УДК 622.06

Э.И.БОГУСЛАВСКИЙ, *д-р техн наук, профессор, bogusl@spmi.ru*
П.В.КОРЖАВЫХ, *канд. техн. наук, ассистент, korzhavykh@yandex.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

E.I.BOGUSLAVSKIY, *Dr. in eng. sc., professor, bogusl@spmi.ru*
P.V.KORHZAVYKH, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, korzhavykh@yandex.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ РУДЫ В ЦЕЛИКАХ ПРИ ЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ КОРОБКОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Предлагаются технологические решения по снижению потерь руды в междукамерных целиках при проектировании нижних горизонтов рудника им. Губкина. С целью обоснования этих предложений проведены физическое (на эквивалентных материалах) и математическое (методом конечных элементов) моделирование. Приводятся результаты исследований и графики экономически выгодных границ использования новых технологий. Утверждается необходимость опытно-промышленных работ, которые следует провести перед внедрением технологических решений в производство.

***Ключевые слова*:** снижение потерь руды, крепление целиков, частичная отработка целиков, экономическая эффективность.

ECONOMIC EFFICIENCY REDUCING ORE LOSSES IN PILLARS OF LEVEL-CHAMBER METHOD OPERATIONAL AT THE KOROBKOVSKY OF THE IRON-ORE DEPOSIT

Technological solutions of ore loss reduction in interchamber pillars at bottom levels design of Gubkin mine are developed. For the purpose of justification of these offers has been carried out: physical (with the use of equivalent materials) and mathematical (finite element method) modeling. The research results and schedules of economic borders of use of new technologies are presented. The requirement for pilot work before industrial scale use is established.

***Key words*:** ore loss reduction, pillar fastening, partial pillar recovery, economic efficiency.

Коробковское месторождение, геологическая разведка которого осуществляется с 1930 г., а на железистые кварциты с 1948 г., находится в центральной части северо-восточной полосы Курской магнитной аномалии. Административно месторождение находится в Губкинском районе Белгородской области, в 1-4 км восточнее г. Губкина, отделяясь от него ручьем Теплый Колодезь (рис.1). Ближайшим крупным населенным пунктом является г. Старый Оскол, расположенный в 20 км юго-восточнее, вторым по величине является г. Губкин. Исторически сложилось, что г. Губкин расположен над рудником.

Инженерно-геологичекие и геомеханические условия Коробковского месторождения детально изучены в период специальных исследований. В связи с подземным способом разработки месторождения в пределах массивов неокисленных железистых



Рис.1. Административная карта района исследований

кварцитов (НЖК), основное внимание уделено изучению массивов пород рудно-кристаллического комплекса.

Коробковское месторождение железистых кварцитов отрабатывается рудником им. Губкина с 1955 г. В настоящее время запасы руд в пределах горного отвода предприятия практически заканчиваются. Запасы руд имеются как выше, так и ниже отрабатываемого горизонта (в пределах горного отвода до отметки –250 м). После проведения геомеханических исследований принято решение о первоочередном вскрытии и отработке запасов нижнего горизонта в пределах от –125 до –250 м. Глубина горных работ на отметке –250 м составит 450 м от поверхности. На большей глубине возрастает горное давление, что необходимо учитывать при расчете размеров целиков и камер, а также величины предохранительного целика между горизонтом –125 м и нижележащим отрабатываемым этажом.

Большая часть горного отвода предприятия «Комбинат КМАруда» плотно застроена заводами, фабриками, железными и шоссейными дорогами, зданиями и сооружениями промышленного и гражданского назначения. Поэтому под поверхностью горного отвода при выемке руд категорически не допускаются обрушения пород в подземные выработки, сдвижение поверхности под влиянием горных работ, т.е. деформации пород над выработками возможны только в упругом режиме. При отработке действующего этажа месторождения между горизонтами –71 и –125 м это достигается за счет параметров применяемой этажно-камерной системы разработки: ширина камер 30 м и длина 55-75 м; ширина междукамерных целиков, ориентированных по короткой стороне камер, 25 м, ширина междупанельных целиков, ориентированных по длинной стороне камер, 20 м. Расчетная высота блока, т.е. высота камер и целиков, 63 м.

Представленные параметры этажно-камерной системы разработки обеспечивают надежную и безопасную выемку запасов железной руды, но потери руды в недрах при этом достигают 57-60 %. Это обстоятельство является негативным с позиции требований к полноте отработки недр при проектировании нижнего горизонта – 250 м.

Уменьшение ширины междукамерных целиков, в которых сосредоточены наибольшие потери полезного ископаемого, является основным направлением снижения потерь руды при отработке Коробковского месторождения этажно-камерной системой. Поэтому необходимо разработать новые технологии, позволяющие уменьшать размеры междукамерных целиков.

Решением данной проблемы является использование новых запатентованных технологий. Первый способ заключается в уменьшении размеров междукамерных целиков за счет их упрочнения веерами тросовых штанг. Это позволит снизить ширину междукамерных целиков с 25 до 19-21 м и

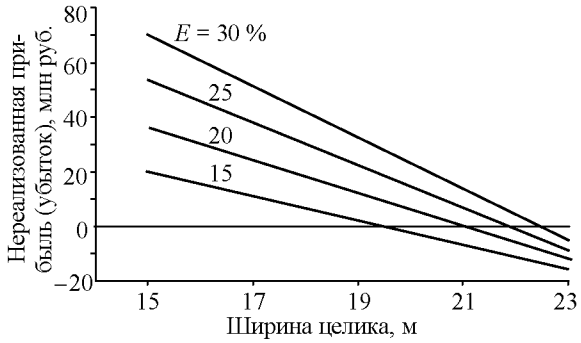


Рис.2. Зависимость нереализованной прибыли (убытка) от ширины целика, укрепленного штангами, при норме прибыли E от 15 до 30 %

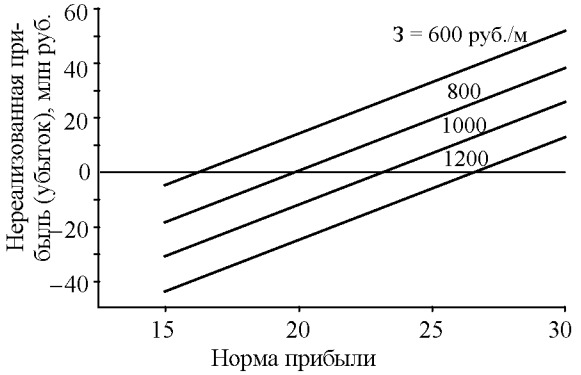


Рис.3. Зависимость нереализованной прибыли (убытка) при ширине оставленных стенок по 7 м от затрат на закладку З

обеспечить снижение этих потерь на 15-20 % [1, 3]. Второй способ осуществляется при помощи частичной отработки междукамерных целиков системой горизонтальных слоев с твердеющей закладкой, что обеспечивает снижение потерь руды на 35-40 % [2].

В результате исследований напряженно-деформированного состояния междукамерных целиков при применении новых технологий, обеспечивающих снижение потерь руды, были установлены геомеханические границы их использования, в которых производились и экономические расчеты. Учитывая сложившуюся рыночную ситуацию, а именно динамику цен на железную руду на мировом рынке, величина нереализованной прибыли может достигать десятков миллионов рублей с одного междукамерного целика. При этом необходимо отметить, что ее величина определяется с учетом разности между условной нормативной прибылью по очистным работам и затратами на укрепление целиков тросовыми штангами либо на ведение работ с упрочненной закладкой.

Для определения рациональных параметров разработанных технологий, обеспечивающих снижение потерь руды, была предложена методика, позволяющая определить эффективные границы их использования с учетом изменения цен на сырье и стоимости штангования или закладки. Сущность предлагаемой методики заключается в расчете экономически выгодного снижения потерь руды в зависимости от разности между нормативной прибылью и затратами на установку вееров тросовых штанг (рис.2) или между нормативной прибылью и стоимостью закладки (рис.3).

При уменьшении ширины целика за счет его упрочнения экономически выгодный его размер в границах, определенных геомеханическими исследованиями, составит 19-21 м с обеспечением минимальной нормы прибыли 15-20 %.

Сопоставление нормативной прибыли с затратами на закладку при частичной отработке междукамерных целиков, позволяет считать экономически выгодным частичное извлечение запасов целика при норме прибыли от 16 до 26 % в зависимости от затрат на закладку.

Необходимо отметить, что с позиции снижения потерь руды рациональными будут являться такие параметры новых технологий, при которых затраты на упрочнение либо на отработку с закладкой будут равны нормативной прибыли от реализации дополнительно добытой руды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богуславский Э.И.* Снижение потерь руды в междукамерных целиках при проектировании нижних горизонтов рудника им. Губкина ОАО «Комбинат КМА-руда» / Э.И.Богуславский, П.В.Коржавых // Записки Горного института. СПб, 2010. Т.186. С.50-53.

2. *Литвиненко В.С.* Физическое и математическое моделирование технологических параметров этажно-камерной системы разработки нижнего горизонта рудника им. Губкина / В.С.Литвиненко, Э.И.Богуславский, П.В.Коржавых // Записки Горного института. СПб, 2012. Т.195. С.115-119.

3. Пат. 2405109 РФ. МКП Е 21 С 41/22. Способ разработки мощных рудных месторождений подземным способом с креплением междукамерных целиков /

Э.И.Богуславский, П.В.Коржавых, И.Э.Богуславский, А.Б.Андреев, И.А.Волик. Опубл. 27.11.2010. Бюл. № 33.

REFERENCES

1. *Boguslavsky E.I., Korzhavykh P.V.* Reducing ore losses in interchamber pillars to design lower layers of the Gubkin mine of the open joint-stock company «Industrial complex KMAruda» // Proceedings of the Mining Institute. Saint-Petersburg, 2010. Vol.186. P.50-53.

2. *Litvinenko V.S., Boguslavsky E.I., Korzhavykh P.V.* Physical and mathematical modelling of level-chamber method operational parameters at the bottom level of Gubkin mine // Proceedings of the Mining Institute. Saint-Petersburg, 2012. Vol.195. P.115-119.

3. Patent 2405109 RF. MKP E 21 C 41/22. The way of working of thick ore deposits with the underground method by fastening interchamber pillars / E.I.Boguslavsky, P.V.Korzhavykh, I.E.Boguslavsky,A.B.Andreev. I.A.Volik. Print 27.11.2010. Bul. N 33.