

УДК 622.831

Креницын Роман Владимирович

научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН,
620075 г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: Roman_krnicyn@mail.ru

Полховский Василий Иванович

начальник технического бюро
ГУ ПАО «Комбинат «Мagneзит»,
456910, Челябинская область,
г. Сатка, ул. Солнечная, д. 32
e-mail: v_polhovsky@magnezit.com.ru

Худяков Сергей Владимирович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: stress.igd@mail.ru

**ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
КРОВЛИ КАМЕР ПРИ ОТРАБОТКЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ
СПОСОБОМ***Аннотация:*

На шахте “Магнезитовая” ПАО «Комбинат Магнезит» запасы магнезита отрабатывались поэтапно-камерной системой разработки слоями в восходящем порядке с поддержанием кровли ленточными (столбчатыми) целиками с сухой закладкой выработанного пространства. В настоящее время применительно к условиям Саткинского месторождения магнезитов с учетом его горно-геологических особенностей (физико-механических характеристик руд и вмещающих пород, условий залегания рудных тел, склонности пород, слагающих месторождение, к горным ударам, сульфидному газовыделению сероводорода), необходимости сохранения промышленных и гражданских объектов, расположенных на поверхности, ценности полезного ископаемого, а также необходимости разделения руды по сортам при добыче, для отработки запасов полезного ископаемого в качестве основного принят вариант поэтапно-камерной системы разработки с твердеющей закладкой с расположением камер вкрест простирания рудного тела [1].

Предлагаемая модификация принятой системы разработки направлена на повышение устойчивости кровли камер за счет придания ей сводчатой конфигурации.

Ключевые слова: камерная система разработки, целик, месторождение магнезита, устойчивость

DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.022

Krinityn Roman V.

Research Worker,
Institute of Mining of the Ural Branch of RAS,
620075, Ekaterinburg, Mamina-Sibiryaka, 58
e-mail: Roman_krnicyn@mail.ru

Polkhovsky Vasily I.

Head of Technical Department
of MD of Magnezit group,
456910, Chelyabinsk region,
Satka, Solnechnaya, 32
e-mail: v_polhovsky@magnezit.com.ru

Hudyakov Sergey V.

Candidate of Technical Sciences,
Senior Research Worker,
Institute of Mining of the Ural Branch of RAS,
e-mail: stress.igd@mail.ru

**STABILIZATION OF CHAMBER ROOFING
BY UNDERGROUND METHOD
OF DEPOSIT DEVELOPING***Abstract:*

At Magnezitovaya mine of Magnezit group the reserves of magnesite have been processed by the sublevel-chamber system of development in layers in ascending order with supporting the roof by band (columbar) pillars using dry backfilling of the worked out space.

With regard to the conditions of the Satkinsky deposit of magnesites, taking into account its mining and geological features (the physical and mechanical characteristics of ores and of enclosing rocks, the conditions of occurrence of orebody deposits, the tendency of deposit building rocks to rock bumps, the sulphurous gas blowing of hydrogen sulphide), the need to save industrial and civil facilities on the surface, the value properties of the evaluated mineral, as well as the need to separate the ore in grades during mining, the version of the sublevel-chamber system of development with a hardening backfilling with the arrangement of chambers across the strike of the orebody is proposed as the main one to develop mineral resources.

The proposed modification of the development system aims increasing the resistance and stability of the roof due to the vault configuration.

Keywords: chamber system development, pillar, magnesite deposit, resistance, stiffness, stability

Введение

Сущность принятого в качестве основного и альтернативного вариантов системы разработки заключается в следующем: рудная залежь по простиранию в пределах этажа делится на блоки длиной 240 м. Ширина блоков соответствует горизонтальной мощности рудного тела и ограничивается его контуром, составляя в среднем 40 м. Высота блока ограничена высотой этажа 80 м. Угол залегания в среднем составляет 36° . По вертикали выемочный блок в пределах этажа делится на 4 подэтажа высотой по 20 м каждый. Каждый подэтаж в пределах блока по простиранию нарезается на секции длиной 48 м и шириной, равной горизонтальной мощности рудного тела. Общее количество секций в подэтаже в пределах одного блока составляет 5 единиц. Каждая секция в подэтаже вкрест простирания разбивается на четыре выемочные камеры.

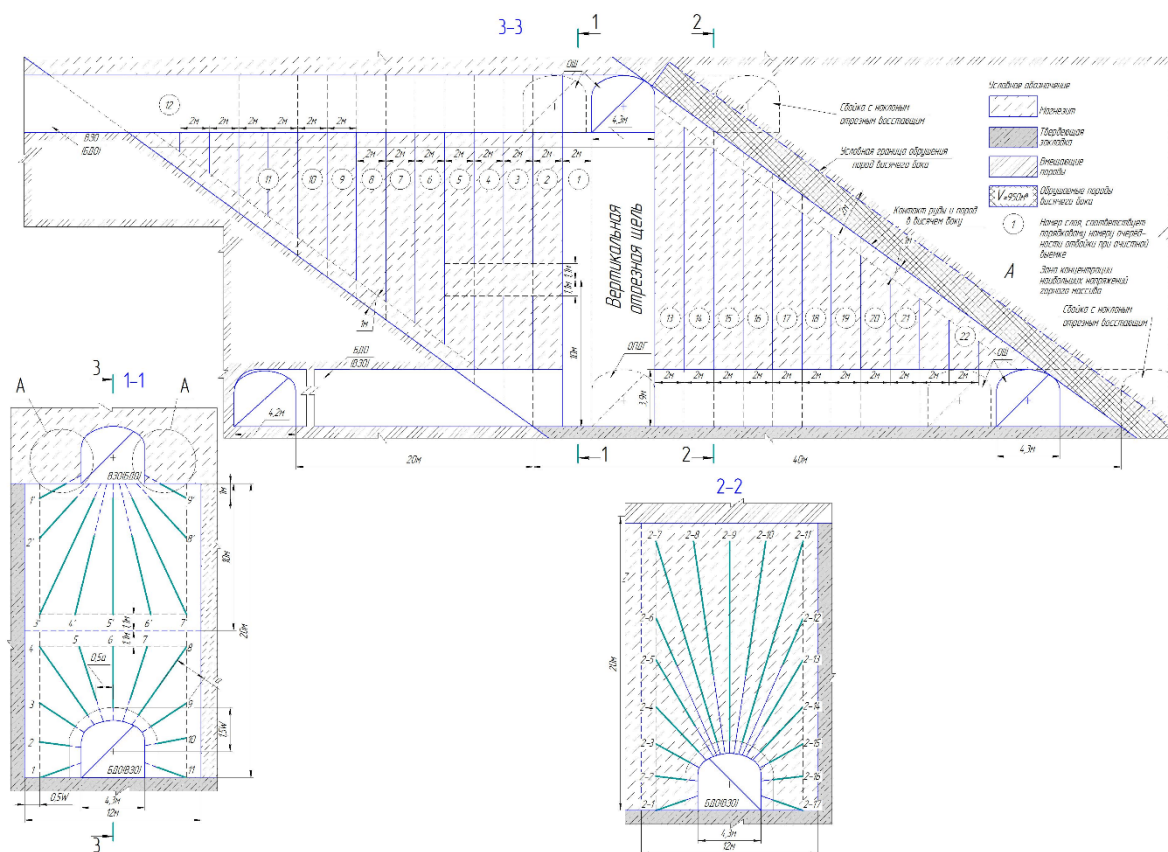


Рис. 1 – Принятый вариант подэтажно-камерной системы разработки с потолкоуступной кровлей камер. Отработка камер 1, 2, 3 очереди.

Последовательность отработки камер в секции – 1, 2, 3, 4. Конструктивные особенности сравниваемых вариантов подэтажно-камерной системы разработки представлены на рис. 1, 2, 3, 4. Очистная выемка заключается в отбойке руды вертикальными (наклонными) рядами встречных вееров скважин на отрезную щель: вертикальную при отработке камер 1 – 3-й очереди (см. рис. 1, 3) и наклонную при отработке камер 4-й очереди (см. рис. 2, 4). Отбойные скважины бурятся из буродоставочного и вентиляционно-закладочного ортов (БДО, ВЗО), расположенных по оси камер. Отбойка руды производится на почву камеры с последующей ее выгрузкой и транспортировкой с помощью погрузочно-доставочной машины (ПДМ) с дистанционным управлением.

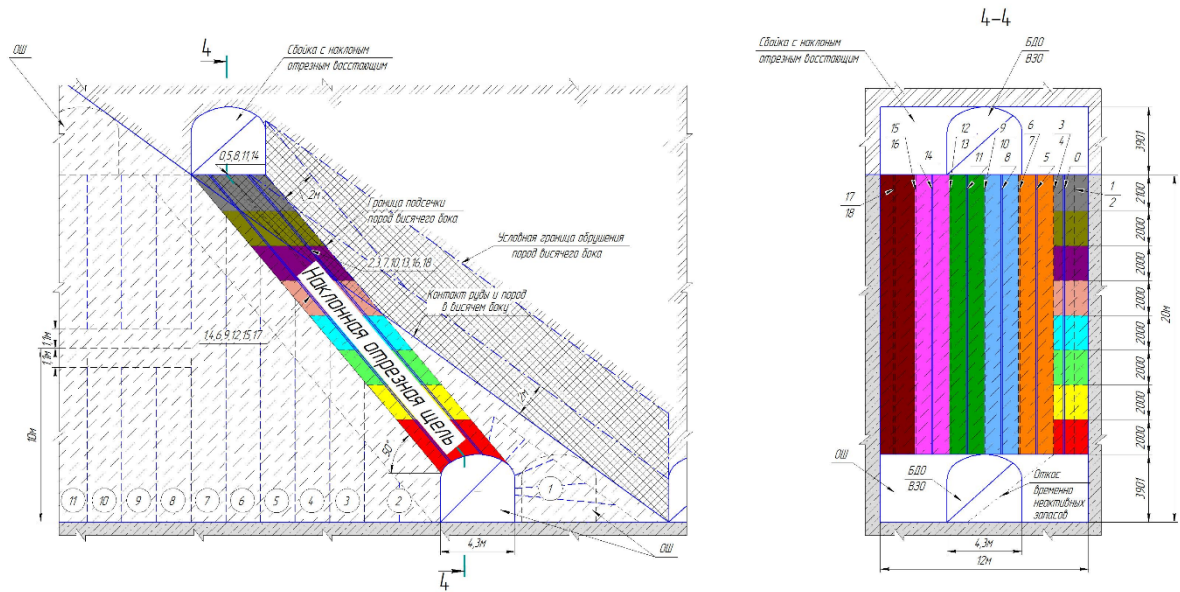


Рис. 2 – Принятый вариант подэтажно-камерной системы разработки с потолкуоступной кровлей камер. Отработка камер 4 очереди

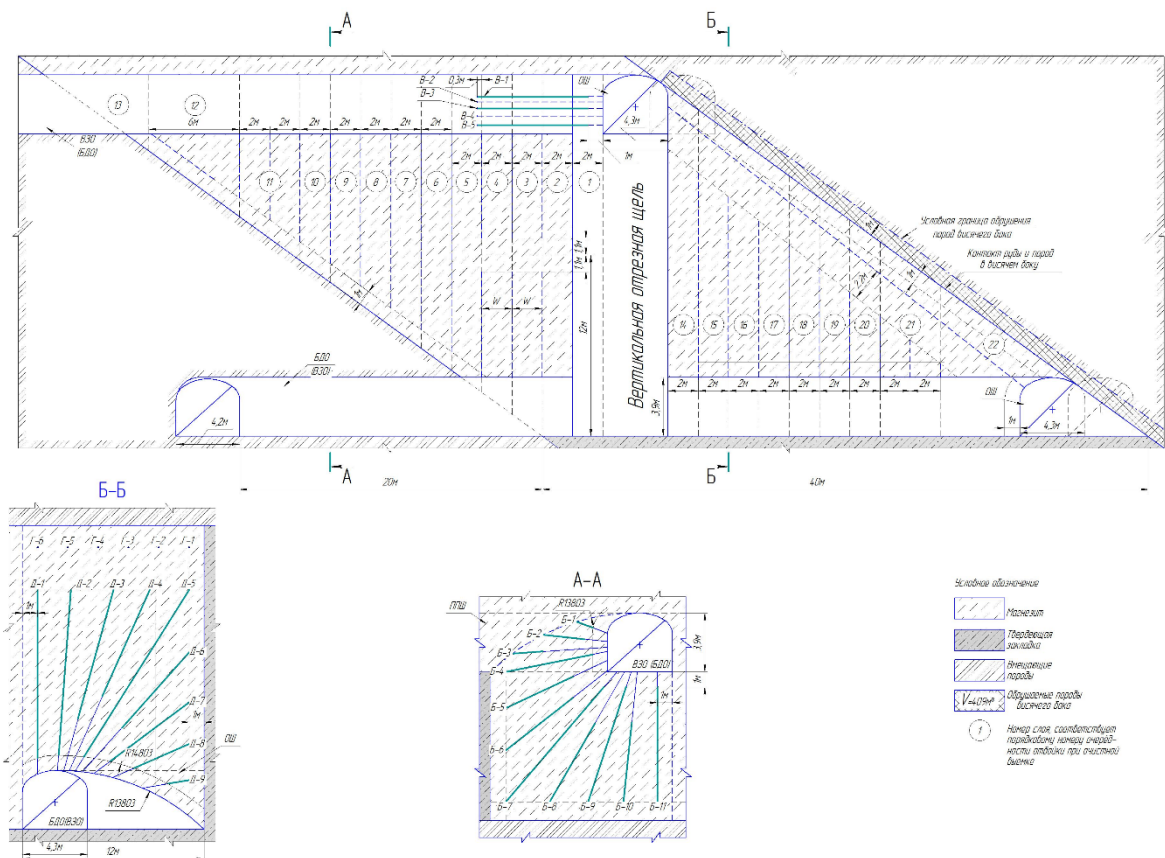


Рис. 3 – Подэтажно-камерная система разработки со сводчатой кровлей камер. Отработка камер 1, 2, 3, очереди

Проблемы, возникающие при отработке принятой подэтажно-камерной системы разработки, и пути их решения

Для формирования отрезных щелей необходимо пройти отрезные восстающие: наклонные (под углом не менее 50°), соединяющие отрезной штрек доставочного горизонта (ОШДГ) с породной сбойкой вентиляционно-закладочного горизонта (см. рис. 2), или вертикальные (см. рис. 1), соединяющие отрезную панель доставочного горизонта (ОПДГ) с отрезным штреком вентиляционно-закладочного горизонта (ОШВЗГ). Проходка отрезных восстающих осуществляется посредством секционного взрывания комплектов параллельных вертикальных (наклонных) скважин, пробуренных, соответственно, из отрезного штрека и породной сбойки вентиляционно-закладочного горизонта.

Далее приступают к расширению отрезного восстающего до размеров отрезной щели путем порядной отбойки комплектов вертикальных (наклонных) скважин, буримых снизу-вверх, соответственно, из отрезной панели или из отрезного штрека доставочного горизонта на отрезной восстающий.

В результате очистной выемки руды кровля камер при отработке запасов центральной части и запасов в лежащем боку камеры принимает потолкоуступную форму, при этом в бортах вентиляционно-закладочных ортов формируются зоны концентрации наибольших напряжений горного массива (см. рис. 1, разрез 1-1, узел А), за счет чего кровля камер принимает неустойчивое состояние, грозящее обрушением горной массы, в связи с чем возрастает вероятность вывода из строя горно-шахтного оборудования (ГШО), задействованного при выполнении работ в камере. При эвакуации ГШО в случае его поломки возникают дополнительные риски для обслуживающего его персонала.

Арсенал имеющихся в настоящее время способов крепления и видов крепи при выемке камер 20 м не обеспечивает должную степень устойчивости кровли, а, следовательно, безопасность ведения очистных работ [2, 3].

При отработке запасов в висячем боку камеры, ввиду того что забои взрывных скважин расположены под острым углом к контакту руды и вмещающей породы, происходит разрушение последних на величину до двух метров [1]. При отработке камер 4-й очереди глубина разрушения пород висячего бока увеличивается более чем в два раза. Это связано с тем, что проходка наклонной отрезной щели, за счет того, что наклонный отрезной восстающий, соединяющий отрезной штрек доставочного горизонта со сбойкой на вентиляционно-закладочном горизонте, частично пройден в породах висячего бока, приводит к дополнительному нарушению их сплошности (рис. 2).

Повысить устойчивость кровли камер предлагается приданием кровле камер симметричной или асимметричной сводчатой формы [4, 5], соответственно, при центральном расположении БДО и ВЗО относительно оси камер или расположении БДО и ВЗО на контакте двух смежных камер.

При отработке запасов руды центральной части и в лежащем боку камер:

– при отработке центральной части – за счет взрывания комплекта параллельных скважин, пробуренных горизонтально из отрезного штрека вентиляционно-закладочного горизонта по контуру кровли камеры, имеющей сводчатую конфигурацию, в направлении лежащего бока (см. рис. 3). При этом обязательным условием является перебур скважин на величину, обеспечивающую выход вертикальной проекции забоев скважин за пределы горизонтального участка почвы камеры, равную не менее чем двум W . Контурное взрывание скважин производится до начала ведения очистных работ;

– при отработке запасов в лежащем боку сводчатая форма кровли камер образуется за счет взрывания вертикальных вееров скважин, пробуренных из вентиляционно-закладочного орта (см. рис. 3 разрез А-А, рис. 4 разрез В-В.).

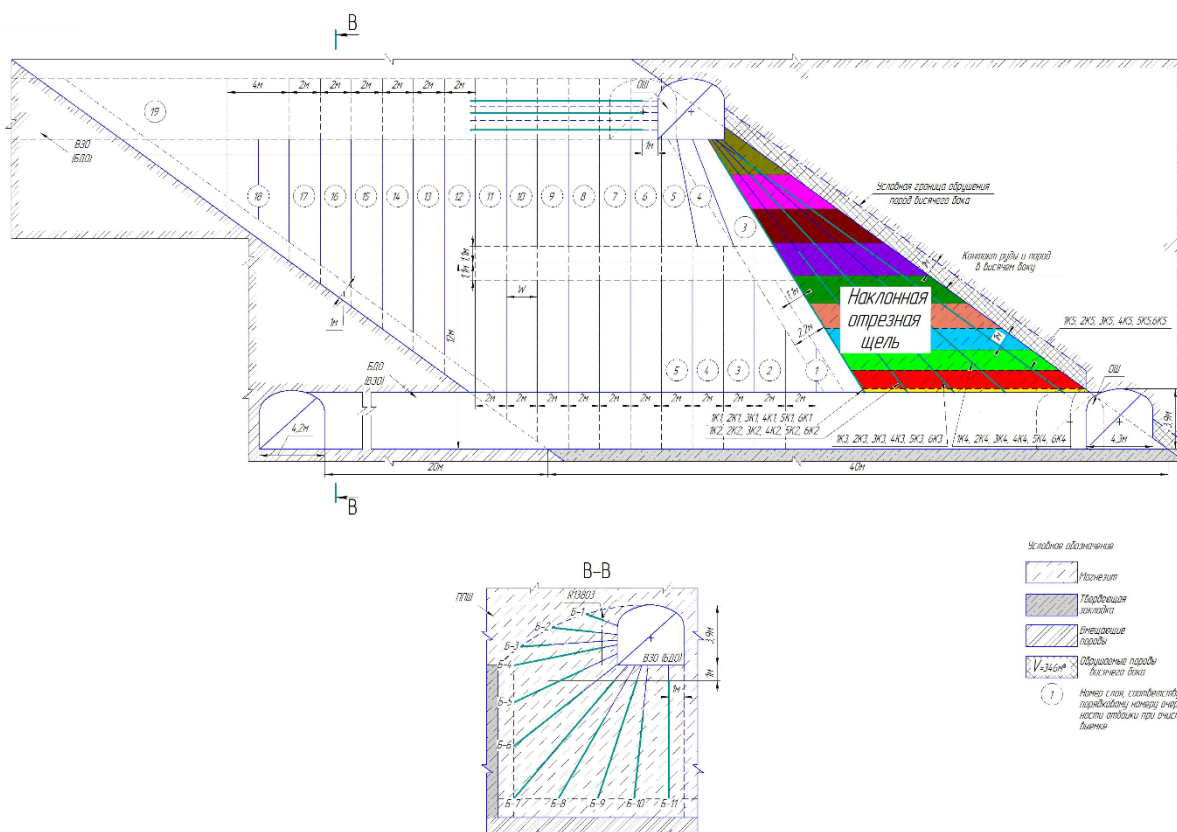


Рис. 4 – Подэтажно-камерная система разработки со сводчатой кровлей камер. Отработка камер 4 очереди.

При отработке запасов в висячем боку камеры повышение устойчивости пород висячего бока достигается:

– при отработке запасов камер 1 – 3-й очереди за счет взрывания комплекта параллельных скважин, являющихся отрезными, пробуренных из отрезного штрека доставочного горизонта параллельно контакту руды и породы (рис. 3);

– при отработке запасов камер 4-й очереди за счет переноса сбойки с наклонным отрезным восстающим на 5 м в рудное тело и перепрофилирование ее в отрезной штрек вентиляционно-закладочного горизонта, а также послойного взрывания снизу вверх комплекта нисходящих вееров скважин (рис. 4), формирующих наклонную отрезную щель, пробуренных из отрезного штрека вентиляционно-закладочного горизонта, крайние из которых (по отношению к контакту руды и породы) располагаются также параллельно контакту, что способствует сохранению сплошности пород висячего бока, а следовательно, повышению их устойчивости.

Степень замедления зарядов при взрыве, их конструкция, последовательность взрывания для всех перечисленных выше случаев определяется в результате опытно-промышленных взрывов отдельно для каждого случая с учетом оценки сейсмического воздействия взрывов скважинных зарядов [1].

Заключение

Повышение устойчивости кровли одиночной камеры за счет придания ей сводчатой формы подтверждается исследованиями лаборатории геодинамики и горного давления ИГД УрО РАН.

Кроме того, сводчатая форма кровли камеры позволяет:

1. Отказаться от проходки отрезных панелей доставочного горизонта (ОПДГ) при отработке камер 1 – 3-й очереди, т. к. их роль в этом случае играет сводчатая полость в

основании камеры, образуемая в результате очистной выемки нижележащего подэтажа.

2. Отказаться от проходки отрезных восстающих, вертикальных или наклонных, при отработке камер всех очередей, в связи с появлением возможности изменения направления формирования отрезной щели, с вертикального на горизонтальный. Отрезная щель в этом случае образуется посредством секционного взрывания комплекта вертикальных (наклонных) скважин, пробуренных из ОШВЗГ, на сводчатую полость в основании камеры, используемую в качестве дополнительной обнаженной плоскости (рис. 3, 4).

Помимо прочего, проходка вентиляционно-закладочных (буро-доставочных) ортов на контакте двух смежных камер способствует формированию более ровной вертикальной стенки камер, т. к. при бурении восходящего и (или) нисходящего веера отбойных скважин из ВЗО (БДО) крайние из них, по отношению к смежной камере, располагаются параллельно вертикальной оси камеры, что, в свою очередь, снижает разубоживание руды твердеющими смесями (рис. 3 разрез А-А, Б-Б, рис. 4 разрез В-В).

В целом комплекс предлагаемых мер направлен прежде всего на повышение безопасности ведения очистных работ [5-10].

Литература

1. Шевляков Е.В. Совершенствование технологии отработки запасов Саткинского месторождения в пределах этажей +180/+260м и +100/+180м шахты «Магнитовая» / Е.В. Шевляков, И.С. Шелковый // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений: V Междунар. науч.-техн. конф., г. Екатеринбург, 5 - 6 апреля 2016 г. (Уральская горнопромышленная декада, г. Екатеринбург, 4 - 13 апреля 2016 г.): сборник докладов / Н. Г. Валиев (отв. за выпуск) и др.; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 207 с.

2. Boryakh A.A., Lobanov S.Y., Lomakin I.S., «Estimation of salt rocks' long-term strength in natural conditions» Solid State Phenomena. - 2016. - С.11 – 16. DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.243.11

3. Тулебаев К.К. Крепление кровли камер сейсмостойкими анкерами / К.К. Тулебаев // Маркшейдерия и недропользование. – 2011. - № 4. - С. 16 – 17.

4. Литвинский Г.Г. Проектирование формы и размеров горной выработки на ЭВМ / Г.Г. Литвинский, Е.С. Смекалин // Сборник научных трудов Донбасского государственного университета. - 2015. - № 2. - С. 13 - 22

5. Кузнецов Г.Н. Определение полной несущей способности кровли подземных выработок / Г.Н.Кузнецов // Тр. ВНИМИ. – 1960. – Сб. 34.

6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» от 11 декабря 2013 г. № 599. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://base.garant.ru/70691622/>

7. Кузьмин Е.В. Обоснование применения этажно-камерных систем разработки с подэтажной отбойкой и донным выпуском руды в условиях месторождений «ОАО ППГХО» / Е.В.Кузьмин, А.В. Стародумов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. - № 7.

8. Святецкий В.С. Определение параметров этажно-камерной системы разработки при дистанционном управлении погрузочно-доставочной техникой, численное моделирование устойчивости массива / В.С. Святецкий, А.В. Стародумов, Е.В. Кузьмин // Современные инновационные технологии добычи и переработки полезных ископаемых: Сборник докладов II междунар. науч.-техн. конф. – М.: Изд-во «Горная книга», 2015. – 328 с.



9. Смирнов О.Ю. Геомеханическое обоснование параметров конструктивных элементов этажно-камерной системы при отработке Оленегорского месторождения / О.Ю. Смирнов, С.В. Худяков, Р.В. Криницын // Известия вузов. Горный журнал. - 2011. - № 1. - С. 57 - 62.

10. Krinitsyn R.V., Khudyakov S.V. Designing support for narrow rib pillars with sub-vertical fractures. - Eurasian mining, 2017. - № 2. DOI 10.17580/em.2017.02.04