

Анонс журнала № 2 «Проблемы недропользования» за 2025 год

Предлагаем вам анонс второго выпуска периодического издания «Проблемы недропользования» за 2025 год.

К 80-летию победы Красной армии и советского народа над нацистской Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов в номере мы публикуем статью Л.М. Кулик и А.В. Глебова «Мы помним! Мы гордимся! Ветераны Института и родственники сотрудников в «Галерее памяти» ИГД УрО РАН». В статье показан многолетний опыт по сохранению памяти об ученых-горняках, воевавших на фронте и работавших в тылу, чтобы приблизить победу в Великой Отечественной войне. Представлен вклад работников Института горного дела УрО РАН в создание и развитие «Галереи памяти», состоящей из воспоминаний, фотографий, архивных сведений, сконцентрированных в альбомах, презентациях и публикациях, представленных на стендах.

Также в выпуске мы публикуем статьи, посвященные итогам XIX Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Проблемы недропользования», которые не вошли в первый номер журнала. Исследованиям в данном направлении посвящен наш номер, который знакомит читателя с результатами работ молодых ученых в области теории проектирования, геотехнологических проблем отработки месторождений, геомеханических и геодинамических процессов при освоении месторождений, экологических проблем горнопромышленных комплексов и природопользования, обогащения полезных ископаемых, методов исследования.



Тематика статей освещает следующие вопросы:

ТЕОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

- Производство кальцинированной соды сопровождается образованием большого объема промышленных отходов. В статье приведен анализ воздействия хранилищ таких отходов на окружающую среду. Приведены результаты комплексного изучения состава осадков в заброшенном шламовом пруде на территории Пермского края. Вещественный состав осадков в высокой мере схож со шламами содового производства. Вместе с этим, выявлены существенные вариации химического, минерального и гранулометрического состава осадков по глубине. Для подбора методов утилизации осадка требуется исследование изменчивости его свойств по всей площади пруда и адаптация ранее разработанных технологий обращения с отходами содового производства с учетом изменчивости свойств.

Авторы: Белкин П.А., Ушакова Е.С., Пугач В.В., Дробинина Е.В. (Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь). «Оценка потенциальных экологических рисков при долговременном складировании отходов промышленного производства соды».

- В работе рассматриваются современные подходы к проектированию кустовых площадок (КП) в нефтегазовой отрасли с использованием технологий информационного моделирования (ТИМ). Кустовые площадки представляют собой ключевые объекты инфраструктуры добычи, транспорта и подготовки нефти и газа, а их проектирование требует значительных трудозатрат и высокой точности. В работе анализируется эволюция методов проектирования: от традиционных 2D-чертежей к трехмерному моделированию и дальнейшему переходу к информационному моделированию, объединяющему геометрические, технологические и эксплуатационные данные в единую цифровую модель. Особое внимание в работе уделяется этапам проектирования информацион-

ной модели КП, включая разработку схемы разбуривания скважин, формирование 3D-модели генерального плана, проектирование инженерных систем и автоматизированную генерацию документации. Рассматриваются инструменты проектирования, такие как САПР-платформы (nanoCAD, Компас и др.) и среды общих данных (CadLib Модель и Архив, Sarex и др.), обеспечивающие централизованное хранение информации. Важным аспектом данной работы является анализ возможностей повторного использования проектных решений, включая автоматизацию рутинных процессов. Приводятся примеры существующих методов автоматизации, таких как алгоритмы корректировки расположения КП и автоматическое формирование 3D-моделей. Отмечается, что несмотря на потенциал автоматизации, ключевой проблемой остается учет нормативных требований при подборе проектных решений. В заключении делается вывод о перспективности использования ТИМ в проектировании КП, об актуальности задач автоматизации производственных процессов, в частности об автоматизированном подборе проектных решений, а также дается оценка возможности его реализации.

Автор: Сапунов А.О. (Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск). **«Проектирование информационных моделей кустовых площадок».**

СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНЫХ И НАЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

- Проведены исследования по стадийному дроблению оловянной руды Солнечного ГОКа класса крупности $-5,0+0,0$ мм до класса $-0,2+0,0$ мм с целью выявления переизмельчения руды при дроблении в шламовый класс $-0,071+0,0$ мм. В работе сравнивалось применение конусной инерционной дробилки КИД-100 и дисковой мельницы Fritsch Pulverisette 13. Также дана сравнительная оценка между стадийным дроблением и одноэтапным дроблением оловянной руды до класса $-0,2+0,0$ мм. В результате проведенных исследований было доказано преимущество стадийного дробления перед одноэтапным: выход в класс $-0,071+0,0$ мм уменьшился с 79,3% до 58,3%. Также была установлена разница при измельчении руды дробилками конусного типа и дисковыми мельницами. При измельчении оловянной руды фракции $-0,5+0,2$ мм с использованием дисковой мельницы по сравнению с конусной дробилкой уменьшился выход дробленой руды в класс $-0,071+0,0$ мм с 70,8% до 57,5%.

Авторы: Кирильчук М.С., Прохоров К.В., Золотов А.М. (Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск) **«Применение стадийного дробления при гравитационном обогащении оловянных руд Солнечного ГОКа».**

- В данной статье приведены результаты исследования вещественного состава медно-порфировых забалансовых руд Малмыжского месторождения, их химико-минералогический и гранулометрический состав. Показаны содержания меди, а также исследованы формы нахождения меди в пробах окисленной медно-порфировой руды, складированной в отвалах (склад забалансовой руды) зоны окисления Малмыжского месторождения Хабаровского края. Также, рассмотрена возможность переработки забалансовых руд методами флотации и кучного выщелачивания.

Авторы: Рассказова А.В., Самборская Т.С. (Институт горного дела, г. Хабаровск). **«Исследование вещественного состава отвальной забалансовой руды Малмыжского месторождения».**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- В связи с обострённой геополитической обстановкой в Российской Федерации олово является стратегическим металлом для промышленности. Особенно ценится чистое олово без вредных примесей. Оловосодержащие кварцево-сульфидные руды *Фестивального* и *Перевального* месторождений являются важным сырьевым источником для горнодобывающей промышленности Дальнего Востока и Российской Федерации в целом. Для полиметаллических руд, где олово представлено преимущественно касситеритом, существует проблема высокого содержания мышьяка, находящегося в основном в арсенопирите. Целью данной работы является обзор методов сниже-

ния мышьяка в оловянных концентратах для определения оптимального метода, обеспечивающего максимальное уменьшение его содержания в товарном концентрате. Для достижения поставленной цели был проведен обзор литературных источников по данной тематике. Исходя из литературного обзора в данной статье приведены основные методы доводки оловянных концентратов, действующие на данный момент, а также рассмотрены специальные методы доводки концентратов: различные виды обжига (окислительный, окислительно-восстановительный, хлорирующий); возгонки (фьюмингование, хлорирование при низких и высоких температурах, сульфидовозгонка); выщелачивания (кислотное, нейтральное, щелочное, бактериальное). В данном исследовании перспективным решением для экологичного и эффективного разделения олова и мышьяка в высокомышьяковых концентратах является применение гидрометаллургического метода доводки.

Авторы: *Дорошенко Е.М., Рассказова А.В., Драпей А.В.* (Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск). **«Методы снижения содержания вредных примесей в оловянных концентратах».**

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- На ряде шахт и рудников России формируется каталог сейсмической активности в результате непрерывной работы системы сейсмомониторинга GITS, задачей которой является регистрация сейсмических событий и последующий расчёт координат очага и энергии каждого сейсмособытия. Количество регистрируемых сейсмособытий при подземной разработке месторождений достигает десятков и иногда даже сотен событий различной энергии в сутки.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма оценки влияния сейсмособытий на напряженно-деформированное состояние (НДС) массива в процессе ведения горных работ. Работа алгоритма заключается в расчете исходной геомеханической модели массива горных пород, которая описывает начальное НДС массива. При возникновении сейсмического события в массиве система сейсмического мониторинга фиксирует его координаты и энергию. На основе этих данных, с учётом воздействия события на массив, выполняется корректировка геомеханической модели в соответствии с разработанной процедурой. После корректировки производится расчёт обновлённого НДС массива, что позволяет перейти к актуализированной геомеханической модели. По этой схеме осуществляется непрерывная оценка риска возникновения опасных проявлений горного давления, что обеспечивает прогнозирование и предотвращение потенциальных аварийных ситуаций. В статье описан способ учёта влияния сейсмического события на НДС породного массива вблизи горной выработки. Проведено моделирование параметров очага сейсмособытия и моделирование массива горных пород с выработкой. Проведённый анализ результатов моделирования и расчета показывает, что максимальные отклонения главных напряжений (σ_3) в массиве горных пород зависят от объёма очага сейсмособытия, его расположения относительно выработки (сбоку или сверху) и уровня снижения упруго-прочностных свойств массива при моделировании, степень этих зависимостей необходимо уточнить дополнительно. Определены перспективные направления дальнейших исследований, подчеркивается, что развитие данного подхода позволит повысить эффективность управления геомеханическими рисками при подземной разработке месторождений.

Авторы: *Романевич К.В., Мороз Н.Е., Иванов Д.А.* (Научно -исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр «ВНИМИ», г. Санкт-Петербург; Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск). **«Моделирование влияния сейсмособытий на напряженно-деформированное состояние массива горных пород при подземной разработке месторождений».**

- В статье рассматриваются вопросы, связанные с определением фильтрационно-емкостных свойств трещин угольного керна на основе анализа изображений аншлифов, снятых сканирующим электронным микроскопом. С привлечением численного моделирования уравнений газодинамики исследуются особенности установившегося ламинарного режима течения газа в единичной трещине. Показано, что на уменьшение скорости потока газа проходящего по трещине в угле

существенно влияют её геометрические особенности. Расход газа в первую очередь зависит от ширины раскрытия трещины и её извилистости. Остальные факторы, такие как шероховатость, её тип и клиновидность дают меньший вклад на величину потерь напора газа по длине трещины. Простая модификация уравнения Буссинеска, учитывающая вклад каждого фактора, обусловленного геометрией трещины позволяет описать процесс течения газа в реальной трещине. На примере исследования аншлифов, подготовленных из угольного керна, выбуренного из крупного куска угля Пермьяковского разреза Караканского угольного месторождения методом электронной микроскопии и последующей цифровой обработкой полученных изображений с привлечением численных методов моделирования течения газа показано, что наибольшее сопротивление движению газа в трещине оказывает её извилистость. Разработана методика определения ширины раскрытия, извилистости и шероховатости берегов трещины, которая позволяет как определить перечисленные геометрические параметры трещины, так и рассчитать газопроницаемость по ней. При необходимости возможно применить методику для предсказания газопроницаемости в угольном керна, но для этого необходимо произвести расчёты смыкания берегов трещины, обусловленные наложением горного давления на границу поверхности керна.

Авторы: Сердюк И.М., Евстигнеев Д.С. (Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирское отделение РАН, г. Новосибирск). **«Разработка методики исследования ширины раскрытия и извилистости трещины в угольном керна по данным электронной микроскопии».**

- В статье рассматриваются современные геофизические методы, используемые для анализа геомеханического состояния горных массивов. Основное внимание уделяется методам спектрального сейсмопрофилирования и георадарного зондирования, которые позволяют получать детальные сведения о внутренней структуре горных пород на значительных глубинах и обширных территориях без разрушения целостности массива. Экспериментальные исследования показали высокую эффективность этих методов как при совместном, так и при раздельном использовании. Они обеспечивают подробное исследование структуры горных пород, идентификацию зон трещиноватости, тектонических разломов и карстовых пустот, что существенно повышает безопасность и продуктивность горных работ, и строительство зданий и сооружений.

Несмотря на специфику каждой из указанных методик и присущие им ограничения, их совместное использование способно нивелировать отдельные недостатки и обеспечить получение более точной информации о состоянии горного массива. Так, метод спектрального сейсмопрофилирования является высокоэффективной технологией для глубоких изысканий, тогда как метод георадарного зондирования предпочтительно использовать для исследования малых глубин. Практическая значимость этих подходов выражается в оперативном обнаружении потенциально опасных участков, разработке предупреждающих мероприятий против возникновения аварийных ситуаций и повышении устойчивости горных выработок. Применение данных технологий позволяет оптимизировать процессы извлечения полезных ископаемых и строительства объектов недропользования, минимизируя риски природно-техногенных катастроф.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что современные геофизические технологии представляют собой ключевые инструменты для исследования геомеханического состояния горных массивов. Дальнейшая эволюция и интеграция этих методов откроют новые горизонты для углубленного познания и безопасной эксплуатации природных ресурсов

Автор: Шевченко М.Д. (ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург). **«Современные геофизические методы в изучении геомеханического состояния горного массива».**

ГЕОФИЗИКА

- В статье рассматривается вопрос автоматического определения моментов времени первых вступлений сейсмических волн на данных 2D сейсморазведки с применением специально построенной и обученной нейронной сети. Описываются в общих чертах существующие подходы к автоматическому пикированию первых вступлений, с применением нейронных сетей и без них. Дается характеристика актуальности проведенного исследования, приводится краткая информация о подготовке исходных данных к дальнейшему их применению для обучения модели. Приведено

описание разработанного алгоритма, применяющего машинное обучение и специально обученную нейронную сеть. В основе предлагаемого способа лежит расчет накопленной зарегистрированными сейсмическими сигналами энергии, анализируемой до момента прихода первых вступлений и после него. При этом принимается, что сам найденный момент первых вступлений разделяет сейсмический сигнал на две части: на шумовую компоненту, представленную микросейсмками, и на полезную часть сигнала. В статье оценена точность полученных результатов, при этом в качестве достоверных эталонов, имеющих абсолютную точность, принимаются вручную определенные первые вступления. В качестве исходных данных применялись полевые сейсмические данные с месторождений Западной Сибири. Приводится проверка качества работы примененного алгоритма к исходным данным с трех месторождений. Исходные полевые данные не подвергались предварительной обработке от шумов, чтобы построенная модель научилась правильно учитывать их наличие и качественно определять моменты времени первых вступлений. Исследование, описываемое в статье, посвящено только 2D сейсмической съемке, трехмерные сейсмические кубы в данной статье не рассматриваются.

Авторы: Бурцев Г.Е., Немирович-Данченко М.М. (ФГАОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск, АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск) **«Определение первых вступлений на исходных 2d сейсмических данных при помощи полносвязной нейронной сети».**

- В данной статье приводится анализ непрерывной суточной записи одного из датчиков системы «GITS» в день регистрации крупнейшего за 2024 год сейсмического толчка и последовавшей за ним серии крупных толчков на Таштагольском железорудном месторождении. Предложен новый метод обработки данных суточных непрерывных записей. Представлен анализ энергетических показателей колебаний сейсмического датчика - трёхкомпонентного акселерометра. Описаны особенности распределения энергии колебаний между компонентами датчика. Обнаружена связь энергетических показателей фоновых колебаний с интенсивностью сейсмической активности массива горных пород.

Авторы: Рукавишников Г.Д., Киряева Т.А. (Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск; АО «ВНИМИ», Санкт-Петербург) **«Особенности фоновых колебаний сейсмического датчика в условиях глубоких шахт и рудников».**

Читайте новый выпуск журнала на нашем сайте, переходя по ссылке:
[Проблемы недропользования \(igduran.ru\)](http://igduran.ru)