



НОРНИКЕЛЬ

ИНСТИТУТ
ГИПРОНИКЕЛЬ

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Румянцева Александра Евгеньевича на диссертацию Тхорикова Андрея Игоревича на тему: «Прогноз напряженно-деформированного состояния массива при разработке месторождений богатых железных руд», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

С ростом спроса на железную руду и значительным увеличением цен на мировом рынке, горнодобывающие предприятия заинтересованы в наращивании объемов добычи.

Перспективными в быстром увеличении объемов добычи представляются месторождения богатых железных руд Курской магнитной аномалии, к которым относится уникальное по запасам (более 40 млрд. тонн) и содержанию железа в руде до 69% Яковлевское месторождение.

Яковлевское месторождение разрабатывается подземным способом с закладкой выработанного пространства и в целях роста производительности рудника переходит на выемку запасов технологией ведения горных работ очистными выработками полигональной формы.

Быстрое наращивание объемов добычи железных руд предопределяет переход горных работ на глубокие горизонты и рост напряженного состояния окружающего массива.

В связи с этим диссертационная работа Тхорикова А.И., посвященная прогнозу НДС массива и повышению устойчивости очистных выработок, несомненно, актуальна.

Целью работы является обеспечение устойчивости горных выработок и безопасности ведения горных работ при разработке месторождений богатых железных руд под высоконапорными водоносными горизонтами на основе прогноза НДС рудного массива.

Автором на основании выполненных натурных исследований сформулированы три научных положения.

Первое научное положение содержит утверждение, что напряженно-деформированное состояние рудного массива вокруг выработок следует описывать упруго-пластической моделью, учитывающей нелинейный характер деформирования рудного массива.

Второе утверждает, что расчет НДС рудного массива с наличием высоконапорных горизонтов следует вести с использованием критерия прочности Хука-Брауна.

ООО «Институт Гипроникель»
ОТЗЫВ

ОКПО 0020365
ОГРН 5067847542967
ИНН/КПП 7804349796/780401001

Гражданский пр., 11
Санкт-Петербург,
Россия, 195220

тел.: +7 812 335-31-24
факс: +7 812 335-32-72
gn@nornik.ru

ВХ. № 351 -9 от 16.09.21
АУ УС

В третьем утверждается, что повышение устойчивости горных выработок достигается изменением геометрических параметров горных выработок на основе прогноза НДС массива при развитии горных работ.

Все три научных положения логически связаны и подтверждаются значительным объемом выполненных экспериментальных и теоретических исследований, которые необходимы для понимания геотехнических процессов на больших глубинах.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- представительным объемом выполненных экспериментальных исследований на поверенном оборудовании с использованием апробированных методик;
- применением фундаментальных принципов геомеханики при построении модели и численном моделировании изменений НДС массива на основе программного комплекса Abaqus CAE;
- удовлетворительной сходимостью результатов натурных исследований и численного моделирования.

Научная новизна диссертации состоит в выявлении закономерностей изменения НДС рудного массива во времени с учетом развития горных работ и влияния высоконапорных горизонтов, разработке объемной геомеханической модели, учитывающей гидрогеологические и геотехнические особенности строения рудного массива.

Практическое значение работы заключается в прогнозе напряженно-деформированного состояния рудного массива при развитии горных работ и разработке рекомендаций по обеспечению устойчивости очистных выработок в рудном массиве.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, изложена на 110 страницах машинописного текста, содержит 57 рисунков и 17 таблиц, список литературы из 103 наименований.

Все разделы, содержащиеся в диссертации изложены понятным технически грамотным научным языком. Основные положения, вынесенные на защиту в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2-х статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК, в 1 статье - в издании, входящем в международные базы данных и системы цитирования (Scopus). Подана 1 заявка на получение патента.

По диссертации Тхорикова А.И. имеются замечания:

1. Автор не привел полный анализ известных критериев прочности массива горных пород, а представил их фрагментарно, без достаточного обоснования.
2. В предложенной геомеханической модели напряженно-деформированного состояния рудного массива влияние высоконапорных водоносных грунтов учтено только в виде снижения прочности руд при

водонасыщении, что не позволяет в полной мере рассмотреть геомеханические процессы при ведении горных работ.

3. Рекомендации по обеспечению устойчивости горных выработок следует расширить для различных горно-геологических условий с учетом технологии ведения горных работ.

4. На странице 11 автореферата единицы измерения МПа, указаны с маленькой буквой П, что неверно.

5. В автореферате не отражено каким образом в модели учитываются водоносные горизонты.

6. В диссертации встречаются опечатки и незаконченные фразы, например, на странице 6 «изменения НДС массива горных при...», на странице 9 написано «плагитогранитами архея и метафорическими породами...», на странице 37 МПа с строчной буквой П, в тексте отсутствует ссылка на рисунок 2.3, графики на странице 56 следовало сделать более крупными, ссылки на эти графики имеют не правильную последовательность и перепутаны и др.

7. В главе 2.2 диссертации представлена 2Д модель плоского деформированного состояния массива, а сравнение перемещений уже представлено в 3Д постановке.

8. В диссертации не указано каким образом по результатам испытаний сферическими инденторами получены характеристики сцепления и угла внутреннего трения.

9. Физико-механические свойства в таблице 2.9, а именно модуль упругости для закладочных бетонов кажется заниженными и не коррелирует с результатами лабораторных испытаний.

10. В численном моделировании не совсем понятно, как происходило заполнение выработанного пространства закладочным бетоном. На странице 83 указано, что недозаклад принят 4,2%, как это учитывалось в пространственной модели

11. Из рисунка 3.8 следует, что элементы в модели это гексаэдры неправильной формы при этом на странице 82 в описании к модели указано, что элементы 6-и узловые треугольные.

12. На рисунках 3.9 и 3.10 указаны напряжения по Мизесу, а не главные напряжения.

13. Не указано каким образом заданы компоненты горизонтальных напряжений в пространственной модели.

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертация Тхорикова Андрея Игоревича на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченное научное исследование, а полученные результаты имеют практическую ценность.

Автореферат в достаточной мере отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Тхорикова А.И. «Прогноз напряженно-деформированного состояния массива при разработке месторождений богатых железных руд»,

представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм.

Тхориков Андрей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент,
Главный специалист
Лаборатории геотехники
ООО «Институт Гипроникель»,
кандидат технических наук



Румянцев Александр Евгеньевич

195220, г. Санкт-Петербург,
Гражданский проспект, д. 11,
телефон: 8(812)335-31-00 доб.40-14
e-mail: RumyantsevAE@nornik.ru

Директор Департамента
по исследования и разработкам
д.т.н., профессор



Цымбулов Леонид Борисович