

## Технологии крепления горных выработок глубоких горизонтов Октябрьского месторождения

Вохмин С. А.<sup>1\*</sup>, Курчин Г. С.<sup>1</sup>, Майоров Е. С.<sup>1</sup>,  
Кирсанов А. К.<sup>1</sup>, Костылев С. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

\*e-mail: svokhmin@mail.ru

### Реферат

**Введение.** Совершенствование технологий крепления является одним из направлений повышения эффективности отработки месторождения, так как в зависимости от того, насколько корректно рассчитаны параметры крепления, могут существенно изменяться технико-экономические показатели строительства всей выработки. Крепление горных выработок рудных месторождений в условиях динамических проявлений горного давления – область, требующая дополнительных исследований в части повышения устойчивости горных выработок.

**Цель работы.** Исходя из того, что на текущий момент протяженность горных выработок может насчитывать десятки километров на одном руднике, актуальным становится вопрос о внедрении современных технологий их крепления, обеспечивающих экономическую выгоду для предприятия и безопасность для работающего персонала.

**Методология.** Выполнен анализ перспективных способов крепления горных выработок, основанных на демпфировании импульсного воздействия волн динамических напряжений на контуре выработок.

**Результаты.** В представленной работе приведены горно-геологические и горнотехнические аспекты отработки Октябрьского месторождения. Приведено описание наиболее распространенных видов горных крепей, таких как торкретбетон, штанговая (анкерная) крепь с металлической сеткой или без нее, податливая металлическая крепь, монолитная. Выделен ряд модификаций анкеров, позволяющих существенно повысить их несущую способность: комбинированный железобетонный анкер; анкер трубчатый гидрораспорный; анкер сталеполимерный замковый; железобетонный анкер с двухконусным контурным замком; сейсмостойкая крепь.

**Выводы.** Анализ инновационных способов крепления горных выработок показал перспективность методов, основанных на демпфировании импульсного воздействия волн динамических напряжений на контуре выработок при помощи многослойных крепей, которые включают специальный амортизирующий слой.

**Ключевые слова:** крепь выработки; месторождение; выработка; участок; эффективность.

**Введение.** Крепление и поддержание в безопасном состоянии подземных горных выработок, пройденных на глубоких горизонтах месторождений, является одним из наиболее ответственных и ресурсоемких технологических процессов горного производства. Неверный выбор типа применяемой крепи (с недостаточной несущей способностью) предопределяет появление рисков внезапных обрушений, повышает вероятность разрушения участков выработки и, как следствие, незапланированных простоев в работе рудника. С другой стороны, использование крепи с излишней несущей способностью становится причиной роста капитальных затрат, а следовательно, существенного снижения прибыли компании.

Октябрьское месторождение – одно из двух основных месторождений сульфидных медно-никелевых руд Талнахского рудного узла, который относится к Норильскому рудному району. Данный рудный узел является основой минерально-сырьевой базы ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Октябрьское месторождение расположено на юго-западном склоне плато Хараелах. В нижних, естественных, частях интрузий габбро-долеритов и подстилающих их более старых породах сосредоточены главные запасы сульфидных медно-никелевых руд, которые залегают на глубине от 400 до 2000 м. Богатые руды слагают крупные пласты с практически равномерной мощностью и линзовидные тела. Среди добываемых минералов – пирротин, халькопирит, кубанит, пентландит. Многие минералы, к примеру сфалерит и галенит, добываются в качестве второстепенных. Халькопиритовые и кубанитовые руды выступают источником металлов платиновой группы, серебра, золота, селена и прочих ценных элементов.

Октябрьское месторождение разрабатывают подземным способом рудниками «Октябрьский», «Таймырский» и «Комсомольский». Работы производятся на глубинах до 1500 м. На обогатительной фабрике из руды получают никелевый, медный и пирротинный концентраты, которые впоследствии отправляются на металлургический комбинат.

Строительные материалы, используемые рудниками, в основном местного производства: цемент, кирпич, щебень, ангидрит, песок, железобетон и др.

В ходе разработки месторождений полезных ископаемых рассматриваемого рудного узла используемые типы крепей до настоящего времени рассчитывались и конструировались исходя из того, что вокруг подземных выработок действует симметричное относительно вертикали поле напряжений. Крепление горных выработок в целом обеспечивало необходимую устойчивость их контура, однако нередко наблюдались случаи разрушения рекомендованных крепей, например в зонах тектонических нарушений на контактах геологических блоков [1, 2].

**Методы исследования.** Наблюдениями установлено, что на одинаковой глубине в одних случаях деформация проявлялась в качестве вывалов и разрушений кровли, в других случаях – в разрушении и осыпании стенок выработки, а также пучении почвы из-за горных ударов. Данные факты, вместе с отмечаемой, как правило, ассиметричной формой вывалов в закрепленных выработках, уже вызвали сомнения в правильности распространения существующих теоретических подходов на все возможные условия расположения горных выработок [3].

Крепление горных выработок рудных месторождений в условиях динамических проявлений горного давления – область, требующая дополнительных исследований в части повышения устойчивости горных выработок [4–6].

**Результаты.** В настоящее время в горной промышленности получили наибольшее распространение «традиционные» виды крепей: торкретбетон, штанговая (анкерная) крепь с металлической сеткой или без нее. Из поддерживающих конструкций активно используется податливая металлическая крепь в подготовительных выработках, а также монолитная бетонная – в капитальных [7].

Другие, более эффективные конструкции сейсмостойких комбинированных и многослойных крепей имеются лишь на стадии технических решений или испытаны в опытном порядке на отдельных рудниках [8, 9].

Наиболее интересны и перспективны предложения Г. Г. Мирзаева по креплению выработок. Опытные испытания проведены на Текелийском ГОКе, где были опробованы сплошные и стержневые сейсмические экраны, соединенные с анкерной крепью. Данный способ показал высокую эффективность данных крепей в условиях действия массовых взрывов [10].

Принцип действия следующий: анкеры-волноводы связываются с экраном в целостную пространственную конструкцию, а свободное место между естественной поверхностью выработки и экраном заполняется сейсмораспределительным слоем податливого материала. В данном случае динамические радиальные уси-

лия, действующие со стороны массива в сторону выработки, воспринимаются экраном и посредством анкеров передаются на участок, отстоящий от поверхности на расстояние, равное длине анкеров-волноводов. Такая связь обеспечивает перераспределение динамических растягивающих усилий на более значительную площадь и их передачу в глубину массива, где он нарушен в меньшей мере и пребывает в объемном напряженном состоянии [11].

Анализ инновационных способов крепления горных выработок показал перспективность методов, основанных на демпфировании импульсного воздействия волн динамических напряжений на контуре выработок при помощи многослойных крепей, которые включают специальный амортизирующий слой. В данных типах крепей амортизирующим слоем выступает малопрочный податливый материал типа вспенивающихся пластмасс, пенобетонов и т. п. [12].

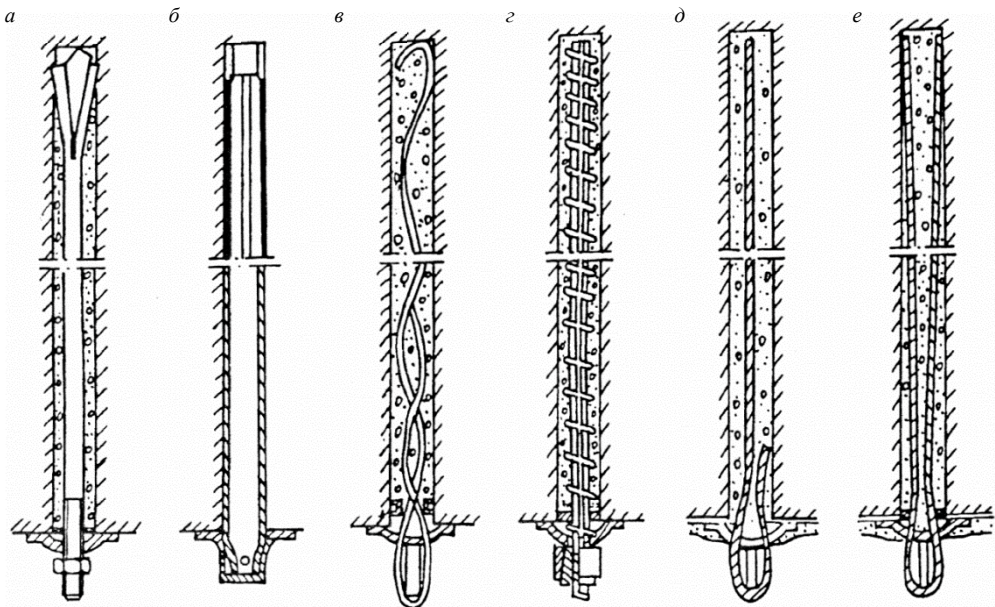


Рис. 1. Конструкции сейсмостойких анкеров:

*a* – комбинированный железобетонный; *б* – трубчатый гидрораспорный; *в* – трособетонный; *г* – сталеполимерный с универсальным опорным элементом; *д, е* – одно- и двухстержневой железобетонный с клиновым опорным элементом

Fig. 1. Antiseismic anchoring structures:

*a* – combined cemented roof bolt; *б* – tubular hydraulic; *в* – cable bolt; *г* – steel polymeric with universal support; *д, е* – single- or double-bar cemented with a wedge support

Среди традиционных крепей следует выделить модификации анкеров, позволяющие существенно повысить их несущую способность.

#### **Анкеры, вступающие в работу сразу после установки.**

*Комбинированный железобетонный анкер (КЖБА)*, включающий серийно выпускаемый клинощелевой металлический анкер (КЛИА) с измененным клином. Такая конструкция анкера позволяет закрепляться в скважине не только клинощелевым замком, но и имеет контакт с горной породой по всей длине за счет применения цементно-песчаного раствора, который используется для заполнения шпура (рис. 1, *a*). С учетом такого сочетания комбинированный железобетонный анкер сразу вступает в работу после его установки, а после набора прочности бетона становится сплошным железобетонным анкером, обладая его вышечисленными достоинствами. Дополнительными достоинствами можно назвать

еще и то, что в конструкции комбинированного железобетонного анкера используется широко применяемый и серийно изготавливаемый КЛА, а технология заполнения скважин цементно-песчаным раствором уже хорошо освоена на рудниках. Стендовые и шахтные испытания КЖБА показали, что сразу после установки несущая способность анкера в среднем составила около 40 кН, а через сутки – больше 100 кН. Время установки одного анкера в среднем составило 4 мин 55 с (время на бурение шпура не учитывалось). Данная конструкция анкера прошла многочисленные испытания и была рекомендована к использованию в качестве основного элемента сейсмостойких крепей, применяемых на шахтах ОАО «Севералюкситруд».

Для контроля несущей способности анкера данной конструкции рекомендовано использовать методы, широко применяемые для клинщелевых металлических анкеров (динамометрический ключ или типовой вытягиватель) [12].

*Анкер трубчатый гидрораспорный* (ТГА) типа «Свеллекс» (рис. 1, б) представляет собой конструкцию, состоящую из трубы С-образного поперечного сечения с заглушками на концах, которая закрепляется в скважине за счет давления, создаваемого жидкостью, нагнетаемой в трубу. За счет использования жидкости для закрепления анкера в скважине обеспечивается контакт с горной породой по всей его длине. Анкеры такой конструкции сразу вступают в работу, обладают высокой надежностью при закреплении, быстро возводятся и не требуют контроля после установки. По данным проведенных шахтных испытаний было установлено, что несущая способность анкера составляет 90–120 кН уже сразу после его установки, а время, затраченное на установку одного анкера, не превышает 1 мин (не учитывая бурение шпура). С учетом того, что ТГА обладают высокой стойкостью к сейсмическим воздействиям и сохраняют свою несущую способность при вытягивании (в пределах от 80 до 90 % от первоначальной), рекомендуется использовать данную конструкцию анкеров в качестве сейсмостойкой крепи. На предприятиях АО «Норильский никель» активно применяется ТГА типа «Свеллекс» [12].

*Анкер сталеполимерный замковый* (СПАЗ) (рис. 1, г) и сталеполимерный сплошной анкер (СПАС) представляют собой конструкцию, состоящую из арматурного стержня, ампул (это может быть одна или несколько ампул) с использованием полимербетона, металлической гайки и опорной плитки. Быстрые сроки твердения (в среднем до 3–5 мин) достигаются за счет правильно подобранного состава, состоящего из высокопрочного быстротвердеющего полимербетона. Так, например, если длина заделки составляет 400 мм, несущая способность анкеров с начала их установки составляет 60 кН (через 0,5 ч), 80 кН (через 1 ч), 140 кН (через 2 ч) и 180 кН (через 24 ч). Данный вид крепи можно рекомендовать в качестве сейсмостойкой крепи, так как она быстро вступает в работу, обладает высокой несущей способностью и стойкостью к сейсмическим воздействиям. Данный вид крепи обеспечивает высокую эффективность упрочнения массива.

***Анкеры, вступающие в работу через некоторое время после установки.***

*Железобетонный анкер с двухконусным контурным замком* (ЖБА2К). При его изготовлении используется арматурная сталь периодического профиля диаметром 18–20 мм.

Для того чтобы предотвратить утечку раствора во время установки, на конец арматурного стержня надевается уплотнительная манжета. Нужно отметить, что при использовании данной конструкции анкера либо самостоятельно, либо совместно с набрызгбетоном опорная плитка не устанавливается. При использовании опорных элементов и решетчатой затяжки, которые рекомендованы в неустойчивых горных породах, на контурном конце железобетонного анкера

устанавливают и закрепляют двухконусную втулку. По итогам проведенных испытаний было установлено, что несущая способность замка составляет 80–140 кН. При динамических воздействиях замок работает в податливом режиме нарастающего сопротивления. Основным преимуществом данной крепи является то, что достаточно просто можно осуществлять визуальный и инструментальный контроль процесса ее монтажа, причем в любой момент после процесса возведения. Если же использовать быстротвердеющие растворы, обладающие высокими прочностными характеристиками, то крепь может вступать в работу уже в первые сутки после установки. В данном случае в качестве временной крепи на призабойном участке можно использовать набрызгбетон, клинщелевой металлический анкер, а также комбинированный железобетонный анкер.

*Сейсмостойкая крепь* представляет собой железобетонный двухстержневой анкер с петлевым концом (ЖБА 2П) (рис. 1, *д*, *е*). Его конструкция отличается от конструкции ЖБА 1П тем, что арматура периодического профиля 12–14 мм в диаметре. Она легко гнется и используется для изготовления стержня анкера. Для этого арматура складывается вдвое и на конце анкера образуется петля, которая используется для клина на контурном конце. Данная конструкция анкера удобна для закрепления низких выработок высотой до 3 м, так как его длина 3,4–4,5 м, а также при установке «гребенки», «подвесок» или «кустов».

В настоящее время в связи с увеличением объемов проходки горных выработок на подземных рудниках ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»» возрастает необходимость повышения эффективности управления кровлей за счет сокращения времени крепления и увеличения надежности крепей при положительном и знакопеременном тепловом режиме в горных выработках.

**Обсуждение.** Представленные конструкции сейсмостойких крепей могут быть использованы на глубоких горизонтах рудников ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»». Проведенный анализ инновационных способов крепления горных выработок показал перспективность методов, основанных на демпфировании импульсного воздействия волн динамических напряжений на контуре выработок при помощи многослойных крепей, которые включают специальный амортизирующий слой. Экономически целесообразно использовать сейсмостойкие крепи. Сейсмическая стойкость крепи повышается как за счет сейсмоэкранирующего эффекта самой анкерной крепи, так и за счет дополнительного поглощения остаточных сейсмоперемещений податливым материалом на контактах пород и анкеров с бетоном.

Другим перспективным направлением является внедрение способов возведения сейсмостойких бетонных крепей, основанных на использовании покрытия из низкомолекулярного материала, выполняющего функцию антисейсмического экрана и обеспечивающего сохранность бетонной отделки при сейсмоподвижках пород, и крепление каркаса разборно-переставной щитовой опалубки для возведения бетонной отделки (при этом для исключения жесткого контакта концов анкерных штанг с бетонной отделкой при сейсмоподвижках на концы штанг надевают резиновые обоймы).

**Заключение.** Совершенствование технологий крепления является одним из направлений повышения эффективности отработки месторождения. В зависимости от того, насколько корректно рассчитаны параметры крепления, могут существенно изменяться технико-экономические показатели строительства выработки.

Согласно [13, 14], в настоящее время наблюдается рост объемов добычи, что неминуемо повлечет за собой увеличение масштабов строительства горных выработок, в том числе и на более глубоких горизонтах.

Исходя из того, что на текущий момент протяженность горных выработок на одном руднике может насчитывать десятки километров, актуальным становится вопрос о внедрении современных технологий крепления, обеспечивающих экономическую выгоду для предприятия и безопасность для работающего персонала.

**Работа в данном направлении ведется коллективом кафедры «Шахтное и подземное строительство» ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-1178.2018.8).**

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тетерюк В. А. Поиски богатых медно-никелевых руд на восточных флангах рудника «Скальный». Норильск: НИИ, 2011. 209 с.
2. Богданов М. Н. Регламент технологических производственных процессов по выемке сульфидных руд камерной системой разработки с закладкой твердеющими материалами на руднике «Комсомольский» рудоуправления «Талнахское» ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель». Норильск, 2004. 66 с.
3. Трушко О. В. Виды и конструкции сейсмостойких крепей, применяемых при разработке рудных месторождений. Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2016. Вып. 1. С. 120–130.
4. Kang H. Support technologies for deep and complex roadways in underground coal mines: a review. Int. J. Coal Sci. Technol. 2014. No. 1. P. 261.
5. Guofeng L. I., Manchao H. E., Guofeng Zhang, Zhigang Tao. Deformation mechanism and excavation process of large span intersection within deep soft rock roadway. Mining Science and Technology (China). 2010. Vol. 20. Issue 1. P. 28–34.
6. Luo Y. Research on backfill technology with U-steel support in soft rock roadway in deep mine. Chin. Q. Mech. 2009. No. 30(3). P. 488–494.
7. Коробкин В. И., Передельский В. И. Инженерная геология и охрана природной среды. Ростов н/Д: РГУ, 2013. 348 с.
8. Протосеня А. Г., Огородников Ю. Н. Крепь горных выработок глубоких рудников. М.: Недра, 1984. 252 с.
9. Способ возведения сейсмостойкой бетонной крепи: пат. 2509893 Рос. Федерация. № 2012130548/03; заявл. 17.07.2012; опубл. 20.03.2014. Бюл. № 8. 7 с.
10. Дианов В. М., Еремин В. И. Испытания сталеполимерной анкерной крепи в условиях интенсивного проявления горного давления // Вопросы совершенствования технологии подземных горных работ: сб. научн. тр. Апатиты, 1976. С. 31–36.
11. Владимирская А. Р. Почвоведение и инженерная геология. СПб: Лань, 2016. 258 с.
12. Ивановский Э. С. Эффективные методы проведения горных выработок и разработки месторождений на больших глубинах и борьба с горными ударами (зарубежный опыт). М.: Цветмет-информация, 1975. 44 с.
13. Vokhmin S. A., Kurchin G. S., Kirsanov A. K., Lobatsevich M. A., Shigin A. O., Shigina A. A. Prospects of the use of grain-size composition predicting models after explosion in open-pit mining. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2018. Vol. 9. Issue 4. P. 1056–1069.
14. Reichl C., Schatz M., Zsak G. World Mining Data. Vol. 34. Mineral production. Vienna, 2019. 264 p.

Поступила в редакцию 31 мая 2019 года

#### Сведения об авторах:

**Вохмин Сергей Антонович** – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой шахтного и подземного строительства Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета. E-mail: svokhmin@mail.ru

**Курчин Георгий Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры шахтного и подземного строительства Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета. E-mail: kurchinGS@mail.ru

**Майоров Евгений Сергеевич** – старший преподаватель кафедры шахтного и подземного строительства Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета. E-mail: maiores@yandex.ru

**Кирсанов Александр Константинович** – ассистент кафедры шахтного и подземного строительства Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета. E-mail: akirsanov@sfu-kras.ru

**Костылев Сергей Сергеевич** – аспирант кафедры шахтного и подземного строительства Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета. E-mail: sergey.kostylevv@gmail.com

## An overview of deep horizons excavation lining technologies at Oktyabrsky deposit

Sergei A. Vokhmin<sup>1</sup>, Georgii S. Kurchin<sup>1</sup>, Evgenii S. Maiorov<sup>1</sup>, Aleksandr K. Kirsanov<sup>1</sup>,  
Sergei S. Kostylev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia.

### Abstract

**Introduction.** Lining technologies development is a way of improving the efficiency of field development as soon as technical and economic indicators of the whole excavation construction may vary significantly depending on how correctly the lining parameters are calculated. Mine lining at ore deposits in the conditions of dynamic manifestation of rock pressure is a field that requires additional research as far as mine stability improvement is concerned.

**Research aim.** As soon as excavation length may currently total tens of kilometers at one mine, the problem of implementing modern technologies of mine lining ensuring economic benefit for enterprises and personnel safety becomes more relevant.

**Methodology.** Promising methods of mine lining were analysed based on impulse excitation damping of dynamic stress waves at the contour of excavation.

**Results.** The paper presents mining-geological and mine engineering aspects of Oktyabrsky deposit development. A description of the most common types of mine lining is given, such as shotcrete, bolting (anchor) with or without metal grid, metal pliable lining, monolithic. A number of anchor variants have been distinguished, allowing to significantly increase their bearing capacity: combined reinforced concrete anchor; hydraulic thrust tubular anchor; resin-grouted thrust anchor; reinforced concrete anchor with double cone contour lock; seismic resistant lining.

**Summary.** An analysis of innovative ways of securing mine workings has shown the promise of methods based on damping the impulse effect of dynamic stress waves on the contour of the workings with the help of multilayer supports, which include a special damping layer.

**Key words:** mine support; deposit; mine working; plot; efficiency.

**Acknowledgements:** The research in the current direction is carried out by the staff of the Underground Mining Department, FSAEI HE Siberian Federal University, under the RF President grant for the governmental support of young Russian scientists holding a PhD (MK-1178.2018.8).

### REFERENCES

1. Teteriuk V. A. *Rich copper-nickel ore prospecting at Skalistsy mine eastern flank*. Norilsk: NII Publishing; 2011. (In Russ.)
2. Bogdanov M. N. *Standard operating procedures on sulphide ore extraction by room and pillar with hardening materials filling at Komsomolsky mine of Talnakh mine group of PJSC MMC Norilsk Nickel*. Norilsk; 2004. (In Russ.)
3. Trushko O. V. Types and designs of antiseismic lining a used in the development of ore deposits. *Izvestiia Tul'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Nauki o Zemle = Proceedings of the Tula State University. Earth Sciences*. 2016; 1: 120–130. (In Russ.)
4. Kang H. Support technologies for deep and complex roadways in underground coal mines: a review. *Int. J. Coal Sci. Technol.* 2014; 1: 261.
5. Guofeng L. I., Manchao H. E., Guofeng Zhang, Zhigang Tao. Deformation mechanism and excavation process of large span intersection within deep soft rock roadway. *Mining Science and Technology (China)*. 2010; 20 (1): 28–34.
6. Luo Y. Research on backfill technology with U-steel support in soft rock roadway in deep mine. *Chin. Q. Mech.* 2009; 30(3): 488–494.
7. Korobkin V. I., Peredelskii V. I. *Engineering geology and environmental protection*. Rostov-on-Don: RSU Publishing; 2013. (In Russ.)
8. Protosenia A. G., Ogorodnikov Iu. N. *Deep mines working support*. Moscow, Nedra Publishing; 1984. (In Russ.)
9. Smirnov V. A., Protosenia A. G., Anpilov O. V., Vasiukhno M. A., Demekhin D. N. Antiseismic concrete lining method. Patent RF no. 2509893, 2014. (In Russ.)
10. Dianov V. M., Eremin V. I. Steel polymer anchoring testing in the conditions of mine stress intensive manifestation. In: *The items of underground works technological advancement: proceedings*. Apatites; 1976: 31–36. (In Russ.)
11. Vladimirskaya A. R. *Soil sciences and engineering geology*. St. Petersburg: Lan Publishing; 2016. (In Russ.)
12. Ivanovskii E. S. *Effective methods of deep mining and field exploration and rockburst protection (foreign experience)*. Moscow: Tsvetmet-informatsiia Publishing; 1975. (In Russ.)

13. Vokhmin S. A., Kurchin G. S., Kirsanov A. K., Lobatsevich M. A., Shigin A. O., Shigina A. A. Prospects of the use of grain-size composition predicting models after explosion in open-pit mining. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*. 2018; 9 (4): 1056–1069.

14. Reichl C., Schatz M., Zsak G. World Mining Data. Vol. 34. *Mineral production*. Vienna; 2019. 264 p.

Received 31 May 2019

#### **Information about authors:**

**Sergei A. Vokhmin** – PhD (Engineering), Professor, Head of the Underground Mining Department, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Siberian Federal University. E-mail: svokhmin@mail.ru

**Georgii S. Kurchin** – PhD (Engineering), associate professor of the Underground Mining Department, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Siberian Federal University. E-mail: kurchinGS@mail.ru

**Evgenii S. Maiorov** – senior lecturer, Underground Mining Department, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Siberian Federal University. E-mail: maiorov@yandex.ru

**Aleksandr K. Kirsanov** – assistant lecturer, Underground Mining Department, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Siberian Federal University. E-mail: akirsanov@sfu-kras.ru

**Sergei S. Kostylev** – PhD student, Underground Mining Department, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Siberian Federal University. E-mail: sergey.kostylevv@gmail.com

**Для цитирования:** Вохмин С. А., Курчин Г. С., Майоров Е. С., Кирсанов А. К., Костылев С. С. Технологии крепления горных выработок глубоких горизонтов Октябрьского месторождения // Известия вузов. Горный журнал. 2019. № 7. С. 45–52. DOI: 10.21440/0536-1028-2019-7-45-52

**For citation:** Vokhmin S. A., Kurchin G. S., Maiorov E. S., Kirsanov A. K., Kostylev S. S. An overview of deep horizons excavation lining technologies at Oktyabrsky deposit. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2019; 7: 45–52 (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2019-7-45-52