

**AP19174774 «Исследование влияния подземных горных работ на поверхностные социальные объекты» - н.р. Н. Хуанган**

***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 междукамерных 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 профильными линиями 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:***

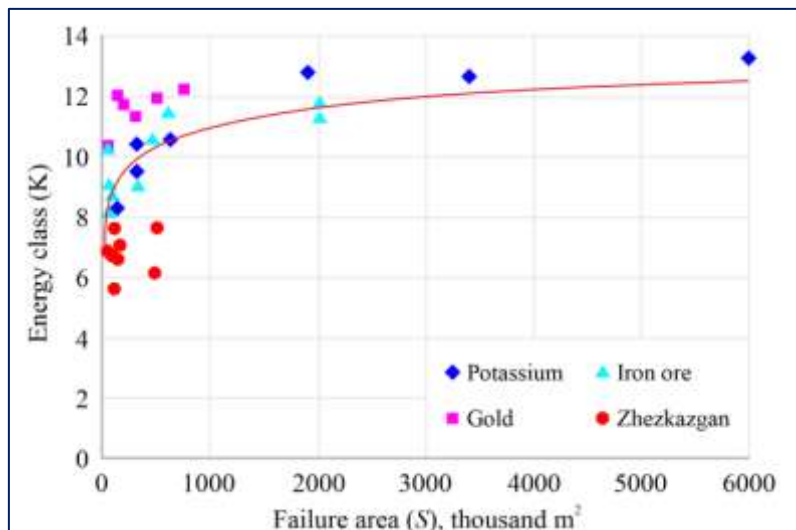
Целью проекта является проведение расчётов геомеханических параметров сдвижения горного массива и численного моделирования геомеханического состояния подрабатываемых участков дневной поверхности по трём профильным линиям показывающие значения абсолютных вертикальных оседаний дневной поверхности. Это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

***Ожидаемые и достигнутые результаты:***

Достигнутые результаты:

Получена зависимость энергетического класса техногенных землетрясений от площади разрушения по данным «Прогноз обрушений на Жезказганском медном месторождении. Горный Информационно-аналитический бюллетень, 1, 95-105. Герман В.И., Мансуров В.А. (2010).»

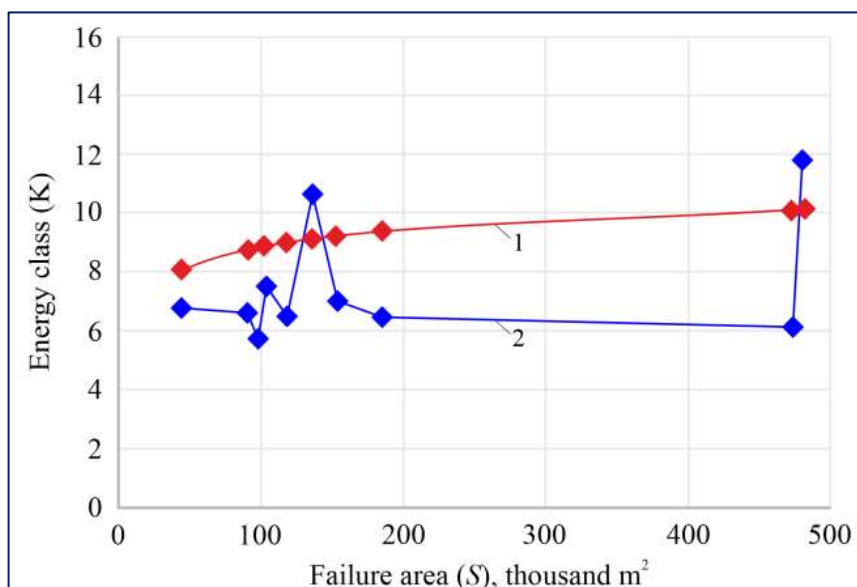
График иллюстрирует зависимость между энергетическим классом и размером зоны разрушения, позволяя наглядно представить, как изменения площади разрушения связаны с различными уровнями энергетической активности техногенных землетрясений (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Связь между энергетическим классом техногенных землетрясений и зоной разрушения (по Герман В.И., Мансуров В.А.)**

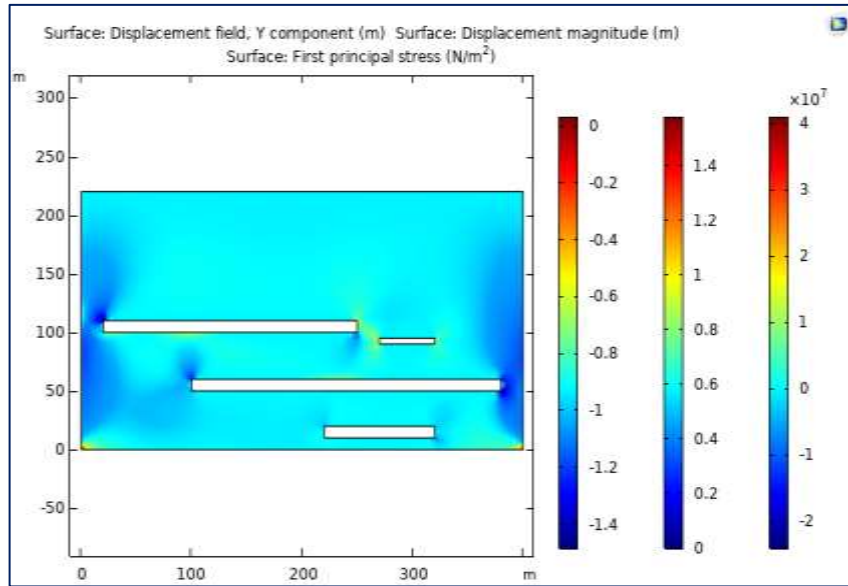
А также на рисунке 2 представлен график зависимости энергетических классов техногенных полей от площади разрушения горных пород. График построен на основе двух наборов данных: измеренных данных (1) и расчетных данных (2).

График показывает, что оба набора данных демонстрируют аналогичную взаимосвязь. Энергетический класс увеличивается по мере увеличения площади разрушения породы. Можно сделать вывод, что зона разрушения горных пород является одним из основных факторов, влияющих на энергетический класс техногенного месторождения. Чем больше площадь разрушения горных пород, тем выше энергетический класс месторождения.

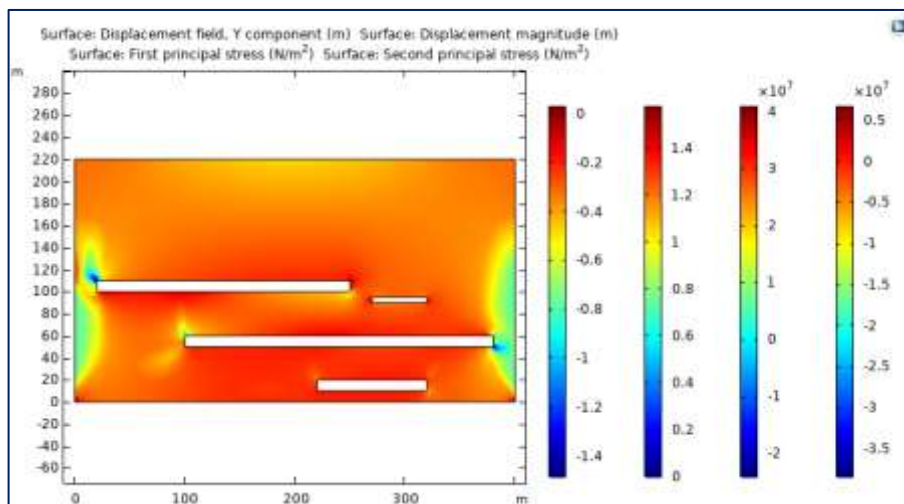


**Рисунок 2. Показатели энергетических классов техногенных полей в зависимости от площади разрушения горных пород:  
1 – данные измерений; 2 – расчетные данные**

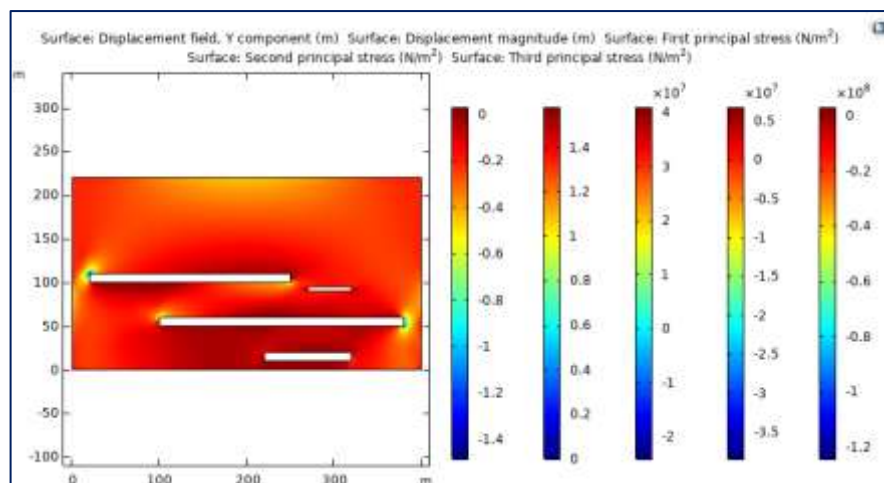
Анализируя графические поля главных нормальных напряжений на рисунке 3, можно сделать вывод, что главные нормальные напряжения уменьшаются по мере удаления от забоя, поскольку забой влияет на перераспределение напряжений в массиве горных пород.



А)



Б)



В)

Рисунок 3 – Графические поля главных нормальных напряжений:  
(А- $\sigma_1$ , Б-  $\sigma_2$ , В- $\sigma_3$ )

Ожидаемые результаты:

В результате реализации проекта будет разработана методика оценки влияния горных работ на состояние поверхностных охраняемых объектов. Методика реализуется с применением прикладных программ на ПЭВМ и включает порядок моделирования геомеханических процессов, оценку напряженно-деформированного состояния массива горных пород, расчеты смещений и оседаний поверхности в пределах мульды сдвижения.

Методика позволит техническим службам горнодобывающих организаций оптимизировать порядок ведения горных работ в части их планирования с учетом временного фактора.

1. Будут опубликованы не менее 2 (двух) статей в журналах из первых трех квартилей по импакт-фактору в базе данных Web of Science или имеющих процентыль по CiteScore в базе данных Scopus не менее 50.

2. Будут опубликованы не менее 2 статей и(или) обзоров в рецензируемых зарубежных и(или) отечественных изданиях, рекомендованных КОКСОН.

3. Планируется получение 2 свидетельств о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом.

#### **Исследовательская группа:**

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

Индекс Хирша -4, <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

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

Индекс Хирша – 1, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58476214000>,  
<https://orcid.org/0000-0002-5841-0454>

Author ID в Scopus: 58476214000

ORCID ID: 0000-0002-5841-0454

#### **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. 1 статья в журнале, входящем в базу scopus, Mining of Mineral Deposits, процентыль 78, Q1 (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>)

3. 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).

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).

***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: 05.07.2024 г.*