

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Билина Андрея Леонидовича на диссертацию Райса Виктора Владимировича на тему: «Определение параметров технологии с замораживаемой закладкой выработанного пространства при отработке ценных руд жильных месторождений в криолитозоне», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

Работа Райса В.В. представлена на 216 страницах текста в 5 главах. Она посвящена особенностям применения при разработке подземным способом маломощных крутопадающих месторождений высокоценных руд льдокомполитной замораживаемой закладки. Низкая температура и многолетнемерзлые породы (ММП) являются одним из осложняющих факторов горно-геологических условий разработки месторождений в приполярных районах, к тому же еще бедных строительными материалами. Растепление выработок, размещающихся в толще ММП, в летний период является еще одной проблемой разработки.

Вместе с тем арктическая криолитозона является одним из резервов мировой и российской сырьевых баз, куда вынуждено все больше смещается разработка месторождений полезных ископаемых. Это обуславливает актуальность проделанной диссертантом работы.

В работе преследуется цель использования суровых климатических условий для создания и поддержания льдокомполитных закладочных смесей.

Много внимания уделено анализу мирового опыта применения различных льдокомполитных материалов.

В первой главе рассмотрены особенности разработки месторождений в зоне отрицательных температур, заключающееся прежде всего в формировании приповерхностной толщи ММП до глубин 250-300 м. При этом мерзлые породы находятся в сложном, переменном, неустойчивом состоянии, которое дополнительно нарушает функционирующее горно-добывающее предприятие. Высокая стоимость закладочных работ на привозных строительных материалах

187-9  
27.08.20

обуславливает идею применения льда вместо цемента в закладочных льдопородных смесях.

Во второй главе рассмотрены технологические схемы отработки объекта применения предлагаемой технологии – месторождения Лунное в Магаданской области, которое характеризуется крутым падением маломощных жил, разрабатываемых с боковой присечкой пустых пород и последующим расширением разрабатываемого слоя для заполнения нижележащего слоя отвалом пустых пород. Недостающий объем закладочных пород восполняется породами из отвала, который дополнительно пополняется отвальными песками. Скважинная подэтажная отбойка обеспечивает довольно высокое разубоживание. Значительные запасы руды остаются в охранных (межблоковых и межэтажных) целиках.

В третьей главе рассмотрены характеристики вариантов замораживаемой закладки. Лед проявляет свойство вязкой текучести и хрупкого разрушения в условиях быстрого разрушения. Рассмотрены методы упрочнения льда различными армирующими материалами, создания льдокомпозитных составов: льдопласт, ледяной бетон и другие.

В четвертой главе рассмотрены рекомендуемые технологические схемы применения комбинированной закладки.

В пятой главе сделана попытка оценить их экономическую и экологическую эффективность.

Результаты исследований, изложенные в диссертации, обладают научной новизной и представляют собой решение актуальной задачи – разработка технологических схем отработки крутопадающих жильных месторождений с льдопородной закладкой и обоснование их параметров.

Материалы и основные научные результаты диссертации достаточно полно изложены в 11 публикациях (включая 2 патента), в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, что соответствует п.п. 2.3, 2.4 «Положений о присуждении ученых

степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденных приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм.

Научная новизна проведенных исследований заключается в установлении зависимости эксплуатационных потерь и разубоживания руды от изменения мощности жилы и изменения угла ее наклона в пределах отбиваемого веера, а также в установлении закономерности прочностных и теплоизоляционных свойств закладки от их гранулометрического состава при использовании укрепляющих компонентов и отходов производств (резинокордовых отходов).

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций базируется на анализе фондовых, литературных и архивных данных по технологии отработки различных месторождений с использованием замораживаемой закладки, а также большого количества фактического материала, который был получен в ходе проведения экспериментальных исследований в полевых и лабораторных условиях. Их обоснованность подтверждается практическим внедрением замораживаемой закладки выработанного пространства в условиях месторождения Лунное на одном из участков VII рудной зоны. Таким образом, результаты, полученные в ходе данного исследования, могут быть применены для решения вопросов снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, а также повышения показателей эффективности подземных горных работ.

Апробация основных положений и результатов исследования подтверждена соискателем 5 публичными докладами на международных научных конференциях и других научных мероприятиях, что соответствует п. 2.5 «Положений о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденных приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм.

В целом работа производит хорошее впечатление и написана ясным литературным языком. Она содержит минимальное количество грамматических огрехов и может быть рекомендована к изданию в виде отдельной монографии.

К ее подаче можно сделать несколько замечаний:

1. Можно отметить, что в работе смешиваются два технических решения, эффективность которых желательно было бы оценить независимо друг от друга. Это переход от скважинной подэтажной отбойки к мелкошпуровой выемке горизонтальными слоями, применение которой возможно при любом типе закладки, и применение льдобетона в качестве закладочного материала в толще мерзлых пород. Было бы интересно оценить именно стоимость производства льдобетона в сравнении с цементной закладкой.

2. Послойное формирование льдобетонной закладки непосредственно в шахтном пространстве требует повышенного воздухообмена. Не разъяснено, достаточно ли обычного проветривания для быстрого промерзания льдопородного состава. Не показано время на его формирование.

3. Не очень понятна причина отказа от технологии формирования льдокомпозитных блоков на поверхности с последующей их укладкой в выработанном пространстве. Не разъяснено, в чем ее недостатки и трудности применения на месторождении Лунное.

4. Научные положения сформулированы несколько «механически» - результаты несколько подредактированы под научные положения. (Следует отметить, что в технологических дисциплинах с научными положениями всегда не просто...). Например, в качестве первого научного положения можно было бы сформулировать общий вывод о том, что «в условиях арктических широт при работе в криолитозоне применении климатического фактора следует использовать для поддержания устойчивости и управления геомеханическим состоянием выработанного пространства и подземных коммуникаций».

5. Второе научное положение звучит несколько банально: «расчет закладочных работ всегда необходимо вести с учетом прочности закладочных

материалов...» Можно было бы предложить: «В качестве композитных наполнителей, улучшающих прочностные и теплоизоляционные свойства льдо-композитных закладочных материалов, рекомендуется применение ...»

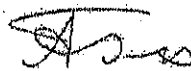
(Последние два замечания носят «рекомендательный» характер и не ставят под сомнение достоинства проделанной диссертантом интересной работы).

Не смотря на сделанные замечания, которые больше относятся к подаче материала и которые диссертант, надеюсь, учтет в своей дальнейшей работе, как уже отмечалось, работа производит благоприятное впечатление и в целом можно сделать следующее заключение: **Актуальность работы** заключается в исследовании проблем отработки месторождений в условиях криолитозоны, характерных для Арктики, являющейся перспективной зоной смещения минерально-сырьевой базы промышленности. **Идея работы** – в стремлении использовать сложные климатические условия разработки для повышения эффективности разработки. **Научные положения в должной мере обоснованы**, хотя может быть и недостаточно изящно изложены (см. замечания). **Научная новизна** заключается в исследовании свойств различных льдокомпозитных составов и в технологических решениях, неочевидность которых подтверждена патентами на изобретения. Работа посвящена актуальным вопросам, является законченной научно-исследовательской работой и содержит решение технической задачи, имеющей значение для повышения эффективности отработки маломощных крутопадающих месторождений, расположенных в условиях арктической зоны.

Диссертация «Определение параметров технологии с замораживаемой закладкой выработанного пространства при отработке ценных руд жильных месторождений в криолитозоне», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального

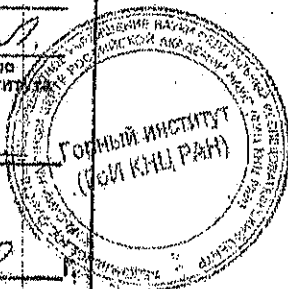
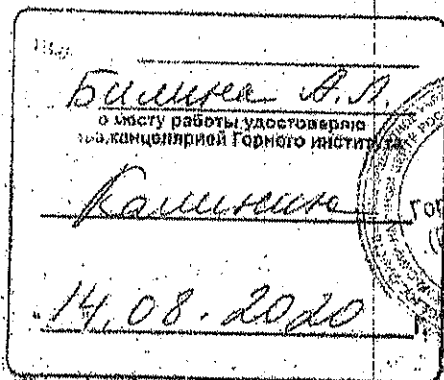
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Райс Виктор Владимирович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Официальный оппонент,  
ведущий научный сотрудник лаборатории  
комбинированной разработки недр Горного  
института Кольского научного центра  
Российской академии наук,  
кандидат технических наук



Билин Андрей  
Леонидович

Тел.: +7 (815) 557-53-50,  
e-mail: [bilin@goi.kolasc.net.ru](mailto:bilin@goi.kolasc.net.ru)  
14 августа 2020 года



184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 14, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии Наук», г. Апатиты