

Анонс журнала № 4 «Проблемы недропользования» за 2024 год

Дорогие друзья!

Поздравляем вас с наступающим 2025 годом! Пусть он будет наполнен множеством радостных событий и счастливых моментов, а ваше душевное состояние – гармонией и спокойствием! Пусть наступающий год станет для Вас временем побед и достижений, профессиональных успехов и новых знаний, которые помогут вам двигаться вперед!

Представляем четвертый выпуск журнала за 2024 год.

Тематика статей охватывает основные рубрики журнала и освещает следующие вопросы:

- **«Моделирование грузопотоков при функционировании дробильно-конвейерного комплекса карьера».**

(Авторы: Журавлев А. Г., Кардашин Е.Д., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург).

Практика применения автомобильно-конвейерного транспорта в карьерах показывает, что их параметры нередко не соответствуют фактическим параметрам и динамике развития горных работ в той части, которая обеспечивает их рациональное и производительное использование с максимальным экономическим эффектом. Проблема наиболее характерна для конвейерного звена этого вида транспорта, основой которого является дробильно-конвейерный комплекс (ДКК). Причины в том числе заключаются в отсутствии применимых на практике инструментов оптимизации параметров потоков горной массы в ДКК, в том числе обосновании рациональной вместимости бункеров, структурной схемы дробильно-перегрузочной установки, обосновании рациональной производительности оборудования и его количества по видам, необходимости организации распараллеливания рудопотоков в пределах ДКК, а также резервирования оборудования по мощности и/или надежности. В связи с этим в ИГД УрО РАН ведется работа по созданию имитационной модели дробильно-конвейерного комплекса, обеспечивающей решение вышеуказанных задач. В статье представлены обоснованная в ходе исследований структура и алгоритм модели, а также результаты апробации имитационной модели, реализованной на примере однолинейного ДКК с ДПУ на базе одной конусной дробилки. Подтверждена работоспособность модели, возможность её применения для подбора рациональных параметров ДКК путем перебора вариантов, обеспечивающих стабильность работы ДКК по грузопотоку на выходе штабелеукладчика.

- **«Исследование влияния горно-геологических и горнотехнических факторов на величину потерь обогащенной рудной мелочи при выемке пологих залежей средней мощности».**

(Авторы: Рожков А.А., Барановский К.В., Дьячков П.С., ИГД УрО РАН. г. Екатеринбург)

В результате анализа опыта подземной отработки месторождений металлических руд выделены и систематизированы основные группы и виды ущерба, связанного с переизмельчением руды. Одним из главных видов такого ущерба являются потери обогащенной рудной мелочи в очистном пространстве. В настоящей работе для условий подземной разработки пологих залежей вкрапленных руд средней мощности исследовано влияние горно-геологических и горнотехнических факторов на величину данного вида потерь. Предложена методика оценки потерь обогащенной рудной мелочи, отличающаяся учетом влияния неровности почвы очистного пространства и неравномерности толщины слоя теряемой руды по длине и ширине камеры. Рассмотрены такие горно-геологические факторы, как мощность рудного тела и плотность руды в массиве. Из горнотехнических факторов исследованы ширина камеры, высота слоя отбитой руды, параметры неровности почвы очистного пространства и коэффициент обогащенности рудной мелочи. В



результате проведенных исследований установлен характер влияния совокупности данных факторов на показатели относительных потерь и абсолютного ущерба. Показано, что целесообразно предусматривать специальные технологические мероприятия по снижению данного вида потерь. Установлено, что в зависимости от коэффициента обогащенности рудной мелочи величина ущерба на одну камеру с увеличением ее ширины может составить от 2-9 до 9-31 млн. руб. при минимальной и максимальной высоте теряемого слоя руды, соответственно.

- **«Закономерности изменения прочности образцов и массива горных пород».**

(Автор: Антонов В.А., ИГД УрО РАН. г. Екатеринбург)

В статье дано математическое описание и выявлены закономерности определения и изменения прочности образцов горной породы и горного массива. Основой для определений является создание паспорта их прочности по приведенной методике, а также его динамичное применение в сравнениях с образующимися по кругам Мора касательными напряжениями горных пород в зонах деструкции массива. Их прочность определяется с учетом напряжения бокового распора в массиве и коэффициента его структурного ослабления, рассчитываемого по экспоненциальной зависимости от интенсивности наблюдаемой трещиноватости. Для распознавания отмеченных зон введено новое понятие о коэффициенте предельного бокового распора горных пород и установлена его аналитическая связь с коэффициентом структурного ослабления массива и гравитационным давлением. По соотношению принятого и предельного бокового распора сформулирован критерий устойчивости горных пород массива. На примере расчета прочности и устойчивости алевролитового массива показано, что по данному критерию при имеющемся боковом распоре определяются минимально допустимые значения коэффициента структурного ослабления внутри массива и на его вертикальной стенке, определяются также угловые направления касательного напряжения, сдерживающего разрушение горной породы в зоне ее деструкции. При запредельном снижении коэффициента структурного ослабления массива образуется угловой интервал в направлениях касательного напряжения, в пределах которого горная порода в зоне деструкции разрушается. По приведенным закономерностям определяется и прогнозируется прочностное состояние пород горного массива, включая предупреждения о возможных обрушениях в виде горных ударов.

- **«Изменение напряженно-деформированного состояния массива горных пород под воздействием современных геодинамических движений на различных временных интервалах».** *(Автор: Коновалова Ю.П., ИГД УрО РАН. г. Екатеринбург)*

Современные геодинамические движения земной коры являются одним из факторов, определяющим напряженно-деформированное состояние массива горных пород, и оказывающим негативное влияние на здания, сооружения и объекты инфраструктуры. Параметры геодинамических движений зависят от пространственно-временных масштабов измерительных систем.

В статье представлены исследования по оценке изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород под воздействием геодинамических движений, полученных с различной временной дискретностью. Установлена взаимосвязь ориентации главных осей тензоров деформаций трендовой составляющей геодинамических движений за длительный промежуток времени и вариационной короткопериодной составляющей, рассчитанных по данным измерений на основе спутниковых методов. Выявленная зависимость дает возможность экспресс-оценки изменений напряженно-деформированного состояния массива горных пород при геодинамической диагностике территорий.

- **«Методика расчетного обоснования устойчивости уступа с протяженной трещиной в гравитационно-тектоническом поле напряжений».** *(Авторы: А.В. Яковлев, Е.С. Шимкив, ИГД УрО РАН. г. Екатеринбург)*

Разработаны методические основы формирования уступов и участков бортов на предельном контуре карьеров в условиях гравитационно-тектонического поля напряжений, проведены геомеханические расчеты устойчивости уступов и участков бортов в гравитационно-тектоническом

поле напряжений при различных углах падения и свойствах заполнителя протяженной трещины. По результатам проведенных исследований разработана методика изучения влияния тектонических напряжений на устойчивость уступов и участков бортов и компьютерные программы в редакторе Excel для расчетного обоснования условий возникновения тектонических подвижек прибортового массива по протяженной трещине и предельных параметров уступа или группы уступов в зависимости от прочностных свойств протяженной трещины, угла ее падения и величины максимального главного напряжения при его ориентировке согласно приоткосной части борта.

- **«Исследование темпа набора прочностных и деформационных свойств бетона в шахтных и лабораторных условиях».** (Авторы: Балец А.Е., Харисов Т.Ф., Масальский Н.А., Коптяков Д.А., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

В статье представлены результаты натуральных лабораторных исследований. Целью исследований являлось выявление относительной неравномерности набора твердеющим бетоном прочностных и деформационных свойств. Обнаружились новые, не учитываемые действующими нормативными документами, факторы формирования напряжений в монолитных шахтных креплениях из тяжелых бетонов на портландцементе. Было экспериментально установлено, что на ранних стадиях твердения (в течение 1 – 1,5 месяца) бетон набирает упругие свойства относительно более медленными темпами, чем прочностные.

- **«Геофизические исследования структурно-тектонических и гидрогеологических особенностей массива горных пород в районе очистных работ шахты «10-летие независимости Казахстана».** (Авторы: Мельник В.В., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург; Бермухамбетов В.А., ТОО «ИГД Казахстан», Республика Казахстан, г. Астана.; Князбаева Ж.Р., Республика Казахстан, г. Хромтау, Донской ГОК – филиал АО «ТНК «Казхром»)

Исследование структурного строения массива горных пород при ведении подземных горных работ является актуальной задачей как при решении задач устойчивости выработок, так и при их осушении. В настоящей работе приведен пример выполненных работ на одном из крупнейших горнообогатительных комбинатов Республики Казахстан – Донском ГОКе. Диагностика проводилась с помощью метода спектрального сейсмопрофилирования, хорошо адаптированного для работы в шахте, основанный на акустических свойствах горных пород. Исследования выполнялись с целью определения структурного строения массива горных пород, вмещающего горные выработки шахты для выбора оптимальных условий расположения дренажных скважин, используемых для осушения рудных тел. В результате выполненных исследований были определены структурные параметры для каждого горизонта шахты, используемые для выбора точек бурения скважин и участков строительства вертикальных горных выработок. По результатам районирования были пробурены заверочные скважины, подтвердившие эффективность выбранной методики и ее достоверность

- **«Необходимость исследования продолжительности процесса сдвижения после окончания горных работ с использованием инструментальных наблюдений».** (Автор: Винальева Е.А., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

Использование подработанных территорий связано с возможной активизацией незавершенных процессов сдвижения и, как следствие, образованием провалов, а также риском сильной деформации земной поверхности, влекущей за собой повреждения зданий и сооружений. Степень повреждений зависит от характера и параметров текущего процесса сдвижения при подземной добыче полезных ископаемых и варьируется в широких пределах, начиная с появления трещин на стенах и потолках здания, заканчивая полным разрушением инфраструктуры. Отличительной особенностью населенных пунктов, связанных с подземной добычей полезных ископаемых, является непосредственное соприкосновение их территорий с горными отводами. Особенно это заметно на Урале, где горные работы ведутся более 300 лет. За это время развитие урбанизации обусловило перемежаемость застраиваемых и подработанных территорий. Подработанные участки, не задействованные в хозяйственном обороте, превращаются в пустыри и свалки. Между тем, городские

коммуникации (дороги, линии электропередач, водопроводы и т.д.) развиваются и нуждаются в увеличении площадей для их размещения. Экономические и социальные проблемы вызваны наличием потенциально опасных земель в черте города, отсутствием свободных земельных участков. Следовательно, эти проблемы могут быть решены в уральских городах (Березовский, Верхняя Пышма, Дегтярск, Екатеринбург, Каменск-Уральский, Краснотурьинск, Нижний Тагил, Пермь и т.д.), где подработанные территории находятся в экономически освоенных и застроенных районах. В статье рассмотрены методы, используемые для мониторинга процесса сдвижения земной поверхности, а также различные техногенные и природные факторы. В качестве примера в данной работе рассматривается Сарановское месторождение хромитовых руд. Использование подработанных территорий сопряжено с рисками активизации незавершенных процессов сдвижения, что может привести к образованию провалов и деформации земной поверхности. Последствия таких деформаций для зданий и сооружений могут варьироваться от появления трещин до полного разрушения. Автор рассматривает методы мониторинга процесса сдвижения земной поверхности, а также влияние техногенных и природных факторов. В качестве примера изучается Сарановское месторождение хромитовых руд.

- **«Комплексное обоснование взрывной нагрузки с учетом информации об изменчивости массива горных пород в границах выемочного блока».** (Авторы: Яковлев В.Л., Жариков С.Н., Реготунов А.С., Кутуев В.А., Меньшиков П.В., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

Существующий принцип расчета параметров БВР по методикам основан на представлении массива как однородного по составу и строению объекта воздействия. Тем не менее реальный массив горных пород, предназначенный для взрывного разрушения, не является постоянным по своему строению и составу физическим объектом. Поэтому проектирование БВР должно решаться на основе принципов оперативного и систематического учета изменчивости физико-механических свойств горных пород в динамике процесса добычи, и совершенствования на этой основе соответствующих подходов управления детонационными и энергетическими характеристиками эмульсионных ВВ (ЭВВ). В статье обоснована актуальность выполняемых исследований, выполнен обзор современного состояния способов учета изменчивости свойств массива горных пород, физико-механических свойств и расчета конструкций зарядов ВВ. Показаны результаты определения показателей изменчивости физико-механических и структурных свойств горных пород, получаемых на основе данных шарошечного бурения, выбора порядка инициирования промежуточных детонаторов в скважинах в зависимости от прочности и неоднородности массива горных пород, а также управления скоростью детонации основного заряда ЭВВ с помощью изменения массы эмульсионного промежуточного детонатора. Используя накопленную базу экспериментальных данных по сейсмическому воздействию взрывов в условиях месторождений Урала, Сибири, Карелии и Казахстана, установлены и приведены в статье коэффициенты грунтовых условий и показатели степени затухания сейсмических колебаний. Полученные эмпирические коэффициенты и показатели позволяют точнее и быстрее выполнять оценку скоростей смещения в ближней, промежуточной и дальней зонах и определять уровень сейсмического воздействия на охраняемые участки бортов карьеров при различном направлении инициирования скважинных зарядов ВВ с учетом фактора сезонности.

- **«Теоретическая оценка влияния физических характеристик эмульсионных промежуточных детонаторов на характеристики детонационного процесса».** (Авторы: Флягин А.С., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

В статье представлено исследование по определению физических характеристик промежуточных детонаторов, изготовленных из ЭВВ. При проведении исследований применялись: интерпретация, анализ и обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований. Используемые в настоящее время промышленные ВВ целенаправленно (по соображениям безопасности при изготовлении, хранении, перевозке и применении) создают малочувствительными к иницирующему импульсу первичных средств инициирования - (капсюлей-детонаторов, детонирующих шнуров). Для

возбуждения и поддержания детонации в зарядах таких ВВ используют промежуточные детонаторы: заряды небольшой массы, представляющие собой чувствительное к вышеуказанным первичным средствам инициирования ВВ, размещенное в оболочку для сохранения формы такого заряда, снабженное устройствами для ввода и крепления первичных средств инициирования. Для обеспечения полноты детонации скважинного заряда ЭВВ необходимо согласовывать параметры заряда ЭВВ и промежуточных детонаторов (ПД), что достигается регулируемым воздействием на характеристики ЭВВ (начальная плотность, структура и рецептура), на конструкцию заряда ЭВВ и на параметры ПД, связанные, как с его характеристиками (ВВ, из которого изготовлен ПД, размеры ПД), так и условиями его применением (место установки ПД в заряде ЭВВ, конструкция ПД, установка нескольких ПД / многоточечное инициирование и (или) встречное инициирование). Экспериментальными данными, полученными в условиях полигона, подтверждаются теоретические положения о детонации зарядов. В эксперименте использовалось в качестве ПД взрывчатое вещество НПГМ-П-II-М и НПГМ-70, НПГМ-100 в качестве основного заряда. Иницирование производилось от электродетонатора ЭД-8. НПГМ-П-II-М сенсibilизировано стеклянными микросферами ForeSphere. НПГМ-70 и НПГМ-100 сенсibilизировано газогенерирующей добавкой нитрит натрия. Для НПГМ-100 критический диаметр 75 мм, а НПГМ-75 – 90 мм; диаметр ПД равен диаметру основного заряда.

- **«Сравнительный анализ флотационных реагентов для обогащения золотосульфидных руд».** (Авторы: Драпей А.В., Козловская М.М., Мюситинская В.А., Прохоров К.В., ФГБОУ ВО Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск)

В статье представлен сравнительный анализ флотационных реагентов для обогащения золотосульфидных руд месторождения Маломир, расположенного в Амурской области. Руды данного месторождения характеризуются сложным вещественным составом, включающим сульфидные минералы, углистое вещество и тонкодисперсное золото, что создает значительные трудности при их флотационном обогащении. Целью работы является экспериментальное исследование флотационного обогащения с целью повышения извлечения золота в концентрат. Для достижения этой цели были поставлены задачи, включая изучение влияния реагентных режимов и предварительной ультразвуковой обработки руды на эффективность флотации, а также разработка рациональной технологической схемы обогащения. В ходе исследования использовались различные реагенты, такие как собиратели, депрессоры и вспениватели, а также проводились эксперименты на механических флотомашинах. Результаты показывают, что углистое вещество и тонкодисперсное золото оказывают негативное влияние на процесс флотации, приводя к потерям золота в хвостах. Научная новизна работы заключается в комплексном исследовании влияния реагентных режимов и ультразвуковой обработки на показатели флотационного обогащения. Практическая значимость состоит в разработке эффективной технологической схемы, обеспечивающей высокое извлечение золота из руд месторождения Маломир. Данная работа направлена на решение актуальной задачи повышения эффективности переработки золотосульфидных руд.

- **«Организация датасета на основе данных маркшейдерских наблюдений».** (Автор: Ногин С.А., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

В связи с развитием средств автоматизации в сфере обработки и анализа данных геодезических наблюдений возрастает значение того, в каких форматах представлены используемые массивы данных, и какие средства предоставляют базы данных для операций над ними. В статье рассматривается случай наземной наблюдательной станции и приводится разработка для него формата хранения данных на основе выбранной нереляционной (NoSQL) модели баз данных – расширяемых хранилищ записей. Описано объединение данных исходно различных форматов в единый датасет. Показано, как в полученном наборе данных реализуется логическая модель данных, принятая в расширяемых хранилищах записей. Приведен процесс реализации этой модели средствами табличного процессора на примере данных по Сарановскому и Северопесчанскому месторождениям.

- **«Исследования возможности применения эманационной съемки для выявления подземных горных выработок».** (Авторы: Далатказин Т.Ш., Зуев П.И., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

Представлены результаты начального этапа экспериментальных исследований возможности применения радонометрии для выявления и оконтуривания подземных горных выработок на подработанных территориях. Для обеспечения безопасности строительства и эксплуатации объектов недропользования на подработанных горными работами территориях необходима диагностика геомеханического состояния подстилающего горного массива – выявление и оконтуривание участков, дезинтегрированных в результате сдвижения горных пород. Оптимальным решением данной задачи является использование геофизических методов. Предпосылками для проведения данных исследований являются свойства радиоактивного газа радон и современные представления о формировании геодинамической составляющей поля радоновых эманаций в почвенном воздухе. Зона сдвижения горных пород над выработанным пространством характеризуется чередованием участков растяжения и сжатия. На исследуемой территории выполнены эманационные съемки различной степени детальности, исследования по раздельному определению содержания радона и торона в эманациях. Анализ результатов натурных измерений позволяет сделать вывод о перспективности дальнейших исследований возможности применения радонометрии для изучения подработанных территорий.

- **«Экспериментальные исследования возможности применения радонометрии для выявления участков разуплотнения в подработанном горном массиве».** (Авторы: Далатказин Т.Ш., Зуев П.И., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург)

Представлены результаты исследований экспериментальных исследований возможности применения радонометрии для выявления и оконтуривания подземных горных выработок на подработанных территориях. Обеспечение безопасности объектов недропользования на подработанных горными работами территориях необходима диагностика геомеханического состояния подстилающего горного массива – выявление участков горного массива, разуплотненных в результате сдвижения горных пород. Эффективным решением данной задачи является использование геофизических методов. Выполнены исследования по исследованию возможности применения радонометрии для решения обозначенной задачи. Предпосылками для проведения данных исследований являются свойства радиоактивного газа радон и современные представления о формировании геодинамической составляющей поля радоновых эманаций в почвенном воздухе. Зона сдвижения горных пород над выработанным пространством характеризуется чередованием участков растяжения и сжатия. На исследуемой территории выполнены эманационная съемка и исследования по раздельному определению содержания радона и торона в почвенном воздухе. построены карты геодинамической активности по данным радонометрии, карта деформаций растяжения и карта растяжений сжатия. Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод о перспективности дальнейших исследований возможности применения радонометрии для изучения подработанных территорий.

Читайте новый выпуск журнала на нашем сайте, переходя по ссылке:

[Проблемы недропользования \(iqduran.ru\)](http://iqduran.ru)