

## О Т З Ы В

официального оппонента

на диссертационную работу Неугомонова Сергея Сергеевича

на тему «Развитие научно-методических основ технологии обеспечения устойчивости подземных горных выработок с учетом воздействия статических и динамических нагрузок»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 2.8.8. Геотехнология, горные машины, 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

### *Актуальность избранной темы диссертации*

Современная промышленность и экономика характеризуется динамичным развитием и изменениями. В горном деле при добыче и переработке полезных ископаемых также просматривается аналогичный тренд: условия добычи становятся всё сложнее, качество полезных ископаемых снижается, возрастают объемы добычи, вопросы поддержания необходимого уровня безопасности и управления рисками становятся всё более насущными, при этом появляются новые технологии, новые материалы, развиваются процессы импортозамещения широкого спектра промышленной продукции и идет активное внедрение промышленных инноваций. В сложившихся условиях старые подходы к принятию решений не работают, требуется разработка новых научно обоснованных подходов и методов, учитывающих специфику условий производства. Актуальность и практическая значимость темы диссертационного исследования Неугомонова С.С. особенно заметны на фоне активного внедрения на подземных рудниках технологии обеспечения устойчивости выработок с использованием крепи, в основе которой принципиально новая конструкция – анкер с фрикционным закреплением типа СЗА (самозакрепляющийся анкер). Обеспечение устойчивости выработок один из важных технологических процессов, оказывающих влияние на безопасность всего предприятия и его экономическую эффективность. На потребности практики промышленного производства должна откликаться отечественная наука. Требуется более точный теоретический и методологический инструментарий обоснования параметров и рационального выбора конструкции крепи для тех или иных горно-геологических условий. При значительном влиянии горного давления, динамических, в том числе сейсмических, событий, низкой прочности пород и т.д. велика цена ошибки выбора типа и параметров крепи. Этим объясняется тот факт, что избранная тема диссертации Неугомонова Сергея Сергеевича, посвященная решению этой научно-практической проблемы, представляется весьма актуальной.

### *Структура и содержание диссертации*

Поставленная цель и задачи исследования определили логику проведения исследования и изложения результатов, структуру диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников и

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за №	_____
Дата регистрации	08.11.2024
Фамилия регистратора	_____

приложения. Работа изложена на 334 стр. основного текста, включает 186 рисунков, 109 таблиц, 4 приложения, 170 использованных источников, в том числе 34 иностранных публикации.

Изложение работы представляет логически обоснованную последовательность решения поставленных задач исследования, научных и практических результатов в виде положений, выводов и рекомендаций. Диссертация Неугомонова С.С. обладает внутренним единством и аргументированностью, высокой степенью детализации и визуализации излагаемого материала.

### ***Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации***

Диссертация Неугомонова С.С. направлена на развитие научно-методических основ технологии обеспечения устойчивости горных выработок с учетом совместного воздействия статических и динамических нагрузок при применении крепей на основе анкеров фрикционного вида закрепления для повышения эффективности и надежности эксплуатации горных выработок при подземной разработке месторождений, что заявлено в качестве цели диссертационного исследования. Для достижения данной цели автором диссертации были поставлены и решены задачи исследования, полученные решения нашли свое отражение в научных результатах, которые содержат значимые элементы научной новизны.

Научные результаты, выносимые на защиту, их научная новизна и личный вклад автора раскрыты в следующих положениях, представленных в формулировках автора, с которыми следует согласиться.

1. Устойчивость подземных горных выработок в условиях действия высоких статических и динамических нагрузок обеспечивается комплексом мер, включающих оперативную оценку и контроль состояния приконтурного массива горных выработок и его взаимодействия с элементами крепи в соответствии с установленными особенностями их нагружения и деформирования во времени и пространстве.

Соответствует п.7 паспорта научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

2. В сложноструктурном массиве горных пород с различающимися прочностными и деформационными характеристиками следует использовать самозакрепляющиеся анкеры (СЗА), нагружение и деформирование которых происходит по всей длине стержня непосредственно после его установки, а несущая способность увеличивается по мере эксплуатации за счет деформирования от горизонтальной реакции структурных частей массива пород.

Соответствует п. 1 паспорта научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

3. В сложноструктурных массивах горных пород, в том числе склонных к динамическим формам проявления горного давления, тип и параметры крепи выбираются на основе выявленных закономерностей нагружения и деформирования её элементов, заключающихся в дифференцированном погашении энергии деформирования массива в приконтурной зоне горных выработок: в породах,

склонных к потере прочности, по всей поверхности обнажения следует обеспечить формирование изолирующего слоя набрызгбетонной крепи в сроки не более 1/2–1 рабочей смены, что сократит вероятность возникновения высоких статических напряжений. В трещиноватых и нарушенных породах сохранение устойчивости обеспечивается за счет создания распределенного подпора армокаркасом и предотвращения вывала «замыкающего блока», что снижает вероятность дальнейшего развития процессов деформирования и обрушения. Динамическая нагрузка горных ударов компенсируется деформациями и податливостью анкерной крепи, в том числе созданием слоёв армированного набрызгбетона.

Соответствует п.7 паспорта научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

4. Повышение несущей способности СЗА обеспечивается за счет увеличения в 2,5 раза площади сопряжения стержень-шпур, что обусловлено действием введенной в полость стержня вставки из материала с модулем упругости ниже стали, например дерева, пластика и т.п.

Соответствует п.7 паспорта научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

5. Сохранение функциональности СЗА в условиях действия горных ударов обеспечивается совместной его деформируемостью с массивом горных пород за счет относительного удлинения стержня анкера и перераспределения несущей способности по всей его длине с увеличением силы трения по периметру шпура, сохраняя исходную прочность массива.

Соответствует п. 2 паспорта научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

6. Оперативный контроль несущей способности самозакрепляющихся анкеров в процессе их возведения, основанный на регистрации смещений стержня в шпуре с использованием специального захвата, позволяет осуществлять корректировку параметров расположения крепи в заданные сроки, что повышает её надежность и устойчивость горной выработки, а также ремонтпригодность, снизить трудоемкость и материалоемкость процессов крепления и перекрепления горных выработок.

Соответствует п.7 паспорта научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Научная новизна заключается в следующих позициях:

1. Разработан способ обеспечения устойчивости горных выработок, заключающийся в оперативной оценке состояния массива пород и отличающийся учетом выявленных закономерностей изменения свойств пород по длине анкера при выборе конструкции и порядка возведения крепи, что соответствует п.7 паспорта научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

2. Уточнен механизм взаимодействия анкерной и комбинированной крепи со сложноструктурным массивом вмещающих пород, отличающийся оценкой распределения напряжений и деформаций в системе «массив пород-крепь» с учетом закономерностей нагружения и деформирования всех элементов крепи в параметрах пространства и времени, что соответствует п. 1 паспорта научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

3. Разработана методика выбора конструкции самозакрепляющейся анкерной крепи, исходя из напряженно-деформированного состояния массива горных пород, отличающаяся учетом особенностей взаимодействия элементов крепи по длине анкера с разнопрочным и разномодульным массивом в ходе нагружения и деформирования при возведении и эксплуатации крепи, что соответствует п.7 паспорта научной специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

4. Разработана математическая модель расчета несущей способности и выбора параметров крепи на основании выявленных закономерностей деформирования фрикционного анкера при взаимодействии с породами в шпуре, заключающихся в проявлении внутренних реакций стержня анкера и демпфирующих вставок на деформирование участков массива с учетом свойств материалов крепи, что соответствует п. 5 паспорта научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

5. Установлены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния приконтурного массива от влияния сорбционных свойств горных пород в период проведения выработки, заключающиеся в потере прочностных характеристик и устойчивости в определенный период времени после контакта вскрытого участка массива с рудничной атмосферой, что соответствует п. 1 паспорта научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

6. Разработана методика выбора крепи с учетом закономерностей взаимодействия элементов крепи и массива горных пород, заключающихся в сохранении свойств массива при восприятии напряжений и развитии деформаций во время возведения и эксплуатации крепи, что соответствует п. 2 паспорта научной специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Теоретическая значимость исследований состоит в развитии научно-методических основ обеспечения устойчивости горных выработок в сложных геомеханических условиях, разработке методики выбора параметров усовершенствованных конструкций крепи с учетом оценки надежности и безопасности эксплуатации в заданный период времени в условиях высоких статических и динамических нагрузок.

Практическая ценность работы заключается в использовании выводов, рекомендаций и методических положений диссертации для обеспечения устойчивости горных выработок в условиях действия высоких статических и динамических нагрузок, безопасности и эффективности горных работ при разработке инструкций и паспортов крепления, в использовании методики оценки и выбора конструкции и параметров крепей, несущей способности, износостойкости и ремонтнопригодности крепи горных выработок на рудниках России и Казахстана в компаниях ТОО «Востокцветмет», АО «ТНК «Казхром», «УГМК-Холдинг»; обосновании технических требований для изготовления и использования анкеров с фрикционным видом закрепления, а также усовершенствовании технологии анкерного крепления подземных горных выработок, и использовании в учебном процессе вузов при подготовке и переподготовке кадров в области подземной разработки месторождений полезных ископаемых.

## *Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации*

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации, подтверждается её единством, внутренней непротиворечивостью результатов и логической целостностью работы, использованием значительного объема экспериментального материала, широкой представительности их в научных публикациях автора, непротиворечивостью результатам исследований отечественных и зарубежных специалистов, законодательным актам и отраслевым нормам, действующим в России.

Разработки соискателя базируются на основополагающих принципах системного подхода, использованием апробированных верифицированных инженерных и математических моделей, определяющих закономерности напряженно-деформированного состояние массива горных пород во взаимодействии с элементами крепи; положительными результатами опытно-промышленных экспериментов, апробации разработанных научно-технических решений.

Соискателем проведена положительная широкая апробация результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях и в научных публикациях, верификация полученных теоретических и практических результатов на ряде горнодобывающих предприятий РФ и Казахстана. Всего по теме исследования было опубликовано 37 статьи, в том числе 17 статей в ведущих изданиях, соответствующих перечню ВАК РФ по защищаемым диссертациям и в двух патентах. Результаты исследований заложены в основу рекомендаций и технических решений по проведению и креплению горных выработок на подземных рудниках компаний ТОО «Востокцветмет», АО «ТНК «Казхром», «УГМК-Холдинг» и др. Совокупный годовой экономический эффект от применения предложенной технологии сократит до 15% затрат на горнопроходческих процессах. Требования к материалам и конструкции анкерной крепи включены в изменения №1 и №2 ГОСТ 315592012 «Крепи анкерные. Общие технические условия», в изменения № 1 ГОСТ Р 54773-2011 «Крепи анкерные. Методы испытаний анкеров», в ТУ 25.11.23.112-001-99309033-2023 «Крепь анкерная фрикционная», зарегистрированном в Федеральном информационном фонде стандартов.

Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации, которые содержатся в диссертации Неугомонова С. С., являются в достаточной степени обоснованными и достоверными.

## *Дискуссионные положения и замечания по диссертации*

При общей положительной оценке диссертационного исследования Неугомонова С. С. следует отметить ряд дискуссионных вопросов и замечаний.

1. Какими методами проводилась оценка полей напряжения в массиве горных пород, имеющих высокую трещиноватость и раздробленность структуры?
2. Для увеличения срока службы анкера применяется антикоррозионное покрытие (АКП). Не ясно какой тип покрытия и какие его параметры рекомендуются.

3. Указано, что в течении технологического отставания во времени крепления забоя в период не более ½-1 смены необходимо нанести покрывающий слой набрызгбетона или осуществить затяжку поверхности пород, предотвращающую последующие вывалы. О каком интервале времени идет речь?

4. В заключении диссертации п.3 не уточнено, для каких пород указаны временные интервалы насыщения пород влагой, влекущие в последующем обрушения приконтурного массива горных пород выработки.

5. В заключении отсутствует результат, затрагивающий обоснование методики выбора конструкции крепи.

Вышеуказанные замечания и вопросы не снижают научной и практической ценности проведенного исследования и общую положительную оценку диссертации.

***Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным  
Положением о присуждении ученых степеней***

Изучение диссертации, автореферата и опубликованных автором работ позволяет сделать вывод о том, что исследование проведено соискателем учёной степени доктора технических наук самостоятельно, диссертация написана лично на высоком научном и профессиональном техническом уровне, с использованием современных методов научных исследований и цифровых технологий, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты, выдвигаемые на публичную защиту, является законченным научным трудом, имеющим теоретическое и практическое значение.

Опубликованные работы в достаточной степени отражают содержание и основные результаты, полученные автором диссертации.

Представленная диссертация соответствует паспортам научных специальностей в области технических наук 2.8.8. «Геотехнология, горные машины»: п.7. Способы управления состоянием подрабатываемых породных массивов, исключая критические деформации земной поверхности и опасные проявления горного давления при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и освоении подземного пространства, в том числе с использованием крепей различных конструкций); 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»: п.1. Напряженно-деформированное состояние массивов горных пород и грунтов в естественных условиях и его изменение во времени, в том числе в связи с проведением горных выработок, строительством сооружений, газовых и нефтяных скважин, эксплуатацией месторождений. п.2. Геомеханическое обеспечение открытой и подземной добычи полезных ископаемых, разработка методов управления горным давлением, удароопасностью, креплением, сдвижением горных пород, устойчивостью бортов карьеров, разрезов, отвалов и подземных выработок. п.5. Теоретические основы, математические модели и способы управления состоянием и поведением массивов горных пород и грунтов с целью обеспечения устойчивости горных выработок, подземных и наземных сооружений, предотвращения проявлений опасных горно-геологических явлений.

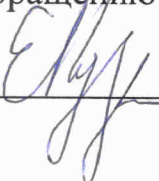
Диссертация Неугомонова Сергея Сергеевича на тему «Развитие научно-

методических основ технологии обеспечения устойчивости подземных горных выработок с учетом воздействия статических и динамических нагрузок», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны и горной науки.

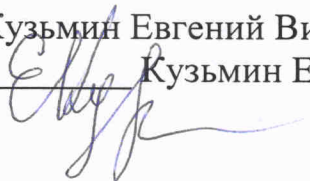
Диссертация соответствует критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в действующей редакции), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Неугомонов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 2.8.8. Геотехнология, горные машины, 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент

Доктор технических наук (научная специальность 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), профессор, эксперт отдела технической политики и НИОКР Федерального государственного унитарного предприятия «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» ГК Росатом.

  
Кузьмин Евгений Викторович

119017, Россия, Москва,  
ул. Пятницкая, д. 49А, стр. 2  
эл.почта: Eugen.kuzmin2017@yandex.ru  
тел.: +7 495-967-9446

Я, Кузьмин Евгений Викторович, даю согласие на обработку персональных данных  Кузьмин Е.В.

Подпись Кузьмина Евгения Викторовича заверяю:

Директор по персоналу ФГУП «НО РАО»  
Короткова В. С.

