

ОТЗЫВ

научного консультанта, профессора, доктора технических наук
Марины Владимировны Рыльниковой на диссертацию **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 и 2.8.6. – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертация Неугомонова Сергея Сергеевича посвящена решению актуальной научно-практической задачи – обеспечению устойчивости подземных выработок с использованием анкеров фрикционного вида в условиях действия высоких статических и динамических нагрузок на основе развития научно-методических основ выбора и обоснования параметров крепи с учетом особенностей совместного влияния и взаимодействия элементов конструкции крепи с массивом горных пород, заключающихся в дифференцированном поглощении энергии деформации пород в приконтурных зонах выработки элементами крепи, что имеет важное значение для развития горнодобывающей отрасли России. Актуальность тематики диссертационной работы обусловлена тем, что в современных условиях при разработке полезных ископаемых подземным способом проведение и крепление горных выработок осуществляется в сложных горно-геологических условиях. Характерными для них являются проявления динамических воздействий горного давления и действия повышенных статических напряжений, связанных, в том числе, с изменением свойств массива горных пород во времени. Предложенная и реализованная технология крепления горных выработок учитывает данные факторы. Существующие в настоящее время крепи предусматривают преимущественно «жесткий», «податливый», либо «ограничено податливый» режим деформирования крепи. При этом, при совместном действии высоких статических и динамических нагрузок не обеспечивается требуемая надежность горной конструкции, которая подразумевает выполнение заданных функций крепи с сохранением ее основных характеристик при эксплуатации, обеспечением безопасности, долговечности, ремонтпригодности. Стоит отметить, что с 2016 г. при подземной разработке рудных месторождений прогрессивно

внедряется новый вид комбинированной крепи, состоящей из анкеров с фрикционным закреплением, различного рода подхватов – армокаркасов и затяжки в виде сварной сетки, а также набрызгбетона. При этом отсутствуют принципы выбора и обоснования параметров, обеспечивающих условия надежного применения указанных конструкций. Нет результатов исследований особенностей взаимодействия фрикционных анкеров с закрепляемым массивом. Недостаточно изучены силовые параметры элементов конструкции при их комбинированном использовании. Отсутствуют рекомендации о способах эффективного использования крепи.

Автор диссертации на основе анализа информации из источников научно-технической литературы по тематике диссертации, математического моделирования, представительного объема лабораторных, экспериментальных и натурных исследований, испытания свойств горных пород и руд установил, что при увеличении глубины горных работ в зоне влияния очистных работ характер распределения нагрузок в породах приконтурной зоны подготовительных выработок является статически неопределимым, что фактически приводит к потере функциональности проектных конструкций крепи, в том числе, при использовании металлической арочной податливой крепи, характеризующейся высокими характеристиками несущей и деформационной способности. В период планируемого срока эксплуатации выработок до 30% их участков досрочно выходят из строя и требуют внеплановых ремонтов и перекрепления, вследствие действия высоких статических и динамических нагрузок.

В результате анализа методических принципов выбора способов обеспечения устойчивости подземных выработок и требований к видам и параметрам крепи с учетом оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород при разработке месторождений твердых полезных ископаемых диссертантом выявлено, что эффективность системы «порода-анкер-подхват-набрызгбетон» обеспечивается при реализации технологии, учитывающей механизм совокупного нагружения и деформирования составляющих элементов крепи в пространстве и во времени при условии соблюдения установленного

порядка ее возведения. На основании выявленных закономерностей дезинтеграции приконтурного массива пород С.С. Неугомонов доказал, что при проходке подготовительных горных выработок в околорудной зоне, породы после обнажения активно вступают в реакцию с шахтной атмосферой. Основные процессы разупрочнения горных пород проходят в течении первых от 0 до 24 часов после обнажения. При этом в период с 6 до 18 часов горные породы активно напитываются влагой, в них снижается сцепление, ослабляя структурные контакты в массиве горных пород, что приводит к их обрушению. Далее в последующие 24 - 48 часов процессы дезинтеграции замедляются в зоне до 0,6м от контуров выработки. Затем, если произошло частичное или полное обрушение приконтурной зоны, процессы разрушения переходят вглубь массива горных пород. С учетом этого должно определяться технологическое отставание крепи от забоя: так, например, в течение не более 1/2-1 смены необходимо нанести покрывающий слой набрызгбетона или осуществить затяжку поверхности пород, предотвращающую последующие вывалы.

На основе проведенных исследований диссертантом установлено, что в сложноструктурном массиве горных пород с различающимися прочностными и деформационными характеристиками использование самозакрепляющихся анкеров с распределением нагрузки и энергии деформирования массива пород по всей длине стержня анкера непосредственно после его установки формируется его несущая способность не менее 50 кН. При этом величина несущей способности может расти по мере эксплуатации до 70-90 кН за счет влияния сил горизонтального зажима. На основе выявленных закономерностей деформирования фрикционного анкера и разработанной математической модели расчета его несущей способности автором диссертации предложена принципиально новая конструкция, имеющая зону усиленного фрикционного взаимодействия, позволяющая реализовать комбинацию двух типов закрепления: создание упора в замковой части анкера и фрикционное закрепление по его всей длине, что в породах с коэффициентом крепости f от 3 и более по шкале проф. Протодьконова, что позволяет увеличить несущую способности СЗА до 2,5 раз, за

счет увеличения площади сопряжения по контакту стержень-контур шпура при введении в полость стержня вставки, длиной 200-300 мм, из материала с модулем деформации ниже стали, например, дерева, пластика, дерево-полимер, витая пружина и т.п.. При этом стальной стержень за местом установки вставки имеет участок с некруглым сечением профиля.

В ходе реализации комплексных исследований обосновано, что обеспечение устойчивости при динамических нагрузках в условиях действия горных ударов определяется максимальными деформациями, которые не должны превышать 300-400 мм. Совместная деформируемость СЗА с массивом горных пород реализуется за счет относительного удлинения стержня вдоль оси анкера на величину до 20% его длины и перераспределения несущей способности по длине анкера с увеличением силы трения в приконтурной зоне шпура с сохранением исходной прочности массива горных пород. Анкерные стержни должны быть совместимы с другими опорными элементами единой конструкции крепи с учетом ее способности к поглощению энергии, при этом часть энергии деформирования массива горных пород распределяется через армокаркас, далее от него напряжения передаются на опорную плиту и через опорный узел – на стержень анкера. Выявлено, что в случае создания искусственного несущего свода путем «сшивки» массива пород анкерами, расстояние между ними оказывает более значимое влияние на устойчивость массива пород, чем длина анкера. Оптимальная длина анкеров определяется размером зоны неупругих деформаций и составляет по результатам исследований не более 2 м.

Личный вклад диссертанта в работу заключается в постановке целей и задач исследований; формулировании основной идеи для достижения цели, в проведении исследования и разработке комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению устойчивости выработок в условиях высоких статических и динамических нагрузок при подземной разработке месторождений, в обосновании механизации работы крепи и совершенствовании методов расчета ее параметров, обобщении результатов исследований, формулировании выводов и рекомендаций, в технико-экономическом обосновании рекомендаций и их опытно-промышленной

апробации.

При работе над диссертацией, выполнении исследовательских экспериментов С.С. Неугомонов проявил высокие профессиональные знания, эрудицию, трудолюбие, упорство в решении поставленных задач, склонность к инновациям, аналитическим исследованиям, творческую инициативу, глубокие практические навыки в различного рода экспериментах, глубокие знания проблем современного горного производства и тенденций его развития, умение самостоятельно ставить сложные задачи и их решать, анализировать полученные результаты, настойчивость в достижении поставленной цели.

Материал диссертации изложен лаконично, технически и методически грамотно. С.С. Неугомонов – автор 37 работ, в том числе 17 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ при Минобрнауки России.

Результаты исследований и научно-практические рекомендации С.С. Неугомонова положены в основу технических решений при проведении и креплении горных выработок на подземных рудниках АО «Востокцветмет», АО «ТНК «Казхром». Требования к материалам и конструкции анкерной крепи сформулированы в изменении №1 и изменении №2 ГОСТ 315592012 «Крепи анкерные. Общие технические условия». Регистрация в Федеральном информационном фонде стандартов ТУ 25.11.23.112-001-99309033-2023 «Крепь анкерная фрикционная». Теоретические и экспериментальные результаты исследований используются в лекционных курсах, лабораторных и практических занятиях по дисциплинам: «Проведение и крепление горных выработок», «Технология и безопасность взрывных работ», «Процессы подземных горных работ» при подготовке инженеров в ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

Сергей Сергеевич – сложившийся научный работник, подтвердивший способность к творческому мышлению, обладающий большим опытом проектной и экспериментальной деятельности, подтвердивший способность к творческому мышлению и самостоятельным научным исследованиям.. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и отвечает всем требованиям

ВАК, а её автор, Сергей Сергеевич Неугомонов, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 2.8.8. – Геотехнология, горные машины и 2.8.6. – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Настоящим даю свое согласие на обработку персональных данных.

Научный консультант
профессор, доктор технических наук,
главный научный сотрудник отдела теории
проектирования и геотехнологии
комплексного освоения недр
ИПКОН РАН

Марина Владимировна
Рыльникова

Подпись профессора, доктора технических наук, главного научного сотрудника Отдела теории проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр Института проблем комплексного освоения недр имени Академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН) Рыльниковой Марины Владимировны заверяю

Заместитель директора ИПКОН РАН,
профессор, кандидат технических наук

А.В. Шляпин

М.В. Рыльникова: 111020, г. Москва, Крюковский тупик, 4.
Отдел теории проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр
Телефон: 8 (495) 360-89-60, e-mail: rybnikova@mail.ru

