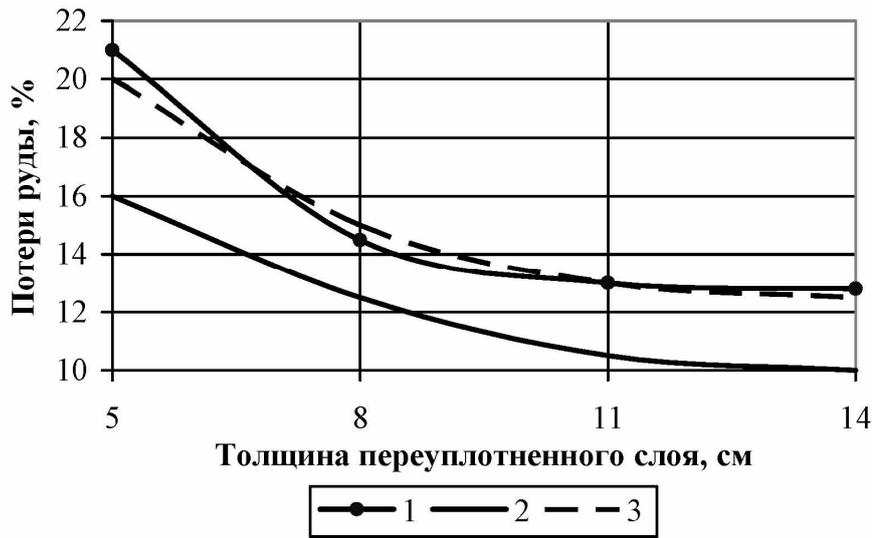


Рис.1 Зависимость потерь руды от толщины защитного слоя и коэффициента первичного разрыхления: 1 – по данным П.Д.Петренко; 2 – при коэффициенте первичного разрыхления 1,2 и угле падения залежи 60° ; 3 – при угле падения 45° и коэффициенте первичного разрыхления 1,1

Из рис.1 видно, что потери обрушенной руды с увеличением толщины защитного слоя до 15 см, снижаются до 10%, а при отсутствии переуплотненного слоя потери достигают 25 – 45%. Извлечение чистой руды до разубоживания увеличилось от 18,8% до 80,9%. Полученные данные существенно не отличаются от ранее полученных П.Д.Петренко.

При выпуске обрушенной руды под переуплотненным слоем, практически исключается верхнее засорение обрушенной руды налегающими породами. Возможно лишь боковое засорение при несоблюдении конструктивных параметров днища блока, дозы и режимов выпуска.

Объем засоряющих пород, попадающих в руду при выпуске, равен боковому объему фигуры выпуска [4], m^3

$$V_6 = \frac{\pi ab^2}{3} \left(2 - \frac{3l_{6к}}{b} + \frac{l_{6к}^3}{b^3} \right),$$

где V_6 – объем пород, засоряющих руду; a – большая полуось фигуры выпуска, м; b – малая полуось фигуры выпуска, высота которой равна высоте слоя обрушенной руды, м; $l_{6к}$ – расстояние от оси выпускного отверстия до плоскости бокового контакта, м.

В процессе моделирования, полученные показатели извлечения (засорения), значительно не отличаются от расчетных. Изменение величины засорения руды от толщины переуплотненного слоя и коэффициента разрыхления представлены на рис. 2.

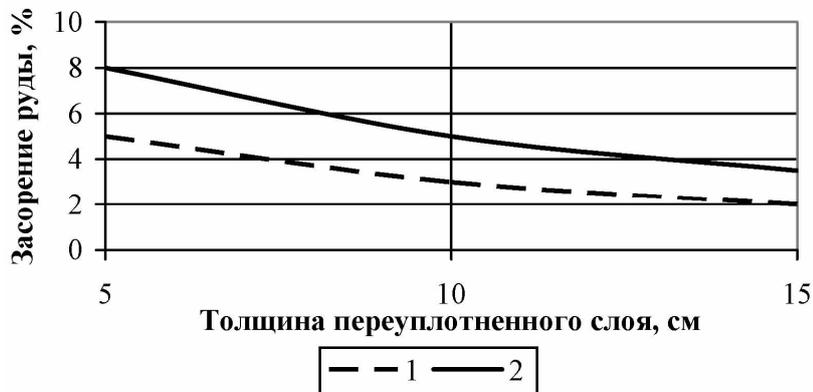


Рис. 2 Зависимости изменения засорения руды от толщины переуплотненного слоя и коэффициента разрыхления (уплотнения): 1, 2 – коэффициент разрыхления, соответственно, 1,1 и 1,2.

Из приведенного на рис. 2 графика видно, что с увеличением толщины переуплотненного слоя от 5 до 15 см, засорение обрушенной руды уменьшается с 8,0 до 3,5% при коэффициенте разрыхления 1,2 и высоте блока 35 м.

Таким образом, применение данного технологического решения, позволит значительно улучшить показатели извлечения полезного ископаемого без дополнительных затрат.

Библіографічний список

1. Колосов В. А., Воловик В. П., Дядечкин Н. И. Современное состояние и перспективы развития предприятий по добыче и переработке железорудного и флюсового сырья в Украине // Горн. журн. – 2000. - №6. – С. 162 – 168.
2. Корж В. А. Перспективи вдосконалення проектування технології видобутку руди // Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. - №3. – С. 61 – 62.
3. Чернокур В. Р., Шкробко Г. С., Шелегеда В. И. Добыча руд с поэтажным обрушением. – М.: Недра, 1992. – 271 с.: ил.
4. Гирин В. С., Кравцов Н. К., Витряк В. А. Пути совершенствования качества металлургического сырья на шахтах Кривбасса // Разраб. рудн. месторождений. Кривой Рог: КТУ. – 2000. – Вып. 70. – С. 10-13.
5. Малахов Г.М., Безух В.Р., Петренко П.Д. Теория и практика обрушенной руды. – М.: Недра, 1968. – 311 с.

© Логачев Е. И., Письменный С. В., 2010.

Анотація

Для зниження втрат і засмічення руди при видобутку підземним способом були запропоновані варіанти з розділенням по периметру обрушеної породи і руди. Вживання даного технологічного вирішення, дозволить значно поліпшити показники витягання корисної копалини без додаткових витрат.

Ключові слова: руда, видобуток, підземний спосіб, корисна копалина.

Abstract

For the decline of losses and obstruction of ore at production by variants were an underground method offered with a division on the perimeter of the brought down breed and ore. Application of this technological decision, will allow considerably to improve the indexes of extraction of mineral resources without additional expenses.

Keywords: ore, production, underground method, mineral resources