

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)



Известия

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени И.Раззакова

Выпуск 3 (67) 2023

И.Раззаков атындагы
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК
УНИВЕРСИТЕТИНИН

Жарчысы

KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY
WWW.KSTU.KG

ISSN 1694-8335 (print)
ISSN 1694-8343 (online)

ИЗВЕСТИЯ

КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. РАЗЗАКОВА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
2023

№3 (67)

Теоретический и прикладной научно-технический
журнал

Учредитель: Кыргызский государственный
технический университет им. И.Раззакова

Адрес редакции: 720044, Кыргызская Республика,
город Бишкек, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66,
каб.272.

Тел.: +996(312) 54-51-40

Сайт: [https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-](https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova)
[kgtu-im-i-razzakova](https://kstu.kg/bokovoe-menju/zhurnal-izvestija-kgtu-im-i-razzakova)

email: journalkstu@gmail.com
journalkstu@gmail.com

Журнал зарегистрирован в Министерстве юстиции
Кыргызской Республики
Свидетельство № 925 от 16 января 2004 года.

ISSN 1694-8335

Журнал зарегистрирован в Российском индексе
научного цитирования

Материалы журнала проходят независимое
рецензирование

Подписан в печать 01.11.2023

Тираж 50 экз.

Отпечатано в ИД «Калем»

Главный редактор: *М.К. Чыныбаев*, кандидат
физико-математических наук, доцент, ректор КГТУ
им. И.Раззакова

Тел.: Тел.: (312)54-51-25

Электронная почта: rector@kstu.kg

Заместитель главного редактора: *Б.Т. Торобеков*,
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе

Тел.: Тел.: (312)54-51-40

Электронная почта: torobekov@kstu.kg

Ответственный секретарь: *А.Б.Аманкулова*
тел.: 0550-660-442
0505-660-442

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.А. Алымкулов – д. т. н., профессор
М.З. Алыматов – д. т. н., профессор
М.К. Асаналиев – д. педаг. н. профессор
А.А. Акунов – д. истор. н., профессор
М.Б. Баткибекова – д. хим. н., профессор
А.Б. Бакасова – д.т. н., профессор
Ж.И. Батырканов – д. т. н., профессор
И.В. Бочкарев – д. т. н., профессор
У.Н. Бримкулов – д. т. н., профессор, чл.-корр. НАН КР
Ж.Т.Галбаев – д.т.н., профессор
М. Дж. Джаманбаев – д. физ.-мат. н. профессор
М.С. Джуматаев – д. т. н., профессор, академик НАН КР
У.Р. Давлятов – д. т. н., профессор, член-корр. НАН КР
Т.Б. Дуйшеналиев – д. физ.-мат. н., профессор
Т.Ш. Джунушалиева – д. хим. н., профессор
К.М. Иванов – д. т. н., профессор (Россия)
А.С. Иманкулова – д. т. н., профессор
Г.Дж. Кабаева – д. физ.-мат. н., профессор
К. Ч. Кожогулов – д. т. н., профессор, чл.-корр. НАН КР
Т.Ы. Маткеримов – д. т. н., профессор
М.М. Мусульманова – д. т. н., профессор
А.Дж. Обозов – д.т.н., профессор, член-корр. НАН КР
К.О. Осмонбетов – д. геолого-минерал. н., профессор
Н.Д. Розалев – д. т. н., профессор (Россия)
А.Б. Салиев – д. физ.-мат. н., профессор
Р.М. Султаналиева – д. физ.-мат. н., профессор, член-корр. НАН КР
А.Т. Татыбеков – д. т. н., профессор
Ж.Ж. Тургумбаев – д. т. н., профессор
А.С. Уметалиев – д.э.н., профессор

© Кыргызский государственный технический
университет им. И. Раззакова, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

Данилина Н.В. Пространственно-территориальные аспекты реконструкции городских улиц	1237
Ельчищева Т.Ф., Полохов М.С., Кольцова П.А. Применение нейросетей в архитектурном проектировании и дизайне среды	1243
Кусаинов А.М. Практический опыт применения технологии фотограмметрии в современном архитектурном проектировании	1250
Маанаева Н.М. Поиск образа малых архитектурных форм с этнокультурным уклоном	1257
Мищенко Е.С., Ельчищева Т.Ф., Маликова Д.А. Повышение качества подготовки архитекторов путем внедрения федеральной образовательной программы (на примере стратегии развития проекта «умный город» в Тамбовской области)	1264
Омурканова А.К., Бапышов Д.Н. Состояние и условия ведения градостроительного мониторинга планировки и застройки г. Бишкек	1274
Омурканова А.К., Бапышов Д.Н. Теоретические аспекты градостроительного мониторинга	1282
Рысбекова Э.С., Казыбаева А.А., Назарова А.Н. Исследование архитектурно-строительных материалов, применяемых на юге Кыргызстана	1289
Садикова С.Н., Уралов А.С. Предложения по восстановлению и сохранению историчности Самарканда	1295
Сатенов А.Э. Анализ квартальной застройки города Бишкек и современные тенденции урбанизации	1303
Смирнов Ю.Н., Алишов А.А., Раимжанова Д.С., Тажидинов И.С. Сохранение и развитие ландшафта горы «Сулайман-тоо» в городе Ош как объект исследования историко-культурного наследия на великом шелковом пути	1313
Ташкулов У.Б. Проблемы исследования кочевой архитектуры	1320

ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ

Чымыров А.У., Исмаилов Н.Ы., Тыныбекова А.Т., Бектуров А.К. Выбор параметров аэрофотосъемки с применением беспилотных летательных аппаратов	1328
--	------

ГОРНОЕ ДЕЛО

Казакбаева Г.О., Тажибаев Д.К., Жумабаев Б., Клягин Н.И. Влияние трещин на распределения полей остаточных напряжений вокруг очистной камеры	1335
Назаралиев Б.А., Ермошкин Н.Н., Шамшиев О.Ш., Курманалиев К.З. Концентрационные совокупности содержания золота и генетическая классификация руд месторождения Джамгыр	1343
Назаралиев Б.А., Зарлыков А.К., Шамшиев О.Ш., Курманалиев К.З. Характеристики структуры, неоднородности и прерывистости распределения золота месторождения Джамгыр	1354
Пак Н.Т., Альпиев М.Е., Ивлева Е.А., Бережная Л.Л. Минералого-технологические особенности золото-медных серпентинитовых руд месторождения Бозымчак	1366
Тажибаев К.Т., Карабаева Б.К., Тажибаев Д.К. Техничко-экономические показатели циклично-поточной технологии в сравнении с цикличной технологией для перемещения вскрышных горных пород месторождения Джеруй	1375

ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622.831

DOI:10.56634/16948335.2023.3.1335-1342

Г.О. Казакбаева¹, Д.К. Тажибаев², Б. Жумабаев³, Н.И. Клягин⁴

^{1,4} КР УИА Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту, Бишкек,
Кыргыз Республикасы

² И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы,

³ Б. Ельцин атындагы Кыргыз-Орус Славян университети, Бишкек, Кыргыз Республикасы

^{1,4} Институт геомеханики и освоения недр НАН КР, Бишкек, Кыргызская Республика

² КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика,

³ Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. Ельцина, Бишкек,
Кыргызская Республика

G.O. Kazakbaeva¹, D.K. Tazhibaev², B. Zhumabaev³, N.I. Klyagin⁴

^{1,4} Institute of Geomechanics and Subsoil Development of NAS KR, Bishkek, Kyrgyz Republic

² KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic,

³ Kyrgyz-Russian Slavic University named after. B. Yeltsin, Bishkek, Kyrgyz Republic
dantaji@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИН НА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВОКРУГ ОЧИСТНОЙ КАМЕРЫ

КЕН КАЗМАНЫН АЙЛАНАСЫНДАГЫ КАЛДЫКТУУ ЧЫҢАЛУУЛАРДЫН ТАЛААСЫНЫН ТАРАЛУУСУНА ЖАРАКАЛАРДЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

INFLUENCE OF CRACKS ON THE DISTRIBUTION OF RESIDUAL STRESS FIELDS AROUND THE CLEANING CHAMBER

Катуу магматикалык тоо-тек массивде, ар кандай тереңдикте тоо-тек басымынын тоо-тек соккусу түрүндөгү боло турган кубулуштун шартында жер астындагы казмалардын туруктуулугун камыстан жоготуусу иликтенди. Тоо-тек соккусун болжолдоо жана алдын алуу маселеси азыркы учурда да актуалдуу бойдон калып жаткандыгы көрсөтүлдү. Тоо-тек соккуларынын негизги себептеринин бири болуп массивдеги калдыктуу чыңалуулар каралды. Жалпак оптикалык активдүү үлгүдөгү кен казма айланасында калдыктуу чыңалуу талааларынын бөлүштүрүлүшүнө жаракалардын тийгизген таасири изилденди. Каралган маселелерди чечүүдө поляризациялык-оптикалык метод колдонулду. Моделдеги кен казманын айланасындагы калдыктуу чыңалуу талааларынын бөлүштүрүлүшүнүн сүрөтмө көрүнүшү алынды. Кен казмага жакын тик жана горизонталдык багыттар боюнча чыңалуулардын бөлүштүрүлүшүнүн мүнөзү аныкталды. Үлгүдөгү жаракалардын негизги калдыктуу чыңалуулардын чоңдуктарына жана алардын таралуу мүнөзүнө тийгизген таасири аныкталды.

***Түйүндүү сөздөр:** тоо-тек соккусу, калдыктуу чыңалуулар, калдыктуу чыңалуулардын тарамдары, оптикалык тунук үлгү, кен казма, чоюуучу жана кысуучу чыңалуулар, жаракалар.*

Анализировано внезапное нарушение устойчивости подземных горных выработок от динамического проявления горного давления в виде горных ударов, которые могут произойти на произвольной глубине в скальных массивах магматических горных пород. Показано, что проблема прогноза и предотвращения горных ударов сохраняет свою актуальность и в настоящее время. Остаточные напряжения в массиве горных пород

рассмотрены как одни из основных причин возникновения горных ударов. Исследовано влияние трещин на распределения полей остаточных напряжений вокруг выемочной камеры в плоской оптически активной модели. При решении поставленных задач использован поляризационно-оптический метод. Получена картина распределения полей остаточных напряжений в модели вокруг очистной камеры. Установлен характер распределения напряжений по вертикальным и горизонтальным направлениям вблизи камеры. Выявлено влияние трещин в модели на величины главных остаточных напряжений, и на характер их распределения.

Ключевые слова: горный удар, остаточные напряжения, эпюры остаточных напряжений, оптически активная модель, очистная камера, растягивающие и сжимающие напряжения, трещины.

A sudden loss of the stability of underground mine workings from the dynamic rock pressure manifestation in the form of rock bursts, which can occur at an random depth in rock mass of igneous rocks, is analyzed. It is shown that the problem of forecasting and preventing rock bursts remains actuality at the present time. Residual stresses in the rock mass are considered as one of the main causes of rock bursts. The influence of cracks on the distribution of residual stress fields around the cleaning chamber in a flat optically active model is studied. In solving the posed problems, the polarization-optical method was used. A picture of the distribution of residual stress fields in the model around the cleaning chamber is obtained. The nature of the stress distribution along the vertical and horizontal directions near the chamber is established. The influence of cracks in the model on the values of the main residual stresses and on the nature of their distribution is revealed.

Key words: rock burst, residual stresses, residual stress diagrams, optically active model, cleaning chamber, tensile and compressive stresses, cracks.

Введение. При подземной разработке месторождений полезных ископаемых нередко наблюдается внезапное нарушение устойчивости подземных выработок. Причиной таких нарушений устойчивости выработок являются подземные динамические явления. Одними из форм динамических явлений считаются горные удары. Характерной особенностью всех видов подземных динамических явлений в виде горных ударов является их неравномерное распределение в пространстве. И они могут привести к неожиданным разрушениям устойчивости подземных выработок вне зависимости от глубины, а также обнажений при открытой разработке на карьерах. И это может быть непосредственно связано с неоднородным характером пространственного распределения полей остаточных напряжений [1-2].

Проблема горных ударов при разработке месторождений полезных ископаемых, особенно в скальных массивах, сохраняет свою актуальность в настоящее время. В связи с этим целью в данной статье является исследование на оптически активных моделях распределения полей остаточных напряжений вблизи очистной камеры с учетом влияния трещин. Как известно, в массиве горных пород проводить подобные исследования весьма сложно. В Институте геомеханики и освоения недр НАН КР исследование остаточных напряжений вокруг выработок разной формы и камер с учетом влияния разных факторов проводится в лабораторных условиях поляризационно-оптическим методом (метод фотоупругости) на оптически активных моделях [3]. Метод особенно результативен при определении величин остаточных напряжений и их влияния на напряженно-деформированное состояние массива, учет которых расчетными методами затруднителен [4].

Постановка задачи и методика исследований. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Установить характер распределения полей остаточных напряжений вблизи очистной камеры в плоской оптически активной модели без трещин.

2. Выявить влияния трещин на распределение полей статочных напряжений вблизи очистной камеры в плоской оптически активной модели с горизонтальными трещинами.

Для решения первой задачи использована плоская оптически активная модель без трещины с параметрами: высотой - 21,5 см, шириной - 20 см, толщиной - 0,5 см, изготовленная на основе эпоксидной смолы ЭД-6. В ней вырезана имитируемая горизонтальная очистная камера прямоугольной формы с высотой - 3 см, шириной - 8 см. Поля остаточных напряжений в модели созданы путем специального температурного режима. Для определения разности главных остаточных напряжений вблизи очистной камеры использован метод компенсации. А раздельные их величины получены при помощи метода разности касательных напряжений [5]. Схема модели приведена ниже на рисунке 1. По указанным в схеме направлениям определены величины главных остаточных напряжений.

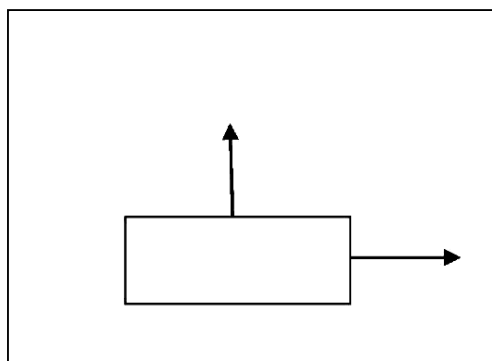


Рис. 1. Схема плоской однородной модели с горизонтальной очистной камерой

Распределение остаточных напряжений вокруг очистной камеры в сплошной модели. Ниже на рисунке 2 приведена картина полос полей распределения остаточных максимальных касательных напряжений в модели вокруг камеры, которые распределены симметрично. Максимальная концентрация напряжений имеет место в угловых, боковых частях камеры и в ее днище.

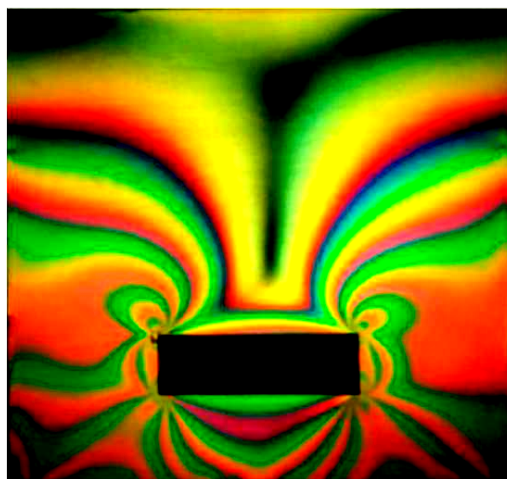


Рис. 2. Картина полос полей остаточных напряжений вокруг камеры в сплошной модели без трещин

Распределение остаточных напряжений вокруг очистной камеры в модели с трещинами. Для решения второй задачи вышеуказанная сплошная модель с полями остаточных напряжений (рис.2) была разрезана при помощи фрезерного станка по горизонтали на три полоски. Размеры полосок: высота нижней полоски с камерой $h=12,5$ см,

средней полоски $h=5$ см и верхней полоски $h=4$ см. Через 6 дней, полоски были заклеены клеем на основе эпоксидной смолы. Схема модели с трещинами и картина полос полей остаточных напряжений в ней приведены ниже на рисунках 3-4.

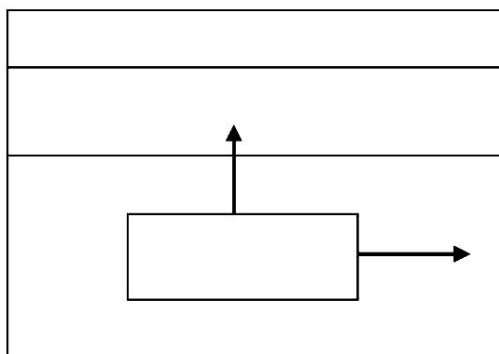


Рис. 3. Схема модели с горизонтальными трещинами

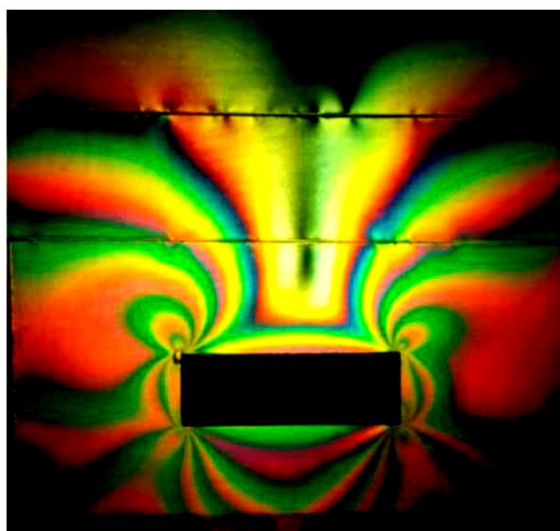


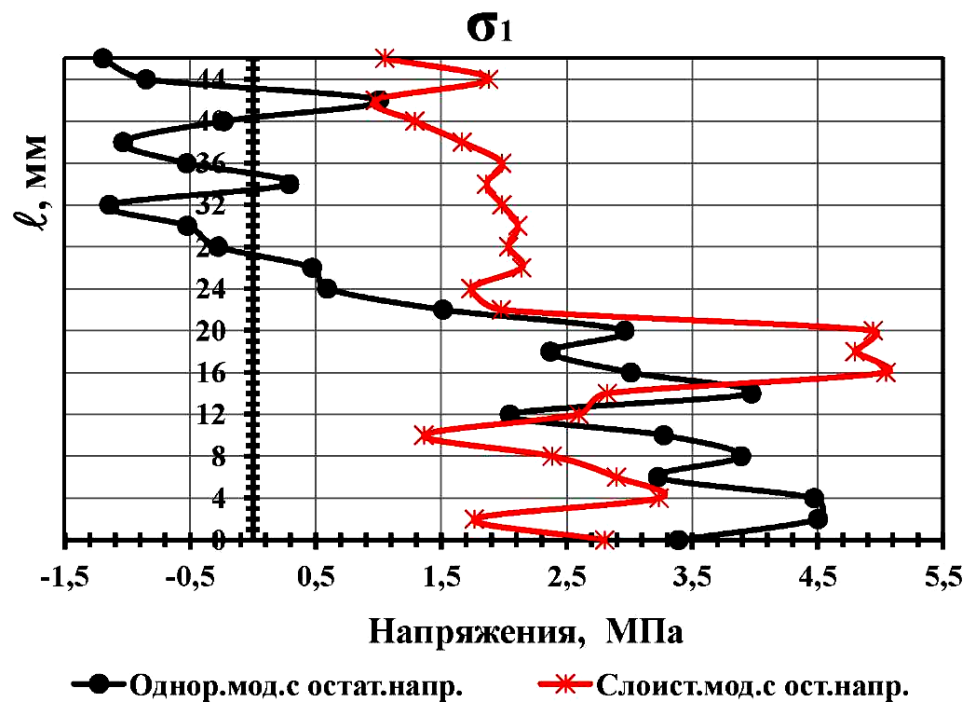
Рис. 4. Картина полос полей остаточных напряжений в модели с трещинами

Из рисунка 4 видно, что вокруг камеры на отдельных участках произошли незначительные изменения.

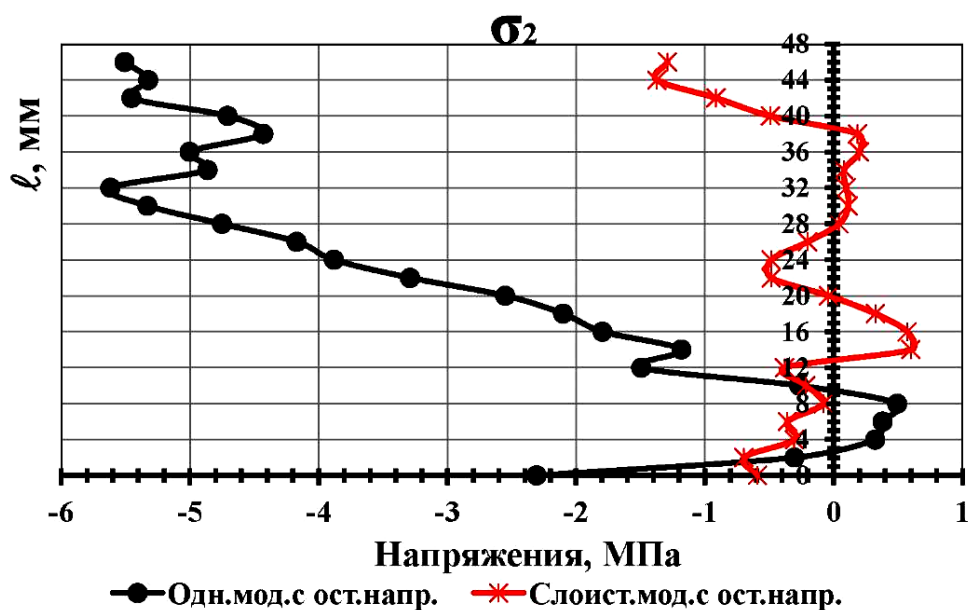
Результаты исследований полей остаточных напряжений вблизи очистной камеры в сплошной модели и в модели с трещинами. Ниже на рисунках 5 а, б-б, 7 а, б-8 приведены обобщенные эпюры остаточных главных нормальных напряжений σ_1 , σ_2 и остаточных максимальных касательных напряжений по вертикальному, горизонтальному сечениям вблизи кровли камеры. Сравнивая распределения полей остаточных напряжений в двух исследуемых моделях можно заметить, что в сплошной модели по вертикальному сечению вблизи кровли камеры имеют место высокие растягивающие главные нормальные остаточные напряжения σ_1 . А в более удаленных от кровли камеры точках высокие сжимающие нормальные остаточные напряжения σ_2 . Характер распределения главных остаточных напряжений над кровлей камеры имеет знакопеременный, неоднородный вид.

В модели с трещинами одна из главных нормальных напряжений σ_1 над кровлей камеры имеет только растягивающие значения, которые в отдельных точках показывают незначительный рост величин. С удалением от контура кровли камеры величины растягивающих напряжений снижаются в среднем в 2 раза, но при этом увеличена их зона действия. Трещины в модели привели к 4-х кратному изменению второго главного нормального напряжения σ_2 и значительному снижению величин напряжений. По сравнению

с однородной моделью снижение величин остаточных нормальных напряжений σ_2 в отдельных точках составляет более пяти раз (рис. 5 а, б).



а)



б)

Рис. 5 а, б. Обобщенные эпюры главных нормальных остаточных напряжений σ_1 и σ_2 по вертикальному сечению над кровлей камеры в сплошной модели и в модели с трещинами

Трещины в модели привели также к снижению величин максимальных касательных остаточных напряжений по вертикальному сечению над кровлей камеры. В удаленных от контура кровли камеры точках снижение величин данных напряжений, по сравнению с моделью без трещин в среднем составляет более двух раз. При этом неравномерный характер распределения остаточных напряжений сохраняется (рис. 6).

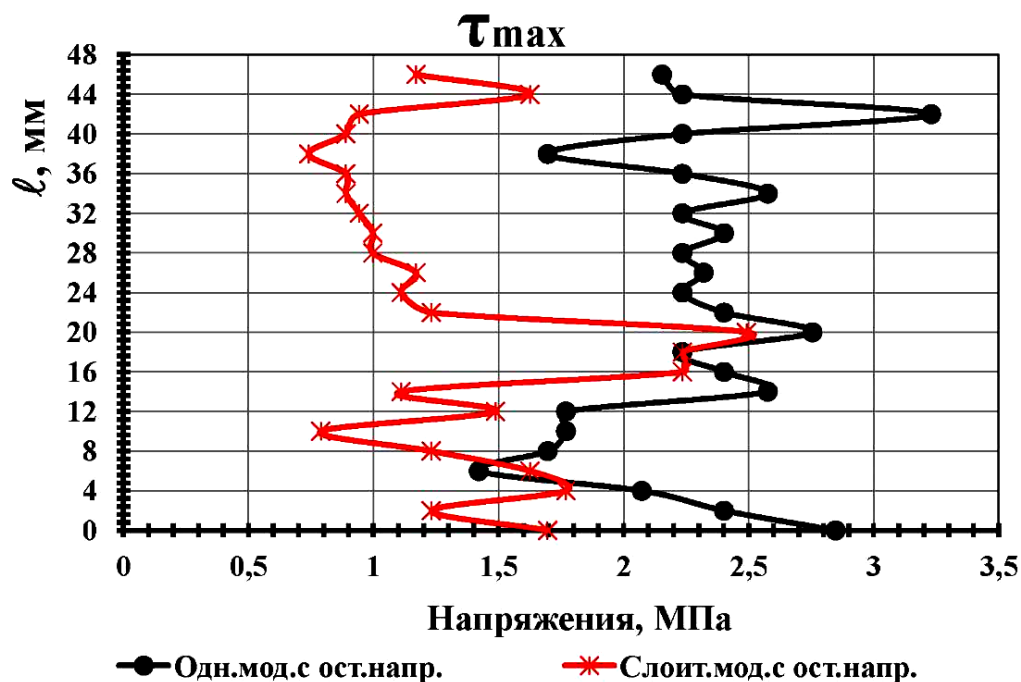
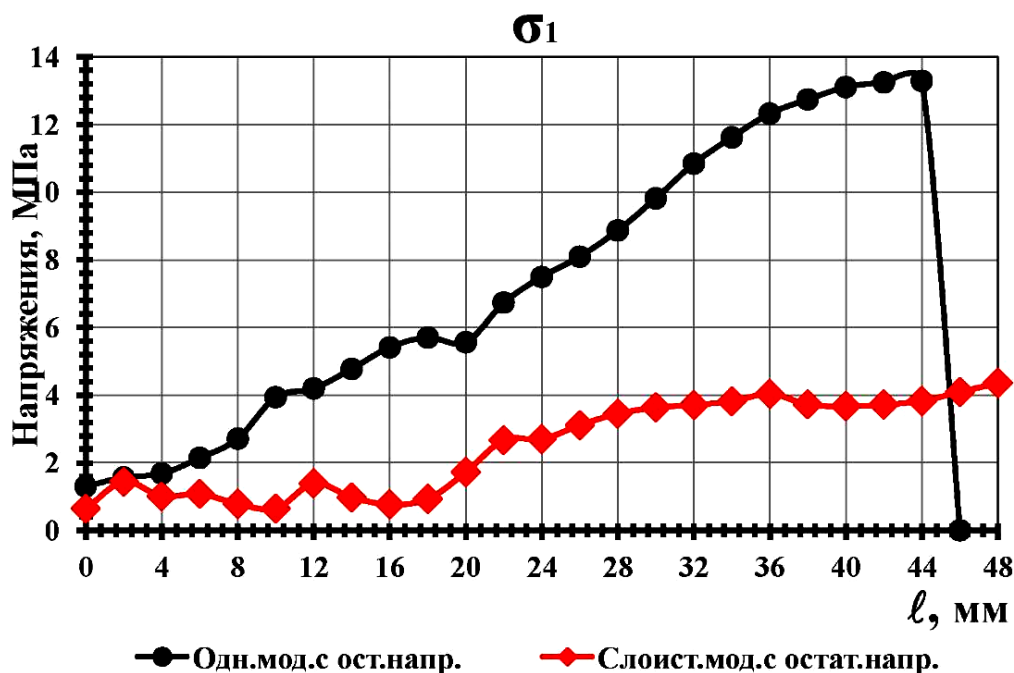
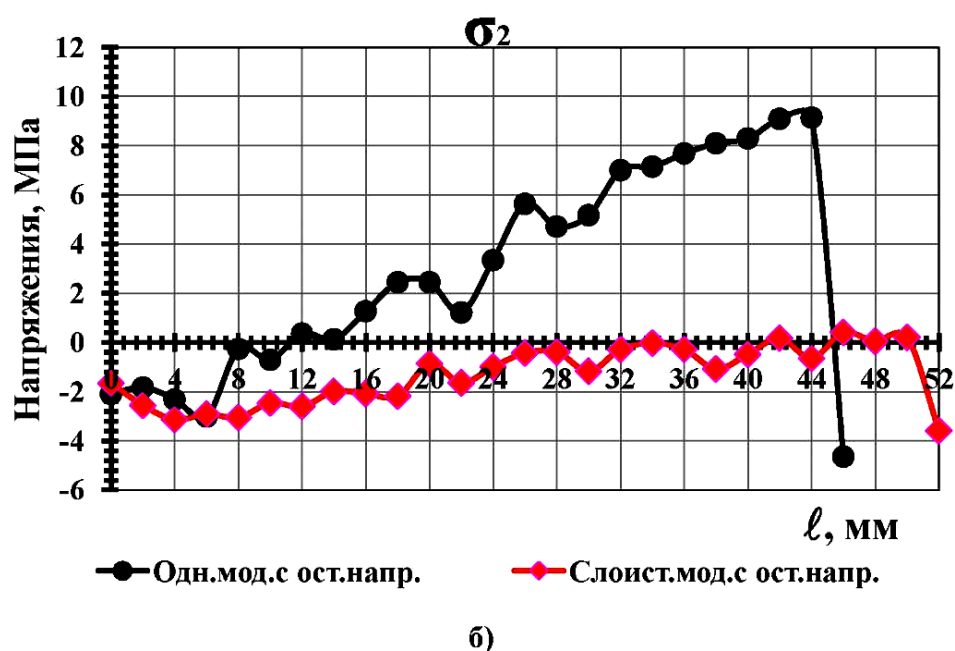


Рис. 6. Обобщенные эпюры максимальных касательных остаточных напряжений по вертикальному сечению над кровлей камеры в сплошной модели и в модели с трещинами

По горизонтальному сечению в боковой части камеры и в сплошной модели, и в модели с трещинами вблизи стенки имеют место не высокие сжимающие напряжения, а с удалением преобладают высокие растягивающие остаточные напряжения. Сравнительно с моделью без трещин в модели с трещинами растягивающие остаточные напряжения на разных отрезках снижены от 3-х до 3,5 раза, а также имеются участки, где остаточные напряжения разгружены (рис.7 а, б).



а)



б)

Рис.7 а, б. Обобщенные эпюры главных нормальных остаточных напряжений σ_1 и σ_2 по горизонтальному сечению в боковой части камеры в сплошной модели и в модели с трещинами

Трещины в модели по горизонтальному сечению вблизи стенки камеры привели к снижению величин максимальных касательных напряжений в отдельных точках от 1,3 до 1,6 раза. В двух вариантах исследований в боковой части камеры в характере распределения максимальных касательных остаточных напряжений больших изменений не наблюдается (рис.8).

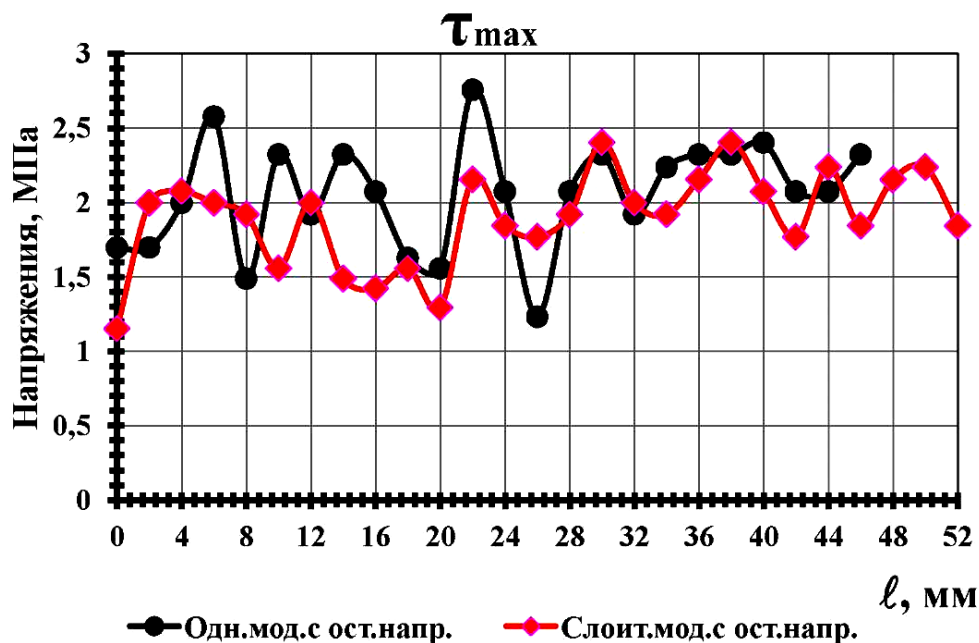


Рис. 8. Эпюры максимальных касательных остаточных напряжений по горизонтальному сечению в боковой части камеры в сплошной и слоистой модели

Анализ результатов проведенных модельных исследований позволили сделать следующие выводы.

Выводы

1. Установлено, что зоны высоких концентраций остаточных напряжений как в сплошной модели, так и в модели с трещинами имеют место в угловых, боковых частях и в днище камеры.
2. Установлено, что в сплошной модели по основным направлениям вблизи камеры действуют высокие растягивающие остаточные напряжения.
3. Выявлено, что горизонтальные трещины в модели по вертикальному сечению над кровлей камеры привели к снижению величин нормальных остаточных растягивающих напряжений в среднем в 1,3 раза, а величин сжимающих напряжений более 3-х раз. Распределение остаточных напряжений над кровлей камеры в этом варианте исследований имеет значительный, знакопеременный, неравномерный вид.
4. Выявлено, что трещины в модели по горизонтальному сечению в боковой части камеры привели к снижению величин растягивающих остаточных напряжений в среднем более 3-х раз по сравнению со сплошной моделью.
5. Установлено, что закономерный неоднородный, зональный, знакопеременный характер распределения полей остаточных напряжений по основным направлениям вблизи очистной камеры и в сплошной модели, и в модели с трещинами сохраняется.

Практическая ценность результатов. Результаты исследований полей остаточных напряжений на моделях указывают на опасные зоны высоких растягивающих остаточных напряжений вокруг очистной камеры, на их знакопеременный, неравномерный характер распределения. Именно в таких зонах могут происходить разные динамические проявления горного давления, которые могут привести к неприятным последствиям. Поэтому можно рекомендовать горным инженерным службам проводить в таких местах необходимые профилактические мероприятия для повышения устойчивости выработок и камер.

Список литературы

1. Айтматов, И. Т. Напряженное состояние породных массивов, техногенная геодинамика недр, геоэкология горных районов / И. Т. Айтматов. – Бишкек: Илим, 2008. – 339 с.
2. Айтматов, И. Т. Роль остаточных напряжений в горных породах в формировании очагов горных ударов и техногенных землетрясений / И. Т. Айтматов // Геодинамика и геоэкологические проблемы высокогорных регионов: материалы II-го международного симпозиума (Бишкек, 15 мая 2003 г.). – Бишкек: ИВТРАН, 2003. – С. 209-221.
3. Казакбаева, Г. О. Исследование полей остаточных напряжений в плоской модели вокруг добычных камер / Г. О. Казакбаева, К. Т. Тажибаев // Вестник КРСУ. – 2022. – Том 22, №12. – С. 167-172.
4. Хесин, Г.Л. Метод фотоупругости / Г.Л. Хесин. – Москва: Стройиздат, 1975. – Том 1. – С. 158-178.
5. Хаимова-Малькова, Р.И. Методика исследования напряжений поляризационно-оптическим методом / Р.И. Хаимова-Малькова. – Москва: Наука, 1970. – 115 с.