

Актуальность

Добычи руды камерно-столбовой системой одна из самых эффективных. Существенными недостатками применяемой технологии являются потери руды в целиках, оставляемых для поддержания выработанного пространства (пустот), накопление объема пустот и их обрушения после разрушения целиков из-за длительного срока службы (десятилетия). Внезапные обрушения выработанных пространств на больших площадях сопровождаются техногенными землетрясениями.

В 1996 году после ряда крупных обрушений, сопровождавшихся землетрясениями, была разработана, согласована с Комитетом ГГТН РК и утверждена Министром промышленности и торговли РК новая Концепция дальнейшей эффективной и безопасной разработки Жезказганского месторождения в сложившихся горнотехнических и геомеханических условиях. В ней были зафиксированы три принципиальных положения, в соответствии с которыми будет завершаться промышленная эксплуатация месторождения: 1) доработку оставшихся балансовых запасов вести камерно-столбовой системой, для которой в условиях Жезказгана нет приемлемой альтернативы для добычи руды рядовой и ниже ценностью; 2) одновременно с первичной разработкой оставшихся балансовых запасов вести повторную разработку ранее оставленных целиков с возвратом руды из потерь; 3) в ходе повторной разработки вести погашение накопленных пустот управляемым самообрушением налегающей толщи.

Основная цель проекта – оценка сейсмического риска в районе посёлка Жезказган в результате влияния горных работ.

Влияние подземных горных работ при отработке рудных тел и/или оставленных междуканальных целиков на деформацию земной поверхности с застройками исследуется численным моделированием напряженно-деформированного состояния массива методами конечных элементов с использованием пакетов прикладных программ COMSOL и MATLAB, разработанных специально для инженерных и научных исследований, в т.ч. и в области геомеханики.

Для оценок влияния подземных горных работ на устойчивость объектов охраны используются абсолютные (мм) и относительные (мм/м) оседания поверхности мульды сдвижений.

Расчёты сдвижения горного массива и численного моделирования геомеханического состояния подрабатываемых участков дневной поверхности по профильным линиям даст значения вертикальных оседаний. Это вывод о возможных серьёзных деформациях поверхностных объектов, попадающих в зону сдвижений, и соответственно – о необходимости переселения жителей поселков Жезказган и Крестовский в безопасное место.

Цель проекта

Целью проекта является проведение расчётов геомеханических параметров сдвижения горного массива и численного моделирования геомеханического состояния подрабатываемых участков дневной поверхности по трём профильным линиям показывающие значения абсолютных вертикальных оседаний дневной поверхности. Это позволяет сделать вывод о возможных серьёзных деформациях поверхностных объектов, попадающих в зону сдвижений.

Ожидаемые и достигнутые результаты

Достигнутые результаты

Проведен численный метод прогнозирования магнитуды техногенных землетрясений при подземной разработке в условиях Жезказганского рудного месторождения:

По данным ученых Мосякин Д.В., Макаров А.Б. получена зависимость энергетического класса землетрясения от площади обрушения (рисунок 1).

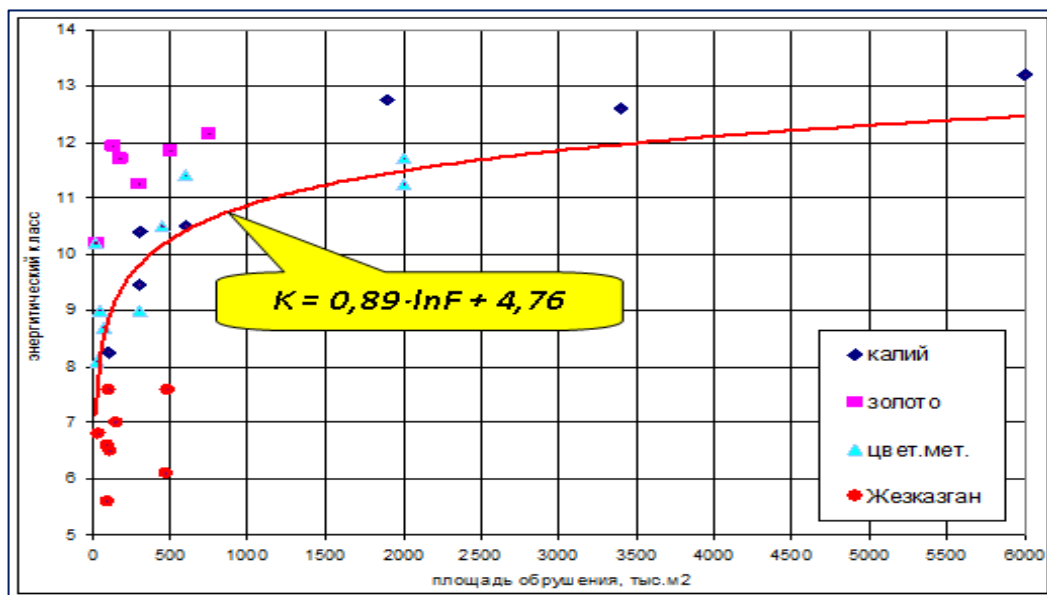
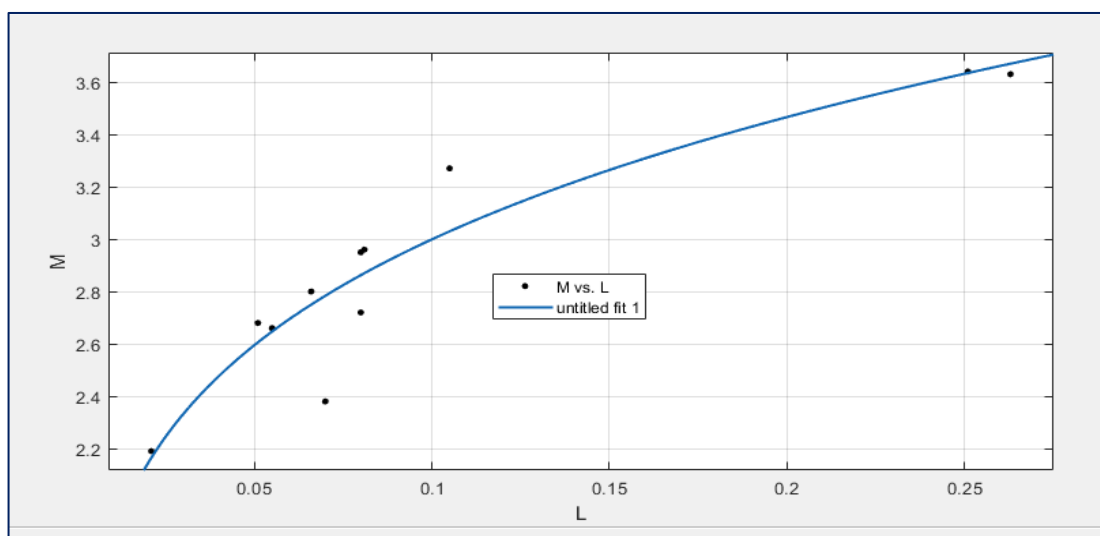


Рисунок 1 – Связь энергетического класса техногенных землетрясений с площадью обрушений по Мосякин Д.В., Макаров А.Б.

Построен график зависимости между сдвижением (или смещением) массива при обрушении и магнитудой техногенного землетрясения и вид приведены на рисунке 2.



M – магнитуда техногенного землетрясения; L –абсолютных величин сдвижения, м

Рисунок 2 - График зависимости магнитуды техногенного землетрясения от величины сдвижения массива

Численное моделирование НДС массива по профильной линии №32 шахты №31 ВЖР показало вертикальные оседания мульды, приведенные на рисунке 3.

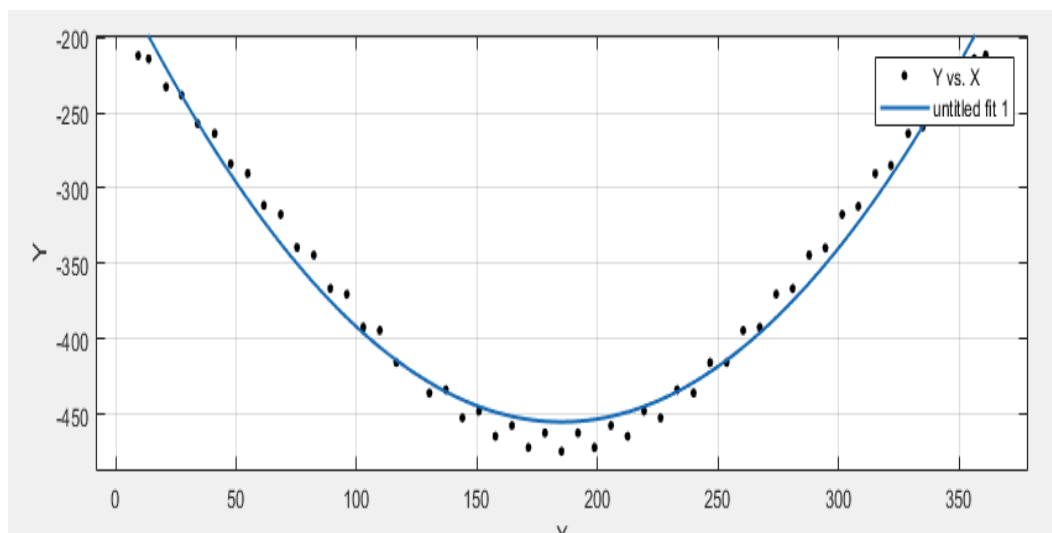


Рисунок 3 - График абсолютных вертикальных оседаний (мм) поверхности мульды

Рассчитанная по формуле $M = 4,851 \cdot L^{0,268}$ магнитуа техногенного землетрясения, вызванная оседанием вертикальным массива, равным 0,45 м, составляет 3,95.

На рисунке 4 приведена расчетная схема численного моделирования НДС по методу конечных элементов по профильной линии №21 той же шахты №31 ВЖР.

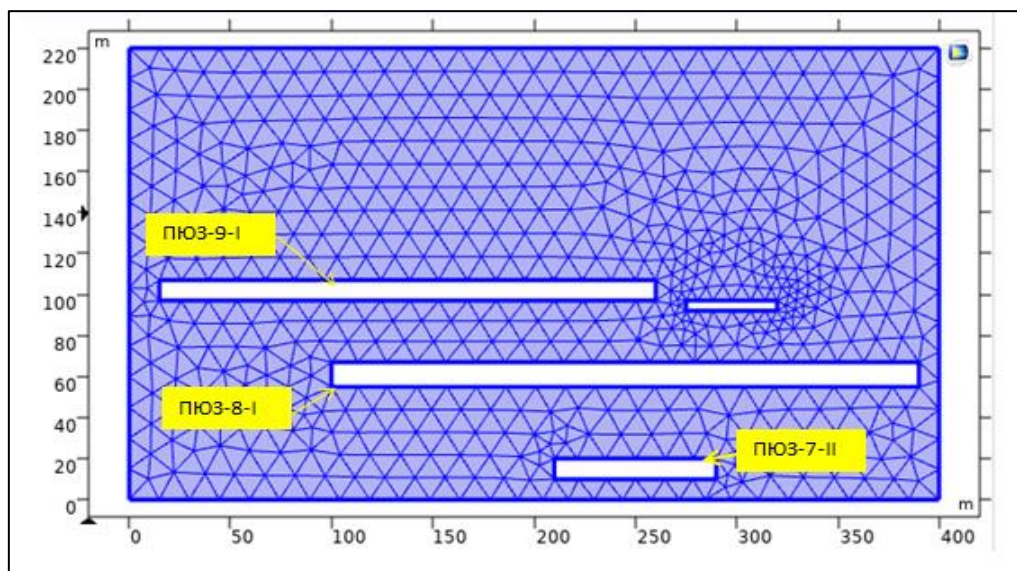


Рисунок 4 – Расчетная схема МКЭ по разрезу профильной линии №21

Как видно по рисунку, вынимаются полностью три залежи, что может привести к большим сдвигениям массива и значительному техногенному землетрясению.

Разработана методика численного моделирования напряженно-деформированного состояния массива между отрабатываемыми рудными телами и поверхностными объектами.

В результате численного решения уравнений теории упругости с использованием программного пакета MATLAB рассчитывается и выводится полный перечень параметров, характеризующих напряжённо-деформированное состояние горного массива, включая: напряжения – вертикальные, горизонтальные, главные и касательные; деформации и смещения – сдвиговые, вертикальные, горизонтальные и результирующие.

Оценка влияния подземных горных работ на состояние и устойчивость поверхностных объектов производится по величинам максимальных вертикальных и результирующих деформаций (смещений). Модуль упругости слоистой трещиноватой налегающей толщи на больших базах определяется по скорости прохождения продольной упругой волны через толщу пород, измеряемой методом вертикального сейсмопрофилирования. Для типичных условий Жезказганского месторождения скорость продольной волны от поверхности до глубины 300 м составляет 2500 м/с, что соответствует модулю упругости трещиноватой слоистой толщи порядка $0,5 \times 10^4$ МПа.

Ожидаемые результаты

Будет выполнено основная цель - 2025 г. оценка сейсмического риска в результате влияния горных работ. Будут опубликована 1 статья или обзор в журналах из первых трех квартилей по импакт-фактору в базе данных Web of Science или имеющих проценты по CiteScore в базе данных Scopus не менее 50.

Исследовательская группа

Хуанган Нурбол, PhD по специальности «Горное дело», асс. профессор.

Индекс Хирша-5, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191875943>,
<https://orcid.org/my-orcid>

Author ID в Scopus: 57191875943

ORCID ID: 0000-0001-9609-6649

Асаинов Сергей Турсунович, к.т.н., старший преподаватель кафедры РМПИ

Список публикаций

1. Статья в журнале, входящем в базу КОКСОН (**Хуанган Нурбол, Асаинов Сергей Турсунович, Шахатова Алия Талгатовна**. «Геомеханическая оценка влияния отработки выемочного участка на состояние подземных геомеханических конструкций». Труды университета №3 (92) 2023, Раздел «Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности», С. 213-219 DOI 10.52209/1609-1825_2023_3_213.).

2. Получено свидетельство о государственной регистрации прав интеллектуальной собственности (Свидетельств о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 39404 от «4» октября 2023 года (авт. **Хуанган Нурбол, Асаинов Сергей Турсунович**).

3. Опубликована 1 статья в журнале, входящем в базу scopus Mining of Mineral Deposits (B. Tolovkhan, A. Smagulova, **N. Khuangan, S. Asainov**, S. Issagulov, D. Kaumetova, B. Khussan, M. Sandibekov. «Studying rock mass jointing to provide bench stability while Northern Katpar deposit developing in Kazakhstan» Mining of Mineral Deposits. ISSN 2415-3443 (Online) | ISSN 2415-3435 (Print) Volume 17 (2023), Issue 2, 99-111. <https://doi.org/10.33271/mining17.02.099>).

4. Получено свидетельство о государственной регистрации прав интеллектуальной собственности (Геомеханикалық құрылымдар мен жер үсті объектілерінің жай-күйіне қорларды қайта өңдеу бойынша тау-кен жұмыстарының әсерін болжау - № 42698 от «7» февраля 2024 года (авт. **Хуанган Нурбол**).

5. Статья в базе КОКСОНВО. Н. Хуанган, С.Т. Асаинов, Р.К.Камаров, А.З. Капасова «Исследования влияния повторной отработки запасов на состояние поверхностных объектов» DOI 10.52209/1609-1825_2025_1_208. Труды университета №1 (98) • 2025 стр. 208-2015., Раздел «Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности»

6. Статья в журнале Mining of Mineral Deposits (Mining of Mineral Deposits, проценты 76, Q1 (Nurbol Khuangan, Sergey Asainov, Timur Khojayev, Zhanat Azimbayeva, Kobey Atageldiyev, Gulnur Nurshaiykova, Asel Akylbayeva, «Predicting the magnitude of

Информация для потенциальных пользователей

Составлена аналитическая справка по результатам геотехнологических исследований по изучению физико-механических свойств и структурных особенностей массива горных пород. Краткая геологическая характеристика Жезказганского месторождения.

Составлена база данных физико-механические свойства рудных тел и вмещающих пород. Влияние горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации месторождения на параметры подземных горных работ при отработке рудных тел.

Полученные результаты исследований позволят делать обоснованные выводы о возможности или невозможности ведения подземных горных работ на конкретных участках месторождения

Область применения

Горные предприятия, ведущие разработку полезных ископаемых подземным способом.

Дата обновления информации: 01.07.2025 г.