

Отзыв
научного руководителя на кандидатскую диссертацию
Кульковой Марии Сергеевны
«Геомеханическое обоснование параметров отработки Ждановского месторождения с
учетом особенностей физико-механических характеристик и напряженно-
деформированного состояния массива»
по специальности 2.8.6 - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная
аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертант Кулькова Мария Сергеевна, 1989 года рождения, в 2012 году с отличием окончила Петрозаводский государственный университет по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства». К настоящему времени имеет опыт работы как на горном предприятии – с 2012 по 2019 гг. в должности инженера (руководителя группы мониторинга горного давления) на руднике «Северный» АО «Кольская ГМК»; так и опыт научной работы – с 2019 года по настоящее время в отделе Геомеханики Горного института КНЦ РАН. Закончила в 2022 году аспирантуру ФИЦ КНЦ РАН по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». Основное направление исследований Марии Сергеевны – изучение геомеханических характеристик тектонически напряженных массивов пород и их трансформации в процессе техногенного воздействия, основной объект – Массив скальных горных пород месторождений Печенгского рудного поля. И направление исследований, и объект соответствуют теме подготовленной кандидатской диссертации.

Диссертационная работа посвящена исследованию напряженно-деформированного состояния (НДС) и геомеханических свойств массива горных пород (МГП) наиболее крупного месторождения Печенгского рудного поля – Ждановского месторождения медно-никелевых руд; а также определению зон критических состояний массива пород при ведении горных работ и прогнозу изменения параметров напряженного состояния с глубиной.

Актуальность выбранной темы обусловлена сложными геомеханическими, геологическими и горнотехническими условиями отработки Ждановского месторождения. Наличие двух факторов – действие высоких тектонических напряжений и склонности к удароопасности большинства пород, слагающих массив, а также особенности геологического строения определяют высокий уровень геомеханических и геодинамических рисков при разработке запасов данного месторождения. За последние семь лет специалистами Горного института КНЦ РАН (в том числе Кульковой М.С.) был проведен комплекс натурных, лабораторных и численных исследований геомеханического состояния объекта, что требовало научного обобщения, выявления закономерностей и особенностей распределения напряжений и физико-механических свойств пород, уточнения граничных условий для повышения адекватности численного моделирования НДС и выработки рекомендаций по снижению геодинамических рисков при отработке запасов Ждановского месторождения.

Автором была поставлена цель работы, которая состоит в обосновании параметров отработки запасов Ждановского месторождения с учетом его геомеханических характеристик.

Идея работы заключается в выявлении закономерностей формирования областей критических состояний массива пород Ждановского месторождения, потенциально опасных с точки зрения возникновения динамических разрушений в процессе ведения горных работ.

Научная новизна работы заключается в определении параметров и особенностей природного напряженного состояния массива пород Ждановского месторождения, а также выявлении закономерностей изменения компонент тензора напряжений с глубиной посредством реконструкции геотехнической ситуации с использованием объемного численного геомеханического моделирования на основе анализа результатов натурных исследований НДС.

На основании выполненных автором исследований получены научные результаты:

Первый из них касается особенностей прочностных характеристик пород и руд Ждановского месторождения, а именно их хрупкости и потенциальной удароопасности. В результате исследования качественных характеристик массивов определены коэффициенты структурного ослабления k_c для пород месторождения.

Во втором обоснован гравитационно-тектонический тип природного напряженного состояния массива пород Ждановского месторождения на основе данных натурных измерений и при реконструкции параметров природного поля напряжений с использованием численного моделирования. Выявлено генеральное направление субгоризонтального сжатия – по простиранию рудных тел. Определены соотношения главных компонент природного поля напряжений: $\sigma_{max(T_1)} : \sigma_{np(\gamma H)} : \sigma_{min(T_2)} = 1 : 0,5 : 0,4$. Предложены тренды изменения значений главных компонент природного поля напряжений массива пород Ждановского месторождения с глубиной до 1000 м: $\sigma_{max} = 0,05 \cdot z + 6,5$, МПа; $\sigma_{min} = 0,02 \cdot z + 2,5$, МПа.

Третье научное положение посвящено разработке комплекса разномасштабных 3D численных геомеханических моделей НДС Ждановского месторождения и выбору на основе результатов моделирования безопасного порядка отработки запасов. Установлены особенности НДС в приконтурных массивах вокруг подземных выработок. Полученные прогнозные значения напряжений подтверждают высокую вероятность проявления динамических форм горного давления ниже отметки -430 м, что соответствует глубине 700 м от дневной поверхности, при этом динамические разрушения в массиве пород Ждановского месторождения на глубинах от 500 м могут происходить в целиках, формируемых между фронтами очистных работ, и в зонах опирания подработанной толщи пород. С глубины 700 м такие разрушения возможны в окрестности всего выработанного пространства.

Основные практические результаты заключаются в следующем:

- Разработан комплекс разномасштабных численных 3D геомеханических моделей Ждановского месторождения и его участков (Центрального и Восточного, Юго-восточного). Комплекс моделей совместно с программным обеспечением Sigma GT установлен на руднике «Северный» АО «Кольская ГМК» и используется специалистами предприятия для оценки НДС в процессе ведения горных работ.
- Установленные значения физико-механические характеристик основных породных разностей и массивов пород, слагающих Ждановское месторождение, могут быть учтены для определения категорий состояния массива при интерпретации результатов моделирования НДС.
- С учетом результатов выполненного исследования сформировано Заключение по обеспечению геомеханической безопасности ведения горных работ по планам развития на 2024 год при отработке запасов рудника «Северный» АО «Кольская ГМК».

Достоверность научных положений и выводов обеспечена представительным количеством опытов и применением современного оборудования при выполнении лабораторных и натурных исследований; точностью и надежностью методов математической

статистики, применяемых при обработке результатов лабораторных испытаний; достаточной степенью сходимости при выполнении модельных расчетов НДС, а также верификацией результатов расчетов с данными визуальных наблюдений в подземных горных выработках Ждановского месторождения.

По теме диссертации опубликовано 9 статей, в том числе 5 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 3 – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus. Результаты, полученные в процессе выполнения исследований, докладывались и обсуждались на 11-ти международных и российских научных конференциях, симпозиумах.

Диссертация доложена на заседании горной секции Учёного совета Горного института КНЦ РАН 23 мая 2024г. Членами горной секции дана положительная оценка выполненным исследованиям, работа рекомендована к дальнейшему прохождению. Сделан ряд замечаний, которые были учтены автором при подготовке рассматриваемого варианта работы.

Таким образом, диссертационная работа Кульковой Марии Сергеевны по теме «Геомеханическое обоснование параметров отработки Ждановского месторождения с учетом особенностей физико-механических характеристик и напряженно-деформированного состояния массива» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Научный руководитель работы,
Руководитель отдела геомеханики, ведущий
научный сотрудник,
кандидат технических наук по специальности
25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных
пород, рудничная аэрогазодинамика и горная
теплофизика»
Горный институт – обособленное
подразделение Федерального государ-
ственного бюджетного учреждения науки
«Кольский научный центр Российской
академии наук» (ГоИ КНЦ РАН)
Адрес: 184209, Мурманская обл., г. Апатиты,
ул. Ферсмана, 24.
i.semenova@ksc.ru тел.8-81555-79-478



Инна Эриковна Семенова

23.05.2024