

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 03.12.2024 № 24

О присуждении Корчаку Павлу Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Прогноз геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок в породах, склонных к хрупкому разрушению» по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 25.09.2024 г., протокол заседания № 21, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 155 адм., с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм., от 29.12.2023 № 1965 адм., от 11.11.2024 № 1690 адм.).

Соискатель, Корчак Павел Анатольевич, 07 июля 1981 года рождения, в 2003 году окончил Петрозаводский государственный университет по специальности «Геофизика».

С 01.09.2023 г. по 31.08.2024 г. был прикреплен для сдачи кандидатских экзаменов к кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Карасев Максим Анатольевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра строительства горных предприятий и подземных сооружений, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Ашихмин Сергей Геннадьевич – доктор технических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем, профессор кафедры;

Румянцев Александр Евгеньевич – кандидат технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Институт Гипронибель», главный специалист лаборатории геотехники.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Панкратенко Александром Никитовичем**, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» и **Орловым Алексеем Станиславовичем**, ассистентом той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденным **Филоновым Михаилом Рудольфовичем**, проректором по науке и инновациям, указала, что полученные **Корчаком Павлом Анатольевичем** результаты дополняют и расширяют теоретические представления о прогнозе геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок в породах, склонных к хрупкому разрушению.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе 2 статьи - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), 2 статьи – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 5,66 печатных листа, в том числе 3,23 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Баранов С.В. Продуктивность техногенной сейсмичности / С.В. Баранов, С.А. Жукова, П.А. Корчак, П.Н. Шебалин // Физика Земли. – 2020 – Т. 56(3), С. 326–336 (ВАК-МБД (GeoRef, Scopus, Springer, WoS (SCIE)) №106 ред. 30.03.2020).

Baranov S.V. Productivity of technogenic seismicity / S.V. Baranov, S.A.

Zhukova, P.A. Korchak, P.N. Shebalin // Physics of the Earth - 2020-Т. 56 (3), p. 326–336.

Соискателем проведен статистический анализ инициированных толчков в Хибинской природно-технической системе, установлена зависимость от магнитуды и глубин рассматриваемых событий

2. Абрашитов А.Ю. Опыт взаимодействия с горным предприятием при решении проблем геодинамической безопасности / А.Ю. Абрашитов, А.Н. Шабаров, П.А. Корчак, А.Д. Куранов // Горный журнал. – 2023. - №5. – с. 40-48. DOI: 10.17580/gzh.2023.05.06 (№ 1029 Перечня ред.23.04.2024 г.).

Abrashitov A.Yu. Experience of interaction with a mining enterprise in solving problems of geodynamic safety / A.Yu. Abrashitov, A.N. Shabarov, P.A. Korchak, A.D. Kuranov // Mining Journal. – 2023. - No.5. – pp. 40-48. DOI: 10.17580/gzh.2023.05.06

Соискателем сформулирована концепция о комплексном подходе к прогнозированию устойчивости горных выработок как основополагающем элементе геомеханически безопасной разработки месторождений полезных ископаемых КФ АО «Апатит».

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Корчак П. А. Геомеханический прогноз развития зон хрупкого разрушения в окрестности сопряжения горных выработок в перенапряженном породном массиве // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 5. – С. 85–98. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_5_0_85 (ВАК – МБД (Scopus) № 1030 Перечня ред.23.04.2024 г.).

Korchak P. A. Geomechanical forecast of the development of brittle fracture zones in the vicinity of the interface of mine workings in an overstressed rock mass // Mining information and Analytical Bulletin. – 2021. – No. 5. – pp. 85-98. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_5_0_85.

Соискателем обоснованы теоретические положения прогноза хрупкого разрушения пород в окрестности сопряжений горных выработок с учетом основополагающих положений теории упрочняющейся/разупрочняющейся среды.

4. Корчак П.А. Геомеханическое обоснование формирования зон хрупкого разрушения пород в окрестности сопряжений горных выработок рудников АО «Апатит» / П.А. Корчак, М.А. Карасев // Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 1. С. 67–80. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-67-80 (ВАК – МБД (Scopus) № 2779 Перечня ред.23.04.2024 г.).

Korchak P.A. Geomechanical substantiation of the formation of zones of brittle fracture of rocks in the vicinity of the interfaces of mining workings of the mines of

Apatit / P.A. Korchak, M.A. Karasev // Sustainable development of mountain territories. 2023. Vol. 15, No. 1. pp. 67-80. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-1-67-80.

Соискателем установлена зависимость между размером зоны хрупкого разрушения и относительным напряженным состоянием массива (σ/σ_c) для условий подземных рудников КФ АО «Апатит», определено, что граница зоны хрупкого разрушения над сопряжением горных выработок представляет собой поверхность с Λ -образным поперечным сечением, размер этой зоны обусловлен геометрией сопряжения горных выработок и направлением действия главных напряжений.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619358 Карасев М.А., Корчак П.А. Российская Федерация. Программа для расчета критерия JRC для единичного нарушения на основе анализа растрового изображения: № 2024616839: заявл. 03.04.2024: опубл. 23.04.2024 / заявитель ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II – 1 с.

Апробация работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня:

- Международный научный форум «Наука и инновации – современные концепции», Москва, 2023 г.

- Всероссийская научно-техническая конференция «Цифровые технологии в горном деле», Апатиты, 2023 г.

В диссертации **Корчака Павла Анатольевича** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: профессора кафедры механики материалов ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», д.т.н., профессора **А.С. Саммалы** и доцента той же кафедры, д.т.н. **П.В. Деева**; ведущего научного сотрудника лаборатории цифровых методов исследований природно-технических систем, Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук», к.т.н. **Ю.В Федотовой**; заместителя генерального директора - главного инженера ООО «Геотехническое бюро» к.т.н. **А.Б. Максимова**; управляющего директора АО «Гипроцветмет», к.т.н.

А.Д. Куранова; главного менеджера ООО «Норильский обеспечивающий комплекс», к.т.н. **С.Г. Кокоева.**

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной информации, однако отмечен ряд замечаний:

1. Из автореферата неясно, каким образом теория пластического течения, применяющаяся для описания процессов, которые характеризуются большими остаточными деформациями, интенсивно развивающимися во времени, может быть применена для анализа состояния массива хрупких пород, не имеющих склонности к пластическим деформациям (д.т.н. **А.С. Саммаль** и д.т.н. **П.В. Деев**);

2. Как известно, максимальных значений напряжений на контуре выработки (σ по применяемой автором терминологии) не достаточно для обоснования устойчивости породных обнажений, а тем более - для определения параметров зон разрушения. В связи с этим, содержащееся в автореферате утверждение о том, что при возникновении на контуре выработки напряжений, составляющих 40% от прочности пород при одноосном сжатии, в массиве начинаются процессы хрупкого разрушения (с. 14 автореферата), нуждается в дополнительном разъяснении (д.т.н. **А.С. Саммаль** и **П.В. Деев**);

3. Хибинские апатит-нефелиновые месторождения представлены в подавляющем большинстве скальными и полускальными породами, склонными к хрупкому разрушению (то есть не склонными к пластическим деформациям). Применение для таких пород теории пластического течения не вполне оправдано, поскольку процесс хрупкого разрушения происходит мгновенно при накоплении достаточного количества напряжений в очаговых зонах шелушения, интенсивного заколообразования, стреляния, микроудара, горного удара и горно-тектонического удара, отличаясь только масштабом разрушений массива (к.т.н. **Ю.В. Федотова**);

4. Излишне много в автореферате уделено рассмотрению результатов исследований по одиночным выработкам, что значительно снижает восприятие полученных данных и выявленных закономерностей по сопряжениям выработок, что является основной темой диссертации (к.т.н. **Ю.В. Федотова**);

5. На стр. 11 автореферата указано, что «в условиях апатит-нефелиновых месторождений динамические проявления горного давления возникают сразу же за подвиганием забоя горной выработки», но почему не рассматривается возможность увеличения напряжений от опорного давления, ведь при системах разработки принятых на КФ АО «Апатит» очистные работы

могут приводить к значимому изменению НДС массива. Также было бы целесообразно рассмотреть другие варианты геометрических параметров сопряжений горных выработок (**к.т.н. А.Б. Максимов**);

6. В качестве замечания стоит отметить недостаточное описание области применения полученных результатов и сформулированных рекомендаций по использованию полученных зависимостей и формул в технологическом процессе, при выборе способов предотвращения горных ударов или поддержания горных выработок. Также научный интерес представляет сравнение результатов численного моделирования с использованием выбранной модели деформирования пород (с использованием зависимостей Renami H.R. и Martin C.D) с повсеместно используемыми моделями поведения (например, упругопластическая модель с критериями Кулона-Мора). Данного сравнения в автореферате не приводится (**к.т.н. А.Д. Куранов**);

7. Из автореферата не совсем ясно, принципиально отличаются ли геомеханические процессы вокруг сопряжений горных выработок от аналогичных вокруг протяженных выработок, или есть только количественное различие? (**к.т.н. С.Г. Кокоев**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная концепция по прогнозу зон хрупкого разрушения пород в окрестности сопряжений горных выработок сложной пространственной конфигурации для месторождений, разрабатываемых в тектонически напряженном породном массиве;

предложен нетрадиционный подход к прогнозу развития зон хрупкого разрушения в высоконапряженных горных массивах применительно к месторождениям апатит-нефелиновых руд, рассматривающий особенности развития макротрещин; подход реализован в рамках теории пластического течения на допредельной и запредельной стадиях деформирования;

доказана возможность применения разработанного подхода к прогнозу зон хрупкого разрушения пород для сопряжений горных выработок, форма и размеров которых характерны для условий разработки апатит нефелиновых месторождений;

введено в научный оборот понятие о новых формах границ зоны хрупкого разрушения над сопряжениями горных выработок, представляющих собой Λ -образную поверхность.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказаны** положения методики прогноза напряженно-деформированного состояния породного массива для пород, склонных к хрупкому разрушению, как среды, достоверное описание которой может быть реализовано через накопление повреждений на макроуровне, определяющих ее фактическое состояние и особенности деформирования и разрушения;
- использован** комплекс методов исследования, в том числе численные методы анализа прогноза напряженно-деформированного состояния сложной физически нелинейной системы, положения теории пластического течения и элементы механики разрушения горных пород;
- изложен** новый подход к построению численных моделей прогноза развития геомеханических процессов в окрестности горных выработок и их сопряжений с учетом представления породного массива как упрочняющейся/разупрочняющейся среды;
- раскрыта** связь между особенностью формирования зон хрупкого разрушения пород и параметрами модели, определяющими вклад цементационных связей и внутреннего трения в прочность и деформируемость горной породы;
- изучены** связи между геомеханическим состоянием породного массива, формой и размерами сопряжения горных выработок и параметрами зоны хрупкого разрушения;
- проведена модернизация** метода расчета размеров зон предельного состояния пород в окрестности сопряжений горных выработок применительно к тектонически напряженным породным массивам склонным к хрупкому разрушению.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена в 2023 году в проектной деятельности КФ АО «Апатит» (Акт об использовании результатов кандидатской диссертации б/н от 15.11.2023 г.) методика оценки устойчивости горных выработок и нагрузок на крепь горных выработок, расположенных в породах, склонных к хрупкому разрушению, на рудниках КФ АО «Апатит».

определены пределы и перспективы использования разработанного метода прогноза зон хрупкого разрушения в окрестности сопряжений горных выработок, расположенных в тектонически напряженном породном массиве;

созданы математические модели нелинейного деформирования пород, направленные на повышение достоверности прогноз размеров зон хрупкого разрушения пород и развития деформаций в этих зонах;

представлены закономерности формирования зон хрупкого разрушения пород над сопряжениями горных выработок для геомеханических и горнотехнических условий, характерных для месторождений КФ АО «Апатит».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория базируется на основных положениях теории упругости, пластичности и механики разрушения деформируемого твердого тела, а достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью применяемого математического аппарата и численных методов и удовлетворительной сходимостью результатов исследований с данными натурных наблюдений за формированием зон хрупкого разрушения пород;

идея базируется на анализе практических данных, обобщении передового опыта прогноза геомеханических процессов при ведении горных работ в тектонически напряженных породных массивах, склонных к хрупкому разрушению;

использованы сравнение авторских данных с данными, полученными другими исследователями по теме диссертации;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов, полученных на базе теоретических исследований, с натурными данными о формировании зон хрупкого разрушения горных пород в окрестности сопряжений горных выработок КФ АО «Апатит», а также с результатами сторонних исследователей;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов измерения.

Личный вклад соискателя состоит в постановке целей и задач исследований; включенном участии на всех этапах исследований, непосредственном участии в получении исходных данных и натурных экспериментах, личном участии в апробации результатов исследований; разработке программы и обработке результатов натурных замеров формирования зон хрупкого разрушения в напряженных породных массивах; разработке численных моделей прогноза деформирования и разрушения хрупких сред; обосновании подхода к описанию механического поведения породного массива, разработке алгоритма для выполнения расчетов прогноза

зоны хрупкого разрушения в окрестности выработки; апробации результатов научных исследований на объектах КФ АО «Апатит»; подготовке научных публикаций по тематике исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Корчак Павел Анатольевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 03.12.2024 г. диссертационный совет принял решение присудить **Корчаку Павлу Анатольевичу** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи, направленной на разработку метода прогноза геомеханических процессов в окрестности сопряжений горных выработок в породах, склонных к хрупкому разрушению, имеющей важное значение для повышения геомеханической безопасности при разработке апатит-нефелиновых месторождений.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, ~~недействительных бюллетеней – нет.~~

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Протосеня
Анатолий Григорьевич

Афанасьев
Павел Игоревич

03.12.2024 г.