

УТВЕРЖДАЮ

Директор РАНИМИ,

д-р техн. наук, проф.

А.В. Анциферов

«    »    2022 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации Республиканского академического научно-исследовательского и проектно-конструкторского института горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ) на диссертационную работу Дрипана Павла Сергеевича «Обоснование безклеевого способа установки анкеров в горных выработках динамической нагрузкой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (технические науки)

### Актуальность для науки и практики

На шахтах ведущих угледобывающих стран до 90% подготовительных и капитальных выработок поддерживаются анкерными креплениями, которые позволили снизить трудоемкость работ по креплению, улучшить условия труда, повысить безопасность горных работ и технико-экономические показатели добычи угля. Причем, в мировой практике особенно в большом количестве применяются безраспорные конструкции анкеров, которые, однако, не получили широкого применения на шахтах Донбасса. Основными причинами этого является необходимость изготовления анкеров из высокопрочных упругих сталей, а также потребность в дорогом дополнительном оборудовании для их установки. В условиях шахт Донецкого угольного бассейна наибольшее распространение получили сталеполимерные анкера, однако до 55 % от стоимости материалов для их установки составляют затраты на ампулы с полимерными смолами, с помощью которых происходит закрепление анкеров в шпурах. В связи с этим, исследования, направленные на установление закономерностей взаимодействия горных пород и анкера при его установке динамической нагрузкой в направляющий

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Вх. № 161/80  
« 04 » 03 20 22

шпур меньшего диаметра для обоснования области применения и параметров способа установки анкеров, обеспечивающих повышение безопасности ведения горных работ и устойчивости выработок, снижение материальных затрат, является актуальной научно-технической задачей.

Диссертация Дрипана Павла Сергеевича является частью исследований, выполняемых кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых» ГОУВПО «ДОННТУ» по разработке и совершенствованию способов охраны и поддержания горных выработок, обеспечивающих их устойчивое состояние. Она выполнена в рамках госбюджетных научно-исследовательских тем: Д-9-05 «Геомеханическое обоснование средств обеспечения устойчивости горных выработок на разных этапах их эксплуатации» (№ гос. регистрации 0105U002290); Н-10-18 «Усовершенствование способов поддержания выработок глубоких шахт на основе инновационных технологических решений» (приказ №6-15 от 31.01.2018 г.), а также Н-2019-6 «Обеспечение устойчивости подготовительных выработок на шахтах Донбасса с помощью анкерных породо-армирующих систем» (приказы №8-15 от 31.01.2019 г.; №3-15 от 25.02.2021 г.), в которых автор являлся исполнителем.

#### **Основные научные результаты и их значимость для науки и производства**

В результате выполненных в диссертационной работе исследований автором получены и выносятся на защиту следующие **научные положения**:

1. Доказано, что устойчивость сплошного металлического анкера диаметром 22-30 мм и длиной не более 2,5 м, изготовленного из стали марки Ст 4 и выше, устанавливаемого в направляющий шпур меньшего диаметра (коэффициент натяга 1,1-1,3) обеспечивается под действием нагрузки до 100 кН с коэффициентом динамичности, равным двум;

2. Теоретически установлена и экспериментально подтверждена возможность установки сплошного металлического анкера динамической нагрузкой с энергией удара 45 Дж в направляющий шпур меньшего диаметра (коэффициент натяга 1,1-1,2), пробуренный на глубину до 1,5 м в породы с прочностью на одноосное сжатие от 20 до 50 МПа. При этом обеспечивается устойчивость горных пород и анкера, его несущая способность составляет от 50 до 150 кН, а время установки – не более 200 с.

#### **Научная новизна полученных результатов.**

1. Впервые установлены закономерности и зависимости, описывающие изменение критической нагрузки и эквивалентных напряжений на начальном этапе установки анкера с диаметром большим, чем у направляющего шпура в породный массив под действием статической или динамической нагрузки, учитывающие механические свойства пород и материала анкера, его геометрические размеры, гибкость и глубину закрепления, что позволило обосновать параметры анкера, обеспечивающие его устойчивость.

2. Впервые установлены закономерности, описывающие изменение напряженно-деформированного состояния анкера с большим диаметром, чем у направляющего шпура, при его закреплении в породном массиве под действием статической или ударной нагрузки, учитывающие геометрические размеры анкера и механические свойства материала, контактное давление, скорость распространения акустических волн, сопротивления перемещению анкера в осевом направлении за счет трения по боковой поверхности, массу анкера и ударного устройства для установки, его скорость движения, коэффициент динамичности статической нагрузки. Это позволило определить напряжения и деформации, возникающие в анкере и породах, время установки анкера в массив, требуемую для этого статическую и динамическую нагрузку, параметры ударного устройства и статическую нагрузку, необходимую для преодоления сил трения при извлечении анкера.

3. Впервые получены зависимости, позволяющие определить изменение статических и динамических нагрузок на анкер при его закреплении в породе, времени его установки, а также статических нагрузок, необходимых для преодоления сил трения при извлечении анкеров, от соотношений: диаметров анкера и направляющего шпура, механических характеристик горной породы и материала анкера, глубины установки анкера и его диаметра. Это позволило подтвердить адекватность разработанных математических моделей, обосновать область применения способа и его параметры.

**Научное значение** работы заключается в том, что впервые установлены особенности и закономерности взаимодействия горных пород и анкеров, закрепляемых с помощью динамической нагрузки в направляющих шпурах меньшего диаметра.

**Практическое значение** работы заключается в разработке методики определения параметров способа установки анкеров в направляющий шпур с диаметром меньшим, чем у анкера динамической нагрузкой. Основные

выводы и рекомендации диссертационной работы внедрены при разработке «Рекомендаций по поддержанию подготовительных выработок шахт ГУП ДНР «ДУЭК», проводимых в соответствии с программой развития горных работ на 2021 год», а также в учебном процессе при подготовке специалистов 21.05.04 «Горное дело».

Полученные автором результаты позволили обосновать технологию и параметры реализации нового безклеевого способа анкерования, обеспечивающего повышение безопасности работ и снижение затрат на крепление.

**Обоснованность и достоверность** положений, выводов и рекомендаций подтверждается: корректным использованием основных положений теории устойчивости и удара двух сопряженных тел с учетом волновых процессов при определении деформаций и напряженно-деформированного состояния (НДС) системы «порода - анкер»; использованием метода плоского НДС, теорий упругости и сопряженных тел при определении напряженного состояния горных пород слоистого массива; использованием метода многофакторного эксперимента при физическом моделировании в лабораторных условиях; результатами исследований в натуральных условиях; удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и данных экспериментальных исследований, максимальная погрешность которых не превышает 30 %.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения работы докладывались и обсуждались на девяти научно-практических конференциях различных уровней в Гливице (Польша), Туле (Россия), Красноармейске, Донецке, Алчевске в период с 1999 года по 2021 год.

**Публикации.** Основные научные результаты диссертации опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 22 научных изданиях, в том числе: 3 - в рецензируемых специализированных научных изданиях ВАК ДНР; 6 - в рецензируемых научных изданиях; 4 - публикации в других научных изданиях; 2 - патента; 7 - по материалам научных конференций.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Считаем, что наиболее важной для практического применения является разработка математической и физической моделей, описывающих изменение

напряженно-деформированного состояния анкера и горных пород в процессе установки, учитывающих сопротивления движению анкера в продольном направлении, силы трения по боковой поверхности и волновые процессы при его установке в шпур статической или динамической нагрузкой, что позволяет обоснованно выбрать параметры ударного устройства для надежного закрепления породного массива с точки зрения устойчивости.

#### **Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация написана технически грамотным языком и хорошо иллюстрирована.

#### **Общие замечания**

1. В начале диссертации (во введении) автору следовало четко ограничить область применения разрабатываемого способа установки анкеров.

2. Из автореферата не ясно с использованием какого оборудования предлагается устанавливать анкера в направляющие шпуры.

3. В работе не содержатся результаты исследований для анкеров, изготовленных из различных материалов, и различной формы в сечении.

4. Полученное теоретическое решение не учитывает анизотропию свойств массива в направлении установки анкера, влияние влажности вмещающих пород, времени, изменение диаметра направляющего шпура по его длине при бурении и т.п., что может оказать существенное влияние на параметры способа установки.

Следует отметить, что вышеперечисленные замечания не снижают общую ценность работы, ее практическое и теоретическое значение.

#### **Заключение**

Работа посвящена актуальной тематике, представляет интерес в научном и прикладном аспектах, выполнена на хорошем научно-методическом уровне. Обоснованность научных выводов автора не вызывает сомнений. Они достаточно полно изложены в опубликованных научных статьях.

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решена актуальная научно-техническая задача установления особенностей и закономерностей взаимодействия горных пород и анкеров, закрепляемых с помощью динамической нагрузки в направляющих шпурах меньшего диаметра, позволяющих обосновать технологию и параметры реализации безклеевого способа анкерования,

обеспечивающие повышение безопасности работ и снижение затрат на крепление.

Представленная к защите диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне, практической ценности и достоверности полученных результатов соответствует критериям, установленным в п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 27.02.2015 № 2-13), а ее автор, ДРИПАН ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), в частности, пп. 8, 13 и 15.


Отзыв обсужден и одобрен на заседании ученого совета Республиканского академического научно-исследовательского и проектно-конструкторского института горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела, 25 февраля 2022 г., протокол № 3.

Доктор технических наук, с.н.с.,  
Зам. директора по научной работе  
РАНИМИ  
283004, г. Донецк, ул. Челюскинцев, 291  
Тел.: (062) 300-27-91



E-mail: [ranimi@ranimi.org](mailto:ranimi@ranimi.org) \_\_\_\_\_ Виктор Александрович Дрибан

Я, Дрибан Виктор Александрович, согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных.



Подпись: В.А. Дрибан Виктор Александрович  
Подтверждаю: С.В. Бакман  
Исполнитель: С.В. Бакман