

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.06
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29 сентября 2021 г. № 25

О присуждении Тхорикову Андрею Игоревичу, гражданину РФ ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Прогноз напряженно-деформированного состояния массива при разработке месторождений богатых железных руд» по специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 27.07.21, протокол № 16 диссертационным советом ГУ 212.224.06 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Горного университета от 29.05.2019 № 676 адм.

Соискатель Тхориков Андрей Игоревич 06.03.1994 года рождения, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-петербургский горный университет». В 2021 году окончил очную аспирантуру на кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России. Диплом об окончании аспирантуры получен 16.06.2021 г.

В настоящее время соискатель работает в должности ассистента кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений в федеральном государственном бюджетном

образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Трушко Владимир Леонидович**, федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра механики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Айнбиндер Игорь Израилевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук; отдел №3. Освоения месторождений твердых полезных ископаемых на больших глубинах; заведующий отделом.

Румянцев Александр Евгеньевич – кандидат технических наук, ООО «Институт Гипроникель»; Горная лаборатория; ведущий научный сотрудник. дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет»**, г. Тула в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой Геотехнологий и строительства подземных сооружений д.т.н., профессором Качуриным Николаем Михайловичем, секретарем заседания д.т.н., доцентом той же кафедры Стась Галиной Викторовной и утвержденном проректором по научной работе д.т.н., профессором Воротилиным Михаилом Сергеевичем указала, что диссертация содержит решение актуальной задачи, заключающейся в разработке пространственной геомеханической модели напряженно-деформированного состояния массива богатых железных руд для условий месторождений Курской магнитной аномалии и выявлении закономерностей изменения НДС рудного массива во времени с учетом развития горных работ и влияния высоконапорных водоносных горизонтов.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, в том числе в 2 статьях - 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 в 1 статье - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus). Получено 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

Общий объем – 2.08 печатных листа, в том числе 1.61 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Тхориков, А. И. Компьютерное моделирование геомеханических процессов для прогноза напряженно-деформированного состояния при разработке мощных железорудных месторождений / А.И. Тхориков - DOI: 10.25018/0236-1493-2019-4-7-307-315. - Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2019. №S7. – С. 307–315.

Соискателем проведен анализ системы разработки месторождений богатых железных руд через целик равный двум и одному пролету выработок, создана модель массива богатых железных руд, выполнен расчет оседаний рудной потолочины при ведении работ.

2. Тхориков, А.И. Компьютерное моделирование геомеханических процессов для прогноза напряженно-деформированного состояния при проведении выработок через целик равный трем пролетам выработки / А.И. Тхориков, Р.О. Сотников, В.В. Глинский. - DOI: 10.25018/0236-1493- 2020-6-22-3-13. - Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. - № 6. специальный выпуск 22. – С. 3–13.

Соискателем выполнен анализ системы разработки богатых железных руд через целик равный трем пролетам выработки, проведено сравнение различных систем разработки и созданы рекомендации по выбору

оптимальной системы разработки.

Публикация в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Karasev, M.A. Development of a model for predicting the dynamic effect on the stability of rock excavation / M.A. Karasev, R.O. Sotnikov, V.U. Sinegubov, N.A. Egorova, K.V. Makarov, A.I. Thorikov. - DOI:10.1088/1742-6596/1384/1/012051. – Текст непосредственный // Journal of Physics: Conference Series. - 2019. - № 1. - pp. 1230-1236.

Соискателем выполнен анализ сохранения выработками устойчивого состояния в результате действия динамических явлений, и построены графики зависимостей смещений контуров выработок.

Публикации в прочих изданиях:

4. Тхориков, А.И. Современные методы крепления лба забоя при проведении выработок большого сечения / А.И. Тхориков - Текст: электронный // В сборнике: Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 280-283. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35037689_89134194.pdf (дата обращения: 09.07.2021).

Соискателем проведен анализ современных методов укрепления лба забоя выработок при ведении горных работ и даны рекомендации по повышению устойчивости забоя.

5. Тхориков, А. И. Применение технологий компьютерного моделирования для визуализации результатов геомеханических процессов при обучении студентов/ А.И. Тхориков - Текст: электронный // В сборнике: Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. Сборник научных трудов III Всероссийской научной конференции. – 2020. С. 1532-1538. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_42877731_58811929.pdf (дата обращения: 09.07.2021).

Соискателем создана модель визуализации геомеханических процессов, происходящих при ведении горных работ, и предложено ее использование при изучении студентами курса геомеханики.

Свидетельства:

1. Свидетельство на программу для ЭВМ № 2021661446/69 от 22.07.2021. Программа для расчета параметров критерия прочности Хоека-Брауна. Автор: Тхориков А.И.

Соискателем написан код программы и разработан алгоритм ее работы.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

На международной научно-практической конференции «Современные проблемы геомеханики при освоении месторождений полезных ископаемых и подземного пространства мегаполисов» в Горном Университете (ноябрь 2017 г.);

На международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (25-26 октября 2018 г.)

На всероссийской научной конференции «Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса» (март 2020 г.)

В диссертации Тхорикова Андрея Игоревича соискателя отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от заведующего отделом геомеханики - главного научного сотрудника Горного института – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», д.т.н., профессора **А.А. Козырева** и старшего научного сотрудника того же подразделения к.т.н. **И.М. Аветисяна**, заместителя генерального директора по научной работе к.т.н. **В.Ю. Синегубова**, заместителя генерального директора по НИР

ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», к.т.н., доцента **М.О. Лебедева**, заместителя генерального директора по научной работе, ООО «Полигор», д.т.н. **Д.В. Сидорова**.

В отзывах отмечен ряд замечаний:

- из автореферата не ясно, в чем заключается разработанная методика прогноза НДС рудного массива с наличием высоконапорных водоносных горизонтов (д.т.н. А.А. Козырев и к.т.н. И.М. Аветисян);
- в автореферате не указано, какие конкретно геометрические параметры очистных выработок позволяют снизить риск потери устойчивости (д.т.н. А.А. Козырев и к.т.н. И.М. Аветисян);
- в работе нет обоснования использования программного комплекса Abaqus CAE для построения объемной модели, и его преимуществ перед другими схожими программными комплексами (к.т.н. В.Ю. Синегубов);
- в работе расчеты НДС массива выполнены только для рыхлых богатых железных руд (к.т.н. М.О. Лебедев).
- автором достаточно детально проанализированы результаты математического моделирования НДС, но в недостаточной степени представлено их экспериментальное подтверждение (д.т.н. Д.В. Сидоров);
- требуется пояснения вопрос определения в работе погрешности произведенных вычислений для принятых параметров расчетных моделей (д.т.н. Д.В. Сидоров);

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высоким профессиональным авторитетом в области геомеханики; значительным количеством научных публикаций в ведущих рецензируемых изданиях по тематике диссертации, а также наличием в структуре ведущей организации диссертационного совета по специальности 25.00.20, профильных подразделений и постоянно действующих семинаров по направлению работ в области геомеханики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана новая методика прогноза изменения НДС рудного массива в окрестности горных выработок на основе упругопластической модели с критерием прочности Хоека-Брауна, учитывающая изменение свойств богатых железных руд под влиянием водоносных горизонтов.

Предложена пространственная нелинейная модель массива, учитывающая развитие горных пород во времени и влияние водоносных горизонтов.

Доказана перспективность повышения устойчивости горных выработок за счет изменения ее геометрической форм, при этом обоснование должно выполняться на основе предложенной методики прогноза НДС породного массива.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано что с увеличением глубины разработки месторождения, при использовании горных выработок полигональной формы поперечного сечения наблюдается нелинейная взаимосвязь между формируемыми напряжениями и глубиной отработки;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, включающий натурные исследования состояния массива вокруг выработок, лабораторные исследования физико-механических свойств руд и вмещающих пород, численное моделирование геомеханических процессов вокруг очистных выработок полигональной формы методом конечных элементов, реализованном в программном комплексе Abaqus CAE;

изложены положения, обосновывающие изменение НДС рудного массива при развитии горных работ во времени с учетом влияния водоносных горизонтов;

раскрыта проблема прогноза НДС рудного массива и повышения устойчивости очистных выработок вследствие нелинейного изменения напряжений при увеличении глубины разработки;

изучено влияние изменения геометрических параметров очистных выработок на их устойчивость с увеличением глубины ведения горных работ;

проведена модернизация упругопластической модели, позволяющая учесть нелинейный характер деформирования рудного массива, и обоснован критерий прочности, наиболее полно совпадающий с результатами лабораторных испытаний.

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

разработаны и внедрены технические решения по изменению геометрических параметров очистных горных выработок, позволяющие повысить их устойчивость при ведении горных работ;

определены перспективы практического использования разработанных рекомендаций по прогнозу НДС рудного массива и повышению устойчивости очистных выработок;

создана система практических рекомендаций по совершенствованию метода прогноза НДС и изменению геометрических параметров очистных выработок для повышения их устойчивости;

представлены рекомендации по прогнозу НДС рудного массива и рациональным геометрическим параметрам очистных выработок полигональной формы, обеспечивающих их устойчивость.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных данных о напряженно-деформированном состоянии массива вокруг выработок и его изменениях при разработке богатых железных руд подземным способом; методология прогноза НДС массива базируется на классических положениях механики горных пород; теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обширных экспериментальных исследованиях и анализе мирового опыта прогноза напряженно-деформированного состояния рудного массива с использованием различных критериев прочности; оценке устойчивости горных выработок на основе шахтных инструментальных измерений;

использованы современные методы шахтных исследований и численное моделирование геомеханических процессов вокруг выработок с сопоставительным анализом представительного объема экспериментальных данных;

установлено качественное совпадение авторских результатов оценки напряженно-деформированного состояния рудного массива вокруг очистных выработок полигональной формы при разработке богатых железных руд с данными ОАО «ВИОГЕМ», научного центра геомеханики и проблем горного производства и других организаций для условий Яковлевского месторождения;

использованы современные методы экспериментальных и лабораторных исследований, представительный объем шахтных наблюдений с проведением инструментальных измерений по реперным станциям, компьютерное моделирование геомеханических процессов вокруг выработок.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя на всех этапах процесса исследований, постановке цели и задач, обосновании и выборе методики исследований; непосредственном участии в проведении и обобщении результатов экспериментально-аналитических и натурных исследований по обоснованию методики прогноза НДС массива богатых железных руд, построении объемной геомеханической модели, учитывающей влияние водоносных горизонтов и ведение горных работ во времени, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критические замечания отсутствовали. Соискатель Тхориков А.И. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 29 сентября диссертационный совет принял решение присудить Тхорикову А.И. ученую степень кандидата технических наук по специальности 25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика за решение актуальной научно-практической задачи повышения устойчивости горных выработок на основе

прогноза НДС рудного массива, учитывающего этапность ведения горных работ.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - нет человек, проголосовали: за - 15, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Протосеня Анатолий Григорьевич

Иванов Владимир Викторович

29.09.2021 г.