

2-4 ДЕКАБРЯ 2015

УРАЛЬСКИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

специализированная выставка



**ГОРНОЕ ДЕЛО**

Технологии. Оборудование. Спецтехника

ОФИЦИАЛЬНЫЙ КАТАЛОГ

ЕКАТЕРИНБУРГ



2-4 ДЕКАБРЯ 2015

# УРАЛЬСКИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# **ГОРНОЕ ДЕЛО** Технологии. Оборудование. Спецтехника

## ОФИЦИАЛЬНЫЙ КАТАЛОГ



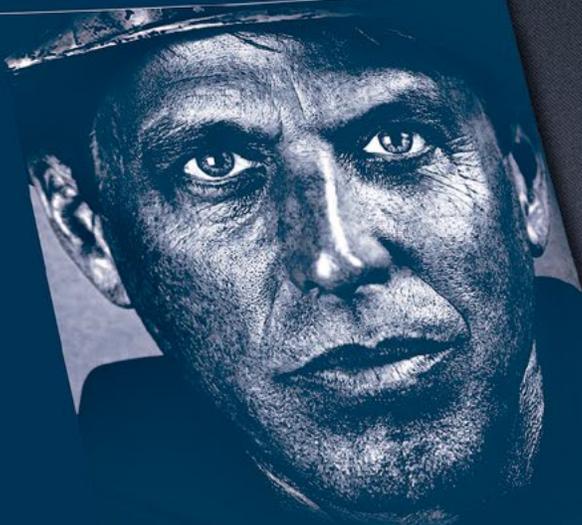
ЕКАТЕРИНБУРГ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

# Горная

## ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

 [www.mining-media.ru](http://www.mining-media.ru)



**ЖУРНАЛ ДЛЯ  
ПРОФЕССИОНАЛОВ!**



[www.mining-media.ru](http://www.mining-media.ru)

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПРИВЕТСТВИЯ

### Рад приветствовать участников, гостей и организаторов VI Уральского горнопромышленного форума!

Свердловская область является одним из ведущих горнопромышленных регионов не только Урала, но и России. Горнодобывающий сектор оказывает большое влияние на состояние экономики Свердловской области. Качество продукции горнодобывающих предприятий обеспечивается слаженным трудом коллективов рабочих и инженерно-технического персонала и во многом зависит от использования передового опыта и современного высокотехнологического оборудования.

Совместно с выставкой современных технологий, оборудования и спецтехники «Горное дело/UralMining 2015» Форум объединит конференции, круглые столы, деловые встречи, обеспечит обмен опытом, создаст условия для переговоров руководителей и специалистов предприятий и научно-исследовательских организаций горнодобывающего комплекса России и наших зарубежных партнёров.

Убежден, что проведение Уральского горнопромышленного форума даст дополнительный импульс раскрытию потенциала отечественных горнодобывающей, горно-перерабатывающей и машиностроительной отраслей и позволит выработать перспективные предложения по их развитию.

Желаю всем эффективной работы, результативных переговоров, новых полезных контактов!

Министр промышленности и науки  
Свердловской области



А.В. Мисюра



## Уважаемые организаторы, участники и гости!



От имени Уральского отделения Российской академии горных наук поздравляю Вас с открытием VI Уральского горнопромышленного форума и специализированной выставки «Горное дело: Технологии. Оборудование. Спецтехника 2015»!

Средний Урал – это десятки горнодобывающих предприятий, металлургических и машиностроительных производств, перед которыми стоят вопросы перевооружения, внедрения инновационных технологий, снижения производственных потерь.

Уральский горнопромышленный форум является эффективной площадкой сотрудничества для большого количества горных предприятий и специалистов-горняков Урала, России и зарубежных партнёров.

Расширение добычи и переработки полезных ископаемых сегодня требует решения целого ряда задач, в числе которых: проведение работ по геоэкономической переоценке запасов, модернизация оборудования, внедрение эффективных систем энергообеспечения и ресурсосбережения, обеспечение эффективного природопользования и безопасности производства, разработка новых технологий, позволяющих извлекать ценные компоненты из отходов горно-обогатительного и металлургического производств.

Желаю участникам выставки и Форума плодотворной работы, успешного делового сотрудничества и новых полезных знаний!

Председатель Уральского отделения  
Российской академии горных наук,  
член-корр. РАН



В.Л. Яковлев

**Уважаемые организаторы, участники и гости  
VI-Уральского горнопромышленного форума  
и выставки «Горное дело/UralMining 2015»!**

От имени Союза машиностроительных предприятий Свердловской области и Свердловского регионального отделения Союза машиностроителей России приветствую Вас на уральской земле!

Среди участников форума – руководители и специалисты предприятий горно-металлургического и машиностроительного комплексов Урала, России, ближнего и дальнего зарубежья, представители союзов горнопромышленного сектора, отраслевой и вузовской науки, студенты, магистранты и аспиранты высших учебных заведений.

Несмотря на сложную экономическую обстановку, интерес предприятий к новому высокотехнологичному оборудованию и инструменту не ослабевает. Надеюсь, что специализированная выставка «Горное дело/UralMining», проходящая в рамках VI Уральского горнопромышленного форума позволит продемонстрировать новинки современной техники и оборудования, расширить сферу деловых контактов и заключить выгодные сделки.

Желаю всем успешной работы!

С уважением,  
Директор НП СМПСО,  
первый заместитель Председателя  
Свердловского РО СоюзМаш России

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'А. В. Бухмастов'.

А. В. Бухмастов

## Уважаемые коллеги!



От имени Горнопромышленной ассоциации Урала и Института горного дела УрО РАН приветствую Вас на площадке VI Уральского горнопромышленного форума!

Современные реалии диктуют необходимость в тесном взаимодействии науки и производства для обеспечения сотрудничества в решении стратегических задач, поиска путей реструктуризации и модернизации предприятий, внедрения принципиально новых технологий.

За годы проведения Уральского горнопромышленного форума стал авторитетной межрегиональной площадкой для встреч лидеров горной индустрии России. Традиционно в нем принимают участие руководители и специалисты геологоразведочных, горнодобывающих, металлургических, машиностроительных, строительных предприятий, заводов-изготовителей горнопромышленного оборудования, проектно-конструкторских и научно-исследовательских организаций из российских регионов и зарубежных стран.

Выставочная экспозиция форума предоставляет специалистам горных предприятий уникальную возможность ознакомиться с новинками дробильно-сортировочного, конвейерного, обогащительного, геодезического, подъемно-транспортного, навесного, вентиляционного, бурового оборудования; карьерной техникой для горнодобывающей и металлургической отраслей. В выставке ежегодно принимают участие предприятия из разных регионов РФ: Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Кемерово, Красноярска, Перми, Тулы, Тюмени, Челябинска, Екатеринбурга и др.

Надеюсь, что мероприятия Форума, в том числе заседание Горного совета УрФО, а также выставки откроют новые пути развития техники и технологий горнодобывающей отрасли, дальнейшие перспективы для взаимовыгодного партнерства научно-исследовательских и производственных организаций; позволят продемонстрировать, что, несмотря на кризисные явления, отечественное горное дело продолжает развиваться, оставаясь одним из локомотивов российской экономики.

Желаю всем участникам интересных встреч, взаимовыгодных переговоров и новых достижений!

Директор ИГД УрО РАН,  
Президент НП Горнопромышленная ассоциация Урала,  
профессор, доктор технических наук



С.В. Корнилов

**ПРОГРАММА**

VI-Уральского горнопромышленного форума  
МВЦ Екатеринбург-Экспо

<b>1 ДЕКАБРЯ (вторник)</b>	
<b>10:00-18:00</b> Павильон 3	<b>Регистрация участников выставки. Оформление экспозиции</b>
<b>г. Невьянск, СО</b>	<b>Выездное заседание НП «Взрывники Урала»</b>
<b>2 ДЕКАБРЯ (среда)</b>	
<b>10:00-18:00</b> Павильон 3	<b>РАБОТА ВЫСТАВКИ</b>
<b>10:00-10:30</b>	<b>Регистрация участников Форума</b>
<b>10:30 – 12:00</b> Павильон 4	<b>ЗАСЕДАНИЕ ГОРНОГО СОВЕТА ПО УРАЛЬСКОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ</b>
<b>12:00 – 13:00</b> Павильон 3	<b>ЦЕРЕМОНИЯ ОФИЦИАЛЬНОГО ОТКРЫТИЯ ФОРУМА И ВЫСТАВКИ</b>
<b>13:00 – 14:30</b> Павильон 4	<b>ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ VI-Уральского горнопромышленного форума УРАЛЬСКИЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ СЪЕЗД</b>
<b>15:00-18:00</b> Павильон 4	<i>Научно-техническая конференция «ГЕОМЕХАНИКА В ГОРНОМ ДЕЛЕ»</i>
<b>15:00-18:00</b> Павильон 4	<i>Научно-практическая конференция «РАЗВИТИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВО ВЗРЫВНОМ ДЕЛЕ»</i>
<b>15:00-18:00</b> Павильон 4	<i>Научно-практическая конференция «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА «ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений»</i>
<b>11:00-18:00</b> Павильон 4	<i>Научно-техническая конференция «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ»</i>
<b>15:00-18:00</b> Павильон 4	<i>Научно-техническая конференция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ»</i>

3 ДЕКАБРЯ (четверг)	
10:00- 18:00 Павильон 3	<b>РАБОТА ВЫСТАВКИ</b>
10:00- 18:00 Павильон 4	<i>Научно-техническая конференция «<b>ГЕОМЕХАНИКА В ГОРНОМ ДЕЛЕ</b>»</i>
10:00- 14:00 Павильон 4	<i>Научно-практическая конференция «<b>РАЗВИТИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВО ВЗРЫВНОМ ДЕЛЕ</b>»</i>
10:00- 18:00 Павильон 4	<i>Научно-практическая конференция «<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА «ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ»: технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений</b>»</i>
10:00- 18:00 Павильон 4	<i>Научно-практическая конференция «<b>ПРОБЛЕМЫ КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА: Перспективные решения в технике и технологиях</b>»</i>
10:00- 18:00 Павильон 4	<i>Научно-техническая конференция «<b>ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ</b>»</i>
10:00- 14:00 Павильон 4	<i>Научно-техническая конференция «<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ</b>»</i>
14:00- 18:00 Павильон 4	<i><b>КРУГЛЫЙ СТОЛ: «Современные металлургические технологии переработки комплексных руд и техногенных образований»</b></i>
15:00- 18:00 Павильон 4	<b>Молодежный Форум кейс констест</b>
4 ДЕКАБРЯ (пятница)	
10.00- 14.00 Павильон 3	<b>РАБОТА ВЫСТАВКИ</b>
12.00- 14.00 Павильон 4	<b>ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ ФОРУМА</b>
14:00	<b>Демонтаж экспозиции</b>

## **Горный совет Уральского федерального округа**

24 сентября 2014 года создан Горный совет Уральского федерального округа (Совета), который является представительством Высшего горного совета – коллегиального органа НП «Горнопромышленники России».

Совет призван способствовать повышению эффективности и безопасности использования природно-ресурсного потенциала при сохранении его воспроизводящих возможностей, переходу организаций горнопромышленного комплекса (ГПК) Уральского Федерального округа на инновационный путь развития, мобилизации их потенциальных ресурсов на основе модернизации, повышающей конкурентоспособность предприятий, а также диверсификацию и импортозамещение.

В своей деятельности Совет руководствуется принципами взаимодействия и конструктивного диалога предприятий и организаций ГПК с федеральными органами государственной власти, органами власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления.

Совет обеспечивает властные структуры обратной связью по вопросам, связанным с проведением государственной политики в сфере недропользования и добычи полезных ископаемых. Выражает согласованное коллективное мнение собственников предприятий и организаций ГПК, а также специалистов горного производства, образования и науки относительно предложений в адрес властных структур России и Уральского региона по совершенствованию законодательной базы недро- и природопользования, научно-технической и промышленной политики.

Основными направлениями деятельности Совета являются:

- изучение потребностей, обобщение инициатив собственников и специалистов горного производства, научных, образовательных и общественных организаций по обеспечению устойчивого и безопасного функционирования и поступательного развития отраслей минерально-сырьевого комплекса в регионе;
- анализ состояния минерально-сырьевого комплекса и безопасности работ при пользовании недрами региона, содействие развитию предпринимательства и созданию новых эффективных рыночных структур, предприятий и организаций;
- оценка инфраструктурных проектов в области развития минерально-сырьевого комплекса, содействие подготовке и повышению квалификации горных инженеров и других специалистов и рабочих кадров, занятых в сфере недропользования;
- разработка предложений в государственные программы развития, участие в подготовке и внесение предложений и поправок в действующие законодательные и нормативно-правовые акты федеральных органов государственной власти, а также оценка эффективности регионального законодательства в части создания благоприятного организационно-экономического и социального климата для развития отраслей минерально-сырьевого комплекса, обеспечения безопасности работ, предотвращения их

вредного влияния на окружающую природную среду;

- содействие внедрению и использованию современных производственных, управленческих и информационных технологий при разведке, добыче и переработке минерального сырья, достижений науки и техники на предприятиях региона по комплексному использованию полезных ископаемых и вовлечению в хозяйственную деятельность месторождений бедных и труднообогатимых руд, техногенных образований.

Структура Совета предусматривает наличие постоянно действующих комиссий: недрно- и природопользование; наука, проектирование и образование; организационно-правовое обеспечение; инновационное развитие; безопасность при пользовании недрами, предотвращение опасного влияния горных работ на окружающую природную среду, координируемых НП «Горнопромышленная ассоциация Урала».

Совет возглавили два сопредседателя: Моисеев Александр Петрович – заместитель Полномочного представителя Президента РФ в Уральском федеральном округе, действительный государственный советник РФ 2-го класса и Корнилов Сергей Викторович – директор Института горного дела УрО РАН, Вице-президент НП «Горнопромышленники России» по УрФО, Президент НП «Горнопромышленная ассоциация Урала».

В состав Совета вошли руководители региональных союзов, некоммерческих партнерств, ассоциаций, холдингов и корпораций, государственных служб и организаций, производственных предприятий, научных, проектных и образовательных учреждений.

### **ПОЛОЖЕНИЕ**

#### **о награждении дипломами участников выставки «ГОРНОЕ ДЕЛО: Технологии. Оборудование. Спецтехника-2015»**

1. К награждению дипломами представляются промышленные изделия, оборудование, технологии и научные разработки, услуги, выставляемые участниками в качестве экспонатов на выставке.

Дипломами может быть поощрена активная деловая активность участника на выставке.

Виды дипломов для награждения:

- Лауреат выставки
- Диплом I степени
- Диплом

2. Награждение осуществляется по итогам Конкурса, проводимого в период проведения выставки. Для проведения Конкурса в период подготовки выставки создается Конкурсная комиссия.

В состав Конкурсной комиссии могут входить ведущие специалисты по тематике (профилю) выставки, специалисты УрО РАН, ВУЗов, представители органов государственной и муниципальной власти, журналисты, сотрудники выставочной компании. В состав комиссии не могут входить

участники выставки. Представители выставочной компании в комиссии имеют совещательный голос.

3. Конкурсная комиссия утверждает Список номинаций конкурса, подтверждает настоящее Положение о награждении, либо дополнительно утверждает на его основе Положение о конкурсе.

Участники выставки должны быть ознакомлены с Положением и списком номинаций конкурса.

4. Экспоненты, представляющие свои изделия, товары, технологии, разработки к награждению, должны подать в Конкурсную комиссию заявку с описанием основных потребительских свойств продукции, технологии с указанием, по возможности, численных значений основных параметров и показателей; копии сертификатов соответствия или деклараций о соответствии на продукцию, сертификатов на системы качества предприятия (при наличии). Заявка подается заблаговременно или в бюро регистрации в день заезда на выставку.

5. Информация, содержащаяся в конкурсных материалах, рассматривается, как конфиденциальная и не может быть использована для иных целей, кроме оценки участников конкурса.

6. Экспонаты, представляемые к награждению медалями и дипломами, должны обладать высокой функциональностью, отличным качеством и надежностью, оригинальными конструкторскими, технологическими и дизайнерскими решениями или удовлетворять иным требованиям, установленным номинациями Конкурса.

Продукция отечественных производителей, отвечающая перечисленным выше требованиям, имеет приоритет.

Экспонаты, требующие проведения сложной экспертизы, к награждению не представляются. Консультации о сложности экспертизы предоставляются членами Конкурсной комиссии. Расходные материалы, утрачиваемые в процессе проведения экспертизы, участникам выставки не возмещаются.

Экспонат может быть награжден только один раз. В том случае, если экспонат после первого награждения был значительно усовершенствован, экспонент может подать заявку на повторное награждение, указав в заявке, каким образом экспонат был усовершенствован.

7. Конкурсная комиссия выносит решение об определении Лауреатов выставки, победителей конкурса, о награждении медалями и дипломами на второй день работы выставки.

Решение Конкурсной комиссией принимается конфиденциально после ознакомления с заявочными документами, представленными участниками.

8. Награждение дипломами производится в третий день работы выставки.

9. Итоги конкурса будут освещаться в Пост-релизах выставки в ведущих специализированных журналах и на отраслевых порталах.

### **НОМИНАЦИИ КОНКУРСА:**

1. Инновационные технологии
2. Техника. Оборудование. Инструмент
3. Научные разработки

## УЧАСТНИКИ

### Deswik Российский офис компании



Россия, 123056, г. Москва,  
ул. Грузинский вал, 11, стр. 8  
Телефон: +7 (495) 960 22 85  
Факс: +7 (495) 960 22 85  
E-mail: [info.moscow@deswik.com](mailto:info.moscow@deswik.com)  
Http://[www.deswik.ru](http://www.deswik.ru)

Deswik – международная консалтинговая и технологическая компания, предлагающая программные и консалтинговые решения для проектирования и планирования горных работ для всех секторов горнодобывающей промышленности — ПГР и ОГР на рудных, нерудных и угольных месторождениях.

Deswik является разработчиком собственного программного обеспечения, осуществляющего многосценарное планирование в кратко, средне и долгосрочной перспективе. Динамическая связь проектных блоков и задач планирования позволяет оперативно вносить изменения в планы при их актуализации и/или изменении целевых показателей.

В составе других прикладных модулей – оптимизатор очистных пространств (ПГР), автопроектировщик очистных блоков (ПГР), откатка и отвалообразование (ОГР), моделирование потоков материалов, управление горно-геологическими данными, оптимизатор горного плана и др.

Более подробно на нашем сайте: [www.deswik.ru](http://www.deswik.ru)

### Potters Ballotini Ltd



England, Barnsley, Pontefract Road,  
South Yorkshire S71 1HJ  
Телефон: +44 1226 704 516  
Факс: +44 1226 207 615  
E-mail: [PQHS-Sales@pottersgroup.com](mailto:PQHS-Sales@pottersgroup.com)  
Http://[Potterseurope.com](http://Potterseurope.com)

Potters Europe это Европейское подразделение Potters Industries LLC. – самого крупного в мире производителя стеклянных качественных микросфер и микрошариков, с мировой организацией заводов в Европе, Северной и Южной Америке, Австралии и Азии.

## SPECTRO Technical Services



Россия / 620062, Екатеринбург,  
ул. Гагарина 14, оф. 616  
Телефон: +7(343)3655948  
Факс: +7(343)3655948 / +49 (0) 9665 1720  
E-mail: ural@spectro-ts.com  
Http://spectrots.ru

Heinrich-Hertz-Platz 1  
92275 Eschenfelden / Germany  
Телефон: +49 (0) 9665 91400  
Факс: +49 (0) 9665 1720  
E-mail: ural@spectro-ts.com  
Http://spectrots.ru

Компания SPECTRO Technical Services более 25 лет специализируется на продаже, поставке и техническом обслуживании оборудования от ведущих мировых производителей для контроля качества продукции и технологий на различных этапах производства. Наше оборудование используется для:

- Исследования элементного состава различных материалов (SPECTRO Analytical Instruments, ELTRA, SPECTRUMA Analytik)
- Бесконтактного измерения температуры и мониторинга отходящих газов (LAND Instruments)
- Определения параметров рабочих масел и жидкостей (SPECTRO Scientific)
- Анализа частиц различных материалов по размерам и форме (SYMPATEC GmbH)

## LINN High Therm



Россия, 620062, Екатеринбург, ул. Гагарина 14, оф. 616  
Телефон: +7 (343)3655948  
Факс: +7 (343) 3655948  
E-mail: ural@spectro-ts.com  
Http://spectrots.ru

Heinrich-Hertz-Platz 1  
92275 Eschenfelden / Germany  
tel: +49 (0) 9665 91400

fax: +49 (0) 9665 1720  
E-mail: info@linn.de  
Http://www.linn-high-therm.de

Компания LINN High Therm (Германия) – ведущий мировой производитель промышленного и лабораторного печного оборудования для различных задач. Фирма LINN High Therm применяет нижеследующие технологии нагрева, а также комбинации из них:

- Резистивный нагрев
- СВЧ-нагрев
- Индукционный нагрев

Компания LINN High Therm предлагает широкий спектр стандартных моделей печей, а также изготавливает печное оборудование, которое может применяться для решения специфичных задач. Производство индивидуальных систем по спецификациям заказчиков является отличительной чертой компании.

### **Вентшахтпроект, ООО**

Россия, 620144, г. Екатеринбург,  
ул. Фрунзе, 96, оф. 704  
Телефон: +7 (929) 2123319  
E-mail: sluzhbads@outlook.com  
Http://sluzhbads.ucoz.ru



ООО «Вентшахтпроект»  
г. Екатеринбург

Наша организация проводит депрессионные съемки на предприятиях рудной промышленности. Мы производим полный комплекс услуг по проведению депрессионных съемок- замеры количества воздуха и депрессии в шахте, замеры на вентиляторных установках, расчет математической модели вентиляции рудника, по результатам выпускается отчет по ВДС. Так же производим для проектных организаций расчет вентиляции для проектов шахт и рудников.

За много лет работы наша команда проводила депрессионные съемки на рудниках СУБРа, УГМК, медных, железных, хромитовых рудниках Урала, гипсовых рудниках Поволжья, золотых и алмазных рудниках Якутии, Магаданской области и Камчатского края.

### **ВЗРЫВНИКИ УРАЛА Некоммерческое партнерство**

Россия, 620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, 58, к. 508  
Телефон: +7 (343) 201-11-23



Взрывники Урала – добровольное некоммерческое партнерство юридических и физических лиц, занимающихся вопросами взрывного дела как в Уральском федеральном округе (Свердловская, Челябинская, Курганская и Тюменская области), так и, частично, в Приволжском федеральном округе (республика Башкирия, Пермский край и Оренбургская область).

Исполнительный директор: Берсенев Геннадий Порфирьевич, к.т.н., действительный член Академии горных наук, Заслуженный и Почетный строитель России.

### ГЕОТЕК НПП, ООО



Россия, 440068, г. Пенза, ул. Центральная, 1  
Телефон: +7 (8412) 999 189  
E-mail: [info@npp-geotek.ru](mailto:info@npp-geotek.ru)  
[Http://npp-geotek.ru](http://npp-geotek.ru)

ООО НПП ГЕОТЕК более десяти лет специализируется на разработке и производстве автоматизированных приборов и комплексов АСИС для механических испытаний природных и промышленных строительных материалов: грунтов, горных пород, асфальтобетонов, бетонов, цемента.

Часть наших технологий не имеет аналогов за рубежом, что дает дополнительный стимул для дальнейшего стремительного развития производства и поиска международных партнеров. В настоящее время наши клиенты – предприятия РФ, Белоруссии, Казахстана, Украины, Эстонии, Азербайджана, Туркменистана.

ООО «НПП «Геотек» – современное предприятие, ориентированное на непрерывное развитие технологий и производства, удовлетворение запросов клиентов и соответствие высоким техническим стандартам.

### Горнопромышленная ассоциация Урала, НП



Россия, 620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, д. 58, оф. 4026  
[Http://gorpromural.ru/](http://gorpromural.ru/)

Президент: Профессор, д.т.н. Корнилков Сергей Викторович  
Телефон: +7 (343) 350-21-86, факс +7 (343) 350-21-11  
E-mail: [Kornilkov@igduran.ru](mailto:Kornilkov@igduran.ru)  
Генеральный директор: Глебов Андрей Валерьевич  
Телефон: +7 (343) 350-51-16, факс +7(343) 350-21-11  
E-mail: [Glebov@igduran.ru](mailto:Glebov@igduran.ru)

Некоммерческое партнерство (НП) «Горнопромышленная ассоциация Урала» реорганизована в 1999 году из Уральского горнопромышленной ассоциации, созданной 29 мая 1991 года.

Партнерство создано с целью объединения усилий собственников предприятий и организаций горнопромышленного комплекса и специалистов горного производства в выработке коллективного мнения и предложений в адрес властных структур России и субъектов Российской Федерации Уральского региона по совершенствованию законодательной базы, научно-технической, промышленной и экономической политики.

Партнёрство решает следующие задачи:

1. Осуществление функций экономической, социальной и правовой защиты ее членов.
2. Представление и защита интересов членов Партнёрства в органах государственной власти и управления, судебных органах, в отношениях с некоммерческими и общественными организациями; создание системы социального партнерства с администрациями и правительствами областей и республик Уральского региона.
3. Создание эффективной системы решения экономических и социальных проблем горнопромышленного комплекса Урала на основе применения современных производственных, управленческих и информационных технологий при разведке, добыче и переработке минерального сырья, комплексного использования полезных ископаемых, вовлечения в хозяйственную деятельность техногенных образований разработки и рациональных способов управления горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленностью региона, целевой подготовки кадров для горного дела.
4. Организация и проведение Уральских горнопромышленных съездов, конференций, семинаров и совещаний по проблемам горнопромышленного комплекса Урала.
5. Участие в разработке и внедрении научно-технических, социальных и инвестиционных программ.
6. Учреждение специальной премии «Уральская горная премия» и формирование фонда денежных средств для выплаты её лауреатам.
7. Организация практической помощи в подготовке и реализации конкретных проектов.
8. Содействие в организации профессиональной подготовки и переподготовки специалистов для предприятий и организаций горнопромышленного комплекса.
9. Издание и распространение научно-технических и информационных материалов.
10. Осуществление производственной, научно-исследовательской и хозяйственной деятельности, направленной на выполнение уставных целей и задач Партнёрства.

11. Международное сотрудничество по всем направлениям деятельности партнёрства.
12. Приобретение и отчуждение всякого рода имущества, совершение других сделок и иных юридически значимых действий как в Российской Федерации и за ее пределами.
13. Осуществление также иной деятельности, направленной на реализацию уставных целей и задач Партнёрства, не противоречащих действующему законодательству. При этом партнёрство имеет право на диверсификацию своей деятельности для более эффективного решения уставных задач.

### ГосНИИ «Кристалл», АО



Россия, 606007, Нижегородская область,  
г. Дзержинск, ул. Зеленая, 6  
Телефон: +7 (8313) 24-39-05, 24-39-09  
Факс: +7 (8313) 24-40-84  
E-mail: [kristall@niikristall.ru](mailto:kristall@niikristall.ru)  
[Http://www.niikristall.ru](http://www.niikristall.ru)

АО «ГосНИИ «Кристалл» – ведущая организация оборонно-промышленного комплекса по научно-техническому и технологическому обеспечению работ в области создания взрывчатых составов, безопасных технологий их производства, испытаний, транспортировки и утилизации.

Более 60 лет институт занимается разработкой взрывчатых веществ и взрывчатых составов для широкой номенклатуры ракетных топлив, порохов и боеприпасов для различных видов вооружений, а также ВВ И ВС для гражданских отраслей промышленности. В активе предприятия диверсификационные разработки по обеспечению добывающих отраслей промышленности новыми поколениями ВВ и фармацевтики – субстанциями лекарственных средств.

Наша миссия – не останавливаться на достигнутом, а сохранить лидирующие позиции и приумножить научно-технический задел для разработки прорывных технологий по всем направлениям деятельности.

### ДРОБсервис, ООО



Россия, 454091, г. Челябинск,  
ул. Карла Маркса, 131, офис 414  
Телефон: +7 (351) 240-20-60, 247-53-67, 247-53-68, 247-53-69

Факс: +7 (351) 240-20-60

E-mail: [info@droservis.ru](mailto:info@droservis.ru)

[Http://www.droservis.ru](http://www.droservis.ru)

ООО «ДРОБсервис» является специализированным предприятием по проектированию и производству такого оборудования, как:

- Дробильно-сортировочные комплексы,
- Сортировочные установки,
- Конвейерные системы,
- Грохоты инерционные (ГИЛ, ГИС, ГИТ, ГСС),
- Питатели,
- Классификаторы,
- Пескомойки,
- Скруббер-бутары,

Нестандартное оборудование по техническому заданию заказчика.

Ведутся разработки высококачественного сортировочного и конвейерного оборудования с целью повышения его эффективности и надёжности, а также для импортозамещения существующих аналогов.

Собственный конструкторский отдел, производственные площади и накопленный опыт позволяют нам в сжатый срок и по конкурентной цене спроектировать и изготовить оборудование по техническим требованиям заказчика или предложить своё решение, исходя из условий эксплуатации на конкретном предприятии. Всё изготавливаемое оборудование проходит проверку на качество и соответствие требованиям безопасности, что при необходимости подтверждается соответствующими сертификатами.

Ответственность за успешное выполнение взятых на себя обязательств – это основной принцип нашей работы.

## **ЗАВОД ПИРС, ОАО**

Россия, 188804, г. Выборг, ул. Рубероидная, д. 27

Телефон/факс: +7 (812) 702-26-04, 702-26-08

E-mail: [pirs@zavodpirs.ru](mailto:pirs@zavodpirs.ru)

[Http://www.zavodpirs.ru](http://www.zavodpirs.ru)



Более 20 лет ОАО «ЗАВОД ПИРС» производит ролики конвейерные, роликсопоры и барабаны. На сегодняшний день наряду с зарубежными производителями ОАО «ЗАВОД ПИРС» обладает самыми современными технологиями и новейшим оборудованием для производства конвейерных роликов, что позволяет производить большие объемы продукции за короткий срок. Основными нашими приоритетами являются: высокое качество и исполнение сроков дисциплины.

Благодаря профессиональным компетенциям, ОАО «ЗАВОД ПИРС» за рекомендовало себя, как надежный поставщик качественной продукции. Приобретая качественный продукт ОАО «ЗАВОД ПИРС» Вы снижаете затраты на обслуживание и ремонт своих конвейеров.

Имея лучшее соотношение цены и качества нашей продукции, основываясь на вышеизложенные факты, предлагаем Вам внимательнее рассмотреть ОАО «ЗАВОД ПИРС» в качестве стратегического поставщика роликов конвейерных для своих подразделений.

### **Институт горного дела УрО РАН Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**



Россия, 620219, г. Екатеринбург, ГСП-936, ул. М.-Сибиряка, 58  
Телефон: +7 (343) 350-21-86  
Факс: +7 (343) 350-21-11  
E-mail: [direct@igduran.ru](mailto:direct@igduran.ru)  
[Http://www.igduran.ru](http://www.igduran.ru)

ИГД УрО РАН выполняет научные исследования по трем научным направлениям:

1. Исследование проблем геомеханики и разрушения горных пород;
2. Разработка теоретических основ новых технологий разработки губкозалегающих месторождений;
3. Разработка теоретических основ стратегии освоения и комплексного использования минеральных ресурсов.

Для предприятий ИГД УрО РАН оказывает услуги по:

- разработке технологий: подземного и комбинированного способов разработки месторождений; оптимизации параметров БВР; отработки удароопасных месторождений; организации внутреннего отвалообразования; доразведки месторождений; создания и реконструкции геодезического обоснования; создания геодинамических полигонов; переработки сульфидсодержащих руд и отвальных хвостов; постановки уступов в предельное положение, управления качеством продукции;
- проектированию открытой и подземной разработки; рекультивации нарушенных земель; снижения интенсивности пыления; моделированию транспортных систем карьеров; геоинформационному обеспечению недропользования;
- экспертизе промышленной безопасности объектов; экспресс-диагностике оборудования; диагностике, прогнозу и мониторингу ге-

динамической активности в горной промышленности и строительстве; технико-экономической оценке и технологическому аудиту; испытанию физико-механических свойств пород; оценке потерь при разработке месторождений.

Для осуществления перечисленных услуг и работ ИГД УрО РАН имеет соответствующие лицензии и допуски на выполнение:

- деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности;
- маркшейдерских работ;
- работ по размещению ядерной установки и пункта хранения в части предоставления услуг эксплуатирующей организации;
- геодезических и картографических работ федерального назначения, результаты которых имеют общегосударственное, межотраслевое значение;
- работ, оказывающих влияние на безопасность особо опасных, технически сложных, уникальных и других объектов капитального строительства при выполнении работ по инженерным изысканиям (СРО);
- работ в области подготовки проектной документации, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (СРО);
- работ по производству, хранению и применению взрывчатых материалов промышленного назначения.

В институте создана лаборатория испытания геоматериалов, позволяющая проводить испытания физико-механических свойств скальных и несвязных грунтов.

### **Институт металлургии УрО РАН Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**



Россия, 620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 101

Телефон: +7 (343) 267-91-24

Факс: +7 (343) 267-91-86

E-mail: [admin@imet.mplik.ru](mailto:admin@imet.mplik.ru)

[Http://www.imet-uran.ru](http://www.imet-uran.ru)

Основным научным направлением Института является развитие физико-химических основ металлургических процессов в области четной и цветной металлургии. Направление включает в себя следующие проблемы:

- строение и физико-химические свойства металлических и оксидных расплавов и твердых растворов,

- разработка теории конденсированного состояния вещества;
- термодинамика, кинетика и механизмы металлургических реакций;
- научные и технико-экономические основы комплексного использования полиметаллического минерального сырья
- и техногенных отходов с решением экологических проблем;
- теоретические основы пирометаллургических, электротермических, гидрометаллургических, газофазных процессов производства металлов, сплавов металлических порошков композиционных материалов и покрытий, в том числе наноразмерных и объемно наноструктурированных.

### **Калиновский химический завод, ОАО**

Россия, 624186, Свердловская обл.,  
Невьянский р-он, п. Калиново, ул. Ленина, 8.  
Телефон: +7 (34370) 7-07-01, 7-07-04, 7-07-05  
Факс: +7 (34370) 7-07-12, 7-07-09  
E-mail: sbit-kalinovo@mail.ru, mail@kcplant.ru  
Http://kcplant.ru

«Калиновский химический завод» выпускает промышленные взрывчатые вещества, которые как высококонцентрированный и экономический источник энергии широко применяют в различных отраслях народного хозяйства. Завод является одним из ведущих в отрасли по производству промышленных ВВ.

В настоящее время ОАО «КХЗ» выпускает более 20 видов промышленных взрывчатых веществ, а также разрабатывает новые образцы более качественной, экономичной и экологически чистой продукции. Предприятие обладает уникальными технологиями по производству промышленных ВМ, которые являются единственными в отрасли. Завод имеет восемь патентов РФ, в том числе один евразийский. Вся продукция сертифицирована.

### **КАРЬЕРЫ ЕВРАЗИИ Ассоциация**

Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. Серова, 45  
Телефон: +7 (343) 351-00-78  
E-mail: vikirina@mail.ru  
Http://карьер-евразии.рф



Ассоциация «Карьеры Урала» была создана в 2012 году по инициативе предприятий – производителей нерудных строительных материалов

Уральского региона. В состав Ассоциации вошли самые крупные карьеры Урала – ОАО «Ураласбест», ОАО «Первоуральское рудоуправление», Саткинский щебзавод и федеральный оператор ГК «Автострада» по доставке щебня на объекты государственного строительства.

Главная задача Ассоциации – эффективный диалог с властью и отстаивание общеотраслевых интересов. Производители хотели создать реально работающую площадку для цивилизованного лоббизма, а не еще одно формальное общественное объединение. Такая площадка получилась, и в ряды Ассоциации вступили карьеры из других регионов.

В 2015 году было принято решение о переименовании Ассоциации «Карьеры Урала» в Ассоциацию «Карьеры Евразии». Это название лучше отражает существующую реальность и позволяет взаимодействовать с федеральными и региональными государственными структурами.

В настоящее время в состав Ассоциации входит 27 предприятий – производителей щебня с Урала, Центральной России, Башкирии, Сибири, Республики Карелии с общей годовой отгрузкой 50 млн. тонн, что составляет 50% рынка щебня России. Ассоциация имеет пять представительств – в Свердловской области, Челябинске, Пермском крае, Поволжье и Республике Карелия.

Ассоциация «Карьеры Евразии» имеет Соглашения с отраслевыми объединениями:

- НП «Горнопромышленники России»;
- Уральская Торгово-промышленная палата;
- Ассоциация предприятий дорожной отрасли Урала;
- Ассоциация нерудных материалов Московской области
- НП РОСБИТУМ (Региональный объединенный союз производителей и потребителей битумных материалов).
- Ассоциация портов и судовладельцев речного транспорта (АПСРТ)

Ассоциация «Карьеры Евразии» входит в состав:

- Научно-технического совета Государственной компании «Автодор»;
- Координационного совета Свердловской и Южно-Уральской железной дороги.

В качестве экспертов по вопросам, связанным с применением нерудных материалов представители Ассоциации участвуют в заседаниях и рабочих совещаниях:

- Общественной палаты РФ;
- ФДА РОСАВТОДОР (Управление научно-технических исследований и информационного обеспечения).

## Компания Уралгеоком, ООО



Россия, 620073, г. Екатеринбург, ул. Крестинского, 46-а оф. 202  
Телефон: +7 (343) 222-06-56  
Факс: +7 (343) 222-06-56  
E-mail: [mail@uralgeocom.ru](mailto:mail@uralgeocom.ru)  
Http://[www.uralgeocom.ru](http://www.uralgeocom.ru)

ООО «Компания Уралгеоком» – официальный поставщик геодезического оборудования Leica Geosystems.

Обеспечиваем высокотехнологические и надежные решения в области геодезии, маркшейдерии, картографии.

Широкая линейка геодезического оборудования Leica Geosystems позволяет подобрать оборудование под любые задачи и с учетом финансовых возможностей заказчика.

## КОРАЛАЙНА ИНЖИНИРИНГ СЕТСО



Россия, 105005, Москва,  
Посланников переулок, дом 5, строение 1  
Телефон: +7 (495) 956-78-54; 232-10-02  
Факс: +7 (495) 956-78-55; 232-10-03  
E-mail: [info@coralina.ru](mailto:info@coralina.ru), [lab@coralina.ru](mailto:lab@coralina.ru)  
Http://[www.coralina.ru](http://www.coralina.ru)

ООО «Коралайна Инжиниринг – СЕТСО» – признанный лидер в области разработок, внедрения передовых технологий обогащения рудного и нерудного сырья, поставок оборудования для горной промышленности, черной и цветной металлургии, а также золотодобывающей и стекольной промышленности от ведущих мировых производителей.

Компания имеет Центр Исследования Минерального Сырья (ЦИМС) и Минералого-Геохимический Центр (МГЦ), расположенные в Московской области.

## КОРПУС-Техникс, ЗАО



Россия, 143964, Московская область,  
г. Реутов, ул. Железнодорожная, 21  
Телефон: +7 (495) 651-67-39,

+7 (3452) 55-27-22, +7 (343) 298-27-22  
E-mail: info@korrus.ru, korrustum@bk.ru,  
korrus.ekb@yandex.ru  
Http://korrus.ru

Корпус-Техник является официальным дилером Metso Minerals.

Мы предлагаем самые полные мобильные решения из существующих во всем мире.

С проверенными дробильными установками мобильного размещения Lokotrack любой, даже самый сложный одно- или многостадийный процесс дробления и сортировки может быть выполнен автономным полностью мобильным комплексом.

На карьерных и открытых разработках мобильное оборудование на гусеничном ходу станет для Вас рентабельным и универсальным решением.

Линейка мобильных дробилок включает щековые, конусные, ударные и двух-трёх дечные грохоты.

Спектр наших услуг включает поставку, гарантийное и сервисное обслуживание техники.

## НАВГЕОКОМ, ООО



Россия, 129626, Москва, ул. Павла Корчагина, д. 2  
Телефон: +7 (495) 781-7777  
E-mail: info@navgeocom.ru  
<http://www.navgeocom.ru>

Компания НАВГЕОКОМ – российское дочернее предприятие Leica Geosystems, входит в концерн Hexagon AB. Компания специализируется на продвижении геодезического оборудования и технологий спутниковой навигации, лазерного сканирования и оптико-электронных измерений, которые необходимы для решения задач геодезии, добычи полезных ископаемых, строительства, транспорта и многих других отраслей народного хозяйства.

Горный сегмент Hexagon имеет в своём портфеле продуктов полную линейку геодезических и маркшейдерских решений от Leica Geosystems, а также решения для моделирования горных предприятий и геолого-разведочных работ, планирования горных работ, диспетчеризации и безопасности горной техники.

На сегодняшний день Leica Geosystems – один из самых авторитетных производителей профессионального геодезического оборудования, чьи технологические решения устанавливают мировые стандарты в отрасли.

## Научно-Технический Центр – Геотехнология ООО



Россия, 454080, г.Челябинск, пр.Ленина, 83, офис 419

Телефон: +7 (351) 265-55-51

Факс: +7(351) 265-55-52

E-mail: [info@ustup.ru](mailto:info@ustup.ru)

[Http://www.ustup.ru](http://www.ustup.ru)

ООО «НТЦ-Геотехнология» – проектный институт, выполняющий комплексные работы, обеспечивающие строительство, функционирование, реконструкцию и развитие промышленных предприятий и организаций.

В перечень услуг компании входит:

- Научно-исследовательская деятельность;
- Предпроектные проработки;
- Горно-технологический аудит;
- Технико-экономическое обоснование кондиций;
- Инженерные изыскания;
- Проектирование промышленных предприятий, объектов транспортной и социальной инфраструктуры;
- Консалтинговое сопровождение проектов.

География деятельности компании: Северо-Западный, Центральный, Приволжский, Уральский, Сибирский, Дальневосточный федеральные округа, Республика Казахстан.

Действуют филиалы в Екатеринбурге, Новокузнецке и Костане (Республика Казахстан).

«НТЦ – Геотехнология» имеет лицензии и допуски СРО Российской Федерации и Республики Казахстан, необходимые для ведения проектно-изыскательской, строительной, топографической и маркшейдерской деятельности. Система менеджмента качества сертифицирована по стандартам ISO 9001:2008.

## Омский завод транспортного машиностроения, АО



Россия, 644020, г. Омск, Красный переулок, 2

Телефон: +7 (3812) 46-29-23, 44-64-32

Факс: +7 (3812) 44-64-32

E-mail: [transmash-omsk@mail.ru](mailto:transmash-omsk@mail.ru)

[Http://www.transmash-omsk.ru](http://www.transmash-omsk.ru)

АО «Омсктрансмаш» является одним из крупнейших предприятий России в области металлургического производства, в частности изготовления марганцовистого литья.

На сегодняшний день предприятие зарекомендовало себя в качестве компетентного производителя и надежного поставщика конкурентоспособной продукции металлургического производства для топливно-энергетического комплекса, цементных заводов, угольной и золотодобывающей промышленности.

Номенклатура металлургического производства насчитывает более 500 наименований и представлена на рынке по следующим направлениям:

- запасные части углеразмольного оборудования;
- запасные части карьерной техники;
- запасные части для горнообогатительного оборудования, цементных заводов;
- звенья гусениц для сельскохозяйственной техники и спецтехники;
- запасные части подвижного состава РЖД.
- Вся продукция соответствует требованиям ГОСТ и имеет все необходимые сертификаты.

### **Опытное Производство «Технологии Контроля», ООО**



Россия, 630117, г. Новосибирск, ул. Арбузова, 1/1, корп.4

Телефон: +7 (383) 332-49-32, 299-32-02

Факс: +7 (383)335-64-09

E-mail: [sale@op-teko.ru](mailto:sale@op-teko.ru)

[Http://www.op-teko.ru](http://www.op-teko.ru)

ООО «Опытное Производство «Технологии Контроля»» разрабатывает и производит средства для автоматизации конвейерного транспорта на принципиально новых способах позиционирования объектов.

Сегодня предприятие обладает тринадцатью патентами на полезные модели и изобретения собственных разработок, на базе которых производится около 70 процентов от общего объема продукции, в том числе:

- датчики заштыбовки;
- датчики контроля схода ленты;
- датчики экстренной остановки конвейера;
- датчики и устройства контроля скорости конвейера;
- датчики порыва конвейерной ленты;
- датчики контроля положения ограждения.

### **Оутотек Санкт-Петербург, ЗАО**



Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 7-я линия В.О., д. 76, лит А

Телефон: +7 (812)3325572

Факс: +7 (812)3325573  
E-mail: [outotecspb@outotec.com](mailto:outotecspb@outotec.com)  
Http://[www.outotec.com](http://www.outotec.com)

Outotec – мировой лидер в поставке технологических решений для горнодобывающей и химической промышленности, а также энергетики и водопользования.

Для предприятий горнорудной отрасли Outotec предлагает широчайший спектр обогатительных технологий и оборудования: измельчение, флотацию, сгущение и осветление, фильтрацию, а также анализаторы и системы автоматизации.

Кроме того, компания оказывает услуги по модернизации и сервисному обслуживанию в течение всего периода эксплуатации оборудования.

Сегодня в глобальной сети офисов продаж, R&D и сервисных центрах работают около 4 800 специалистов. Выручка в 2014г. составила 1,4 млрд. евро. Акции компании котируются на бирже NASDAQ OMX Хельсинки.

Outotec успешно работает в СНГ более 25 лет. Центральный офис находится в Санкт-Петербурге. Близость к заказчику обеспечивают 6 региональных филиалов в России (в Москве, Белгороде, Екатеринбурге, Норильске, Красноярске и Хабаровске) и представительства в Казахстане и Монголии.

### Плазмапак, ООО



Россия, 192102, Санкт-Петербург, ул. Шкапина, д.32-34  
Телефон: +7 (812) 309-26-35; +7 (495) 663-72-46  
E-mail: [sales@plazmapak.ru](mailto:sales@plazmapak.ru)  
Http://[ind.plazmapak.ru](http://ind.plazmapak.ru), <http://plazmapak.ru>, <http://awardatm.ru>

Ведущий поставщик и производитель горно-шахтного оборудования для российских и зарубежных промышленных компаний более 20 лет.

Самостоятельное серийное производство уникального измельчающего и дробильного оборудования (измельчающее, дробильное, дозирующее, транспортирующее), покрывающего практически все потребности на рынке промышленных агрегатов широкого профиля. Так, продукция компании (измельчающее, дробильное, дробильно-сортировочное, дозирующее и транспортирующее оборудование) поставляется во многие страны мира, среди которых государства Азиатско-тихоокеанского региона, Средней Азии, Европы и Средиземноморья.

Успешное совместное производство оборудования с одной из ведущих европейских компаний.

Надёжность и простота измельчающего и дробильного оборудования по доступной цене.

## Политехника НПФ



Россия, 109316, г. Москва, Волгоградский пр-т, 47, офис 201  
Телефон: +7 (495) 783-01-67  
E-mail: [info@poli.ru](mailto:info@poli.ru)  
Http://www.poli.ru

НПФ «Политехника» – ведущий российский разработчик и производитель полимерных эластичных резервуаров. На базе полимерных резервуаров производится монтаж Полевых Складов Горючего (ПСГ) различной вместимости.

Основные преимущества мягких резервуаров:

- малый вес в порожнем состоянии
- возможность доставки любым видом транспорта
- рабочие температуры от -55 до + 80°С
- не подвержены коррозии
- экологически чистые
- быстрота монтажа и демонтажа
- возможность разворачивания на неподготовленной территории: овраги, болота

Среди наших заказчиков: Министерство обороны РФ, Министерство обороны Казахстана, Министерство обороны Вьетнама, «Росрезерв», «Газпром», «Алмазы Анабара», «Новатэк», «Роснефть», «Росгеология» и др.

## Производственное объединение «Уральские технологии»



Россия, 454129, Челябинск, ул. Ереванская, 54-9  
Телефон: +7 (351) 217-02-88, 217-03-44  
Факс: +7 (351) 217-02-66  
E-mail: [Ural\\_resurs@list.ru](mailto:Ural_resurs@list.ru)  
Http://www.Ural-techno.ru/

Предлагаем продукцию собственного производства для золотодобывающих предприятий:

1. Промывочный прибор на базе пластинчатого грохота типа «Дерокер» – ГПГМ (грохот промывочный гидромеханический) с шириной полотна 3м и 5м. Срок исполнения 2 месяца.
2. Полотна пластинчатые ГГМ3/ППМ5 из кованного, литого звена и звена из проката по выбору заказчика. Срок исполнения 14дней.

При приобретении 3х полотен ГГМЗ либо 2х полотен ППМ5 доставка контейнером до ж/д станции местонахождения конечного получателя осуществляется бесплатно.

Поставляем отдельные комплектующие для ремонта приборов: цепи, пластины, катки, колеса, гидроцилиндры, гидрораспределители, насосы, электрооборудование.

Формируем комплексные поставки расходных материалов и дополнительного оборудования: запчасти для автомобилей и спецтехники, электроды, метизы, РТИ, РВД, канаты стальные, лебедки, домкраты, спецодежда, принадлежности быта и пр.

Гарантия качества. Скидки от объема заказа. Минимальные сроки отгрузки.

Предоплата 70%. Остальная сумма оплачивается по готовности товара к отгрузке.

### Промэкс, ООО



Россия, 428023, г. Чебоксары, ул. Гражданская 109, ком.200

Телефон: +7 (8352) 37-04-85

Факс: +7 (8352) 76-35-50

E-mail: sa2130@yandex.ru

Http://www.rgm-volga.ru

Изготовление дробильно-сортировочного оборудования:

- Грохотов инерционных ГИС, ГИТ, ГИЛ.
- Питателей ТК-15А, ТК-16А-01, П-804.
- Конвейеров ленточных.
- Дробилок щековых, конусных, валковых, молотковых, роторных.
- Классификаторов.
- Оборудования для золотодобывающей промышленности.
- Оборудования для получения кубовидного щебня.
- Оборудования для угольной промышленности.
- Оборудования для промывки и сортировки нерудных материалов.
- Запасных частей к ним.

### Решетилов и Ко Торговая компания, ООО



РЕШЕТИЛОВ

Россия, 129110, Москва,

ул. Гиляровского, д. 57, стр. 1, офис 506

Телефон/факс: +7 (495) 649-8759

E-mail: [info@reshetilov.ru](mailto:info@reshetilov.ru)

[Http://www.reshetilov.ru](http://www.reshetilov.ru)

ООО «ТК «Решетилов и Ко» осуществляет комплексные поставки насосного и другого технологического оборудования для нужд горнодобывающих предприятий.

Мы являемся официальным дистрибьютором компаний Tsurumi Pump (Япония), SAER (Италия), Dragflow (Италия), Bellin (Италия), Teknofanghi (Италия), Anlet (Япония) и др.

- водо- и теплоснабжение;
- водоотлив и водопонижение;
- гидротранспорт руды и хвостов;
- перекачка продуктивных, выщелачивающих и других растворов;
- подача на фильтр-прессы;
- дозирование реагентов;
- добыча песка и гравия и др.

Осуществляя прямые поставки с заводов-производителей, Торговая Компания «Решетилов и Ко» гарантирует короткие сроки поставки и привлекательную цену на предлагаемые насосы. Наша компания так же осуществляет инженерно-техническую поддержку, поставку запасных частей, сервис и ремонт предлагаемого оборудования.

### РобустСтарк ООО

Россия, 109145, г. Москва,

ул. Привольная, д. 2, стр. 1

Телефон: +7 (499) 174-71-92; 8-906-727-92-57

E-mail: [robuststark@yandex.u](mailto:robuststark@yandex.u)

[Http://www.robuststark.ru](http://www.robuststark.ru)



**РОБУСТСТАРК**  
строительное оборудование

ООО «РобустСтарк» является дилером итальянского эксклюзивного производителя дробильных ковшей MB.

Вот уже более двух лет мы поставляем в Россию дробильные ковши, имеем свою сервисную бригаду. Наши преимущества – мы работаем с заводом напрямую и имеем дилерские скидки, периодически проводим совместно с заводом презентации и выставки оборудования, где у каждого есть возможность получить спец предложение. Мы, в первую очередь, думаем о потребностях клиентов и подбираем более подходящую модель, чтобы наши клиенты могли добиться самой высокой производительности, а, следовательно, и высокой доходности предприятия, быстрой окупаемости ковшей.

## Рудпром, ООО



Россия, 606520, Нижегородская обл.,  
г.Заволжье, ул.Заводская, д.4  
Телефон: +7 (831-77) 4-66-80, +7 (495) 748-59-88  
Факс: +7 (831-77) 4-66-80, +7 (495) 748-59-88  
E-mail: rudpromfirm@gmail.com  
Http://crusher.engineering

ООО «Рудпром» – инжиниринговая организация, специализирующаяся на проектировании технологических линий, поставках и сервисном обслуживании дробильно-размольного и сортировочного оборудования отечественного и импортного производства.

Заказать дробильный комплекс у нас – значит, получить полный комплекс услуг от проектирования линии до ее установки и дальнейшего сервисного обслуживания.

## Русьсепаратор, ООО



Россия, 433396, Ульяновская обл., Сенгилеевский р-н.,  
р.п. Красный Гуляй, ул. Мира, 1Б  
Телефон: +7 (906) 147 02 93, +7 (842) 272 27 09, +7 (8422) 72 27 09  
Факс: +7 (8422) 72 27 09  
E-mail: russeparator@yandex.ru  
Http://www.prodecolog.com.ua

Проектируем и изготавливаем:

- магнитные сепараторы для обогащения рудных и нерудных материалов, получения аглоруды при обогащении окисленных железных руд, выведения хвостов при обогащении магнетитовых руд, обогащения шлаков феррохрома, клинкера металлургического производства, чернового ильменитового концентрата, регенерации тяжелой среды;
- электростатические сепараторы для сухого обогащения;
- чернового коллективного концентрата титан-циркониевых песков (ильменит, рутил, лейкоксен, ставролит, турмалин, дистен);
- руд редких металлов (тантало-ниобиевых, оловянно-вольфрамовых, монацитовых);
- руд драгоценных металлов (золото, серебро);
- алмазосодержащей руды.

- трибоэлектрические сепараторы для сухого обогащения алмазосодержащего концентрата;
- металлодетекторы для обнаружения включений цветных и черных металлов в сырье с целью защиты оборудования от повреждений;
- осветлители-грязевики магнитные для очистки технической воды от нерастворимых примесей, содержащих магнитные и немагнитные частички.

### **Синерго Софт Системс, ООО**

**SINERGO**  
MINING IT SOLUTIONS

Россия, 654005, Новокузнецк, пр. Строителей, 91а  
Телефон: +7 (3843) 322-101  
Факс: +7 (3843) 322-102  
E-mail: [company@sinergo.ru](mailto:company@sinergo.ru)  
Http://[www.sinergo.ru](http://www.sinergo.ru)

Компания «Синерго» – разработчик решений для комплексной автоматизации предприятий горнодобывающей промышленности на платформе «1С:Предприятие».

Программные продукты «1С:Горнодобывающая промышленность» предоставляют полный комплекс инструментов для ведения учета и планирования процессов добычи, переработки и отгрузки продукции. Продукты класса ERP, разработанные на основе решений фирмы «1С», позволяют организовать единое информационное пространство от регистрации первичных хозяйственных операций до разработки планов и бюджетов горнодобывающего предприятия.

В совокупности с мощными аналитическими способностями платформы и средствами интеграции с АСУ ТП наши продукты позволяют существенно повысить качество управления предприятием и эффективность производства.

### **СК-Полимеры, ООО**



Россия, 660049, г. Красноярск, ул. Сурикова, 12  
Телефон: +7 (391) 2 555-049  
Факс: +7 (391) 2590-838  
E-mail: [sibkraspolimer@sibkraspolimer.ru](mailto:sibkraspolimer@sibkraspolimer.ru)  
Http://[sibkraspolimer.ru](http://sibkraspolimer.ru)

ООО «СК-Полимеры» занимается производством и продажей комплектующих и деталей для оборудования промышленной добычи золота, изде-

лий из резины, асбеста и полимеров, (полиуретана, фторопластов и капролона, текстолита и т.д.).

- Ремни, рукава, товарная резина, техническая пластина, клея, конвейерная лента, неформовые изделия (шнуры, трубки), кольца различного сечения, манжеты, диэлектрические ковры, боты, перчатки, изоленга, шины для каров и погрузчиков, РТИ к автомобилям КамАЗ, МАЗ, ГАЗ, ЛиАЗ, тракторам.
- Парониты, сальниковые набивки (асбестовые прорезиненные, сухие и пропитанные), асбошнуры, асбометалл, асбокартон, асботкань, асбополотно.

### **Смелянский электромеханический завод НПП, ПАО**



20705, Украина Черкасская область,  
г. Смела, ул. Коробейника, 1  
Телефон: +380473336309  
Факс: +380473344440  
E-mail: [semz@semz.info](mailto:semz@semz.info)  
[Http://www.semz.info](http://www.semz.info)

ПАО «НПП «Смелянский электромеханический завод» является специализированным предприятием по изготовлению, ремонту и модернизации электрических машин в области горного, транспортного и общего машиностроения.

Номенклатура продукции, выпускаемой на заводе (тяговые электродвигатели, двигатели, главные генераторы, вспомогательные машины, электродвигатели общепромышленного назначения, продукция для горнодобывающей промышленности), включает более 200 типов.

Завод имеет полный цикл изготовления и восстановления электрических машин, включая разработку конструкторской и технологической документации, подготовку производства и испытания.

Предприятие так же специализируется на изготовлении продукции горного машиностроения, а именно: машин канатных для резки камня моделей типа МК-55, МК-75, бурильных установок УБКС-110 ЭП, применяемых в сфере добычи декоративного камня.

### **Спецтехника, ООО**



Россия, 675000, Амурская область,  
г. Благовещенск, ул. Лазо, 2, оф. 502

Телефон: +7 (924) 681-91-13

Факс: +7 (4162)77-15-01

E-mail: [tehkit@list.ru](mailto:tehkit@list.ru)

[Http://www.tehkit.ru](http://www.tehkit.ru)

ООО Спецтехника осуществляет прямые поставки оборудования и техники, произведенных на заводах в Китае. Мы предлагаем широкий спектр оборудования для дробления и сортировки – дробилки, мельницы, дробильно-сортировочные комплексы, оборудование производства строительных материалов – цемента, бетона, асфальтобетона, профнастила, труб и тд.

Основные направления деятельности компании:

- Прямые поставки дробильного оборудования из КНР, а также поставка запасных частей и комплектующих.
- Проведение шеф-монтажа и наладки дробильно-сортировочных комплексов и другого оборудования.
- Помощь в поиске заводов-производителей и поставщиков в Китае.
- Сопровождение Ваших сделок с КНР от формирования запроса до запуска производства.

С нами надёжно, качественно, спокойно!

## **СПК-Стык, ООО**



Россия, 654034, Кемеровская обл,  
г. Новокузнецк, ул. Защитная, 28, корп. 9

Телефон: +7 (3843) 99-14-26

Факс: +7 (3843) 99-10-27

E-mail: [info@spk-styk.ru](mailto:info@spk-styk.ru)

[Http://www.spk-styk.ru](http://www.spk-styk.ru)

Основной деятельностью ООО «СПК-Стык» является производство и поставка собственных запатентованных комплектов механических соединений под торговой маркой «Вулкан». Вся наша продукция Сертифицирована и имеет Разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение в подземных рудниках и угольных шахтах, в том числе опасных по газу и пыли.

ООО «СПК-Стык» является крупнейшим производителем механических соединений для стыковки конвейерных лент в России и за рубежом. В 2015 г. фирме ООО «СПК-СТЫК» исполняется 10 лет. Производственная база ООО «СПК-СТЫК» оснащена современным высокотехнологичным оборудованием для производства соединений «Вулкан», различных узлов, механизмов, инструмента и дополнительной оснастки. В состав производственной базы входят:

- производственный цех, оборудованный тремя автоматизированными линиями;
- инструментальный цех, оснащенный современными высокоточными станками и оборудованием;
- сварочное отделение;
- сборочный цех;
- инструментальный склад;
- теплые и холодные склады, оснащенные грузоподъемным оборудованием.

### **СТАРКО, ООО**



Россия, 620010, Екатеринбург, ЕКАД, 5 км, д. 6, лит. В, оф. 117

Телефон: +7 (343) 379-52-00; 272-0-343 (-344; -345; -346)

Факс: +7 (343) 272-0-346

E-mail: [ekat@starcorussia.ru](mailto:ekat@starcorussia.ru)

[Http://www.starcorussia.ru](http://www.starcorussia.ru)

Компания «СТАРКО» – производитель и надежный партнер по поставке шин, дисков, комплектных колес, сдвоенных колесных систем, камер, ступиц, осей и других комплектующих для производителей и пользователей горнодобывающей, дорожно-строительной, сельскохозяйственной и мототехники.

Мы поставляем только высококачественную продукцию ведущих мировых производителей – фирм STARCO, STARCO GS, BKT, KENDA, DEESTONE, NEXEN, FAD Assali и др. и в полном объеме поддерживаем гарантии, предоставляемые производителями.

ООО «СТАРКО»:

Филиалы в Москве, Санкт-Петербурге, Ростове-на-Дону, Челябинске и Екатеринбурге.

Тел. для бесплатных звонков из России 8 800 5005 375. [www.starcorussia.ru](http://www.starcorussia.ru)

### **Стройдормаш, АО**



Россия, 624600, Свердловская область,

г. Алапаевск, ул. Серова 1

Телефон: 8 800-550-03-18

E-mail: [sdm@sdm.ur.ru](mailto:sdm@sdm.ur.ru)

[Http://www.sdm-zavod.ru](http://www.sdm-zavod.ru)

АО «Стройдормаш» – ведущий российский производитель буровых машин и инструмента для таких отраслей, как геологоразведочные работы, строительство фундаментов, энергетическое строительство. Предприятие работает с 1941 года.

Буровые установки предназначены для геологоразведочного бурения:

- колонковым способом с промывкой (продувкой) твердосплавными или алмазными коронками;
- сплошным забоем шарошечными долотами с промывкой (продувкой) или пневмоударником;
- шнековое бурение под защитой обсадной трубы;
- ударно-канатным способом забивными стаканами, долотами и желонками;
- бурение с использованием пустотелых шнеков, пикобуров, лопастных долот;
- возможность одновременного принудительного крепления скважин обсадными трубами.

«Стройдормаш» оказывает полный цикл услуг: производство, работа по индивидуальным заказам, комплектация машин по желанию заказчика, доставка, пуско-наладочные работы, обучение специалистов заказчика, гарантия, запчасти, сервисное обслуживание.

### ТГМ-Групп, ООО

Россия, 614077, г. Пермь, ул. А. Гайдара, д. 8Б

Телефон: +7 (342) 207-75-32

Факс: +7 (342) 207-75-32

E-mail: [info@tgm-group.ru](mailto:info@tgm-group.ru)

[Http://tgm-group.ru](http://tgm-group.ru)



Компания «ТГМ-Групп» активно продвигает экономичные и безопасные методы производства и обслуживания оборудования, осуществляя поставку:

- Металлообрабатывающего и кузнечнопрессового оборудования;
- Специальных инструментов для безопасных и эффективных методов монтажа и демонтажа подшипников и деталей трансмиссионных механизмов при ремонте, обслуживании оборудования и производстве новых изделий;
- Специальных и общепромышленных редукторов российских и мировых производителей.

Продукция компании отличается высоким качеством и используются во всех отраслях промышленности, таких как машиностроительная, цветная и черная металлургии, железнодорожный транспорт, целлюлозно-бумажная, горнодобывающая, химическая, автомобильная и т.д.

## Термо Техно, ООО



Россия, 101000, г. Москва,  
Колпачный пер., 9а, стр. 1, этаж 2, офис 203  
Телефон: +7 (495) 540 4762  
Факс: +7 (495) 540 4762  
E-mail: [info@thermot techno.ru](mailto:info@thermot techno.ru)  
Http://[www.thermot techno.ru](http://www.thermot techno.ru)

«Термо Техно» с 2000 года в России и странах СНГ представляет интересы крупнейших мировых производителей аналитического и испытательного оборудования, оказывает технические и инжиниринговые услуги и научно-методическую поддержку.

«Термо Техно» разрабатывает и внедряет комплексные лабораторные решения и занимается инжинирингом автоматизации процессов аналитического контроля на предприятиях с учетом существующих технологических условий, параметров и стандартов ГОСТ.

Мы проводим оценку эффективности использования методов измерения и контроля на предприятии и экспертизу аналитических задач для разработки новых системных подходов к их решению.

## Транстехмаш-Восток Торговый дом, ООО



**ТРАНСТЕХМАШ**  
ВОСТОК

Россия, 620130, г. Екатеринбург,  
ул. Циолковского, 76 а, оф.4  
Телефон: +7 (343) 221-54-44, +7 (912) 24-00-911  
E-mail: [bargvf@mail.ru](mailto:bargvf@mail.ru)  
Http://[www.ttmv.ru](http://www.ttmv.ru)

ООО ТД «Транстехмаш-Восток» готов предложить следующие виды работ, товаров и услуг:

- лента конвейерная транспортерная;
- переносные вулканизаторы: для вулканизации конвейерной ленты;
- футеровка для барабана;
- компоненты конвейера : демпферные столы, амортизационные брусья, очистительные скребки, а так же усовершенствованная отбортовочная резина боковых ограждений;
- стыковка лент: методом холодной или горячей вулканизации, а так же механическим способом;

- ремонт лент: методом холодной или горячей вулканизации, а так же механическим способом;
- футеровка барабана: как на вашем предприятии, так и в нашем цеху.

### УралБурГео ПКФ, ООО



Россия, 454074, г. Челябинск,  
ул. Сормовская, д.30-А, офис 305  
Телефон: +7 (351) 277-75-95, +7 (351) 277-75-95  
E-mail: 2777595@mail.ru  
[Http://uralburgeo.ru/](http://uralburgeo.ru/)

Производственно-коммерческая фирма «УралБурГео» представляет на рынке Южного Урала собственное производство бурового инструмента, запасные части, расходные материалы и дополнительное оборудование для буровой отрасли. А также установки разведочного бурения.

Мы представляем собой многопрофильное предприятие, имеющее собственную материально-техническую и производственную базы с хорошими подъездными путями, крытыми складскими помещениями, что позволяет занимать устойчивое, стабильное положение, пользоваться доверием и уважением со стороны сотрудничающих с нами фирм, организаций и предприятий.

Основные принципы нашей работы:

- квалифицированное и качественное обслуживание клиентов;
- постоянное наличие продукции на складе;
- доступные цены, высокое качество;
- обработка нестандартных заказов, поставка под заказ;
- возможность отсрочки платежа;
- оперативная отгрузка продукции автомобильным, железнодорожным транспортом в любую точку России, а также в страны ближнего зарубежья;
- минимальные сроки поставки.

### УралТИСИЗ, ЗАО



Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Бажова, дом 79  
Телефон: +7 (343) 350-97-42  
Факс: +7 (343) 350-00-43  
E-mail: [uraltisiz@epn.ru](mailto:uraltisiz@epn.ru)  
[Http://www.uraltisiz.ru](http://www.uraltisiz.ru)

«УРАЛТИСИЗ» – одна из крупнейших специализированных изыскательских организаций России. В 2000 году аккредитована Госстроем России как Базовая территориальная изыскательская организация в области строительства, архитектуры и градостроительства на территории Свердловской области.

Основные направления деятельности – инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-экологические изыскания для строительства новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения действующих объектов любого назначения; гидрогеологические, геофизические и научно-тематические исследования в процессе изысканий и др.

«УРАЛТИСИЗ» имеет квалифицированный персонал, современную техническую базу. С 2000 года ЗАО «УРАЛТИСИЗ» входит в Реестр Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению «Лучшие фирмы и организации, работающие в области фундаментостроения» как одна из лучших организаций России по инженерным изысканиям.

Высокий потенциал и 55-летний опыт работы в области инженерных изысканий обеспечивают изыскательскую продукцию высокого качества.

### Уральская Горно-Техническая Компания, ООО



Россия, 620146, г. Екатеринбург

Телефон: +7 (912) 219-23-57

E-mail: [urgtk@mail.ru](mailto:urgtk@mail.ru)

[Http://www.urgtk.ru](http://www.urgtk.ru)

ООО «Уральская Горно-Техническая Компания» официальный дилер предприятий:

- ОАО «Красногвардейский крановый завод»,
- ЗАО «Скопинский завод горно-шахтного оборудования»,
- ООО «ЗВиОО Горэкс-Светотехника».

Предлагаем к поставке следующее оборудование:

грузоподъемное оборудования от 0,5 до 25 тонн: мостовые электрические и ручные краны, электрические краны-штабелеры, ручные червячные тали, тягово-монтажные механизмы, кошки.

- шахтные вентиляторы главного и местного проветривания шахт горнодобывающей промышленности, при этом вентиляторное оборудование изготавливается как центробежные (радиальные) типа ВЦ-25М, ВЦ-15, ВЦП-16, а также ВЦГ 15, ВЦГ 9М, ВЦГ 7А и т.п., так и осевые машины типа ВОД-21М, ВОД 16П, ВО 16, ВМЭ-12А, ВМЭ-10А, ВМЭ-8, ВМЭ-6, ВМЭ-5.
- конвейеры шахтные серий Скопа 30, Скопа 34, КСУ274, СП202МС (СП26У, СП251), СП202МС-56 (СП250), 2СП70М, Перегрузатели скребковые ПСПС 308 (ПСП 308), ПТКЗУ, комплекты сборочных еди-

ниц и деталей конвейеров ОКП70, Дробилки шахтные, Пневмонагнетатели, Цепи пластинчатые и роликовые, Унифицированные редукторы повышенной надежности с дозаплюсным зацеплением Новикова; Крепи механизированные, Ленточные конвейеры, Реечные ставы.

- общепромышленные аккумуляторные светильники ФЖА; взрывозащищенные аккумуляторные светильники: НГР, СГД, СГВ, СПВ, СГГ, СМГВ, СМР; зарядные устройства и батареи к аккумуляторным светильникам; шахтные стационарные светильники: ЛСР, СШС, СЗВ, ФРЭ взрывозащищенная шахтная автоматика и трансформаторы: ВРН, ВАРП, ПРН, РУ-127, РУ-380, АЗУР, АОШ, ТСШ, АПТВ, АУЗМ, АС-ЗСМ, КОРД, ВКТ, СМЦ; гидромурфы конвейерные предохранительные ГПВ, ГПВ-400У; взрывозащищенные кабельные коробки и тройниковые муфты: КР, КРХ, КРВ, ТШМ-60, ТМ-60, КРВ-6, МТ-1, СЯ, КСА, КРН, КПК, КП; автоматика к конвейерному оборудованию: КСЛ-3М, ВКТ, АУК-М; светодиодные уличные и взрывозащищенные светильники и прожекторы серии: КВАНТ.

### Уральский государственный горный университет



Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Телефон: +7 (343) 257-54-15

Факс: +7 (343) 257-66-29

E-mail: science@ursmu.ru

Http://www.ursmu.ru

Уральский государственный горный университет – первое высшее учебное заведение Урала. Учрежден 3(16) июля 1914 г. Императором Николаем II. В структуре университета 5 очных факультетов: горно-технологический, горно-механический, инженерно-экономический, факультет геологии и геофизики и факультет гражданской защиты, функционируют факультет заочного обучения, институт дополнительного профессионального образования, институт сокращенной подготовки и факультет среднего и начального профессионального образования.

Университет выполняет научные исследования по направлениям:

- технологии поиска, разведки и разработки недр;
- проектирование горных предприятий;
- разработка горных машин и оборудования;
- технологии переработки и обогащения полезных ископаемых;
- автоматизация производственных процессов горных предприятий;
- природоохранные и ресурсосберегающие технологии;
- безопасность горных работ;
- переработка и утилизация техногенных образований и отходов.

## ФАЛАР Машиностроительный завод, ООО



Россия, 650052, г. Кемерово, ул. Metallistov, 1A  
Телефон: +7(3842) 62-41-03, 62-41-36, 62-40-87  
Факс: +7 (3842) 62-44-48, 62-34-55  
E-mail: op@zavod-falar.ru, info@zavod-falar.ru  
Http://zavod-falar.ru

- Производство и ремонт оборудования и запчастей:
- грохота инерционные (типа ГИСЛ, ГИСТ),
- грохота шнековые (типа ГШ),
- грохота валковые дисковые (типа ГВД),
- элеваторы (типа ЭО, ЭНТ),
- питатели качающиеся (типа ПК).

## ХОЛДИНГ ДСП, ООО



Czech Republic / Россия, 101000,  
г. Москва, Архангельский пер., д. 9, стр.1, офис 6  
Телефон: +7 (499) 251-53-14  
Факс: +7 (499) 251-53-14  
E-mail: dspprerov@mail.ru  
Http://www.dspprerov.cz

ООО «ХОЛДИНГ ДСП» является 100%-ой дочерней компанией чешской DSP PĚrov, s.r.o.

Хорошо известна на российском рынке горнодобывающего оборудования, где себя зарекомендовала как надёжный поставщик высококачественной дробильно-сортировочной техники (дробилки, грохоты, питатели, гравиемойки, ковшовые дегидраторы, мобильные установки) чешского производства, а также как разработчик и поставщик технологических узлов и линий полного цикла по техническому заданию заказчика для переработки как рудных, так и нерудных материалов.

## Энергомаш, ООО



Россия, 454071, г. Челябинск,  
ул. Салютная, 21, оф. 30

Телефон: +7 (351) 245-04-09  
Факс: +7 (351) 245-04-09  
E-mail: [Energomash74@inbox.ru](mailto:Energomash74@inbox.ru)  
[Http://energomash74.ru](http://energomash74.ru)

Компания ООО «Энергомаш» занимается комплексным снабжением предприятий и организаций промышленным оборудованием. Обращаясь в ООО «Энергомаш», Вы можете не сомневаться в том, что благодаря профессиональному подходу наших сотрудников, у Вас есть возможность концентрировать свое внимание непосредственно на производстве и бизнесе.

Предлагаем к поставке следующую продукцию:

- Горно-обогатительное оборудование (Запасные части к мельницам, дробилкам);
- Грузоподъемная техника и механизмы (Кран-балки, тельферы, подъемники);
- Насосное оборудование (Песковые, шламовые, грунтовые, химические насосы);
- Гидроциклоны, футеровка и насадки для гидроциклонов из карбида кремния;
- Литье, изготовление, металлообработка.

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**Buildernet.ru,**  
**информационный портал о спецтехнике**



Россия, 141431, Московская область,  
г. Химки, ул. Комсомольская, д. 16  
Телефон: +7 (926) 601-71-90  
E-mail: [info@buildernet.ru](mailto:info@buildernet.ru)  
<http://buildernet.ru/>

Информационный интернет-портал Buildernet.ru станет вашим экспертом и помощником в мире дорожно-строительной техники. На страницах нашего ресурса вы сможете найти данные о разных типах машин, включая гусеничные и колесные экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, тракторы, самосвалы, катки, асфальтоукладчики, фрезы, бетононасосы, прицепы и т.д.

Всем хорошо известно, что без строительной техники не обходится ни одна серьезная стройка. Однако сориентироваться на рынке всевозможных предложений по спецтехнике не так-то просто. Поэтому одна из

наших главных задач – предоставить читателям самую полную и достоверную информацию о выпускаемой у нас в стране и в мире строительной технике.

Помимо этого, на нашем сайте всегда доступна актуальная информация по услугам аренды, лизинга, кредитования, страхования, сертификации и сервиса строительной техники. Большое внимание мы уделили собственной базе производителей, которая на сегодняшний момент одна из самых полных в интернет.

### **MATRIX Промышленная информационная система**



Россия, 660093, г. Красноярск,  
ул. Вавилова, 1, стр. 10, офис 3-10  
Телефон: +7 (391) 250-92-11  
E-mail: [terra-media@mail.ru](mailto:terra-media@mail.ru)  
<http://www.is-matrix.ru>

Промышленная информационная система MATRIX – это программа и портал [www.is-matrix.ru](http://www.is-matrix.ru).

Промышленные ресурсы содержат: информацию о предприятиях, товарах, услугах и ценах, справочник снабженца, тендеры, выставки, новинки производства.

### **MORETRUCK Информационный портал о спецтехнике и коммерческом транспорте**



E-mail: [support@moretruck.ru](mailto:support@moretruck.ru)  
[Http://moretruck.ru](http://moretruck.ru)

- видео обзоры спецтехники
- новости спецтехники
- каталог поставщиков и производителей
- доска объявлений

### **Rational Enterprise Management**



Россия, 196084, г. Санкт-Петербург,  
ул. Парковая, д. 4а, офис 300А

Телефон: +7 (812) 380-9686, 378-6309

<http://www.remmag.ru>

Генеральный директор/главный редактор: Васильев Владимир Михайлович.

Rational Enterprise Management / Рациональное Управление Предприятием – информационно-аналитический журнал для руководителей и IT-специалистов промышленных предприятий, научных и проектных организаций.

Основное содержание журнала концентрируется вокруг вопросов построения единого информационного пространства предприятия на базе автоматизации планирования и управления ресурсами, автоматизации проектирования и автоматизации производства и технологических процессов.

### TruckMix.ru



Россия, 192007, г. Санкт-Петербург, ул. Расстанная, д. 2, к.2

Телефон: +7 (812)7025615

Факс: +7 (812)7025615

E-mail: [pr@mgmedia.ru](mailto:pr@mgmedia.ru)

<http://truckmix.ru/>

TruckMix.ru – отраслевой портал строительной, коммунальной, сельскохозяйственной, лесозаготовительной и горной техники, железнодорожного и грузового транспорта.

Портал помогает наладить взаимодействие между участниками рынка, расширить клиентскую базу, предоставляет возможность всегда быть в курсе событий, акций и новостей отрасли.

### Автосила. Спецтехника Сибири, журнал



Россия, 660135, г. Красноярск, ул. Молокова, 27-109

Телефон: +7 (391) 2-777-427, 2-777-425, 2-777-426, 2-93-02-81

Факс: +7 (391) 2-777-427, 2-777-425, 2-777-426, 2-93-02-81

E-mail: [ra@idv-online.ru](mailto:ra@idv-online.ru)

<http://www.autosila24.ru>

Тираж – 25000 экз.

Периодичность – 1 раз в месяц

Объем – 56 страниц

Формат – А4

«Автосила. Спецтехника Сибири» – это первый журнал о спецтехнике в Красноярске. За семь лет работы мы постарались добиться максимально удобного формата: небольшие яркие статьи о новинках спецтехники и запчастях, обзоры ассортимента ведущих производителей и интервью с топ-персонами рынка.

Каждый месяц свежий выпуск попадает на стол руководителей и собственников бизнеса, главных механиков, инженеров, маркетологов, менеджеров по комплектации, производителей и дилеров. Продуманная система распространения сделала журнал универсальной площадкой, где те, кто продает технику, встречаются с теми, кто хочет ее купить.

### Вебпрораб ООО



Украина, г. Харьков,  
ул. Клочковская 111а, оф. 905, 61145  
Телефон: +380 57 701 48 65  
E-mail: expo@webprorab.com  
<http://www.webprorab.com>

WebProrab.com-система продвижения строительных товаров и услуг.

WebProrab.com является конструктором строительных сайтов и позволяет за несколько минут бесплатно создать полноценный промо-сайт или интернет-магазин, которые обеспечат постоянным притоком заказчиков через интернет.

### Вестснаб, журнал

**ВЕСТСНАБ**

Россия, 660135, г. Красноярск, ул. Молокова, 27-109  
Телефон: +7 (391) 2-777-427, 2-777-425, 2-777-426, 2-93-02-81  
Факс: +7 (391) 2-777-427, 2-777-425, 2-777-426, 2-93-02-81  
E-mail: ra@idv-online.ru  
<http://www.vestsnab24.ru>

Тираж – 15000 экз.

Периодичность – 2 раза в месяц

Объем – 96-120 страниц

Формат – А4

«Вестснаб» был первым журналом, завоевавшим настолько обширную

аудиторию в промышленной среде. Мы пишем о технологиях и оборудовании, интересных технических решениях и событиях в промышленной сфере.

За 11 лет нашими читателями стали тысячи специалистов по всему Красноярскому краю и за его пределами. Каждые две недели свежий выпуск получают собственники бизнеса, руководители, главные инженеры, технологи, маркетологи, менеджеры по комплектации, производители, дистрибьюторы и представители власти.

### **Глобус: геология и бизнес, информационный журнал**



660067, Россия, г. Красноярск, а/я 4723

Телефон: +7(391) 274-53-79

E-mail: [globus-j@mail.ru](mailto:globus-j@mail.ru)

<http://www.vnedra.ru>

Территория распространения – Россия, Казахстан, Узбекистан.

Распространяется в пакете прямой курьерской доставкой, свободной выкладкой и по подписке.

ТИРАЖ: 9000.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ: 1 раз в 2,5 месяц – 5 номеров в год

Концепция журнала «Глобус» объединяет два понятия – «деловой» и «специализированный». Главное преимущество такого подхода – актуальность всех материалов в журнале для управляющего звена в сфере недропользования.

Так любому руководителю удобно знакомиться с тенденциями рынка.

Важная техническая особенность журнала – 3D-фотопроекты. В каждом номере размещается подборка фотоматериалов с места событий. Фотосъемку проводят фотографы издания, которые выезжают на предприятия, расположенные в любой точке России и СНГ. Для просмотра фотоизображений в каждый номер журнала вкладываются специальные 3D-очки.

3D-фотопроекты выделяют журнал из массы СМИ на различных мероприятиях, привлекают внимание к изданию и помогают завоевывать своего читателя. Такие фоторепортажи с места событий наглядно демонстрируют, насколько плотно журнал сотрудничает с добывающими компаниями.

### **Горная Промышленность, журнал**



Россия, 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д.6, стр.7, комн. 769

Телефон: + (499) 2300771, 2302770

Факс: +7 (499) 2300771

E-mail: [gornprom@msmu.ru](mailto:gornprom@msmu.ru)

<http://www.mining-media.ru>

«Горная Промышленность» – специализированный научно-технический и производственный журнал о достижениях и технологиях в горном деле, горной технике и обогащении оборудования, современных компьютерных системах, научных разработках, состоянии рынка минерально-сырьевых ресурсов, опыте инвестиций в горную промышленность в странах СНГ и за рубежом.

Издается с 1994 года. Тираж – до 10000 экземпляров. Периодичность – 6 выпусков в год.

Журнал является постоянным участником и информационным спонсором крупнейших международных и региональных специализированных горных, геологических, строительно-дорожных и других выставок.

Читательский круг журнала представляют горнодобывающие предприятия, машиностроительные заводы, научно-исследовательские центры и отраслевые институты.

Входит в список ВАК. Мобильное приложение доступно в App Store и Play Market.

### **ГОРНОЕ-ДЕЛО, информационно-аналитический портал**



Телефон: +7 (916) 492 10 30

e-mail: [info@gornoe-delo.ru](mailto:info@gornoe-delo.ru)

<http://www.Gornoe-Delo.ru>

Информационно аналитический портал «Горное Дело» представляет наряду с публикациями, посвященным основным тенденциям развития горного дела в нашей стране и за рубежом, представлены материалы от производителей горной техники, аналитические обзоры, статьи по опыту ведения горных работ и большой новостной раздел.

На страницах электронного журнала «Горное Дело» Вы найдете самую актуальную информацию, касающуюся инновационных технологий и современной техники для открытых, подземных горных работ, обогащения и переработки полезных ископаемых.

### **Два Кей ТОО**

Республика Казахстан, 0500060,

Алматы, ул. Тлендиева 258 В



Телефон: +7 727 303-43-26

Факс: +7 727 303-43-26

E-mail: [info@infonedra.kz](mailto:info@infonedra.kz)

[Http://www.infonedra.kz](http://www.infonedra.kz)

Интернет-ресурс [www.infonedra.kz](http://www.infonedra.kz) поддерживаемый ТОО «Два Кей» размещает информационные сообщения, последние республиканские и мировые новости, коммерческие предложения от компаний и фирм специализирующихся в недропользовании по минералогическим, геологическим и геохимическим исследованиям. Кроме того представляет информацию о горнодобывающей, горно-металлургической промышленности и сопутствующих отраслей. В разделе «биржевая информация» посетители всегда могут просмотреть последние ценовые тенденции представленные с Лондонской биржи по золоту, платине, серебру; узнать официальный курс валют установленный Национальным банком РК; в новостном фрейме прочитать аналитические статьи и отчеты мировых информационных агентств.

Целевая аудитория – это топ-менеджеры, менеджеры, маркетологи, специалисты и пользователи Интернета проявляющие бизнес-заинтересованность к недропользованию и продукции горнодобывающих отраслей. Вся информация находится в свободном доступе.

### Добывающая промышленность, журнал



Россия, 660068, г. Красноярск,

ул. Мичурина, д.3В, офис 405

Телефон: +7 (391) 237-15-37

Факс: +7 (391) 237-15-37

E-mail: [info@pgmedia.ru](mailto:info@pgmedia.ru)

<http://www.epps.ru>

Журнал о технике и технологиях для добычи ископаемых ресурсов Сибири.

Аудитория: руководители, специалисты отделов снабжения и маркетинга предприятий, занятых в угледобывающей и нефтегазовой промышленности, металлургии и добыче полезных ископаемых; представители власти.

Основная территория охвата: Кемеровская область, Красноярский край. Дополнительно – точечная доставка по отраслевым предприятиям Сибирского федерального округа.

Распространение:

- именная курьерская и почтовая доставка;
- доставка в отраслевые союзы, профессиональные ассоциации;

- распространение на отраслевых выставках региона;
- распространение электронной версии журнала.

Формат — А4

Тираж — 12 000 экз.

Периодичность: 4 раза в год (февраль, май, август, октябрь).

### Журнал «Инженерная защита» ООО



Россия, 190121, Санкт-Петербург,

Лермонтовский пр., д. 1/44 лит. «Б»

Телефон: +7 (812) 714-30-19, +7-921-892-16-20

Факс: +7 (812) 714-30-20

E-mail: sale.iz@ya.ru

<http://www.инженернаязащита.рф>

Межотраслевой научно-практический журнал «Инженерная защита» освещает самые актуальные вопросы современного строительства, такие как защита зданий и сооружений от угроз природного и техногенного характера, вопросы рационального использования природных ресурсов.

В издании наглядно представлены российский и зарубежный опыт применения лучших технологических решений в сферах промышленного и дорожного строительства, экологии и энергетических комплексов.

### Издательский дом «Вестник промышленности» ООО



Россия, 127106, г. Москва,

Гостиничный проезд, д. 8, корп. 1

Телефон: +7 (495) 645-56-91

E-mail: info@vestnik.su

<http://www.vestnikprom.ru> / [www.365-tv.ru](http://www.365-tv.ru)

Издательский дом «Вестник промышленности» издает специализированные информационно-аналитические журналы «Вестник промышленности, бизнеса и финансов» – издание по ключевым отраслям отечественной индустрии, инновациям, услугам для бизнеса и финансовой аналитике и «Межрегиональная промышленность и торговля» – издание, посвященное промышленному и торговому сотрудничеству регионов России с Казахстаном, Беларусью, странами СНГ и Дальнего зарубежья.

## Издательский дом «Предприниматель» ООО



Россия, 620026, г. Екатеринбург,  
ул. Большакова, 25, оф. 6  
Телефон: +7 (343) 286-63-19  
Факс: +7 (343) 286-63-19  
E-mail: [info@idpr.ru](mailto:info@idpr.ru)  
<http://idpr.ru>

Журнал «Урал Трак» для тех, кто эксплуатирует большегрузную технику.  
Получатели журнала: компании, имеющие в своем парке более 10 единиц техники.

Читательская аудитория: главные инженеры предприятий, главные механики, начальники транспортных цехов.

Распространение журнала: адресная рассылка, на профильных выставках, сеть стоек.

В журнале публикуется информация по ремонту и обслуживанию техники, новинки ремонтного и диагностического оборудования и автохимии.

## Издательский дом «Реклама» ЗАО



Россия, 630079, г. Новосибирск, ул. Станиславского, 29  
Телефон: + 7 (383) 35-99-555  
Факс: + 7 (383) 35-99-222  
E-mail: [info@biznes-portal.com](mailto:info@biznes-portal.com)  
<http://www.biznes-portal.com>

Мы продаем не рекламу, мы продаем решение Ваших проблем: как увеличить продажи, как сделать хорошую имиджевую рекламу.

Информационно-поисковая система [www.biznes-portal.com](http://www.biznes-portal.com) – это единая база данных товаров и услуг, созданная помочь Вам и Вашему бизнесу. Наши специалисты, с учетом всех ваших пожеланий, проведут рекламную кампанию, наиболее полно характеризующую ваш ресурс и представленные на нем товары и услуги.

Вы можете зарегистрировать свою компанию на Бизнес-Портале прямо сейчас! После регистрации вы сможете опубликовать самую полную информацию о вашей компании.

## Издательский Дом «СТ-Принт» ООО



Россия, 153035, г. Иваново, ул. 1-я Полевая, д. 33, офис 10  
Телефон: +7 (4932) 290-464  
Факс: +7 (4932) 290-464  
E-mail: 37@cadminfo.ru  
<http://www.cadminfo.ru/>

«Кто есть кто на рынке спецтехники» – уникальный полноцветный каталог строительно-дорожной, коммунальной и специальной техники. В нем представлены данные практически о всех видах техники, выпускаемой ведущими заводами производителями России, Ближнего, Дальнего зарубежья.

Сегодня «Кто есть кто на рынке спецтехники» – это иллюстрированное издание, объемом 400 страниц, формат – А4. Выходит в свет один раз в год тиражом 10000 экземпляров.

Рубрики каталога:

1. Землеройная техника
2. Дорожная техника
3. Грузоподъемная техника
4. Коммерческий транспорт
5. Коммунальная техника
6. Спецтехника
7. Агрегаты и комплектующие

## Издательство «Инженер и промышленник» ООО



109382, Россия, Москва,  
ул. Мариупольская, д. 6, оф. 30.  
Телефон/факс: +7 (499) 390-91-05  
E-mail: [eng-ind@mail.ru](mailto:eng-ind@mail.ru)  
<http://www.инжипром.рф/>

Журнал «Инженер и промышленник сегодня» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Учредитель: Рябов С.В., член-корреспондент Международной академии интеграции науки и бизнеса.

Цель издания – пропаганда достижений отечественной науки и промышленности, высоких технологий, содействие их использованию в реальном секторе экономики Российской Федерации, распространение профессиональных знаний; информационное обеспечение деловой ак-

тивности и престижа быстроразвивающихся отечественных высокотехнологических компаний, директорского корпуса, ученых, крупнейших промышленников РФ; информирование о конкурентоспособной наукоемкой продукции и услугах отечественных предприятий для их продвижения на рынки России и других стран.

Журнал распространяется на международных и российских форумах, выставках, симпозиумах.

Издание ориентировано на руководителей и специалистов федеральных и региональных органов власти, министерств и ведомств, торгово-промышленных палат, финансово-инвестиционных компаний, научных организаций, инженеров, промышленников и предпринимателей России.

### **Институт промышленной информации ООО журналы «Индустрия» и «ГПП»**



Россия, 192007, г. Санкт-Петербург, Набережная Обводного канала, 64, корпус 2, Технопарк «Обводный 64», помещение 55  
Телефон: +7 (812) 244-95-65,  
Факс: +7 (812) 244-95-75  
E-mail: [info@industri.ru](mailto:info@industri.ru)  
<http://www.industri.ru>

«Институт Промышленной Информации» – издатель специализированных изданий, бесплатно распространяемых на промышленных выставках России и Казахстана.

«ИНДУСТРИЯ» – межотраслевой информационно-аналитический журнал. 5 номеров в год. В каждом номере: перспективные технологии и оборудование, авторские публикации специалистов различных отраслей промышленности.

«Гидравлика-Пневматика-Приводы» (HPD) – специализированный информационно-технический журнал. 3 номера в год. Издание освещает особенности рынка гидравлики, пневматики и приводной техники, поднимает вопросы выбора и эксплуатации оборудования.

### **Казахстанский горнопромышленный портал MINING.KZ**



Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, Бульвар Бухар Жырау, 33, БЦ «Женис», 7 этаж, оф. 49  
Телефон: +7 727 395 30 95

Факс: +7 727 395 30 41

E-mail: [office@mining.kz](mailto:office@mining.kz), [kgpp@list.ru](mailto:kgpp@list.ru)

<http://www.mining.kz>

Казахстанский горнопромышленный портал – это специализированный Internet-ресурс в Центрально-Азиатском регионе, посвященный горной промышленности.

Ежедневные новости горной промышленности Центрально-Азиатского региона и Мира, поиск специализированных геологоразведочных, строительных и проектных организаций, контакты с недропользователями, инвесторами и поставщиками оборудования, обмен передовым опытом и технологиями, анализ тенденций развития горнодобывающей отрасли – это [www.mining.kz](http://www.mining.kz)

### **Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, журнал**



Информационно-издательский центр по геологии  
и недропользованию ООО «Геоинформмарк»

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации  
Федеральное агентство по недропользованию

Россия, 119049 Москва, Ленинский проспект, 6, стр. 7, а/я 36,  
ООО «Геоинформмарк»

Телефон: +7 (499) 230-25-61, 230-24-11

E-mail: [info@geoinform.ru](mailto:info@geoinform.ru)

<http://www.geoinform.ru>

- Издается с 1991 г. | 6 выпусков в год | «Роспечать» – 73252
- Все о минерально-сырьевой базе и недропользовании в России.
- Публикуются материалы по всем видам полезных ископаемых: нефть, газ, уголь, черные, цветные, драгоценные, редкие металлы, агрохимическое и горно-химическое сырье и др.
- Основные разделы журнала: состояние, перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы (геологоразведка и сырьевая база); экономическая политика и управление минерально-сырьевым комплексом; правовое обеспечение недропользования; компании и проекты; рынок минерального сырья; зарубежный опыт и международное сотрудничество.

## Недропользование в России, бюллетень



Информационно-издательский центр по геологии  
и недропользованию ООО «Геоинформмарк»

Бюллетень является официальным изданием Федерального агентства  
по недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации.

Россия, 119049 Москва, Ленинский проспект, 6, стр. 7, а/я 36,  
ООО «Геоинформмарк»

Телефон: +7 (499) 230-25-61, 236-70-69

E-mail: [info@geoinform.ru](mailto:info@geoinform.ru)

<http://www.geoinform.ru>

Издается с 1992 г. | 24 выпуска в год | «Роспечать» – 36158

В Бюллетене публикуются:

- объявления о конкурсах и аукционах на право пользования недрами с целью геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых (углеводороды, твердые полезные ископаемые) по субъектам РФ;
- итоги прошедших конкурсов и аукционов на право пользования недрами с указанием участников, победителей и размера стартового платежа предложенного победителем;
- информация: практика лицензирования пользования недрами (сведения о выдаче и переоформлении лицензий); перечни участков недр, предоставляемых в пользование как в результате конкурсов и аукционов, так и на геологическое изучение за счет собственных средств недропользователя без проведения конкурсов и аукционов.

## Промышленный вестник, журнал



Россия, 191040, Санкт-Петербург,

Лиговский пр., д. 56, литера «Е»

Телефон: +7 (812) 499-77-09, 712-15-43

E-mail: [info@promvest.spb.ru](mailto:info@promvest.spb.ru)

<http://www.promvest.spb.ru>

«Промышленный вестник» – ежемесячный деловой информационно-рекламный журнал о промышленном секторе экономики.

Публикует обзорные и аналитические статьи, интервью руководителей, маркетинговые исследования, проблемные материалы в следующих об-

ластях: машиностроение, металлообработка, литейное дело, сварка, приборостроение, станки, энергетика, электротехника, экология, строительство, теххимия, защита от коррозии, химия, рти и др.

### Промышленный вестник



109428, г. Москва,  
Рязанский проспект, д.10, стр.2, помещение VI – комната 10 ©  
Телефон: +7 (495) 565-33-62  
E-mail: [info@promvest.info](mailto:info@promvest.info)  
<http://promvest.info>

«Промышленный вестник» – это печатное издание и интернет-портал ПВ.рф с более чем десятилетней историей. Сейчас журнал издаётся как в печатном, так и в электронном формате на iPad, Android устройствах. Распространяется на выставках и в торговых и бизнес-центрах.

Портал [www.ПВ.рф](http://www.ПВ.рф) посещают более 200 000 профессионалов промышленности, директоров предприятий, бизнесменов и инвесторов.

Основные рубрики журнала:

- Отраслевые новости, обзоры и интервью первых лиц.
- Инвестиционный потенциал российских регионов.
- Международное экономическое сотрудничество.
- Тенденции мировой индустрии.

Портал ПВ.рф является новостным партнером Яндекс.Новости и ежедневно публикуем свежую информацию обо всех отраслях промышленности и строительства. А также все наиболее важное в экономике, бизнесе и финансах для деловых людей: анализ, сводки и комментарии экспертов, обзоры последних достижений, отраслевые каталоги продукции, товаров и услуг, инвестиционный потенциал российских регионов.

### Рациональное освоение недр Научно-технический и методический журнал



Россия, 127287, г. Москва,  
Петровско-Разумовский пр-д, д. 24, корп. 19, 203  
Телефон: +7 (495) 950-31-60  
E-mail: [mail@roninfo.ru](mailto:mail@roninfo.ru)  
<http://www.roninfo.ru>

Журнал охватывает широкий спектр вопросов недропользования, в том

числе правового и нормативно-методического обеспечения, экономической стратегии и инновационного развития российского горнопромышленного комплекса.

В специальной рубрике «Вести ЦКР» публикуются эксклюзивные материалы о работе ЦКР по рассмотрению и согласованию проектной документации на разработку месторождений, комментарии и рекомендации членов ЦКР и ведущих специалистов отдела методологии оценки горных проектов ВИМСа. Также освещаются вопросы рациональной и комплексной разработки месторождений, глубокой переработки минерального сырья, создания и внедрения инновационных геотехнологий и оборудования, промышленной безопасности, экологические аспекты недропользования, аналитические материалы по минерально-сырьевым базам и рынкам сырья, информация о значимых событиях в отрасли.

### Редакция журнала «Уголь» ООО



Россия, 119049, Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 3, оф. Г-136

Телефон: +7 (499) 230-25-50

Факс: +7 (499) 230-25-50

E-mail: [ugol1925@mail.ru](mailto:ugol1925@mail.ru)

<http://www.ugolinfo.ru>

Ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал.

Издается с 1925 г. Основное издание угольной промышленности России. Освещает производственные и социальные вопросы угольной отрасли, работу компаний и предприятий. Печатает экономическую и прогнозную информацию, новости горной техники и технологии добычи, переработки и использования угля, материалы по экологии, технике безопасности и охране труда, обзоры горных выставок и конгрессов, официальные документы, страницы истории горного дела.

Объем – 80–88 стр. (А4). Тираж 6100 экз.

### Рециклинг отходов, журнал



Россия, 196105, г. Санкт-Петербург,

Витебский пр-т, 11, Лит. С

Телефон: +7 (812) 339-4464

Факс: +7 (812) 339-4462

E-mail: [recycling@wasterecycling.ru](mailto:recycling@wasterecycling.ru)

<http://www.wasterecycling.ru>

«Рециклинг отходов» – отраслевое информационно–аналитическое издание в области обращения с отходами производства и потребления, охраны природы, экологии. Издаётся 10-й год.

В журнале освещается тематика сбора, транспортировки, утилизации, переработки, рециклинга, обезвреживания, обеззараживания, уничтожения, захоронения твердых коммунальных, биологических, медицинских отходов, других отходов производства и потребления и анализируется российский и зарубежный опыт, законодательство.

Распространение – по подписке в России, на отраслевых российских мероприятиях.

Тираж 500 экз., формат А4, полноцветная печать, 36 полос.

### Сибирское металоснабжение, журнал



Россия, 660135, г. Красноярск, ул. Молокова, 27-109

Телефон: +7 (391) 2-777-427, 2-777-425, 2-777-426, 2-93-02-81

Факс: +7 (391) 2-777-427, 2-777-425, 2-777-426, 2-93-02-81

E-mail: [ra@idv-online.ru](mailto:ra@idv-online.ru)

<http://www.sibmet24.ru>

Тираж – 10 000 экз.

Периодичность – 1 раз в месяц

Объем – 56 страниц

Формат – А4

Журнал «Сибирское металоснабжение» – это единственное издание, посвященное рынку металлопроката в Сибири. Он создавался как справочник для строительных компаний, но оказался очень интересным для всех предприятий, работа которых связана с продукцией металлургической отрасли.

Журнал выполнен как ежемесячный справочник с удобными полями для записи, и этот формат высоко оценила постоянная аудитория издания: собственники бизнеса, инженеры, маркетологи, менеджеры по комплектации, производители, трейдеры, административные органы и топ-менеджеры предприятий.

### Экология и промышленность России, журнал



Россия, 119034, Москва, а/я 48, ЗАО «Калвис»

Тел.: (495) 913-22-16

Факс: (495) 913-22-16

E-mail: [ecip1996@yandex.ru](mailto:ecip1996@yandex.ru)

<http://www.kalvis.ru>

Журнал «ЭКиП», издающийся с 1996 г., это, по сути справочник, необходимый Вам при практическом решении актуальных экологических проблем: переработка промышленных и бытовых отходов; очистка питьевой и сточных вод, масел; утилизация осадков очистных сооружений; мониторинг окружающей среды; снижение токсичности отработавших газов автомобилей; очистка промышленных газов; ликвидация последствий аварий (утечки ядовитых веществ, газов); дезактивация радиоактивных отходов; методика экологического образования; рекультивация земель; приборы контроля и диагностики.

Учредители: РАН, МИСиС, ЗАО «Калвис».

Информационная поддержка: Федеральное агентство по науке и инновациям, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Федеральное агентство по атомной энергии

## Экологический вестник России, журнал



Россия, 127521, г. Москва, Старомарьинское шоссе, д.22 оф.28

Телефон: +7 (495) 618 29 83

E-mail: [ecovest@ecovestnik.ru](mailto:ecovest@ecovestnik.ru)

[Http://www.ecovestnik.ru](http://www.ecovestnik.ru)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК РОССИИ. Научно-практический журнал. НДТ и оборудование, энерго- и экобезопасность в нефтегазохимическом комплексах, обращение с отходами, водо- и теплообеспечение, ЖКХ, альтернативная энергетика, экологические нормы и правила, экомониторинг, экоманеджмент.

Основные разделы: «Нефть. Газ. Химия: ООС», «Обращение с отходами», «Водообеспечение. Тепло. ЖКХ», «Законы. Нормы. Правила», «Экотехнологии и оборудование», «Инновационный опыт компаний», «Образование. Повышение квалификации».

## МЕРОПРИЯТИЯ ФОРУМА-2015:

### Программы. Тезисы докладов

#### КРУГЛЫЙ СТОЛ

#### «Современные металлургические технологии переработки комплексных руд и техногенных образований»

Организатор: ФБГУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук

Руководитель секции: академик Смирнов Л.А. – ОАО «УИМ», ИМЕТ УрО РАН

3 декабря 2015 г., 14:00-17:00, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»

#### ПРОГРАММА

1. **Вступительное слово** Руководителя Круглого стола – академика **Смирнова Леонида Андреевича**
2. *Дмитриев Андрей Николаевич. Перспективные разработки в области переработки титаносодержащего сырья Урала* (ФБГУН ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, andrey.dmitriev@mail.ru)
3. *Норст Линн. Использование вращающихся трубчатых печей в горно-обогатительной промышленности – металлургии – переработке вторичного сырья* (Linn High Therm GmbH, г. Ешенфельден, Германия)
4. *Романова Ольга Александровна. Методологический подход к оценке эффективности переработки техногенных месторождений* (ФБГУН ИЭ УрО РАН, г. Екатеринбург, econ@uran.ru)
5. *Тануртов Игорь Николаевич. О новых подходах к утилизации техногенных отходов уральского региона* (ФБГУН ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, intan38@live.ru)
6. *Газалева Галина Ивановна. Разработка технологии производства железного концентрата из конвертерного шлака ОАО «Святогор»* (ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, gazaleeva\_gi@umbr.ru)
7. *Михеенков Михаил Аркадьевич. Определение условий стабилизации рафинировочных сталеплавильных шлаков и формирования в них вязущих свойств* (ФБГУН ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, silast@mail.ru)
8. *Шадрунова Ирина Владимировна. Использование центробежно-ударной дезинтеграции в технологии переработки ванадиевого шлака* (Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г. Москва, shadrunova@mail.ru)
9. *Царев Николай Сергеевич. Обработка техногенных железосодержащих осадков прудов-отстойников заводов и комбинатов черной металлургии* (ФГБОУ ВПО УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, nstzar@mail.ru)
10. *Третьякова Елена Евгеньевна. Оборудование SPECTRO Analytical Instruments для задач переработки и утилизации техногенных образований* (SPECTRO Technical Services, Представительство в Екатеринбург-

ге, ETreyakova@spectro-ts.com)

11. *Пономаренко Александр Анатольевич. Влияние водных растворов полимерных связующих ООО «Полипласт» на формирование и свойства железорудного агломерата* (ООО «Полипласт-УралСиб», г. Первоуральск, Свердловская область, mmm@ppus.org)
12. *Яценко Сергей Павлович. Гидрохимические методы переработки шлама глиноземного производства* (Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, nmbarbin@mail.ru)
13. *Борисков Федор Федорович. Разработка энергосберегающих автогенных процессов выщелачивания сырья* (ФГБУН ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург, direct@igduran.ru)
14. *Мысик Виктор Федорович. Амортизационный лом – медь – техноген* (ФГБОУ ВПО УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, avzhd@mail.ru)

### ТЕЗИСЫ

УДК 669.4

#### **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННОГО СВИНЦОВОГО СЫРЬЯ**

*Н.М. Барбин*, Уральский ГАУ, Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург

При образовании небольших количеств свинецсодержащих отходов с целью охраны окружающей среды целесообразно перерабатывать их в местах образования. Такие отходы образуются при шахтной плавке лома свинцовых аккумуляторов и на аккумуляторном заводе.

Целью работы является электрохимическое получение свинца из свинецсодержащих отходов в щелочно-карбонатных расплавах. Изучались свинецсодержащие отходы: 1) пыли, образующие при шахтной плавке лома свинцовых аккумуляторов; 2) отходы, образующие на аккумуляторном заводе (оксид свинца, отходы паст, изгарь). Они являются техногенным сырьем с высоким содержанием свинца [1].

Применение в качестве техногенного сырья оксида свинца или изгари с плавильных печей аккумуляторного завода позволяет вести электролиз с получением жидкого свинца на катоде и кислорода на аноде. Использование отходов паст, образующихся на аккумуляторном заводе, или пыли от шахтной печи завода по переработке свинцовых аккумуляторов позволяет получать жидкий свинец на катоде и кислород на аноде, но ведет к загущению электролита. При температуре электролиза 480–550 °С не происходит интенсивного испарения металлического свинца, соединений свинца и щелочно-карбонатного расплава. Процесс является экологически чистым.

Литература:

*Барбин Н.М., Казанцев Г.Ф., Ватолин Н.А.*, Переработка вторичного свинцового сырья в ионных солевых расплавах. Екатеринбург: УрО РАН. 202, 180с.

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Романова О.А., Ченчевич С.Г., Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург*

Решающим фактором вовлечения техногенных месторождений в разработку является целесообразность их промышленного использования, развитие и применение инновационных технологий переработки вторичного сырья. Традиционные подходы к оценке эффективности не всегда учитывают специфику инновационных проектов, их общую социально-экономическую значимость, экологические параметры и все возрастающую неопределенность как экономической, так и геополитической ситуации. Все это требует формирования новой методологии оценки инвестиционных решений в области экономики использования техногенных ресурсов.

Теоретической основой формирования нового методологического подхода является обоснование нелинейной модели инновационного развития. Она предусматривает, в отличие от традиционной линейной модели, ориентированной на предложение, не только тесную взаимозависимость все элементов в системе «исследования – трансфер технологий – использование», но и ориентацию инноваций на спрос.

В Институте экономики УрО РАН разработана методология оценки эффективности переработки техно-генных месторождений с учетом факторов неопределенности внешней среды, изменчивой мировой конъюнктуры, повышенных рисков. Предварительным этапом оценки является учет энтропии как меры неопределенности оценки последствий переработки техногенного сырья. Энтропия оценивается по известной формуле Шеннона. Дальнейшим этапом является оценка стратегической гибкости проектов переработки техногенного сырья на основе методологии реальных опционов. Метод реальных опционов основан на поиске дополнительных возможностей, содержащихся в проекте, которые не могут быть учтены традиционными методами. Методический инструментарий апробирован в условиях ряда промышленных предприятий Урала, в частности, на Челябинском цинковом, Ключевском ферросплавном заводах.

### **О НОВЫХ ПОДХОДАХ К УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*И.Н. Танутров, М.Н. Свиридова, Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург*

Повышение эффективности использования отходов горнодобывающих, обогащительных, металлургических, химических и энергетических предприятий Уральского региона и Предуралья возможно на основе новых технологических подходов. Предложены направления совершенствования технологии переработки отходов. В частности, они заключаются в совместной переработке различных видов отходов, обеспечивающей эффективное использование их токсичных компонентов для взаимной нейтрализации, увеличения реакционной способности отходов, например, удельной поверхности путем дополнительного измельчения, применении металлургической технологии для отходов смежных производств.

Приведены экспериментальные данные проверки способов переработки техногенных отходов, позволяющих повысить эффективность технологии. В частности, совместное водное выщелачивание красного шлама и замасленной окалины позволяет использовать эффект омыления масла в окалине избытком щелочи красного шлама, одновременно повысить содержание железа в продукте обработки.

Другим примером является возможность повышения способности к окускова-

нию углеродсодержащих отходов, таких как цинковистые доменные шламы. Здесь необходимый эффект достигается совместным измельчением шлама, флюсующих добавок и связующего, что позволяет получить окускованный материал, пригодный для извлечения железа и цинка.

Применение пирометаллургической технологии окомкования и окислительного обжига с улавливанием летучих соединений и получением продукта, пригодного для строительства, показано на примере переработки глинисто-солевых шламов производства хлоридных солей. В результате предложенной технологии обеспечивается извлечение драгоценных металлов и получение гранулированного теплоизолирующего материала типа керамзита. При этом токсичная примесь хлора в виде хлорида натрия переводится в водных раствор газоочистки и возвращается в технологическую схему производства хлоридных солей.

Новизна разработок подтверждена получением соответствующих патентов РФ.

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗНОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА ОАО «СВЯТОГОР»**

Газалеева Г.И., Мушкетов А.А., Взородов С.А., ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург

Цель работы состояла в исследовании процессов флотации и магнитной сепарации на текущем и медленно охлажденном конвертерном шлаке ОАО «Святогор».

На исследования поступили две пробы «быстро» и «медленно» охлажденных конвертерных шлаков. Главное отличие проб по структурно-текстурным характеристикам заключается в более крупной зернистости медленно охлажденного шлака, 1-2 мм против 0,5 мм. Результаты конечных оптимальных показателей флотации приведены в таблице.

Таблица – Технологические показатели обогащения шлака, %

Наименование продукта	Выход	Массовая доля меди	Извлечение меди
«Быстро» охлажденный шлак			
Медная «головка»	13,68	28,24	78,68
Медный концентрат	8,11	7,80	12,88
<b>Суммарный медный концентрат</b>	21,79	20,63	91,56
Отвальные хвосты	78,21	0,53	8,44
Исходный шлак	100,00	4,91	100,00
«Медленно» охлажденный шлак			
Медная «головка»	15,04	30,24	84,39
Медный концентрат	5,82	8,47	9,15
<b>Суммарный медный концентрат</b>	20,86	24,17	93,54
Отвальные хвосты	79,14	0,44	6,46
Исходный шлак	100,00	5,39	100,00

На рисунке приведена схема и оптимальные показатели магнитного обогащения

медленно охлажденного шлака

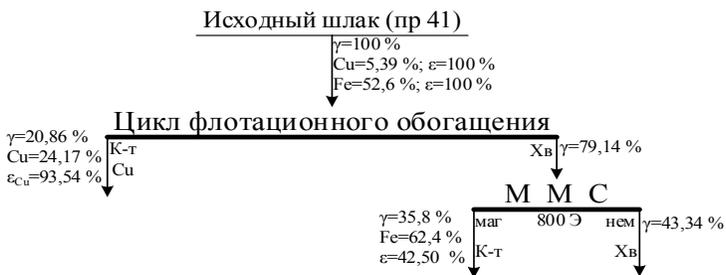


Рис. – Показатели обогащения «медленно» охлажденного шлака

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ СТАБИЛИЗАЦИИ РАФИНИРОВОЧНЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ И ФОРМИРОВАНИЯ В НИХ ВЯЗУЩИХ СВОЙСТВ

О.Ю. Шешуков<sup>1,2</sup>, И.В. Некрасов<sup>1</sup>, М.А. Михеенков<sup>1</sup>, Д.К. Егизарьян<sup>1</sup>, Овчинникова Л.А.<sup>1</sup>, Маршук Л.А.<sup>1</sup>

(1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург; 2 – ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург)

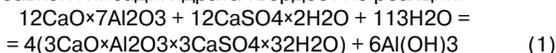
Высококальциевые рафинировочные сталеплавильные шлаки подвержены силикатному распаду при охлаждении вследствие сложных полиморфных превращений двухкальциевого силиката.

Методами симплекс решетчатого планирования определены условия формирования в шлаках основных технологических свойств, таких как жидкоподвижность, рафинирующая, десульфур-рирующая способности и их совместимость с областями существования стабильного шлака.

Установлено, что введение в высококальциевые рафинировочные сталеплавильные шлаки отходов производства вторичного алюминия (ОПВА) в количестве от 18,0 до 30,0 масс. %, позволяет при сохранении технологических свойств рафинировочных шлаков, осуществить их стабилизацию при охлаждении. Установлено, что стабилизация осуществляется химическим способом за счет изменения фазового состава шлака, приводящее к снижению содержания в нем не стабильного двухкальциевого силиката.

Установлено, что в диапазоне содержания ОПВА в шлаке от 10,0 до 18,0 масс. %, стабилизация шлака не достигается. Для данных условий разработаны дополнительные стабилизаторы, вводимые в состав ОПВА. Дополнительные стабилизаторы осуществляют стабилизацию двухкальциевого силиката за счет изоморфного замещения иона кальция другими ионами.

Определены условия формирования в таких шлаках вязущих свойств. За счет введения в шлак ОПВА и дополнительных стабилизаторов, в шлаке формируются стабильные фазы  $\square$ -C2S,  $\square$ -C2S и C12A7, обладающие гидравлической активностью. Майеит C12A7с добавкой гипсадигидрата твердеет по реакции:



Используя этот принцип, был разработан и запатентован спо-соб получения композиционного водостойкого гипсового вяжущего.

Для смеси рафинировочных сталеплавильных шлаков и шлаков ДСП определе-

ны условия формирования в жидком шлаке значительного количества трехкальциевого силиката и фазового состава шлака, близкого к портландцементному клинкеру. Определены условия одновременного получения чугуна и портландцементного клинкера на основе таких шлаков.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВАНАДИЕВОГО ШЛАКА\***

*Шадрунова И.В.*, ФГБУН ИПКОН РАН, г. Москва

*Колодежная Е.В.*, ЗАО «Урал-Омега», г. Магнитогорск

*Горлова О.Е.*, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет», г. Магнитогорск

Шлаки как побочные продукты металлургического производства являются наиболее много тоннажными отходами, накопление которых связано с необходимостью изыскания свободных территорий для их складирования, высокими издержками на их транспортирование, складирование и принятием определенных мер защиты окружающих территорий от их негативного влияния. Вместе с тем существуют специализированные процессы металлургического производства, в которых получаемые шлаки являются не отходами производства, а товарной продукцией. К таким шлакам относятся ванадиевые конвертерные шлаки Нижнетагильского металлургического комбината (ЕВРАЗ НТМК). Получаемый конвертерный шлак, содержащий 14-24% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, является сырьём для получения пентаоксида ванадия на предприятии ЕВРАЗ Ванадий Тула по сложной гидрометаллургической технологии. Рост спроса на ванадий на мировом рынке при ограниченных объемах добычи и производства этого элемента гарантирует востребованность ванадиевых шлаков и их наиболее полную переработку.

Объектом исследования послужил ванадиевый шлак ОАО «ЕВРАЗ НТМК», технология переработки которого должна обеспечивать получение обезжелезненного молотого ванадиевого шлака с массовой долей железа дисперсного до 1,5% крупностью менее 0,1 мм.

Для переработки ванадиевого шлака и достижения качественно-количественных показателей готовой продукции в виде обезжелезненного молотого порошка была предложена схема переработки с использованием центробежно-ударной техники для дезинтеграции и сухой магнитной сепарации для обезжелезнения шлака.

Различие физико-механических свойств отдельных фаз металлургических шлаков создает предпосылки для концентрации напряжений, условия для зарождения и развития трещин и способствует селективному разрушению их по границам срастания зерен металлических включений и силикатной матрицы в дробилках ударного действия. Это позволяет при дроблении ванадиевых шлаков раскрывать металловключения еще на стадии дробления, часть которых может быть выделена в достаточно крупном виде уже при грохочении, а часть – при магнитной сепарации дробленого шлака.

При переработке ванадиевого шлака по предлагаемой схеме выход молотого шлака крупностью 0-0,1 мм с массовой долей железа 1,28% составил 63,1%, выход металловключений – 36,9% при зашлакованности 3,1%. При необходимости более глубокого обезжелезнения шлака и получения порошка с массовой долей железа до 0,5-0,6% проводится классификация измельченного продукта и вторая стадия сухо-

го магнитного обогащения.

Использование центробежно-ударной техники в схемах глубокой переработки металлургических шлаков за счет реализуемого способа селективного разрушения свободным ударом позволит подойти к переработке данного сырья на более высоком технико-экономическом уровне по технологическим схемам, включающим только сухие методы.

---

\* Работа выполнена при поддержке ФЦП Минобрнауки РФ. Соглашение №14.604.21.0128

### **ОБРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОСАДКОВ ПРУДОВ-ОТСТОЙНИКОВ ЗАВОДОВ И КОМБИНАТОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

*Царев Н. С.*, УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

На заводах и комбинатах черной металлургии РФ для аккумуляции и механической очистки больших объемов производственно-дождевых сточных вод устроены разнообразие пруды-отстойники. Осветленную воду из подобных сооружений частично используют на предприятиях в системах производственного водоснабжения, а частично сбрасывают в водные объекты. Образующиеся в значительном количестве осадки в жидком виде перекачивают из прудов-отстойников в накопители отходов. Результаты многочисленных исследований показывают, что такой подход недопустим, поскольку из осадков при таком «хранении» химически выщелачиваются соединения тяжелых металлов, загрязняющие окружающую среду.

Цель работы — разработка научно-обоснованной технологии подготовки к утилизации осадков, образующихся при отстаивании больших объемов производственно-дождевых сточных вод металлургических предприятий.

Задачи работы:

1. Изучение технологических свойств наиболее представительного осадка этого типа,
2. Определение наилучших методов его кондиционирования и обезвоживания,
3. Выявлением возможных путей дальнейшей утилизации обезвоженного и высушенного осадка.

Объект исследования — пруд-отстойник крупного металлургического комбината Урала. Предмет исследования — реальный осадок, отобранный из указанного пруда-отстойника.

На основании выполненных исследований предложена технология кондиционирования и обезвоживания осадков, образующихся при отстаивании больших объемов производственно-дождевых сточных вод металлургических предприятий. Разработанная технология предусматривает кондиционирование осадка флокулянтами, гравитационное сгущение, механическое обезвоживание с помощью фильтр-прессов и термическую сушку на заключительном этапе.

В ходе изучения химического состава твердой фазы осадка установлено, что в ней содержание железа — 14 до 50 % (в среднем — 25 %). Данный осадок является вторичным железосодержащим материальным ресурсом, поэтому после сушки он может быть утилизирован, например, в качестве добавки к агломерационной шихте.

**ОБОРУДОВАНИЕ SPECTRO ANALYTICAL INSTRUMENTS ДЛЯ ЗАДАЧ ПЕРЕАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

*Школьникова А.С., Третьякова Е.Е., SPECTRO TS, г. Екатеринбург*

Для технологий переработки техногенных образований важным является исследование их хим. состава, определение элементов, негативно влияющих на дальнейший процесс переработки. Знание элементного состава позволяет соответствовать экологическим стандартам. Исследование хим. состава техногенных образований позволяет определять элементы, не значимые для текущего производства, но важные в других областях (определение драгоценных, редких металлов в техногенных образованиях).

SPECTRO Analytical Instruments производит приборы, позволяющие решать задачи по определению хим. состава. Для нужд переработки техногенных отходов востребованы методы: РФА, ИСП-ОЭС, Масс-спектрометрия.

Примеры применения спектрометров SPECTRO для задач, связанных с переработкой и утилизацией техногенных образований:

1. Анализ доменных шлаков методом энергодисперсионного РФА. Экспресс анализ шлака важен как для контроля плавки, для оценки возможности использования шлака для переработки. Спектрометр SPECTRO iQ II представляет собой компактный настольный спектрометр, который прост и надёжен в эксплуатации и подходит для анализа доменных шлаков в цехе.
2. Определение примесей в геологических материалах, почвах и осадках сточных вод методом энергодисперсионного РФА. РФА – мощный аналитический метод для мониторинга геологических материалов, почв, осадков сточных вод. Исключительные аналитические характеристики демонстрирует анализатор SPECTRO XEOS.
3. Контроль химического состава цемента в соответствии с ASTM C-11 методом энергодисперсионного РФА. Для производства строительных материалов возможно использование минеральных шламов. В качестве карбонатного сырья применяются отходы химических производств, используются золы ТЭС, углеотходы, породы ГОКов. Необходим контроль хим. состава шламов и готовых строительных материалов. Результаты, полученные на SPECTRO XEOS, соответствуют и превосходят требования ASTM C-114 по точности и правильности.
4. Сортировка отходов с помощью мобильных анализаторов. Для сортировки металлолома, который включается в цикл вторичного производства удобно использовать передвижные/переносные спектрометры SPECTROTEST (ОЭС –анализатор) и SPECTRO xSORT (РФА-анализатор).
5. Контроль содержания примесей в почве и осадках промышленных сточных вод, сточных водах и питьевой воде методом ИСП-ОЭС. SPECTRO ARCOS позволяет проводить одновременное, быстрое и точное определение примесей.
6. Определение элементов платиновой группы (ЭПГ) в твёрдых пробах методом ИСП-МС с лазерной абляцией. Драгоценные металлы и ЭПГ относятся к редко встречающимся элементам и имеют высокую стоимость. SPECTRO-MS является уникальным прибором, позволяющим определять следовые содержания элементов и проводить полностью одновременное исследование элементного и изотопного состава.

Таким образом, уникальные технологии SPECTRO Analytical Instruments позволя-

ют решать множество задач, связанных с переработкой и утилизацией техногенных образований.

### **ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ООО «ПОЛИПЛАСТ» НА ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТА**

*И.В. Кормина<sup>1</sup>, А.А. Пономаренко<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> ООО «Полипласт-УралСиб», г. Екатеринбург

<sup>2</sup> Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Одним из возможных направлений повышения эффективности агломерационно-го производства является разработка и внедрение способов интенсивного энергетического воздействия на агломерационные шихты различного вещественного состава и дисперсности [1].

По нашему мнению более перспективна химическая активация поверхности твердых частиц материала с использованием органических полимерных связующих взамен негашеной строительной извести, не отвечающей современным требованиям ресурсо- и энергосбережения [2-3].

На мировом рынке химических добавок для агломерации дисперсных материалов представлена в основном продукция зарубежных компаний (AkzoNobel, BASF, Kemira, Niro, SNF Floerger, Zschimmer & Schwarz), но российская компания ООО «ПОЛИПЛАСТ», являющаяся основным производителем строительной химии, в настоящее время выводит на рынок собственную продукцию для металлургии – полимерные связующие добавки «Термопласт СВ», исследование возможности использования которых при спекании агломерата условиях лаборатории ОАО «Северсталь» является целью нашей работы. Связующие в виде водных растворов вводили в количествах 0,2, 0,4 и 0,6 % от массы сухой шихты, что соответствовало 3,2, 6,3 и 9,5 кг/т агломерата. Для сравнения эффективности действия связующих проводили опыты с введением в шихту 20 кг/т известковой пыли и без нее. Установлено, что введение связующего СВ № 2 в количестве 0,4-0,6 % как в неизвесткованную, так и в известкованную шихту увеличивает степень ее окомкования с 39,72 до 78,5-82,2 %, вертикальную скорость спекания до 13 %, удельную производительность агломерационной установки по годовому агломерату на 4,5-16,0 % отн., выход годного агломерата и его ударную прочность на 0,7-1,3 % отн. и снижает истираемость на 1,6-2,9 % отн.

Интенсификация процесса спекания агломерата при введении полимерного связующего связана с уменьшением усадки слоя и увеличении скорости просасываемого воздуха при воздействии пламени горна в период нагрева и протекания физико-химических процессов в слое агломерируемой шихты, за счет возрастания числа индивидуальных контактов между твердыми частицами. Повышение прочности агломерата объясняется воздействием молекул полимера на активные поверхностные центры кислотно-основного взаимодействия (донорно-акцепторный механизм Бренстеда-Льюиса) твердых частиц, формируя новую границу раздела.

Для расширения применения связующих добавок марки «Термопласт СВ» и повышения конкурентоспособности продукции на мировом рынке компания ООО «Полипласт-УралСиб» на базе собственного научно-технического центра будет продолжать исследовательские работы по совершенствованию полимерных связующих с учетом особенностей состава конкретного сырья с апробацией результатов на действующих металлургических производствах страны.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берсенёв И.С., Ершов М.П., Клейн В.И., Кутузов А.А., Петрышев А.Ю., Солодун А.А. Основные направления повышения эффективности производства железорудного агломерата в России // *Сталь*. 2014. № 8. С. 5-7.
2. Маркова С.В., Пономаренко А.А., Турлова О.В. Применение ПАВ в технологии силикатных материалов // *Стекло и керамика*. 2013. № 3. С. 20-22.
3. Маркова С.В., Кийк А.А., Кормина И.В., Пономаренко А.А. Опыт применения полимерных связующих в металлургическом производстве // *Сталь*. 2013. № 7. С. 10-13.

### ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМА ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Яценко С.П., Пасечник Л.А., Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург*

Шламы гидрохимического способа переработки бокситов на глинозем имеют сильно отличающийся состав по основным компонентам, поэтому основную операцию по вскрытию шлама разных заводов целесообразно подбирать в зависимости от состава. Использование минеральных кислот накладывает ограничения на применение серной кислоты ввиду загипсовывания осадка при вскрытии, а применение более дорогой азотной кислоты ограничивается возможностью присутствия нитратов нежелательных в сельском хозяйстве. Удешевление производства реагентов микробного синтеза в комбинации с минеральными кислотами перспективно для переработки шлама с получением коагулянта и редких металлов. Эффективным для шламов с высоким содержанием силикатов и низких ферратов и титанатов является водная обработка гидрофторидом аммония, позволяющая получать нано-кремнезем и криолитные соли для электролиза глинозема. Такая технология конкурентно способна для вытеснения других схем переработки шлама.

Перспективной является технология переработки красного шлама, проверенная в опытно-промышленном масштабе (ООО «Техногория», г. Москва) на заводе ОАО «БАЗ-СУАЛ». По разработанной технологии пульпа шлама обрабатывается отходящими газами печей спекания боксита в содо-гидрокарбонатной среде с получением богатого скандиевого концентрата и извлечением титана, циркония, скандия, а также алюминия и щелочи. Полученный скандиевый концентрат простыми химическими методами доводится до марки ОС-99, пригодного для получения лигатур. Рассчитанные по данным ОПУ технико-экономические показатели выпуска 5000 кг оксида скандия в год при отпускной цене 1000 \$/кг даже без учета дополнительно получаемой продукции позволяют получить окупаемость вложений (200 млн. руб.) в течение 1 года. Основная масса шлама после карбонизации становится менее токсичной и ее pH снижается с  $\geq 10,5$  до  $\sim 8$ .

### РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АВТОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СЫРЬЯ

*Борисков Ф.Ф., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Методология автогенного процесса – плавки сульфидов в жидкой ванне (ПЖВ) А.В. Ванюкова теплом сгорания серы внедряется в теорию и практику освоения георесурс-

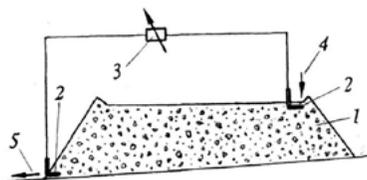
сов. Разработаны автогенные геотехнологии интенсификации выщелачивания сырья, основанные на применении природных энергетических воздействий на сырье, исключающих затраты энергии на переработку сырья из коммерческих источников:

1. Холода зимы, применяемого для дезинтеграции выщелачиваемых руд кристаллизационной силой льда, возникающей при замораживании выщелачивающего раствора. Увеличение объема льда на 8 % в полостях руды разрушает ее. Обработка отвала руды льдом зимой повысила содержание золота ( $\alpha\text{Au}$ ) в продуктивном растворе – с 1 до 4 г/м<sup>3</sup>, извлечение ( $\varepsilon\text{Au}$ ) на 5 % весной (кучное выщелачивание золота месторождения Майское (Хакасия).
2. Тепла недр Земли (геотермический градиент  $\sim 30 / 100$  м глубины) при выщелачивании сырья в подземных горных выработках, оснащенных системами орошения и сбора продуктивного раствора – жидкой руды. При увеличении температуры ( $T$ ) на  $10^\circ\text{C}$  скорость химических реакций возрастает до 2–4 раз. Повышается также качество жидкой руды.
3. Тепла экзотермических реакций сульфиды (пирит) – расплав эвтектики щелочей  $\text{NaOH} : \text{KOH} = 1:1$  с разогреванием смеси пирита с эвтектикой от  $T = 170$  до  $230^\circ\text{C}$ , получением расплава дисульфидов натрия и калия и отделением гидроксида железа и др. (золота)



ванадиевый шлак – серная кислота» для извлечения ванадия, титана и др. из шлака.

4. Электрического тока устройств «электроды – сырье в растворе» для электрохимического выщелачивания сырья (ЭхВ) (рис.).



1 – штабель сырья, 2 – электроды, 3 – переменное сопротивление, 4-5 – выщелачивающий и продуктивный растворы

Рисунок – Кучное ЭхВ с использованием автогенного электрического тока устройства «электроды – сырье»

Новый метод ЭхВ сырья основан на использовании эффекта появления электрических (электродных) потенциалов (ЭП)  $\phi$  на электродах, помещенных в ионогенный раствор. Величина  $\phi$  определяется по формуле Нернста

$$\phi = \phi_0 + RT \lg a / k_i F, \quad (2)$$

где  $\phi_0$  – ЭП химических элементов В;  $R$  – газовая постоянная,  $T$  – температура,  $K$ ,  $a$  – активная концентрация растворенных веществ,  $k_i$  – заряд ионов,  $F$  – константа Фарадея.

Размещение одного электрода в зоне орошения сырья с  $a_1$ , другого – на выходе из него продуктивного раствора с  $a_2$  при выщелачивании приводит к появлению на электродах разных по величине  $\phi_1$  и  $\phi_2$  и электрического тока  $I$

$$I = (\phi_1 - \phi_2) / (r + \rho), \quad (3)$$

где  $r$  и  $\rho$  – электрическое сопротивление штабеля сырья и резистора.

Под влиянием электрического поля устройства «электроды – сырье в растворе» подвижность ионов в растворе, пропитывающим штабель 1, увеличивается. Показа-

тели КВ повышаются:  $\epsilon_{\text{Cu}}$  с 62,55 до 72,43,  $\epsilon_{\text{Zn}}$  с 86,46 до 89,12 %,  $\alpha_{\text{Cu}}$  с 58,77 до 77,57,  $\alpha_{\text{Zn}}$  с 84,30 до 152,58 мг/л при обработке лежалых хвостов УГОКА автогенным током (50 дней, 5 %-й раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , короткое замыкание электродов  $\rho \rightarrow 0$ ).

Оптимизация ЭХВ производится изменением величины тока, циркулирующего через штабель сырья вариацией  $\rho$ . При  $\rho \rightarrow 0$  повышаются также показатели перколяционного выщелачивания (3 дня) шламов нейтрализации вод шахты «Центральная» г. Карабаш  $\epsilon_{\text{Cu}}$  с 83,3 до 95,8 %,  $\alpha_{\text{Cu}}$  с 2,4 до 2,76 г/л. Модернизация флотомашин электродами также повышает показатели флотации сырья.

### АМОРТИЗАЦИОННЫЙ ЛОМ – МЕДЬ – ТЕХНОГЕН

*Мысик В.Ф., Жданов А.В., Аксенова А.А., Шартдинов Р.Р.*, УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт материаловедения и металлургии, кафедра «Металлургия железа и сплавов», г. Екатеринбург

Медь в сталях в абсолютном большинстве марок относится к вредным примесям и ее содержание регламентируется действующими государственными стандартами, техническими условиями и техническими соглашениями с потребителями. В обычных углеродистых сталях (ГОСТ 380-88), конструкционных, низколегированных содержание меди ограничено значением 0,3%. В сталях с особыми требованиями по качеству должно быть меди не более 0,2%. В низколегированных медьсодержащих сталях типа 10ХСНД, 15ХСНД меди допускается до 0,6%, а в легированных медью сталях ее содержание может достигать 2,5-3,0%. На основе результатов анализа ГОСТов по допустимому содержанию меди в наиболее массовых по объемам производства сталях были выделены 5 укрупненных групп стального лома и 6 групп чугунного.

## II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые»:  
технологические и экологические проблемы отработки природных  
и техногенных месторождений**

### ПРОГРАММА

#### 2 ДЕКАБРЯ

14.30-15.00 Регистрация участников.  
15.00 Пленарное заседание. Приветствие.

15.15 – 15.30 *Шавнин Сергей Александрович*. Ботанический сад УрО РАН. **Экологические проблемы сохранения старинных копий Режевского природно-минералогического заказника.**

15.30-15.45 *Пасечник Лилия Александровна*. ИХТТ УрО РАН. **Активация сорбционной способности красных шламов обработкой диоксидом углерода и минеральными кислотами.**

15.45-16.00 *Емельяненко Елена Алексеевна*. ФГБОУ «МГТУ» институт горного

дела и транспорта. **О воздействии горно-технических систем на окружающую среду и человека в условиях Южно-Уральского региона.**

16.00-16.15 *Славиковский Олег Валерьянович*. ФГБУ ВПО УГГУ. **Комбинированные геотехнологии – основное направление комплексного освоения минеральных ресурсов недр.**

16.15-16.30 *Пацкевич Петр Геннадьевич*. Институт проблем комплексного освоения недр РАН. **Концепция комплексного экологически сбалансированного освоения недр на основе применения «каркасных» геотехнологий.**

16.30-16.45 *Дьяченко Алена Владимировна*

16.45-17.00 *Наумов Владимир Александрович*

17.00-17.15 *Таракановский Виктор Иванович*, **О лицензировании, об индивидуальном предпринимательстве в области добычи драгметаллов и драгкамней.**

17.15-17.30 *Барановский Кирилл Васильевич*. **Систематизация и конструирование вариантов комбинированной системы разработки наклонных рудных тел.**

17.30-17.45 *Абатурова Ирина Валерьевна*. **Инженерно-геологические условия отработки золоторудных месторождений на разведочных стадиях.**

### **3 ДЕКАБРЯ**

10.15-10.30 *Завьялов Константин Евгеньевич*. **Опыт рекультивационных мероприятий по лесовосстановлению нарушенных земель, подверженных азротехногенным выбросам комбината Магнезит.**

10.30-10.45 *Дабаева Виктория Валерьевна*. **Экспериментальное исследование процессов, протекающих в толще песков хвостохранилища Джидинского ГОКа.**

10.45-11.00 *Баяндина Элиза Олеговна*. **Недостатки разведки верхнекамского месторождения солей и пути их устранения.**

11.00-11.15 *Меньшиков Сергей Леонидович*. **Влияние выбросов горно-металлургического производства на лесотундровые и таежные леса.**

11.15-11.30 *Старицина Ирина Анатольевна*. **Геоэкологические последствия освоения русла р. Пышмы (Берёзовское золоторудное месторождение).**

11.30-11.45 *Борисков Федор Федорович*. **Повышение экологической безопасности к эффективности переработки отходов освоения сульфидных месторождений.**

11.45-12.00 *Кантемиров Валерий Данилович*. **Оценка сырьевого потенциала техногенных образований Урала.**

12.00-12.15 *Антонинова Наталья Юрьевна*. **Исследование закономерностей техногенной трансформации компонентов окружающей среды при освоении природных и техногенных месторождений.**

12.15-12.30 *Кириллов Владимир Викторович*. **Многолетняя динамика гидроотвала угольного разреза в бассейне реки Иня (Кузбасс).**

12.30-13.30 обед

13.30-13.45 *Фоменко Даниил Вячеславович*. **Новый метод расчета количества воздуха для проветривания подземных выработок по фактору разбавления выхлопных газов при работе машин с ДВС.**

13.45-14.00 *Лозовой Александр Борисович*. **Ресурсосберегающая технология ведения взрывных работ на карьерах по добыче гранита, основанная на учете удельных энергозатрат.**

14.15-14.30 *Бокарев Кирилл Михайлович*. **Влияние энергетических характеристик взрывчатых веществ на сохранность минерального сырья.**

14.30-14.45 *Саблин Андрей Константинович*. **Влияние энергетических характеристик взрывчатых веществ на сохранность минерального сырья.**

14.45-15.00 кофе-брейк

15.00-15.15 *Рыбченко Светлана Сергеевна*. **Анализ открытой разработки ренийсодержащего месторождения полезных ископаемых.**

15.15-15.30 *Николаевич Данила Андреевич*. **Технология разработки водонасыщенных хвостохранилищ.**

15.30-15.45 *Кальная Ольга Ивановна*. **Геоэкологические проблемы при освоении полиметаллического месторождения Кызыл-Таштыг.**

15.45-16.00 *Ряховский Владимир Михайлович*. **Варианты комплексной переработки металлургических шлаков Орского металлургического завода.**

16.00-16.15 *Царев Николай Сергеевич*. **Обработка осадков шахтных вод, образующихся при подземной разработке золоторудных месторождений.**

16.15-16.30 *Куликова Марина Петровна, Колкова Марина Сергеевна*. **Потенциал каменных углей Улуг-Хемского бассейна.**

16.30-16.45 *Горбатова Елена Александровна*. **Минералого-технологическая оценка титаномагнетитовых руд Южного Урала.**

16.45-17.00 *Бовдуй Майя Олеговна. Технология разработки действующих железосодержащих хвостохранилищ.*

17.15-17.30 *Чеканова Лариса Геннадьевна. Новые собиратели и их синергетические смеси для флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд.*

17.30-17.45 *Соломеин Юрий Михайлович. Экономико-математическое моделирование освоения глубокозалегающих железорудных месторождений экологически сбалансированными геотехнологиями.*

17.45-18.00 **Заключительное пленарное заседание. Подведение итогов работы конференции.**

### ТЕЗИСЫ

УДК 622.01

**Экология – определяющий фактор проектирования горнодобывающих предприятий**

*Темникова М.С., начальник экологического отдела ООО «НТЦ-Геотехнология»*

Сложившаяся практика реализации инвестиционных проектов по строительству горнодобывающих предприятий предусматривает последовательное выполнение работ: получение лицензии, изыскательские работы, разработка основных проектных решений и согласование их с заказчиком, разработка технических решений, определение степени воздействия на окружающую среду, экономическая оценка проекта, согласование с экспертными органами.

Длительность проектно-изыскательского этапа в этом случае составляет 3-5 лет, что в условиях высокой изменчивости внешней среды (изменение спроса и цен на продукцию, изменение законодательного окружения, изменение стоимости ресурсов и т.д.) порождает высокие инвестиционные риски.

Поэтому собственник предприятия стремиться максимально уменьшить срок проектно-изыскательских работ.

Сокращение сроков зачастую достигается параллельным выполнением работ.

Без соответствующего методического и нормативного обеспечения такой подход увеличивает риски проекта.

Для снижения проектных рисков до приемлемого значения в ООО «НТЦ-Геотехнология» нарабатывается методический подход сущность которого – первоочередное определение экологических ограничений и допустимых экологических параметров объекта проектирования. То есть, технологические решения разрабатываются с учетом экологических ограничений так, чтобы обеспечить установленные экологические параметры.

Реализация указанного подхода предполагает разделение экологических ограничений по трем уровням:

1. Не устранимые (сложно устранимые) – особо охраняемые природные территории; объекты культурного наследия; высокий радиационный фон
2. Устраняемые до начала строительства объекта (осуществляются по специальным проектам) проведение аварийно-спасательных работ при наличие объектов

культурного наследия, перенос на новое место обитания или передача в ботанические сады, заказники, заповедники охраняемых видов растений и животных, переселение жителей при наличии жилых территорий в предполагаемой санитарно-защитной зоне  
3. Устраняемые проектными решениями.

Для реализации предлагаемого методического подхода необходимо:

Последовательность проектирования на основе заданных экологических параметров следующая:

- по каждому вредному фактору (выбросы, сбросы, твердые отходы) устанавливаются зависимости нагрузок этого фактора на окружающую среду при различных основных параметрах (производственная мощность, размер в плане и по глубине, применяемая техника и технология) проектируемого объекта.

- при превышении вредного влияния допустимых значений, принимается решение – а) изменять параметр проектируемого объекта или б) предусматривать природоохранные мероприятия.

- производится экономическая оценка вариантов решений и принимается решение в пользу варианта а) или варианта б).

- в случае если проект становится экономически несостоятельным принимается решение о целесообразности его осуществления на других технологических принципах.

Выводы:

1. Применение предлагаемого подхода позволяет:

- сократить сроки проектирования в 1,3-1,5 раза;

- снизить инвестиционные риски – в 1,1-1,2 раза;

- снизить экологические риски в 1,5-2,0 раза.

2. Для реализации методического подхода основанного на первоочередном определении экологических ограничений и допустимых экологических параметров объекта проектирования необходимо комплексное участие всех заинтересованных лиц – от органов государственной власти до проектных и научных организаций.

### **Нетрадиционные технологии отработки забалансовых запасов угля**

*Галеев Рифат Равилович* – начальник горного отдела, НТЦ-Геотехнология, г. Челябинск

Все больше предприятий горнодобывающей отрасли оказываются в ситуации, когда экономически выгодные участки уже отработаны, либо находятся в стадии доработки. Так, испытывают острый дефицит угля Уральский регион, республики Северного Кавказа, Алтай, Хабаровский и Приморский края и другие субъекты Федерации. В тоже время в регионах, испытывающих острый дефицит угля, имеются запасы угля, но они характеризуются сложными горно-геологическими условиями и неблагоприятны для освоения традиционными технологиями, основанными на открытом или подземном способе.

Запасы угля, которые не представляют интереса ни для открытого, ни для подземного способов добычи угля, следующие:

- законтурные запасы разрезов (за пределами экономически целесообразной границы ведения открытых горных работ);

- запасы месторождений в малоосвоенных районах со слабо развитой инфраструктурой, которые не могут быть быстро вовлечены в эксплуатацию из-за высокой капиталоемкости;

- участки недр с наклонными угольными пластами средней и большой мощности,

дальнейшая обработка которых традиционными технологиями не целесообразна и небезопасна;

– запасы угля на участках с большими водопритоками, обработка которых связана с большими затратами и негативным экологическим воздействием на водные ресурсы района.

В последние годы, для обработки таких запасов широко внедряются нетрадиционные технологии добычи угля, сочетающие в себе достоинства открытых горных работ (минимальные капитальные затраты) и подземных горных работ (отсутствие вскрышных работ). С точки зрения уровня развития технологии и техники, а также потребительских свойств конечной продукции, на сегодняшний день наиболее подготавливаемыми к промышленному внедрению являются:

- технология глубокого выбуривания пластов комплексами глубокой разработки;
- технология скважинной гидродобычи эрлифтами.

Применение таких технологий позволит быстро формировать дополнительные производственные мощности по добыче некондиционных для традиционных технологий запасов угля с минимальным воздействием на экологию региона, создавать новые эффективные рабочие места и увеличивать поступления в бюджеты всех уровней. Так, например технология КГРП позволяет осуществлять выход на проектную мощность до 600 тыс.т. в срок до полугода, при минимальном уровне затрат на вскрышные работы (коэффициент вскрыши с учетом попутной добычи угля открытыми работами составляет до 3-4 м<sup>3</sup>/т). Кроме того, при применении этих технологий для доработки запасов, уровень затрат на подготовку фронта работ может быть сведен к минимуму.

УДК 622.2.:553.4

### **Технологические проблемы обработки месторождений в аспекте осушения и водоотведения**

*Кубышен Е.М.*, начальник геолого-маркшейдерского отдела ООО «НТЦ-Гео-технология», г. Челябинск.

При проведении разведочных работ недропользователи, как правило, экономят на проведении опытно-фильтрационных работ при изучении участка недр. Эта недоизученность начинает проявляться уже на этапе проектирования горных работ, когда запасы на государственный баланс ставились как сухие, а по факту они обводнённые, и принятие технических решений не позволяет в полной мере предусмотреть весь комплекс мероприятий по защите от подземных вод.

Позднее, при разработке месторождений недостаточно изученная гидрогеология участка недр и прилегающей территории выливается в дополнительные расходы на доизучение и принятие правильных грамотных решений по водоотведению сточных и карьерных вод, по предотвращению водоподтопления карьерной выработки и по предотвращению осушения близ расположенных водных объектов в рамках мероприятий по охране окружающей среды.

Технологические проблемы обработки месторождений в аспекте осушения и водоотведения рассмотрены на примере одного из челябинских месторождений:

Гидродинамика подземных вод в пределах месторождения связана с различными водоносными комплексами и тектоническими нарушениями субмеридионального и субширотного простирания.

Субмеридиональная тектоническая шовная зона, в пределах которой на ста-

дии разведочных работ не были пробурены гидрогеологические скважины и недостаточно изучены водоносные горизонты подземных вод, циркулирующие в пределах палеозойского фундамента рассматриваемого месторождения, так и осталась неизученной в гидродинамическом отношении. Соответственно не были предусмотрены водозащитные мероприятия.

В результате при бурении скважин подготавливаемых к взрыву блоков пород и руды на различных горизонтах, фиксируется напор подземных вод, образующих родничковый тип, порою – фонтаны. Всё это подтверждает наличие подземного напорного водоносного горизонта в субмеридиональной тектонической зоне рассматриваемого месторождения (тектоническом шве мощностью 100-120м по простиранию в пределах карьерного поля и без ограничения по глубине).

Субширотная тектоническая зона до вскрытия месторождения обеспечивала циркуляцию подземных вод в коре выветривания первого водоносного горизонта с разгрузкой его по зоне распространения линейно-вытянутых в юго-восточном направлении силицитовых пород в сторону реки, протекающей в 4 км южнее месторождения по направлению с запада на восток. С созданием карьера циркуляция первого водоносного горизонта была нарушена, что привело к оползневым явлениям на западном борту карьера.

Таким образом, в результате слабой изученности подземных вод как на стадии геолого-разведочных работ, так и на стадии инженерных изысканий при проектировании, возникают технологические проблемы при разработке месторождений твёрдых полезных ископаемых.

### **Систематизация и конструирование вариантов комбинированной системы разработки наклонных рудных тел**

*И.В. Соколов, Ю.Г. Антипин, К.В. Барановский, А.А. Рожков, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

На основании анализа теории и практики отработки наклонных рудных месторождений (более 20-ти) установлено, что радикальное снижение потерь кварца в недрах может быть достигнуто применением комбинированной системы разработки (КСР), сочетающей систему с открытым очистным пространством при выемке основных камерных запасов и систему с обрушением руды и вмещающих пород при выемке междукламерных целиков (МКЦ). Принимая во внимание многообразие возможных технически рациональных вариантов КСР, проведена их систематизация. На ее основе сконструировано 7 рациональных вариантов КСР, различающихся параметрами камер и МКЦ, методами его отбойки и выпуска, способом (принудительным обрушением пород всяческого бока или их самообрушением) и порядком (до или после массовой отбойки МКЦ) погашения выработанного пространства, обеспечивающих эффективные показатели извлечения – потери не более 12,6%, разубоживание – не более 13,5%.

На основе принципов нормирования потерь и с учетом факторов влияющих на уровень извлечения разработана методика определения величины потерь и разубоживания кварца при КСР, состоящая из 88-ми аналитических зависимостей, и создана компьютерная программа. Установлено, что наилучшими вариантами КСР, обеспечивающими снижение потерь более чем в 2раза во всем диапазоне изменения горнотехнический условий отработки кварцевой жилы, являются варианты 2, 4 и 5 с потерями 10,7%, 9,9% и 6,4%, соответственно. Они предусматривают ширину

камеры Вк=26м и трапецевидную форму МКЦ, обрабатываемого под консолью с применением площадного или торцового выпуска руды.

### **Исследование закономерностей техногенной трансформации компонентов окружающей среды при освоении природных и техногенных месторождений**

*Антонинова Н.Ю., Рыбникова Л.С., Рыбников П.А., Славиковская Ю.О., Шубина Л.А., Собенин А.В., ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург*

Добыча и переработка полезных ископаемых имеет большое социальное и экономическое значение, хотя и оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В районах функционирования горно-металлургического комплекса практически все компоненты окружающей среды претерпевают значительные, часто необратимые изменения: почвенный покров и естественная растительность уничтожаются и сильно деградируют, трансформируется гидрографическая сеть, ухудшается качество жизни населения.

В связи с этим, в рамках данного исследования, была проведена оценка: трансформации почвенно-растительного покрова в районе функционирования предприятий горно-металлургического комплекса; эколого-гидрогеологических условий месторождений; удельных показателей воздействия на окружающую среду.

Одним из наиболее объективных и стабильных индикаторов техногенного загрязнения является почва, так как именно в ней сходятся миграционные потоки поллютантов, а выявление техногенных аномалий и сравнительная оценка состояния газовой фазы почв (СО<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>) является одной из важнейших эколого-геохимических задач при оценке состояния окружающей среды и возможностей самовосстановления.

Следующим важным направлением являются исследования количественных и качественных изменений гидросферы в зоне влияния предприятий горно-металлургического комплекса. Особое значение приобретает гидрогеологическое моделирование экосистем в старопромышленных районах, где для прогноза состояния гидросферы необходимо учитывать наличие большого числа разнообразных объектов воздействия и разнонаправленные процессы преобразования подземных и поверхностных вод, а завершение отработки горнодобывающего объекта не означает прекращение негативного воздействия всей его инфраструктуры, складывавшейся в течение десятилетий.

На современном этапе развития минерально-сырьевого комплекса не только экологический, но и социальный фактор постепенно становится одним из главных ограничений при выборе и оценке технических и технологических решений, так как возникает насущная необходимость оценки экономического ущерба в социосфере, формируемого в результате проживания населения в зоне интенсивного техногенного воздействия.

Следовательно, разработка новых методов оценки техногенной трансформации экосистем в районах освоения природных и техногенных месторождений, основанных на закономерностях пространственного загрязнения и состояния газовой фазы почв (СО<sub>2</sub> и СН<sub>4</sub>) как показателей биологической активности, пространственно-временных закономерностях подтопления территории, распространения загрязнения подземных вод и величины экономического ущерба в результате роста экологически обусловленной заболеваемости населения Свердловской области является достаточно актуальной задачей.

### **Новый метод расчета количества воздуха для проветривания подземных выработок по фактору разбавления выхлопных газов при работе машин с ДВС.**

*Фоменко Даниил Вячеславович, ведущий инженер ОВГВ ОАО «Уралмеханобр»  
Минин Иван Вадимович, ведущий инженер ОВГВ ОАО «Уралмеханобр»  
Минин Вадим Витальевич – начальник ОВГВ ОАО «Уралмеханобр».*

Так как до вступления в законную силу Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (Зарегистрированных в Минюсте РФ 2 июля 2014 г. Регистрационный N 32935), в расчетах необходимого количества воздуха опирались на нормы подачи воздуха для машин с ДВС и этот фактор существенно превышал потребность в свежем воздухе, то его проверка на достигнутом этапе развития технологии машиностроения для шахт первостепенна.

На сегодняшний день отсутствует единая методическая база для расчета количества свежего воздуха, необходимого для проветривания рудников с работающими ДВС. Специалисты отдела вентиляции горных выработок ОАО «Уралмеханобр», опираясь на многолетние натурные измерения и наблюдения в части загрязнения рудничного воздуха оксидами углерода, углеводородами и, в особенности, оксидами азота от работающего транспорта, предложили собственный метод расчета, по результатам которого можно сделать вывод, что предыдущие нормы подачи воздуха для машин с ДВС были завышены (временами более чем в 2 раза). Данные расчетов подтверждаются исследованием воздуха на содержание вышеуказанных компонентов.

Разработанный метод основан на всех нормативных требованиях, предъявляемых к атмосфере шахты с работающим транспортом. В основе расчета лежат характеристики ДВС, заявляемые производителем, а также нормы ЕЭК ООН.

Расчет выполняется по отдельно взятой машине. Необходимо знать технические характеристики (а именно объем и мощность двигателя, количество оборотов двигателя при максимальной и нормальной работе). Далее выполняется непосредственно расчет количества выделившихся газов покомпонентно (для оксидов углерода, смеси окислов азота (в пересчете на NO<sub>2</sub>) и углеводородов СН (метана и его гомологов, нефтепродуктов), твердых дисперсных частиц (сажи). Перечень газов обусловлен требованием ФНИП к их содержанию. На основе полученных результатов рассчитывается количество свежего воздуха, необходимое для приведения в соответствие с требованием ФНИП состава рудничного воздуха по содержанию в нем оксидов углерода, окислов азота, углеводородов, а также поддержанию кислорода на уровне 20%.

### **Ресурсосберегающая технология ведения взрывных работ на карьерах по добыче гранита, основанная на учете удельных энергозатрат.**

*Ишейский В.А., Лозовой А.Б.*

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*

В докладе приведены результаты промышленного эксперимента, целью которого являлось установление зависимости прочностных свойств кусков разрушенной горной массы в развале от насыщенности массива энергией взрыва и зависимости выхода отсева на стадии переработки. Результаты получены в рамках выполнения научно-методической работы по базовой части государственного задания высшим учебным заведениям и научным организациям в сфере научной деятельности. По результатам проведенных исследований сформулированы основные

выводы: – средний кусок горной массы в развале есть величина аддитивная и независимая; - прочность среднего куска в развале является управляющим фактором для выбора удельных энергозатрат взрывчатого вещества; – прочность среднего куска в развале является функцией удельных энергозатрат взрывчатого вещества на стадии взрывного разрушения; - выход отсева на стадии переработки горной массы прямо пропорционален удельным энергозатратам взрывчатого вещества на стадии разрушения горных пород взрывом.

### **Влияние энергетических характеристик взрывчатых веществ на сохранность минерального сырья**

Ишейский В.А., Бокарев К.М.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Качество взрывоподготовки горной массы при разработке месторождений полезных ископаемых значительно влияет как на экономические показатели работы предприятия в целом. Несмотря на значительные успехи в области технологий взрывных работ, применении эмульсионных взрывчатых веществ, переходе к скважинам уменьшенного диаметра не удается достичь заданного дробления горной массы. Поэтому, изучение влияния параметров буровзрывных работ на гранулометрический состав взорванной горной массы представляется актуальной в научном и практическом плане задачей для горнодобывающих предприятий.

В докладе изложены результаты модельного эксперимента на эквивалентных материалах и приведены результаты комплексных исследований, направленных на установление закономерности влияния энергетических показателей ВВ на прочностные характеристики кусков в развале взорванной горной массы и исследованию выхода некондиционных фракций в зависимости от энергетических характеристик взрывчатого вещества. Показана методика определения энергоемкости разрушения кусков в развале. Приведены зависимости энергоемкости разрушения и выхода объемов отсевной фракции по удалению от центра заряда от энергетических параметров ВВ.

### **Варианты комплексной переработки металлургических шлаков Орского металлургического завода\***

*Ряховский В.М.*, Банников В.С., Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского РАН

*Ряховская С.К.*, МГУ им. М.В. Ломоносова Геологический факультет

Изучен минеральный и химический состав исходных стекловидных песков, техногенных отвалов Орского металлургического завода. Выявлено два типа песков: а) силикатное стекло по составу близкое к пироксенам с включениями хромшпинелидов и б) силикатное стекло с включениями железо-никелевого сульфида.

В качестве методик для выделения фракций, пригодных для дальнейшего использования, применены методы ступенчатой сухой магнитной сепарации и низкотемпературной плазмы.

Методом сухой магнитной сепарации выделены фракции с высоким содержанием никеля и хрома, пригодные для дальнейшего металлургического передела, а также высокожелезистые продукты (45-50%) для получения пигментов.

Установлено, что применение низкотемпературной плазмы приводит к глубоким

преобразованиям первичных продуктов с появлением новых минеральных фаз и изменением характера их локализации в образцах. Так происходит формирование железоникелевых сульфидных фаз в виде шарообразных обособлений, появление твердых растворов железа и никеля – фаз практически не содержащих серы и кислорода. Кроме того, среди продуктов переработки появляются фазы магнетита и самородного железа.

Выявленный характер воздействия низкотемпературной плазмы на изученные образцы открывает широкие возможности для создания новых технологических схем переработки техногенного сырья, что несомненно требует дополнительных углубленных исследований.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.604.21.0128)

УДК 622.235:271

### **Экологические последствия горно-добывающей деятельности в криворожском железорудном бассейне**

*Губина Виктория Георгиевна*, ведущий научный сотрудник, канд. геол.-мин. н.  
*Бастрыгина Татьяна Михайловна*, научный сотрудник  
*Заборовский Виктор Стефанович*, научный сотрудник  
ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», Украина, г. Киев

Разработка железных руд в Криворожском железорудном бассейне ведется 127 лет. За это время тремя государствами было произведено 4,5 млрд. т товарной железной руды (аглоруды + концентрат), при этом из недр извлечено более 6 млрд. м<sup>3</sup> (16 млрд. т) горной массы и получено 12 млрд. т отходов только горного производства.

За последние 40 лет из недр было извлечено 1,8 млрд. т химически чистого железа.

Наиболее интенсивно месторождения эксплуатировались в 1965-1990 гг., когда было произведено 2,6 млрд. т. товарной железной руды (87,2% от всего производства в Украине).

Общие объемы земной коры, втянутые в антропогенные геомеханические процессы в Кривбассе составляют до 20 млрд. м<sup>3</sup>. Их масса составляет 50 млрд. т при интенсивности нарушений 117-118 млн. м<sup>3</sup> в год. Интенсивность нарушений может увеличиться на 25-30%.

В результате добычи железной руды в Кривбассе образовались карьерные и шахтные емкости объемом до 6 млрд. м<sup>3</sup>, вытянутые в меридиональном направлении с депрессионной воронкой длиной до 80 км и шириной 3-6 км при глубине от 400 до 1300 м.

По данным Госкомстата Украины ежегодно на ГОКах в Кривбассе образовывается порядка 80 млн. т вскрышных пород, из которых порядка 70 млн. т складировается в отвалах.

В хвостохранилищах заскладировано около 5 млрд. т отходов обогащения, которые занимают площадь в 7-10 тыс. га. Высота дамб в хвостохранилищах достигает 35-90 м, отметка зеркала воды на 24-75 м превышает рельеф застроенной территории. Ежегодное поступление отходов в хвостохранилищах составляет порядка 100 млн т.

Карьеры и хвостохранилища ежегодно поставляют в атмосферу до одного миллиона тонн загрязняющих веществ. Фильтрация воды из хвостохранилищ составляет 15 млн. м<sup>3</sup>/год. Ежегодно из хвостохранилищ в реки Ингулец и Саксагань сбрасывается примерно 125 млн. м<sup>3</sup> технической воды.

В ходе ведения горных работ нарушено 34 тыс. га городских и близлежащих территорий. Подтоплено более 9 тыс. га городских территорий.

Нарушен гидрологический и геохимический режимы поверхностных и подзем-

ных вод на глубину более 1 км, что привело к последующим региональным экологическим проблемам:

- поднятия уровня грунтовых вод;
- грунтовые воды четвертичного горизонта и неогеновых отложений сильно загрязнены, их общая минерализация достигает 10 г/л;
  - водоснабжения сельских районов на юг от Кривого Рога находится в зоне техногенного напряжения из-за загрязнения грунтовых вод на площади 400 км<sup>2</sup>;
  - р. Ингулец и ее притоки загрязнены нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами от истока до устья. Техногенные загрязнители фиксируются в Днепр-Ингулецком канале, а также в каналах Ингулецкой оросительной системы;
  - в водохранилищах общая минерализация воды превышает ПДК в 2 раза.

Произошло заболачивание территории на площади 430 км<sup>2</sup>.

В иловых отложениях бассейна р. Ингулец и водохранилищах накапливаются вредные техногенные элементы. Зафиксировано превышение ПДК по Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Ba, Mn, P, приближаются к ПДК содержания таких элементов как Be, Cd, Co, Sn, Sr, которые относятся к 1 и 2 классу опасности.

Таким образом, на примере Криворожского железорудного бассейна можно проследить к каким экологическим последствиям приводит интенсивная горнодобывающая деятельность, осуществляемая на незначительной площади. Несомненно, что эти территории требуют не только комплексного экологического мониторинга, но и особого статуса и отношения к ним государства.

### **Экономико-математическое моделирование освоения глубокозалегающих железорудных месторождений экологически сбалансированными геотехнологиями**

*Соколов И.В., Гобов Н.В., Соломеин Ю.М., Институт горного дела УрО РАН*

На основе принципов формирования вариантов геотехнологической стратегии (ГС) освоения мощных глубокозалегающих месторождений твердых полезных ископаемых сконструированы 5 технологических схем освоения глубоких горизонтов Естюнинского месторождения.

Создана экономико-математическая модель выбора ГС, представляющая собой совокупность алгоритма формирования вариантов ГС, методик выбора оптимальных схем и способов вскрытия, систем разработки, размещения подземного обогатительного комплекса, расчета объемов добычи разными системами, расчета ЧДД, определения рейтинга вариантов ГС, и разработанной компьютерной программы «Выбор ГС освоения подземных запасов при комбинированной разработке месторождений» в приложении Excel пакета программ Microsoft Office. Данная модель позволяет сравнить варианты ГС отработки железорудных месторождений при различных содержаниях полезного компонента, производственной мощности, системах разработки, местах размещения обогатительного комплекса, способах утилизации хвостов, и выбирать оптимальный вариант.

Оптимальным по комплексному эколого-экономическому критерию, учитывающему показатель замкнутости ГС и величину ЧДД, признан вариант 4 ГС, характеризующийся годовой производительностью 5 млн. т/год, применением камерной системы разработки с сухой закладкой в восходящем порядке, систем с обрушением в нисходящем порядке и обогатительной фабрикой на поверхности.

УДК 622.271.3/272

**Разработка и оценка вариантов стратегии освоения железорудных месторождений экологически сбалансированными подземными геотехнологиями**

*И.В. Соколов, Ю.Г. Антипин, А.А. Смирнов*, Институт горного дела УрО РАН

Разработка и оценка вариантов геотехнологической стратегии (ГС) освоения подземных запасов при комбинированной разработке мощных железорудных месторождений, сдерживается, на наш взгляд, следующими обстоятельствами:

- несовершенством методологической базы собственно долгосрочного (на весь срок освоения) и целевого (получение максимального интегрального эколого-экономического эффекта) планирования разработки месторождения;
- нерешенностью задачи оптимальных структуры и параметров горнотехнической системы (ГТС), включающей порядок и направление развития горных работ, способ и схему вскрытия, систему разработки, способ транспортирования, целесообразность подземного обогащения, способ утилизации отходов горно-обогатительного производства;
- отсутствием критерия и методики эколого-экономической оценки ГС.

На примере освоения глубоких горизонтов Ново-Естунинского месторождения разработаны варианты ГС, представленные в виде ГТС, включающей подсистемы вскрытия, очистной выемки, транспорта, подземного обогащения и утилизации отходов. На основе экономико-математического моделирования установлено, что максимальный экономический эффект и экологическая безопасность достигается применением нисходяще-восходящего порядка выемки системами с обрушением и с закладкой в соотношении, обеспечивающим замкнутость ГТС. Технически возможно добиться замкнутости ГТС при содержании  $Fe \geq 43\%$ , поскольку объем получаемых хвостов становится не более объема, образующихся пустот. При  $Fe = 43\%$  замкнутость ГТС обеспечивается 100% применением систем с закладкой, а при  $Fe > 43\%$  – оптимальным соотношением систем с закладкой и с обрушением.

**Научно-практическая конференция  
«ПРОБЛЕМЫ КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА: Перспективные решения  
в технике и технологиях»**

**ТЕЗИСЫ**

УДК 622.271.324.

**ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД  
В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОТЕНЦИАЛА И НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНОГО  
КОМПЛЕКСА КАРЬЕРА**

*Галиев Сейтгали Жолдасович*, чл.-корр. НАН РК, д.т.н., профессор, директор Горного департамента.

*Саменов Галымжан Кайыржанович*, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,

Научно-исследовательский инжиниринговый центр ERG, Республика Казахстан

Приведены результаты промышленного эксперимента в конкретных горно-технических и горно-геометрических условиях на примере одного из крупных и известных карьеров, а также демонстрацией того, как даже для весьма опытных инженерно-технических работников сложно объективно и достоверно разглядеть и оценить те или иные недостатки в управлении работой горно-транспортных комплексов карьеров. Для оценки достоверности в условиях карьера были проведены соответствующие хронометражные наблюдения, а также использовались данные оперативного учета, принятые на данном предприятии. Особенности функционирования экскаваторно-автомобильного комплекса на данном карьере является то, что почти новые автосамосвалы Hitachi EH-3500 ACII эксплуатируются совместно с возрастными машинами БелАЗ-75131. В силу большей мощности и существенно меньшего возраста первые могут развивать более высокую скорость в грузовом направлении. Более возрастные БелАЗы имеют более низкий КПД трансмиссии, что обуславливает понижение скоростных качеств и увеличение расхода топлива. Дополнительные потери скорости обеспечиваются узкими транспортными бермами, зауженными площадками разворота при смене направлений движения в карьере.

Целью описываемого эксперимента было выявление потенциала повышения эффективности эксплуатации автосамосвалов Hitachi в условиях рудо-скальной зоны карьера.

Проведение производственного эксперимента, направленного на выявление потенциала повышения эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов в условиях рудо-скальной зоны карьера подтверждает наличие сдерживающих факторов (совместная эксплуатация разномасштабных и разновозрастных моделей автосамосвалов, несоответствие скоростных режимов и условий эксплуатации, перегруз и т.д.).

С учетом полученных итоговых данных по обоим вариантам расчетов, а также дополнительных факторов, неучтенных и в существенной мере влияющих на эффективность работы автотранспорта (таких, как худшие погодные условия – снижение скоростей до 10% и более, удвоенное время отсутствия фронта работ, не учет перегрузов при получении оперативных данных – снижение объемов на 10% и более, а также некорректная корректировка оперативных данных с учетом маркшейдерских замеров) в большей мере подтверждается основной вывод о повышении эффективности автотранспорта в условиях раздельной эксплуатации на карьере автосамосвалов марки Hitachi и БелАЗ. Вывод из рудоскальной зоны автосамосвалов БелАЗ обеспечивает повышение эффективности работы автосамосвалов Hitachi с экономическим эффектом порядка 155-170 млн. тенге в год (835-915 тыс. долларов США), при снижении расхода топлива на 8.23 г/ткм и более.

В целях дальнейшего повышения эффективности работы экскаваторно-автомобильного комплекса карьера необходимо и экономически целесообразно приведение в соответствие с нормативами горно-технических условий его эксплуатации (параметры карьерных дорог, скоростные ограничения, объемы подготовленных и вскрытых запасов, качество покрытия автодорог). Обеспечение надлежащих условий эксплуатации основного горного и транспортного оборудования обеспечивает снижение себестоимости горно-транспортных работ (прямые текущие затраты) на 15-17% с экономическим эффектом 1459 млн. тенге/год (7,84 млн. долларов США).

Анализ эффективности горно-транспортных процессов, базирующийся на основе грубого пересчета оперативных данных с учетом маркшейдерских замеров, имеющих свою систему погрешностей, изначально не может являться корректным и достоверным, а следовательно и не может применяться для оценки эффективности

работы автотранспорта в такого рода экспериментах.

Применяемые в настоящее время системы мониторинга работы горно-транспортного оборудования по своему информационно-аналитическому потенциалу не обеспечивают качественного технико-экономического анализа и выработку оперативных и эффективных управленческих мер.

В целях повышения эффективности оценки функционирования горно-транспортного комплекса карьера, а также для успешной реализации обоснованных опытно-промышленных исследований необходимо: формирование соответствующей, достоверной, объективно и оперативно получаемой информационной базы; формирование соответствующего аналитического блока при планировании горно-транспортных работ.

УДК 622.684

### **ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЯКОРНОЙ ОБМОТКИ ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА БЕЛАЗ-75131 МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Монастырский Ю.А.*, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», д.т.н., профессор;

*Веснин А.В.*, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные машины», к.т.н., доцент;

*Систук В.А.*, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», к.т.н., доцент

*Богачевский А.А.*, ассистент кафедры «Подъемно-транспортные машины»  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет», г. Кривой Рог, Украина

Простои карьерных самосвалов, вызванные неисправностями тягового электропривода имеют важное значение с финансовой точки зрения, и приводят к увеличению себестоимости конечного продукта. На основе анализа простоев карьерных самосвалов БелАЗ-75131, занятых при перевозках горной массы на железорудных карьерах Криворожского региона и угольных разрезах Кузнецкого бассейна, установлено, что на железорудных карьерах простои по причине технических воздействий на электро-механическое оборудование самосвалов возникают на 43 % чаще [1,2]. Для более детального рассмотрения этого вопроса, мы воспользовались результатами дефектоскопического анализа элементов тяговых электрических машин данных самосвалов, которые показали, что в количественном выражении частота пробоев и износа изоляции обмоток, выхода из строя щеток, переброс дуги по коллектору двигателя по сравнению с такими же неисправностями тяговых электрических машин, которыми комплектуются аналогичные самосвалы угольных разрезов, больше на 33,2 % [3,4].

Основываясь на приведенном анализе неисправностей, было сделано предположение, что данная тенденция обусловлена спецификой горнотехнических условий эксплуатации самосвалов, определяющей температурные нагрузки на элементы тяговых двигателей.

Предпосылкой к пробую изоляционных обмоток является наличие микротрещин лакового покрытия, которые возникают в результате усталостных деформаций под действием температурных или механических нагрузок.

Для определения степени влияния температурных нагрузок в конкретных горнотехнических условиях эксплуатации самосвала БелАЗ-75131 проводилось моделирование температурного состояния участка якорной обмотки в месте расположения щеточно-коллекторного узла, который склонен к интенсивному нагреву. Для этого был выбран программный продукт Solidworks Flow Simulation [5,6]. С целью получения

эпюры температурного поля с возможностью локализации максимальных значений тепловых нагрузок, моделирование проводилось для условий трассы с самым высоким процентом продольных уклонов в общей длине транспортирования горной массы.

В результате моделирования получены зависимости температуры различных слоев изоляции от времени ездки карьерного самосвала на трассе, анализ которых показывает, что во всех слоях изоляции наблюдается широкий диапазон колебаний температур. Это объясняется тем, что в течении подъема и спуска суммарные сопротивления движению, возникающие от разных величин продольных уклонов и сопротивлений качению, вызывают значительные изменения тепловых нагрузок. Максимально нагретой частью обмотки является ее лобовая поверхность. Пиковое значение температуры наблюдается при движении самосвала на подъем. При этом, несмотря на то, что максимальная температура обмотки не превышает порога допустимых значений для данного класса изоляции, она приближается к граничным значениям срабатывания температурного датчика.

Таким образом, проведенный термический анализ solid-модели участка якорной обмотки в среде Solidworks Flow Simulation показал, что характер распределения температурных нагрузок приводит к возможной пластической деформации обмотки со значительными перемещениями в области ее лобовой поверхности, что в дальнейшем вызывает образование микротрещин лакового покрытия.

### **СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ**

*Сизов Дмитрий Аркадиевич*, руководитель направления Горное дело ООО «НАВГЕОКОМ»

1. В цифрах о компании
2. Проблемы организации безопасного движения автотранспорта на открытых горных предприятиях
3. Обзор решения. СПС – архитектура, принцип действия
4. Возможности и функции СПС
5. Дополнительные возможности. Радары нового поколения. Комбинированные решения для вращающихся механизмов и крупногабаритного транспорта. Мониторинг усталости операторов.
6. Экономический эффект, возврат инвестиций.

УДК 620.684

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ КАРЬЕРОВ**

*Журавлев А.Г.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Для решения задач планирования и проектирования горных работ появляется все больше специализированных программных комплексов. Главной задачей таких программных комплексов является моделирование и проектирование открытой и / или подземной разработки месторождений полезных ископаемых.

Важным направлением совершенствования программных средств оперативно-го планирования и управления горно-транспортными работами является необходимость их увязки с параметрами и управлением комплекса выемочно-погрузочного оборотования.

В связи с этим для решения задач исследования развития транспортных систем карьера в динамике на различных этапах жизни карьера в Институте горного дела УрО РАН разработана программа для ЭВМ «Транспортная система карьера» (ТСК) (рис. 1 справа) [1]. Главное отличие от существующих программных средств – интерактивность и реалистичность моделирования. Если другие программы в большинстве проводят детерминированные расчеты по имеющимся исходным данным или накопленной статистике о продолжительности рейса, расходе топлива и т.п., то ТСК моделирует движение и работу всех объектов в реальном времени (масштаб времени можно изменять от реально до ускоренного в несколько десятков раз, при этом точность сохраняется).

Программа ТСК предназначена для моделирования транспортной системы карьера, включающей в себя любые сочетания автомобильного (Авто), железнодорожного (ЖД) и конвейерного (дробильно-конвейерный комплекс – ДКК) видов транспорта. Суть процесса моделирования заключается в перемещении руды по карьере с помощью заданных видов и моделей транспорта, в том числе реального временного моделирования процесса погрузки и разгрузки, с учетом очередей и заторов в различных частях схемы.

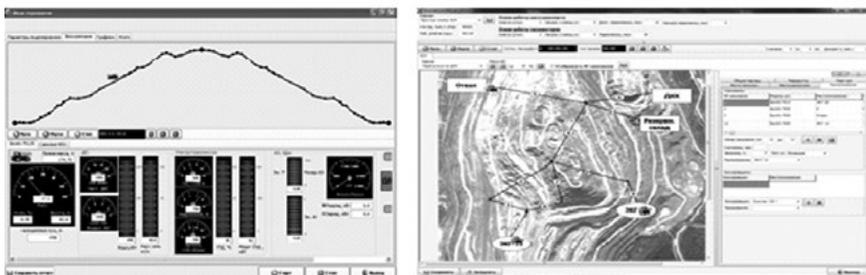


Рисунок 1 – Окна разработанных программ: *слева* – программы «Самосвал», *б* – программы «Транспортная система карьера»

Она применима для:

- долгосрочного прогнозирования формирования транспортных систем карьеров;
- определения «узких мест» варианта организации транспортной системы;
- оценки влияния и выбора параметров горнотранспортного оборудования
- оптимизации управления технологическими процессами горнотранспортных работ.

При исследованиях и проектировании карьерного транспорта возникают также вопросы точного расчета эксплуатационных показателей карьерного автотранспорта. Для этих целей применима программа «Самосвал» (рис. 1 слева), разработанная в ИГД УрО РАН и представляющая собой модель движения автосамосвала по заданной конечной трассе, которая позволяет проводить детальный расчет параметров работы энергосиловой установки автосамосвала по нескольким десяткам показателей, а также оценивать технологические показатели в целом за один рейс (расход топлива, продолжительность рейса, производительность, объем выбросов вредных веществ с отработавшими газами)[2]. Исходными данными для самосвала являются подробные технические характеристики, в том числе характеристики элементов трансмиссии, например, для электромеханической трансмиссии – допустимые токи, напряжения, нагрузочные характеристики электрических машин. Для трасс – протяженность и уклон участков, ко-

эффицент сопротивления качению колес, коэффициент сцепления колес с дорогой, задаваемая скорость движения, коэффициент загрузки самосвала.

Программа «Самосвал» применима для:

- исследования эксплуатационных показателей работы автотранспорта;
- оперативного планирования материально-технических ресурсов и производительности для карьерных автосамосвалов;
- оценки влияния горно-технических условий на эксплуатационные показатели карьерных автосамосвалов и подбор рациональных моделей автосамосвалов или разработка технического задания карьерный автосамосвал производителю.

Разработана методика исследования параметров карьерного транспорта на основе имитационного компьютерного моделирования обеспечивающая повышение скорости расчетов, увеличение количества рассматриваемых вариантов и в итоге повысить точность принимаемых проектных решений, выявить «узкие» места уже на стадии принятия проектных решений [4, 5].

УДК 621.867.2

### **УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РЕЗИНОТРОСОВЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ**

*Реутов А.А., ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»*

Резинотросовые конвейерные ленты (РКЛ) получили широкое применение в горной промышленности благодаря высокой прочности (от 500 до 7500 кН/м). Недостатком РКЛ является большая трудоемкость соединения их концов. Это обусловлено тем, что тросы на концах ленты прочно соединены с межтросовой резиной, армирующими элементами, обкладками и бортами. Удаление обкладок и бортов на концах ленты, отделение тросов от межтросовой резины осуществляют непосредственно на конвейере или возле него вручную.

Существенно сократить трудоемкость соединения концов лент призвана новая конструкция РКЛ, главным отличием которой является отсутствие прочного соединения тросов с межтросовой резиной на концах ленты [1].

РКЛ имеет различную конструкцию в средней части и на концах отрезка. Средняя часть РКЛ имеет традиционную конструкцию. На концах отрезков ленты тросы изолированы от внутренней резины тканью, не соединяющейся с резиной при вулканизации. Вместо ткани возможно использование вощеной бумаги или полипропиленовой пленки. Ткань (или бумага, или пленка) препятствуют соединению тросов с резиной на концах отрезков ленты, и тросы находятся внутри оболочки, образованной обкладками и бортами, не соединенными с резиной.

Поскольку длина  $L$ , на которую необходимо отделять тросы при соединении концов отрезков ленты известна, то на концах отрезков ленты тросы должны быть изолированы от внутренней резины тканью на участках такой же длины  $L$ .

Тросы 2 на концах отрезков РКЛ могут быть изолированы от внутренней резины не сплошным целым куском ткани, а отдельными полосами, расположенными поперек тросам на участках длиной  $L$ . Таким образом, между полосами имеется участок вулканизированного соединения тросов с межтросовой резиной.

Новая конструкция РКЛ несущественно изменяет существующую технологию изготовления РКЛ. До наложения на тросы резиновой смеси на концах будущих отрезков РКЛ на тросы накладывают ткань (или бумагу, или пленку) для изоляции тросов от резиновой смеси. Применение специального технологического полотна

упрощает его размещение на тросах [2]. Используют отрезок ткани длиной  $2L$ , который накладывают на тросы двух смежных концов соседних отрезков резиновых лент так, чтобы середина отрезка ткани совпала с границей двух смежных концов соседних отрезков РКЛ. После разрезания образуется два смежных конца длиной  $L$  каждый двух отрезков РКЛ.

Вместо отрезков ткани для изоляции тросов от резиновой смеси можно использовать расплавленную изолирующую материю, например, полипропилен.

Для использования в ленточных конвейерах концы отрезка РКЛ или не-скольких отрезков соединяют для образования замкнутого ленточного контура.

Новая конструкция РКЛ почти не меняет известную технологию изготовления соединения концов с использованием горячей вулканизации. Соединение концов собирают в обычной последовательности, при этом тросы легко отделяются от внутренней резины.

Если на концах отрезков РКЛ тросы изолированы от внутренней резины отдельными полосами, расположенными поперек тросам, то перемычки внутренней резины между отдельными полосами удерживают тросы от смещения и перепутывания при изготовлении соединения. Кроме того, перемычки внутренней резины предотвращают попадание влаги на поверхность тросов при хранении РКЛ.

Улучшение эксплуатационных свойств РКЛ новой конструкции заключается в повышении эффективности соединения их концов за счет сокращения времени и трудозатрат на разделку тросов.

УДК 621.684

### **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

*Кармаев Г.Д., Берсенева В.А., Семенкин А.В., Сумина И.Г.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

В Институте горного дела УрО РАН разработана методика технико-экономической оценки различных вариантов циклично-поточной технологии при открытой разработки месторождений, позволяющая учитывать большое количество факторов в том числе конструктивные особенности конвейеров. С применением данной методики выполнен целый ряд работ научной и прикладной направленности:

- технологические регламенты на внедрение схем ЦПТ для крупных железорудных карьеров;
- оценка областей применения различных конструкций конвейеров в качестве магистрального транспорта карьеров;
- оценка технико-экономических показателей ЦПТ в сравнении с автомобильным транспортом в различных горно-технологических условиях (рис. 1);
- впервые на основе инновационных технологических решений обоснованы технологическая возможность и экономическая целесообразность применения циклично-поточной технологии с автомобильно-конвейерным транспортом с момента начала добычи полезного ископаемого.

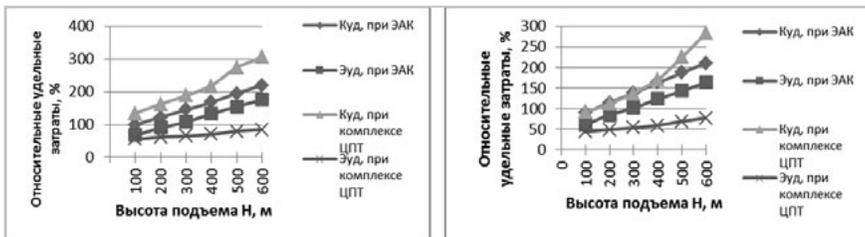


Рис. 1 – Графики изменения относительных удельных затрат при разработке вскрышных пород от высоты подъема горной массы (Куд – капитальные относительные удельные затраты, Эуд – эксплуатационные относительные удельные затраты)  
 а) Слева с годовой производительностью карьера 5 млн.т/год  
 б) Справа с годовой производительностью карьера 30 млн.т/год

**Научно-техническая конференция  
 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ  
 МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ**

**ТЕЗИСЫ**

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОПРОБОВАНИЯ НА ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ**

*Козин В. З., Комлев А. С., ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург*

При опробовании руды, концентратов и хвостов на обогатительных фабриках всегда возникают вопросы, на которые не находят ответа. К наиболее острым вопросам относятся появление излишков ценных компонентов в концентратах, либо их нехватка. При правильных расчетах балансов эти излишки или нехватки проявляются в больших положительных или отрицательных невязках товарного баланса. Острым вопросом всегда остается определение массовой доли в концентратах при их близких значениях к допустимым, а при опробовании одних и тех же продуктов с помощью методик, отличающихся друг от друга деталями, возникновение необъяснимой разницы в результатах.

Результат опробования после его записи в документах рассматривается как установленный факт, из которого должны следовать определенные выводы. При этом уходит на второй план и как бы не замечается, что этот результат не абсолютен, а связан с погрешностями.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВИЗИОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПРИ ОПРОБОВАНИИ РУДЫ**

*Морозов В. В., Шек В. М., Рапшиц В. В., МГИ НИТУ «Московский институт стали и сплавов», г. Москва*

*Морозов Ю. П., ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург*

*Дэлгэрбат Лодой, АСУТП КОО Предприятие «Эрдэнэт», Монголия, г. Эрдэнэт*

Быстрое и корректное измерение вещественного и минерального состава руды является основой эффективного регулирования обогатительного процесса. Для достоверного визиометрического определения минералов в руде предложено использование сочетания современных форматов цветного изображения RGB и HSV. Повышение точности визиометрического анализа также достигается путем инсталляции систем визиометрического анализа в существующие схемы отбора и химического анализа руды. Многоступенчатая схема отбора, подготовки и сокращения обеспечивает необходимую представительность анализируемой пробы. Снижение крупности руды в разработанной методике визиометрического анализа позволяет существенно сократить минимальную массу пробы до 0,6-1 кг. Достижимая точность анализа (коэффициент вариации 5,5-7 %) вполне пригодна для обеспечения устойчивого автоматизированного управления процессами обогащения.

### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

*Хопунов Э. А.,* Консультационно-аналитический Центр «Российский стандарт», г. Екатеринбург

Основой инноваций в современных технологиях переработки минерального сырья является единство принципов горного передела и рудоподготовки: не добывать, не дробить и не обогащать ничего лишнего.

Главной целью инноваций является ресурсосбережение: снижение энерго-, водопотребления и увеличение полноты извлечения. Инновационными следует считать лишь те технологии, которые способны обеспечить снижение энергозатрат и водопотребления на десятки и сотни процентов. Идея новых подходов в процессах добычи и переработки минерального сырья состоит в совмещении геоинформационных технологий, построенных на базе цифровых моделей горных работ, с моделями последующей переработки сырья и получения конечных товарных продуктов: создание единой модели комплексного освоения недр и рудоподготовки.

Следующая задача этого направления – повышение энергоэффективности первой стадии рудоподготовки (производство горной массы) за счет резонансного поглощения энергии упругих волн структурными элементами неоднородности горного массива с разным акустическим импедансом. Это позволит получить горную массу не в виде фрагментов с хаотичным распределением структур, а куски, разрушенные по текстурной неоднородности, с селективным набором разделительных характеристик.

### **ВЛИЯНИЕ ТОНКИХ ШЛАМОВ НА ВЫБОР СХЕМ РУДОПОДГОТОВКИ НИОБИЕВЫХ РУД**

*Газалеева Г. И.,* ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург

В статье приведены результаты изучения процесса ошламования ниобийсодержащих руд Вишневогорского месторождения. За критерий ошламования принимается содержание классов крупности менее 50 и 5 мкм, определенное на современном лазерном гранулометре. Выбор оптимальных методов и оборудования измельчения производился по степени ошламования конечных продуктов.

Исследования производились с использованием центробежной мельницы ЦОМ

и стержневой мельницы. Для измельчения исследуемых ниобиевых руд Вишневогорского месторождения рекомендуется использование стержневой мельницы. Степень ошламования в ней по фракциям менее 50 и 5 мкм составляет соответственно – 27,15 и 6,34 %, что в 1,7 и 1,9 раз ниже, чем в центробежной мельнице ЦОМ. Выбор общей технологической схемы рудоподготовки с применением специальных методов для ниобиевых руд Вишневогорского месторождения основан на использовании оборудования, обеспечивающего наибольшую степень селективности при дроблении (дробилка КИД – 3 стадия дробления) и наименьшую степень ошламования при измельчении (стержневая мельница).

Первую и вторую стадии дробления предлагается осуществлять в традиционных щековых и конусных дробилках, так как в данных стадиях ошламование минимально.

### **ДРОБИЛЬНО-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ – ТЕХНИКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

*Лагунова Ю. А., Калянов А. Е., ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург*

Приведены результаты исследования свойства дробимости горных пород в конструкциях дробильно-размольного оборудования, реализующих различные способы дробления – кусок о футеровку и дробление «в слое».

Показано, что дробление «в слое» является энергоэффективным способом дробления, обеспечивающим саморазрушение кусков за счет развития внутренних дефектов.

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК С ПРОСТЫМ И СЛОЖНЫМ КАЧАНИЕМ ЩЕКИ**

*Комиссаров А. П., Лозгачев И. А., Корепанов М. Ю., УГГУ, г. Екатеринбург*

На основе имитационной модели щековых дробилок с простым (ЩДП) и сложным (ЩДС) качанием щеки выполнен силовой анализ рабочего механизма и определена энергетическая характеристика дробилки. Показано, что в дробилке ЩДС рабочий ход составляет 70 % длительности цикла, причем процесс дробления материала происходит равномерно по всей камере дробления. Установлено, что длительность отхода подвижной щеки во всех сечениях камеры превышает длительность подхода. В результате увеличивается скорость прохождения дробимого материала по камере дробления, а также высота и объем выпадающей призмы материала.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ТОНКОГО ГРОХОЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД К ФЛОТАЦИИ**

*Мамонов С. В., ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург  
Цыпин Е. Ф., УГГУ, г. Екатеринбург*

Выполнен анализ работы обогатительных фабрик Урала и Башкирии и определены основные причины потерь металлов с отвальными хвостами. Приведены результаты изучения закономерностей процессов тонкого гидравлического грохочения и гидроциклонирования в циклах измельчения медно-цинковой руды. Показано, что применение процесса грохочения в циклах измельчения позво-

ляет: повысить «качество» обогащаемого сырья путём повышения содержаний флотационных классов крупности и раскрытых зёрен рудных минералов флотационной крупности.

### **ПРИНЦИПЫ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В РУДОПОДГОТОВКЕ**

*Хопунов Э. А.*, Консультационно-аналитический Центр «Российский стандарт», г. Екатеринбург

В работе рассмотрены основные направления и принципы построения инновационных систем в рудоподготовке. На основании исследований дезинтеграции множества руд и минералов дано физическое обоснование необходимости стадийного разрушения структурных элементов раскрытия. Рассмотрены результаты моделирования множественного разрушения минералов, которые позволяют выделить несколько зон с разной скоростью роста потребления энергии по мере измельчения руд. Подтверждено, что одной из причин избыточного энергопотребления является не увеличение прочности частиц (распространенное заблуждение), а низкая вероятность актов нагружения при возрастающем на несколько порядков числе частиц, а также меняющиеся условия передачи частицам энергии нагружающих устройств. Приведены схемы пяти вариантов устройств для разрушения руд, позволяющих изменять режим нагружения в соответствии с изменением их свойств на каждой стадии, при необходимом и достаточном уровне энергопотребления.

### **ИННОВАЦИОННЫЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗУПРочНЯЮЩИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

*Рябцев Д. А.*, Московский физико-технический институт, Инжиниринговый центр МФТИ по трудноизвлекаемым полезным ископаемым, г. Москва

Рассмотрены нетрадиционные способы повышения энергоэффективности измельчения горных пород с использованием предварительных разупрочняющих энергетических воздействий, что позволяет существенно сократить эксплуатационные расходы, а также снизить шламообразование и повысить технологические показатели при дальнейшей переработке. Рудоподготовительные операции, такие как дробление и измельчение, одни из важнейших составляющих технологии, определяющие весь дальнейший процесс обогащения и глубину переработки руд. Главная задача дезинтеграции – раскрытие минеральных сростков с образованием свободных зерен минеральных частиц для последующего их разделения по физико-химическим характеристикам, при этом основные потери ценных компонентов при переработке тонковкрапленных руд происходят со сростками и шламами. Процессы разрушения горных пород являются самыми энергоёмкими и затратными – на них расходуется до 70 % от всей затрачиваемой на переработку электроэнергии, в связи с этим задача повышения энергоэффективности дезинтеграции руд при обогащении является крайне актуальной.

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ**

*Борисков Ф. Ф.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Электромагнитные импульсы (ЭИ) используются для управления циркуляцией магнитных измельчающих тел (шары, куски магнетитовых и пирротитовых руд) в мельнице при измельчении и самоизмельчении сырья. Вращением барабана и ЭИ смесь измельчающих тел и руды поднимается в мельнице на оптимальную высоту, при достижении которой ЭИ выключается из работы. Другим ЭИ смесь ускоряется при ее падении. Мертвая зона измельчающих тел и руды в мельнице устраняется. Эффективность измельчения руды повышается, затраты энергии снижаются, так как применяются короткие ЭИ.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ БЕРЕЗОВСКОЙ РУДЫ**

*Замотин П. А., Лобанов В. Г.*, УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

В работе изучены особенности измельчения руды Березовского месторождения в присутствии ряда ПАВ отечественного и зарубежного производства. Использование ПАВ позволяет получить необходимый результат измельчения за менее продолжительное время, что позволяет сократить затраты не только на электроэнергию, но и на расход шаров в мельнице, а также позволяет увеличить производительность мельницы. Выбран ПАВ и определен оптимальный расход.

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ТЕХНОЛОГИЮ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЯ В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Потапов В. В., Юдин Б. Ю., Марченко М. Ю.*, УГГУ, г. Екатеринбург

Важным этапом совершенствования технологии разработки угольных месторождений является повышение качества углей за счет внедрения разделительных комплексов непосредственно в технологическую цепочку. Обоснована экономическая оценка с использованием этих аппаратов в технологии на основе анализа зависимости приведенных затрат от количественных и качественных параметров технологических схем разработки шахт с подземным обогащением. Данные затраты были проведены по двум предложенным вариантам с установкой сепараторов в бремсберге и комплексе горных выработок (околоствольном дворе). Сравнивая технологические схемы с установкой сепараторов при подземным обогащением следует отметить, что, установка СПРУТ имеет меньшие эксплуатационные расходы и рост капитальных затрат. Возрастание капитальных затрат связано с затратами на транспорт пустой породы и закладку ее в выработанное пространство. Интерес представляет калькуляция эксплуатационных затрат по всем процессам: добычи, обогащения и транспортировки угля, для схем с установкой сепараторов СПРУТ и круто-наклонного КНС. Представлены гистограммы для оценки затрат при использовании данных сепараторов в условиях добычи угля с различной мощностью угольных пачек.

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРИТЕРРИКОННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ  
УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД**

*Воробьев А. Е.,* Российский университет дружбы народов, г. Москва

Горная масса терриконов в процессе длительного хранения самовозгорается и в процессе обжига приобретает новые физико-механические свойства. Этими процессами можно целенаправленно управлять. Рассмотренные в работе различные аспекты термических процессов, происходящие в массиве терриконов, позволяют целенаправленно осуществлять в них обжиг горных пород, с контролируемым достижением заранее заданных физико-механических свойств (таких как крепость, пористость, сорбционная активность и др.).

**РАЗДЕЛЬНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ТИПОВ И РАЗНОВИДНОСТЕЙ  
ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ОСНОВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ**

*Пелевин А. Е.,* ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург

Приведены результаты исследований по разделному обогащению природных типов и разновидностей железных руд основных промышленных типов. Показано, что типы и разновидности железных руд имеют отличия в обогатимости и измельчаемости, поэтому их целесообразно выделить в разные технологические типы и перерабатывать отдельно. Установлено, что технологические показатели раздельного обогащения сортов и разновидностей руд выше показателей обогащения руды валовой добычи.

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ  
ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ НА АО «ОЛКОН»**

*Опалев А. С.,* ФГБУН «Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук», г. Апатиты

Рассмотрены пути повышения энерго- и ресурсоэффективности технологических схем обогащения железистых кварцитов. Предложено теоретическое обоснование механизма высокоселективной магнитно-гравитационной сепарации для разделения минеральных частиц с близкими физическими свойствами. Разработана технология получения готового магнетитового концентрата в каждой стадии обогащения с использованием комбинации тонкого вибрационного грохочения и магнитно-гравитационной сепарации, приведены технологические результаты по стадийному выводу товарной продукции с содержанием  $Fe_{\text{общ}}$  65,7-70,0 % при переработке железистых кварцитов на ДОФ АО «Олкон».

**СУХАЯ МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОСТОЯННЫХ  
МАГНИТОВ**

*Банников В. Ф., Зотов В. М.,* ООО «ЭЛАН», г. Москва

*Ряховский В. М.,* Государственный геологический музей им. В. И. Вернадского РАН, г. Москва

Существующие магнитные сепараторы отличаются способом подачи исходного материала и способом разгрузки продуктов обогащения, которые зависят от того, как расположена магнитная система относительно сепарируемого материала, сверху или снизу. В первом случае, магнитная фракция в процессе сепарации отрывается от общей массы и притягивается вверх, во-втором – магнитная фракция удерживается магнитной системой сепаратора, а немагнитная фракция либо за счет гравитационных, либо центробежных сил удаляется из процесса. В работе предложен способ магнитной сепарации на постоянных магнитах, магнитная система которых выполнена в виде вращающегося барабана и облегающего его неподвижной немагнитной ленты из износостойчивого материала (кевлар, стеклоткань, немагнитные металлургические ленты) около 0,1 мм и тоньше. Благодаря другим конструктивным особенностям достигается эффективная разгрузка исходного питания и разгрузка магнитной и немагнитной фракций. Оценочные испытания действующего макета нового сепаратора, проведенные при обогащении различных сыпучих материалов (рудных смесей, техногенных отвалов), показали технологические и эксплуатационные преимущества по сравнению с действующими лабораторными образцами. Сравнение используемых материалов для изготовления лент, которые отделяют магнитную систему от обогащаемых продуктов наиболее долговечной и удобной в работе показала лента из магнитной фольги 0,1 мм. В настоящее время проводится патентная экспертиза на новый способ сепарации.

### **ВЫДЕЛЕНИЕ УЗКИХ ФРАКЦИЙ ПОРОШКОВ МЕТОДОМ ВОЗДУШНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

*Пономарев В. Б., УрФУ им. Первого президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург*

В современной промышленности все чаще возникает потребность в узких фракциях сыпучих материалов, причем, если размер таких классов больше 1 мм, эта задача успешно решается рассевом на грохотах. Однако, например, в порошковой металлургии, в производстве абразивов необходимы порошки с меньшим размером частиц, где применение грохотов проблематично. В работе показаны результаты выделения фракции 200-400 мкм купершлака из мелкого продукта линии по производству абразивного порошка методом воздушной сепарации в каскадных пневматических классификаторах. Произведен расчет необходимой остроты разделения для решения поставленной задачи. Предложена технологическая схема, состоящая из четырех последовательных каскадных аппаратов. Проведенные расчетно-экспериментальные исследования показали возможность выделения узких классов сыпучих продуктов методом воздушной каскадной классификации с достаточно высокой остротой разделения.

### **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ И ОБОГАЩЕНИЯ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД (ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПЕПЕЛ, ТУФ, ТУФОПЕСЧАНИК) СЕВЕРНОГО КAVКАЗА**

*Лузин В. П., Антонов В. А., Беляев Е. В., ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», г. Казань*

По результатам технологических исследований вулканогенных пород (вулканический пепел, туф, туфопесчаник, вулканомиктовые песчано-гравийные материалы) Северного Кавказа (Кабардино-Балкарская Республика, Республика

Северная Осетия-Алания) разработана принципиальная технологическая схема комплексной переработки и обогащения сырья, с использованием безобжигвой и обжиговой технологий, основанных на использовании двухкомпонентной системы «сырье-компонент», позволяющая значительно упростить и удешевить процессы производства строительных изделий по сравнению с технологиями, основанными на использовании многокомпонентных систем, более эффективно разрабатывать объекты вулканогенных пород по безотходной технологии, значительно расширить ассортимент выпускаемой продукции, улучшить ее качество.

### **БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КОЛЧЕДАННОЙ МЕДНО-ЦИНКОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУНДЫЗДЫ**

*Ниязов А. А., Шалгымбаев С. Т., Ли Э. М.,* Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии КАЗМЕХАНОБР, Казахстан, г. Алматы

*Кошик А. А.,* ТОО «КазГеоРуд», Казахстан, г. Актобе

В данной работе представлены результаты исследований по разработке оптимальной технологии обогащения колчеданной медно-цинковой руды месторождения «Кундызды».

Разработана селективная схема обогащения, позволяющая получить:

-медный концентрат с содержанием меди 21,65 %, соответствующий марке КМ-5 по ОСту 48-77-82, при извлечении меди 70,41 %;

-цинковый концентрат с содержанием цинка 45,15 %, соответствующий марке КЦ-4 по ОСту 48-31-81, при извлечении цинка 60,46 %;

-пиритный концентрат с содержанием серы 44 %, соответствующий марке КСФ-3 по ГОСТу 444-75, при извлечении серы 93,79 %.

Характерной особенностью разработанной технологии является отсутствие отвальных хвостов флотации, так как хвосты цинковой и цинково-пиритной флотации являются готовым пиритным концентратом.

### **ПРИЗНАКИ РАЗДЕЛЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДАХ ОБОГАЩЕНИЯ\***

*Овчинникова Т. Ю., Цыпин Е. Ф., Ефремова Т. А.,* УГГУ, г. Екатеринбург

Рассмотрены признаки разделения, применяемые в информационных методах обогащения. Среди них выделены интегральные и дифференциальные, объёмные и поверхностные признаки. Рассмотрены их потенциальные погрешности. В информационных методах обогащения используют оценки перечисленных признаков. Показано влияние на оценку поверхностных признаков разделения характера минерализации кусков и геометрии измерения в сепараторе.

### **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНЫХ РУД УРАЛА**

*Шемякин В. С., Скопов С. В.,* ЗАО НПК «Техноген», г. Екатеринбург

Предварительные исследования по обогащению медных и медно-цинковых ряда месторождений Урала показали, что они обладают достаточно высокой контрастно-

стью. Методом рентгенорадиометрической сепарации (PPC) удается выделить до 25-30 % хвостов с содержанием меди ниже бортового содержания. Выполненные технологические регламенты и ТЭО для ряда уральских горнодобывающих предприятий показали, что себестоимость переработки руды на рудосортировочных комплексах (РСК) с применением PPC не превышает 1,5-1,8 долларов США на одну тонну. Также было определено, что инвестиции в строительство РСК окупаются в основном за 2-3 года.

### **ПРЕДКОНЦЕНТРАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ**

*Алушкин И. В., Юшина Т. И., МГИ НИТУ «Московский институт стали и сплавов», г. Москва*

На сегодняшний день в горно-перерабатывающей промышленности наблюдается тенденция ухудшения качества запасов практически по всему спектру минерального сырья на фоне растущего на них спроса. Одной из причин ухудшения качества запасов минерального сырья является то, что стадия интенсивного освоения приповерхностных кондиционных запасов, разведанных в доступных районах в предыдущие периоды, практически завершена. Таким образом, перед мировым сообществом горнодобывающих предприятий встает задача экономически рентабельного освоения месторождений с низкими содержаниями полезного компонента в сложных горно-геологических условиях. Внедрение технологий РМО в технологическую цепочку предприятий обеспечивает повышение технического уровня производства и увеличение производственной мощности предприятий по конечной продукции, способствует росту их конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности, а в целом, повышению экономической эффективности, рациональности и комплексности освоения минерально-сырьевой базы. Стремительное развитие радиометрических методов обогащения, обеспечивающих приемлемые технологические и экономические показатели переработки различных видов минерального сырья, предопределяет их перспективы в горнодобывающей промышленности.

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

*Саматова Л. А., Учреждение Российской академии наук Институт горного дела ДВО РАН, г. Владивосток*

Прогрессирующее ухудшение качества рудных запасов вольфрамовых месторождений края обусловило актуальность постановки исследований и разработки технологий с предварительным обогащением бедных руд с применением методов радиометрической сепарации. В статье представлены результаты сепарации проб руды месторождений «Восток-2» и «Скрытое» с использованием рентгеноабсорбционного метода на оборудовании TOMRA Sorting GmbH. В результате исследований установлено: выделение крупнокусковых хвостов с отвальным содержанием позволяет не только существенно повысить содержание  $WO_3$  в товарной руде, но и улучшить ее вещественный состав, что обеспечивает эффективность последующего флотационного передела. Внедрение предварительного обогащения в схемы переработки позволит предприятиям расширить сырьевую базу за счет ранее нерентабельных руд.

## **ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕВОШПАТОВОГО СЫРЬЯ КАРЕЛИИ НА ОБОГАТИМОСТЬ ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

*Чертов А. Н., Горбунова Е. В.,* Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
*Скамницкая Л. С., Бубнова Т. П.,* Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

В работе обобщен опыт работы коллектива авторов по изучению возможностей обогащения полевошпатového сырья месторождений Карелии оптическим методом сепарации, основанным на цветовом анализе составляющих исходное минеральное сырье компонентов. Приводены результаты исследований по месторождениям «Плоти́на», «Хетола́мбино», «Эльмусская площадь», «Восточная Хизоваара».

## **ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ**

*Пестов В. В.,* ООО «РАДОС», г. Красноярск

В работе приведены основные горно-геологические факторы, влияющие на показатели разделения при рентгенорадиометрическом обогащении. На примере результатов обогащения природного брусита Кульдурского месторождения показано, что влияние горно-геологических факторов не ограничивает использование рентгенорадиометрического метода, как неэффективного к выделению продуктов сепарации заданного качества, а обусловлено естественным уменьшением неоднородности исходного материала – контрастности, по рассмотренным компонентам, при превышении определённого порога содержаний этих компонентов.

## **РАЗНОВИДНОСТИ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ**

*Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю.,* УГГУ, г. Екатеринбург

В фотометрических методах обогащения используют разнообразные признаки разделения. Среди них можно выделить признаки, связанные со спектральными характеристиками отражения, поглощения света, с пространственным распределением интенсивности рассеянного излучения, комбинации рассеянного света. Комбинации перечисленных характеристик являются основой разновидностей фотометрического метода измерения и фотометрической сепарации отличающихся оптическими свойствами минералов.

## **ТЕХНОЛОГИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАБАЛАНСОВЫХ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД**

*Потапов В. Я, Паньков С. А., Потапов О. В., Иващенко Е. П., Марченко А. Ю.,* УГГУ, г. Екатеринбург

Приводится обоснование технологии разделения бедных медно-цинковых руд. Показана взаимосвязь содержания сульфидов и напряжения электрического пробоя. Изложены результаты экспериментов по определению удельного расхода энергии на электрообработку бедной руды в зависимости от содержания сульфидов. Обоснован

принцип и разработана имитационная модель процесса разделения. Определены энергетические затраты на новую технологию разделения бедных сульфидных руд.

### **СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ВАНАДИЯ И МАРГАНЦА ИЗ КОНВЕРТОРНЫХ МАРГАНЦОВИСТЫХ ШЛАКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЧИСТЫХ ОКСИДОВ**

*Крашенинин А. Г., Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург*

В Институте металлургии УрО РАН разработана новая технология получения чистого пентоксида ванадия и оксидов марганца из марганцовистых ванадийсодержащих конвертерных металлургических шлаков. В нашей стране производится только ванадиевый концентрат (технический пентоксид ванадия с содержанием основного вещества 80-90%) и феррованадий. Чистый пентоксид ванадия импортируется из-за рубежа. В технологии переработки марганцовистых ванадиевых шлаков принят окислительный обжиг при  $T=850$  С без каких-либо Са и Na-содержащих добавок в отличие от существующих технологий. На первой стадии переработки производится селективное выщелачивание ванадия в крепких водных растворах кальцинированной соды с получением пентоксида ванадия чистотой 99,5-99,8 %. На второй стадии марганец извлекается сернокислым выщелачиванием из остатков (кеков) после выщелачивания ванадия. В результате операций очистки маточных растворов от примесей получаем марганцевый раствор, из которого осаждаем оксиды марганца повышенной чистоты. Получаемые пентоксид ванадия и оксиды марганца можно использовать для выплавки ванадий- и марганецсодержащих лигатур для титановых и алюминиевых сплавов. Твердые остатки направляются для использования в производстве ферросплавов и строительную промышленность. Таким образом, новая технология переработки марганцовистых конвертерных шлаков претендует на экологически чистую с комплексным использованием сырья и сможет обеспечить потребность титановой и алюминиевой промышленности России в ванадий- и марганецсодержащих легирующих добавках.

### **ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ И ЦИНКА ИЗ ОТХОДОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Реутов Д. С., Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург*

Изучены условия извлечения меди и цинка раствором серной кислоты из отхода медеплавильного производства – хвостов флотации медеплавильных шлаков. Определены оптимальные значения концентрации серной кислоты, температуры, продолжительности процесса, соотношения твердое / жидкое.

### **ПЕРКОЛЯЦИОННОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ОКИСЛЕННЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД СЕРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Гаврилов А. С., Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург*

Исследован процесс выщелачивания никеля из окисленных никелевых руд Серовского месторождения, растворами серной кислоты. Приведены данные по оптимальным условиям выщелачивания.

### **ОБОГАЩЕНИЕ ИЛЬМЕНитОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ТИОСУЛЬФАТНОЙ ОБРАБОТКОЙ**

*Соколов В. В., Трушников Л. Н.,* Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск  
*Петрова Е.А.,* ООО «ЭЛЕХИМ», г. Новосибирск

Ильмениты месторождения «Центральное» содержат в своем составе большое количество примесей, в числе которых главные – железо, кремний, марганец, алюминий и др. В технологии получения диоксида титана из ильменитовых концентратов важной задачей является повышение качества концентратов снижением содержания примесей, особенно железа, марганца. Нами с этой целью предложена обработка ильменитовых концентратов тиосульфатом натрия. Суть предлагаемого способа вскрытия магнитного и немагнитного титан-циркониевого концентрата заключается в спекании его с тиосульфатом натрия в соотношении 1 : 1. Как показали результаты ДТА для этого достаточны умеренные температуры спекания порядка 750-8000 С. Спекание смеси концентрат – тиосульфат натрия (1 : 1) проводили под слоем угля в восстановительной атмосфере, с последующем выщелачиванием спека горячей водой. Чёрный сульфиды-содержащий осадок обрабатывали разбавленной (1 : 1) соляной кислотой. Из солянокислого фильтра осаждали гидроксиды примесных металлов, после прокалики которых получали красно-коричневого цвета продукт на основе оксида железа. Осадок после фильтрации солянокислого раствора и отмывки представлял собой смесь диоксида титана и диоксида кремния с незначительным содержанием примесей. Известные технологии позволяют разделить с получением пигментного диоксида титана и чистого диоксида кремния.

### **КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ОТХОДОВ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУЛЬФИДНЫХ РУД**

*Кантемиров В. Д., Борисков Ф. Ф.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

При освоении сульфидных руд образуются твердые отходы – отвалы вскрышных горных пород, хвостов обогащения и металлургических шлаков, жидкие стоки, содержащие серную кислоту, медь, цинк, кадмий, ртуть, и т. д. и сернистый газ ( $SO_2$ ). Применение автогенного процесса плавки сульфидов в жидкой ванне (ПЖВ Ванюкова), повышает содержание  $SO_2$ . В газах пирометаллургии.  $SO_2$  практически полностью используется для получения серной кислоты. Эффективность комплексной переработки отходов повышается при использовании кислотных стоков для приготовления выщелачивающих растворов. Металлы, выщелоченные из сырья, суммируются с металлами стоков. Качество продуктивных растворов и комплексность переработки отходов повышаются.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СУЛЬФАТНОЙ МЕДИ**

*Волкова С. В., Дресвянкина Т. П., Киреева О. В., Ключников А. М., Мамонов С. В.,* ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург

Изучены закономерности обогащения минерального сырья с повышенным содержанием сульфатной меди. Установлено, что технология переработки таких руд должна

предусматривать применение в голове процесса водное выщелачивание сульфатной меди в продуктивный раствор с последующим её осаждением гидросульфидом натрия. Отмечено, что применение гидрометаллургии в голове процесса позволяет снизить активацию пирита ионами меди в цикле флотации. Показано, что применение комбинированной технологии позволяет снизить потери сульфатной меди с жидкой фазой пульпы и повысить качественные и количественные показатели обогащения.

### **КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ЗАБАЛАНСОВЫХ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ РУД**

*Клюшников А. М., Волкова С. В., Дресвянкина Т. П., Мамонов С. В.,* ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург

Разработана флотационно-гидрометаллургическая технология переработки забалансовых руд Урала, содержащих 54 % (отн.) кристаллических сульфатов меди (II). Технология включает в себя водное выщелачивание сульфатной меди с получением продуктивного раствора и последующей переработкой нерастворимого остатка флотационным методом. Медь из продуктивного раствора целесообразно выделять осаждением гидросульфидом натрия. Получен объединенный медный концентрат с содержанием меди до 20,71 % при извлечении 73,1 %.

### **ХЛОРИДНО-НИТРАТНОЕ ЭКСТРАГИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

*Чурляева Н. А.,* Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Изучены физико-химические закономерности извлечения ценных компонентов из металлосодержащих отходов обогащения полиметаллических руд. Проведены лабораторные исследования. Установлены основные технологические параметры хлоридно-нитратного экстрагирования металлов из сульфидных хвостов обогащения: массовое соотношение хлорида и нитрата аммония в хлорирующей смеси 1,5 : 1; оптимальная температура выщелачивания меди и цинка составила 200 °С; время обработки шихты – 4 часа; массовое соотношение проба : реагент – 3 : 1. Разработана технологическая схема хлоридно-нитратного передела сульфидных хвостов обогащения ОАО «Учалинский ГОК». Извлечение меди составляет 96,6 %, цинка – 93,6 %.

### **ХЛОРАММОНИЙНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ РУД**

*Леонтьева Е. В.,* Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Показана перспективность хлораммонийной переработки сульфидных хвостов обогащения медно-колчеданных руд с целью извлечения благородных металлов. Приведены результаты применения в качестве вскрывающих реагентов твердого хлорида аммония и его смеси с нитратом аммония методом спекания.

### **УРОВНИ ОЦЕНОК ОБОГАТИМОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ\***

*Цыпин Е. Ф., Овчинникова Т. Ю., Ефремова Т. А., УГГУ, г. Екатеринбург*

Рассмотрены уровни оценок обогатимости минерального сырья, отличающиеся степенью идеализации технологии обогащения и общности выводов, а также их конкретностью и частностью. Показана взаимосвязь принципов оценки на каждом уровне между собой и необходимость комплексной последовательной оценки обогатимости на всех отмеченных этапах. Это позволит оптимизировать конечные технологические решения при разработке новых обогатительных технологий.

### **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АЭРАЦИИ ПУЛЬПЫ НА ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ КЛАССИФИКАЦИЮ ВО ФЛОТОКЛАССИФИКАТОРЕ**

*Фалей Е. А., УГГУ, г. Екатеринбург*

В области переработки минерального сырья хорошо зарекомендовал себя способ флотоклассификации, при котором в одном аппарате объединены операции флотации и гидравлической классификации. Проведены экспериментальные и теоретические исследования влияния аэрации пульпы во флотоклассификаторе на показатели гидравлической классификации, которые обусловлены изменением скорости аэрированных потоков и взаимодействием частиц твердой фазы с пузырьками воздуха. Установлено, что в процессе флотоклассификации аэрация пульпы приводит к повышению крупности разделения и выравниванию скоростей потоков по площади поперечного сечения флотоклассификатора.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТОВ**

*Потапов В. Я., Потапов В. В., Семериков Л. А., Анохин П. М., Степаненко Д. Д., УГГУ, г. Екатеринбург*

Изложены методики и уравнения для определения коэффициентов мгновенного трения, восстановления при ударе, коэффициента трения качения асбестосодержащих, слюдосодержащих и углесодержащих продуктов, на правленные на совершенствование конструкции разделительных аппаратов, основанных на смешанных принципах классификации по трению и упругости. Представлены графические зависимости изменения коэффициентов от крупности исследуемого материала. При исследовании использованы два вида покрытий поверхности разделения: сталь и резина (транспортёрная лента). Выбор материалов покрытия для исследований определялся по следующим критериям: наибольшее различие в коэффициентах трения и относительно низкая стоимость.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ФЛОТАЦИИ ОШЛАМОВАННЫХ АПАТИТ-ШТАФЕЛИТОВЫХ РУД**

*Поливанская В. В., Морозов В. В., МГИ НИТУ «Московский институт стали и сплавов», г. Москва*

Исследован процесс подготовки к флотации сгущенных шламовых продуктов фосфатных руд, включающий обработку сильными диспергаторами – каустической

содой и жидким стеклом в соотношении 1:4 в условиях интенсивного перемешивания, обеспечивающий стабильное диспергирование сгущенных с использованием полиакриламидных флокулянтов шламов. Предложено в схеме обогащения апатит-штаффелитовых руд, включающей операции предварительной классификации, измельчения, разделения на песковую и шламовую часть, сгущения шламов с применением полиакриламида, объединение и флотация шламового и пескового продуктов с подачей жирнокислотного собирателя и неонола проводить обработку сгущенного продукта каустической содой и жидким стеклом. Разработанная схема и режим обеспечивают увеличение извлечения пятиоксида фосфора из руды на 1,8 %. При использовании стадийного кондиционирования шламов были получены концентраты с содержанием до 38,1 %  $P_2O_5$  при извлечении  $P_2O_5$  до 71,9 %.

### **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И ОПЫТОВ КРУТОГО ВОСХОЖДЕНИЯ**

*Кандинский В. А., Удовицкий В. И., Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово*

Для определения оптимальных параметров опыта по заданной модели для полного или дробного факторного эксперимента разработаны алгоритм и программный комплекс «Factor». Программа позволяет определять значимые коэффициенты модели и проверять ее адекватность по критерию Фишера, рассчитывать исходные данные для опытов крутого восхождения методом Бокса-Уилсона.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ**

*Кандинский В. А., Удовицкий В. И., Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово*

Вычислительным экспериментом проведено сравнение технологической эффективности вариантов схем обогащения для получения суммарного концентрата планируемой зольности на примере коксующихся углей Апсатского месторождения.

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВИНЦОВО-СЕРЕБРЯНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АЛАЙГЫР»**

*Стихина М. И., Нечунаев А. А., Авербух А. В., ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург*

Разработана технология обогащения смешанной руды месторождения «Алайгыр» по схеме совместной флотации окисленных и сульфидных свинцовых минералов. Установлено эффективное действие жидкого стекла, способствующее интенсификации процесса сульфидизации за счет применения его с предварительной загрузкой в цикл рудного измельчения перед подачей сульфидизатора – сернистого натрия. Показана возможность получения кондиционного свинцового концентрата с массовой долей свинца 58,86 %, извлечением 92,29 %.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ И РЕЖИМОВ ОБОГАЩЕНИЯ СМЕШАННЫХ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД**

*Ганбаатар Э., Атакуев А. А.,* КОО «Предприятие «Эрдэнэт», Монголия, г. Эрдэнэт

Проведенными исследованиями показано, что максимум извлечения меди в концентрат для массивных первичных и бедных пиритизованных руд достигается при большей степени измельчения (70-71% класса – 74 мкм), чем для смешанных руд (66-67% класса – 74 мкм). Характерно, что при большем измельчении руды качество концентрата заметно снижается. Учитывая различия во вкрапленности и измельчаемости халькопирита и вторичных сульфидов меди целесообразно для обогащения массивных и смешанных руд использовать отличающиеся схемы и технологические режимы. Это предполагает обогащение руд в два технологических потока, на отдельных технологических линиях. На первую линию направляются преимущественно первичные халькопиритовые и пиритизованные руды. На вторую линию – смешанные руды, преимущественно гипергенно измененные руды с интенсивной серицитизацией и вторичной сульфидизацией. Раздельная переработка массивных и измененных руд позволяет поддерживать различную крупность измельчения и реагентный режим, учитывающие особенности вкрапленности и минерального состава руд.

### **РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ОТВАЛЬНЫХ ОКИСЛЕННЫХ МЕДНЫХ РУД МИХЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Емельяненко Е. А., Горбатова Е. А.,* Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Окисленные руды Михеевского медно-порфирикового месторождения являются крупным резервом сырья для извлечения рудных и промышленных минералов. Малоотходная, экологически щадящая технология переработки окисленных руд месторождения предполагает использование технических процессов по разделению рудных и промышленных минералов. Основные направления исследований для разработки оптимальных параметров технологии разделения рудных и нерудных компонентов окисленных медных руд направлены на изучение ее минералогических и технологических особенностей. Изучение физико-механических свойств окисленной медной руды выявило, что после доизвлечения рудных минералов оставшаяся минеральная масса может быть использована для создания новых видов строительных материалов характеризующихся высокими эксплуатационными, экономическими и эстетическими характеристиками.

### **ХАРАКТЕРИСТИКА И ВОЗМОЖНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ИССЛЕДОВАННЫХ В ИНСТИТУТЕ «УРАЛМЕХАНОБР»**

*Мушкетов Ант. Анд., Сопина Н. А., Мушкетов Анд. Алекс.,* ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург

В работе рассмотрены основные примеси титаномагнетитовых руд и их влияние на металлургический передел. Приведены данные о запасах титаномагнетитовых руд в основных железорудных районах России. Приведены минералогические характеристики и краткий обзор по исследованию на обогатимость титаномагнетитовых руд ме-

сторождений, исследованных в институте «Уралмеханобр». Приведены данные о вкраплениях ильменита с рудными и нерудными минералами в рассматриваемых титано-магнетитовых рудах и возможности получения из них ильменитового концентрата.

### **РАЗРАБОТКА АЭРОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ФРИКЦИОННЫХ СЕПАРАТОРОВ**

*Потапов В. Я., Потапов В. В., Анохин П. М., Баринов И. М., Викулов Е. А., УГГУ, г. Екатеринбург*

Рассмотрен физический признак, используемый при обогащении асбеста, слюды различной скоростью витания в воздушной среде асбестового волокна и чешуек слюды и породы. Приведены формулы для определения скорости витания частиц в воздухе. Их вид зависит от физических характеристик разделяемого материала и свойств воздушного потока. Рассмотрены математические закономерности поведения частиц минералов в циркулирующем потоке воздуха фрикционного сепаратора. Установлены зависимости между давлением воздушного потока и конструктивными параметрами фрикционного барабанно-полочного сепаратора.

### **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФЛЮОРИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ВЫСОКОКАРБОНАТНЫХ РУД ПРИМОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Киенко Л. А., Учреждение Российской академии наук Институт горного дела ДВО РАН, г. Владивосток*

В работе отражены данные исследований направленных на решение проблемы получения концентратов высокой чистоты при обогащении бедных карбонатно-флюоритовых руд Вознесенского рудного района. Проведенные эксперименты сконцентрированы на достижение более высокой контрастности флотационных свойств минеральных поверхностей. Рассмотрено два варианта совершенствования технологии обогащения, позволяющих повысить селективность флотационного разделения флюорита и кальцита. Включение в схему операции предварительной классификации измельченной руды с последующей раздельной флотацией песков и шламов позволяет существенно повысить дисперсную однородность питания флотации, оптимизировать селективность адсорбционных процессов. Из бедных высококарбонатных руд были получены концентраты содержание 95,41-95,93 %  $\text{CaF}_2$ , при извлечении в них флюорита 57-67 %. С использованием в качестве модификатора композиций аммонийно-фтористых соединений и лигносульфонатов удалось достичь повышения индекса селективности разделения флюорита и кальцита более чем в два раза.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЦИНК-ФЛЮОРИТОВЫХ РУД ВОЗНЕСЕНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА**

*Воронова О. В., Учреждение Российской академии наук Институт горного дела ДВО РАН, г. Владивосток*

Приводятся результаты исследований комплексного обогащения цинк-флюоритовых руд в открытом и замкнутом циклах. По схеме селективной флотации флю-

орита из хвостов цинкового цикла с доработкой промпродуктов по классическому варианту получены: марочный флюоритовый концентрат, содержащий 90,87 %  $\text{CaF}_2$  с извлечением 65,53 % и цинковый концентрат, содержащий 50,9 % Zn при извлечении сфалерита 82,07 %. Применение схемы с флотацией флюорита в головной части и последующего извлечения сфалерита, даёт ей возможность повышения содержания  $\text{CaF}_2$  в концентрате на 1-2,5 %, при одновременном росте извлечения на 5-6 %. Эффективность цинковой флотации при этом снижается.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ (ПУ) ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ СМЕСЕЙ ПОСЛЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

*Потапов В. Я., Потапов В. В., Костюк П. А., Анохин П. М., Салтанов С. Н., УГГУ, г. Екатеринбург*

Использование в схемах транспортировки сыпучих материалов новых устройств в условиях импортозамещения является актуальной задачей. Приведены основные уравнения, определяющие параметры движения потока материала и параметры устройства. Описан принцип действия установки, приведена схема камерного питателя пневмотранспортной установки. В настоящее время в виду увеличения энергозатрат на транспортировку материалов, создание экономически выгодных установок, является актуальной задачей. Такими системами, сочетающимися в себе ряд положительных качеств, являются пневматические устройства. Они отличаются незначительной стоимостью из-за простоты конструкции, легкостью обслуживания, обладают большой маневренностью, позволяют транспортировать материалы в многих условиях (вагоны, бункера и т. д.) с незначительной потерей материала. Транспортные трубопроводы могут быть проложены во многих местах с незначительной занимаемой площадью пространства. Представленные формулы могут быть использованы для расчета пневматических устройств для транспортирования сыпучих материалов после предварительного разделения.

### **РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОБОГАЩЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ**

*Ишмаев П. В., ООО «НТЦ-Геотехнология», г. Челябинск*

Мировой рынок предъявляет жесткие требования к качеству угля (зольность 8–12 %, содержание серы менее 0,5 %, влага менее 8–9 %, калорийность свыше 6000 ккал и т.д.), поэтому необходимо гармоничное сочетание количества и качества. Повышение уровня переработки рядового угля, совершенствование качества готовой продукции — это актуальная общемировая тенденция в экономике.

Принцип экономической целесообразности, а не только увеличения выхода концентрата, стал определяющим в выборе, как глубины обогащения, так и обогащающего оборудования для многих ведущих мировых компаний в области обогащения угля.

Современные методы обогащения каменного угля и антрацитов включают:

1. Гравитационные методы (пневматические, гидравлические и тяжелосредные).
2. Флотационные методы.
3. Специальные методы (магнитная и электрическая сепарация и т. п.).

Каждый из указанных методов имеет свои достоинства и недостатки.

Широкая механизация добычи угля привела к росту содержания мелких и, что важно, высокозольных классов. Доля частиц с размером менее 1 мм достигает в рядовом угле 25 – 30 %. Обогащение такого угля гравитационными методами приводит либо к большим потерям, либо к ухудшению качества концентрата и промпродукта. При этом следует отметить, что вредные примеси, как правило, представлены мелким пиритом, песчанником, самородной серой и сланцем. Эти примеси настолько мелки, что не могут быть отделены гравитационными методами.

В связи с вышеизложенным, большое значение приобретает флотационный метод обогащения.

Показатели флотации постоянно улучшаются посредством совершенствования и разработки новых конструкций флотационных машин с «кипящим слоем», который создается коническими, трубчатыми, струйными, циклонными импеллерами, а так же на основе применения азраторов, водных форсунок с высокой скоростью сдвига при скорости потока воды несколько метров в секунду и форсунок, подающих флотореагент в виде водно-газовой эмульсии,

Другой трудностью является – многопроцессность, что усложняет настройку технологической схемы при изменении характеристик входящего рядового угля.

Решение последней проблемы найдено на китайской фирме Гоуа TGTC. Предлагаемая этой фирмы технология исключает четыре первоначальных процесса: обогащение крупного класса тяжелосредними сепараторами; первичное обогащение мелкого класса двухпродуктовыми циклонами; вторичное обогащение мелкого класса двухпродуктовыми циклонами; обогащение крупнозернистых шламов спиральными сепараторами. Отсутствие дешламации перед обогащением увеличивает выход концентрата, что соответственно уменьшает потери угля.

К нетрадиционным методам обогащения, которые получают все более широкое применение, относят: радиометрический; электрический; по форме; по коэффициенту трения; магнитный; МГД-сепарация; каскадно-адгезионное обогащение.

Основным компоновочным решением стали безэтажные схемы, с размещением оборудования на металлоконструкциях. Такие схемы позволяют снизить затраты на строительство и обеспечить малые площади, занимаемые фабрикой.

### **НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ»**

Темы конференции:

1. Моделирование геологической среды при разведке, эксплуатации и рекультивации месторождений.
2. Исследование и компьютерное моделирование геомеханических процессов при разработке месторождений.
3. Компьютерные технологии при моделировании технологических процессов.
4. Компьютерные технологии при проектировании и ведении открытых и подземных горных работ.
5. Роботизация и автоматизация производственных процессов.

ТЕЗИСЫ

**О ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТАХ РАЗВИТИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Корнилков С.В., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

В предлагаемом докладе излагается методика геоинформационного анализа территории ведения горных работ, основанная на выделении областей (зон) по типам «техногенного поражения», обеспечивающая ситуационную оценку георесурсов и геосистем на базе формируемой экспериментальной ГИС природных и техногенных месторождений Урала.

Последовательное формирование и анализ слоев геоинформационной модели предприятия, таких как «Внешний транспорт», «Энергетика», «Лесные угодья», «Водоохранные зоны», «Техногенные объекты» и пр., позволяет уже на стадии замысла технического задания на проектирование горного предприятия оценить места размещения производственных объектов с учетом требований к экологической и промышленной безопасности. При структурировании данных, хранимых и перерабатываемых с использованием средств разрабатываемой ГИС следует стремиться к их четкому подразделению геоинформационных данных по следующим признакам:

- **исходные** (первичные, базовые данные: геология и гидрогеология, топография, гидрография, действующая промышленная и социальная инфраструктура, полученные из других ГИС, геометризованные, инструментальные и пр.);

- **нормативные** (данные второй очереди: оценочные, обеспечивающие сравнение и сопоставление – водоохранные зоны, категория лесных массивов, категория сельскохозяйственных угодий, условия размещения промышленных отходов, нормативы отвода земель, нормативы загрязнений (ПДК), нормативные размеры СЗЗ и пр.);

- **расчетные** (адаптивные) — вычисляемые, прогнозируемые: зоны сдвижения, взрывоопасные зоны, прогнозируемые залповые разрушения, выбросы и сбросы; зоны загрязнения: рассеивание пыли, разнос загрязнений водой, миграция загрязненных подземных вод; отчуждение земель – постоянное временное, зоны угнетения растительности – иницирующие принятие решений, корректировку, поиск и т.п.).

При развитии и формировании специализированных баз данных следует учитывать вышеуказанные требования для обеспечения функций ГИС как экспертной, а также оценочной для проектов и планов создания новых элементов минерально-сырьевой базы. Использование такого подхода к моделированию позволяет расширить постановку решаемых задач и методику обоснования параметров горного производства.

Решение задач системной оценки совокупного техногенного влияния объектов горнодобывающих предприятий в районе ведения горных работ и комплексного взаимодействия их с природной средой может осуществляться в нескольких типовых вариантах:

- **прямая задача** – прямой расчет техногенных параметров горного производства с обоснованием зон техногенного нарушения на базе первичных данных ГИС с последующим прогнозированием природоохранных мероприятий и мер технологической защиты;

- **обратная задача** – моделирование границ зон, сформированных по нормативному воздействию или в соответствии с некоторым предельным их состоянием, внутри которых нужно искать технологические решения, адаптированные под заданные ограничения;

- **задача-«катастрофа»** – разработка вариантов сценария провоцирования аварий

и последующее моделирование развития и оценки последствий природно-техногенных катастроф с обоснованием упреждающих мероприятий по их предотвращению и организационных мер по ликвидации их последствий. Предоставление «разведанных» в виде ГИС прогноза ЧС и способам инженерных доступа к местам ведения спасательных работ.

**- задача-обобщение** – аналитическая подборка, характеризующая общее состояние, или тенденции развития того или иного процесса или явления, предваряющая классифицированную ранее совокупность объектов, входящих в ГИС (отрабатываемые или разведываемые месторождения – по видам сырья, техногенно-минеральные объекты – по видам отходов и полезных компонентов, месторождения подземных вод и т.п.).

Задача-обобщение является наиболее сложной с точки зрения организации данных, хранящихся в ГИС и порядка их обработки. Это объясняется тем, что показатель-критерий, по которому осуществляется выборка не всегда очевиден и не может быть учтен (спрогнозирован) при проектировании информационной структуры данных. Тем не менее подход, основанный на использовании идеологии последовательной смены оценочных показателей и графической их интерпретации в целом является достаточно перспективным.

### **ПУТИ РАЗВИТИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЧЕТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ С ПРИРОДНОЙ СРЕДОЙ**

*Панжин А.А., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Горно- геологические информационные системы (ГГИС), используемые в мировой горной промышленности сегодня имеют цель, как правило, в оптимизации производства, а именно: геологическое представление данных, накопление резервов, геологического наблюдения, открытой и подземной разработки, планирования, маркшейдерского дела.

При этом в ГГИС остается не охваченным такой важный сектор геоинформационного моделирования как сдвигание горных пород, сопровождающее разработку месторождений полезных ископаемых и учет взаимодействия объектов недропользования с природной средой.

Имеющийся в ИГД УрО РАН более чем 40-летний опыт моделирования геомеханической ситуации на месторождениях твердых полезных ископаемых свидетельствует о недостаточном развитии программного обеспечения для геоинформационного моделирования процесса сдвигания на горнодобывающих предприятиях. Для этого необходимо решение следующего комплекса задач:

1. Методологии геоинформационного моделирования взаимодействия объектов недропользования с природной средой, которая определяется геометрическими параметрами объектов, свойствами среды, представляющей собой иерархически блочную среду; процессами и явлениями, происходящими в массиве горных пород, среди которых основное значение имеют современные геодинамические движения трендового и циклического полигармонического характера.

2. Методологии геоинформационного отображения и анализа параметров процесса движения, таких как горизонтальные и вертикальные деформации в плоскости профильных линий, полный пространственный тензор деформаций, трехмерная дискретная модель деформирующего породного массива.

3. Геоинформационного моделирования циклических знакопеременных деформаций породного массива, происходящих на границах структурных тектонических блоков и вызванных ими явлений деструкции и самоорганизации породного массива.

4. Динамического моделирования взаимодействия объектов недропользования с геологической средой, находящейся в состоянии постоянного движения, вызванного как естественными факторами, такими как криповые и циклические подвижки по тектоническими нарушениями, так и техногенными, вызванные нарушением равновесного состояния природной среды в результате добычи полезных ископаемых.

5. Совместное моделирование и анализ разнородной информации: геофизической, представленной полями электрических сопротивлений, магнитной неоднородности, скоростей распространения сейсмических волн в массиве, и деформационной, представленной векторами и графиками сдвижений, тензорами деформаций и объемными моделями деформирования геологической среды.

### **О ФОРМИРОВАНИИ БАЗ ГЕОДАНЫХ**

*Аленичев В. М., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Любые организационные структуры предлагается рассматривать как открытые системы, тесно взаимодействующие с внешней средой, что потребовало развития ситуационного подхода, согласно которому выбор метода управления зависит от конкретной ситуации, определяемой в значительной мере внешними переменными факторами. Согласно этой концепции среда любой организации и предприятия состоит из двух сфер: внутренней и внешней.

Внутренняя среда, отражающая хозяйственный организм предприятия, включает управленческий механизм и все производственные структуры независимо от их местоположения и сферы деятельности. В связи с этим геоинформационная система должно содержать необходимые и достаточные данные для обоснования способа разработки и внутренней структуры (содержания) прогнозируемой геотехнологии, основных и вспомогательных технологических процессов, средств комплексной механизации и эколого-безопасного функционирования горного предприятия.

Внешняя среда, значительно влияющая на состояние внутренней среды, подразделяется на микро- и макросреду.

Микросреда, оказывающая прямое влияние на функционирование горного предприятия, зависит от потребителей продукции, поставщиков оборудования, материалов и сервисных услуг, региональных органов субъекта Федерации и организаций, занимающихся научным, проектным и финансовым обеспечением.

Макросреда, охватывающая законодательные, политико-правовые, социально-экономические, экологические, социально-культурные и другие аспекты деятельности, не оказывает прямого немедленного воздействия на функционирование предприятия. Поэтому при учете макросреды в первую очередь обращается внимание на существующую экономическую обстановку в стране и регионе, а также технологию добычи полезного ископаемого и его последующую переработку на предприятии. 4

Следует отметить, что процедура анализ среды является очень сложным процессом и важным для выработки стратегии развития горного предприятия, обоснования направления совершенствования технологии добычи и переработки добываемого сырья, модернизации технологических процессов. Оценка факторов среды и установления связи между ними, выявление сильных и слабых сторон деятельности предприятия обеспечит успешное его функционирование в наиболее комфортных условиях сосуществование. Успешному решению этих проблем способствует создание достаточно полного и объектно-ориентированного геоинформационного обеспечения.

В системе Роснедра обмен геологической информацией в целом носит локаль-

ный характер, поскольку единой коммуникационной сети федерального уровня и взаимоувязанных территориальных сетей в настоящее время не имеется. Следует отметить, что большая часть информации о геологических ресурсах представлена в плохо адаптируемых к современным технологиям форматах, а отсутствие дружеских интерфейсов затрудняет ее использование непосредственно от исполнителей до сотрудников аппарата Роснедра и МПР России.

Геоинформационное обеспечения горнодобывающих предприятий целесообразно реализовать на основе единой распределенной информационно-аналитической системы. Система включает следующие субстанции: геологические тела и их ассоциации, физические поля, тектонические и металлогенические таксоны, участки и площади (в том числе лицензионные), месторождения, породы, руды, минералы и т.п. Полученные данные по результатам геологоразведочных работ в дальнейшем уточняются при проведении эксплуатационной разведки в процессе отработки месторождения.

Геоинформационная система горнодобывающего предприятия формируется из следующих источников:

- первичных геологических документов на бумажных носителях и коллекционных материалов;
- цифровой геологической информации;
- отчетных материалов о результатах геологического изучения недр, воспроизводства и использования МСБ;
- общенаучной и научно-технической информации по геологии и недропользованию;
- уточненной геологической информации, полученной при проведении эксплуатационной разведки и в процессе отработки месторождения.

К региональным органам субъекта Федерации, использующие геоданные, хранящиеся в геоинформационной системе горного предприятия, относятся:

- различные министерства и организации;
- управления по экологическому, технологическому и атомному надзору, по делам гражданской обороны, безопасности и чрезвычайных ситуаций;
- ведомства (по недропользованию, по труду, занятости населения и др.).

Потенциальными сторонними пользователями геоданных, содержащихся в горно-геологической информационно-аналитической системе горнодобывающего предприятия, являются региональные органы субъектов федерации и различные организации, в том числе научно-исследовательские, проектные, коммерческие организации (бизнес-структуры) и др.

### **ОЦЕНКА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОТОКА МАССЫ ПЫЛИ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ НА БАЗЕ СХЕМЫ DEAD**

*Амосов П.В.*, Горный Институт КНЦ РАН, г. Апатиты

*Бакланов А.А.*, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты

Обсуждается методический подход к оценке вертикального потока массы пыли хвостохранилища, который при математическом моделировании процессов пыления для задания мощности плоскостного источника пыли при сильных ветрах имеет большое практическое значение. В частности, объектом научного интереса авторов (методом численного моделирования) являются процессы пыления и переноса мультимодальной примеси на хвостохранилище АНОФ-2, расположенного вблизи г. Апатиты и доставляющим жителям определенный дискомфорт.

Подход базируется на: 1) схеме DEAD и 2) обработке результатов численного моделирования аэродинамических параметров двухмерной CFD-модели района «хвостохранилище АНОФ-2 – г. Апатиты» при максимальной проектной высоте хвостохранилища.

В схеме DEAD (Dust Entrainment And Deposition) мобилизация описывается через динамическую скорость (скорость трения), являющейся функцией скорости ветра, размера шероховатости и устойчивости атмосферы. Если на входной границе модели имеем значение скорости ветра на высоте +10 м над основанием модели, то задавая логарифмический профиль скорости на входной границе (шероховатость принимается на уровне 0,05 м) выполняем расчет аэродинамики на базе стандартной -модели. На следующем шаге обрабатываем расчетные аэродинамические параметры вдоль линии +10 м над поверхностью хвостохранилища и выполняем операцию осреднения горизонтальной компоненты скорости, т.е. получаем и далее через известное соотношение осредненное значение динамической скорости на высоте пыления. Значения интенсивности пыления получены при вариации скорости ветра на референтной высоте 10 м в интервале от 5 до 23 м/с.

Проверка на разумность полученных значений выполнена по данным отчета специалистов ЗАО «Механобр Инжиниринг», посвященного реконструкции хвостохранилища АНОФ-2 до высотной отметки 200 м. Авторы отчета используют показатель максимальная удельная сдвигаемость пыли, значение которого принимается равным  $5,29 \cdot 10^{-6}$  кг/(м<sup>2</sup>.с), что в схеме DEAD отвечает значению динамической скорости на уровне 0,6 м/с. Полученная величина вертикального потока массы необходима для последующих расчетов конвективно-диффузионного переноса пыли вниз по ветровому потоку и оценке загрязнения приземного слоя атмосферы в районе г. Апатиты.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ТИТАНОМАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ

Антонов В.А., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Качество малотитанистой ванадийсодержащей магнетитовой руды выражается набором параметров, определяющих возможность ее технологической переработки и реализации полученной продукции. Основными из них являются содержания: 8-12,5 % железа  $C_{FeM}$ , связанного с магнетитом; 0,08-0,25 % пентоксида ванадия  $C_{V_2O_5}$ ; 0,5-2 % диоксида титана  $C_{Ti}$  и размер  $d$  (0,01-8 мм) вкрапленных зерен магнетита. Однако оценка качества руды, находящейся в естественном залегании, затруднена, поскольку картографирование упомянутых параметров в залежи титаномагнетитов по отдельности не дает целостного представления о совместном их влиянии на конечный экономический результат ее добычи на выделенном участке.

Для решения отмеченной проблемы оценивать качество руды в геопространстве предлагается картографированием ее комплексного эконометрического показателя (КЭПр). Для этого формируется математическая модель КЭПр как функция ее качества, определяющая по набору рудных параметров относительный результат добычи, переработки руды и реализации полученной продукции. Проводится расчет показателя КЭПр в координированных узловых точках геопространства по данным геофизических и геологических измерений рудных параметров. По метрической матрице узловых точек строится картографическая модель качества руды, показывающая распределение показателя КЭПр в геопространстве залежи титаномагнетитов.

Определено, что КЭПр – это отношение условной прибыли П, полученной от реализации выходной продукции (концентрата, агломерата и окатышей), выданной по

итогах переработки руды, поступившей на передел с естественными параметрами  $C_{Ti}, C_{V}, C_{FeM}$  и  $d$ , к условной прибыли  $\Pi_0$ , полученной от реализации таких же продуктов при переработке руды, поступившей на передел с соответствующими параметрами  $C_{Ti0}, C_{V0}, C_{Fe0}, d_0$  нормальной кондиции. Под нормальной кондицией понимается обоснованный набор рудных параметров, усредненных по объему естественного залегания руды, обеспечивающий устойчивую ее переработку и плановый выход готовой продукции. Это руда мало титанистая, средняя по вкрапленности и обогатимости.

В структуре прибыли  $\Pi = \Pi(Ti, V) - C_{об}(FeM, d) - C_{доб}$  учтены себестоимости добычи руды  $C_{доб}$ , а также функциональные зависимости цены выходной продукции  $\Pi$  от  $C_{Ti0}, C_{V0}$  и себестоимости обогащения  $C_{об}$  от  $C_{Fe0}, d_0$ . Эти зависимости выражены знакопеременными функциями влияния  $\Phi_{Ti}, \Phi_V, \Phi_{FeM}, \Phi_d$  квазиступенчатого вида. С учетом отраслевых коэффициентов  $K = (C_{об0} + C_{доб0}) / \Pi_0$  и  $\varepsilon = C_{об0} / C_{доб0}$ , установленных в кондициях, получено функциональное выражение показателя КЭПр

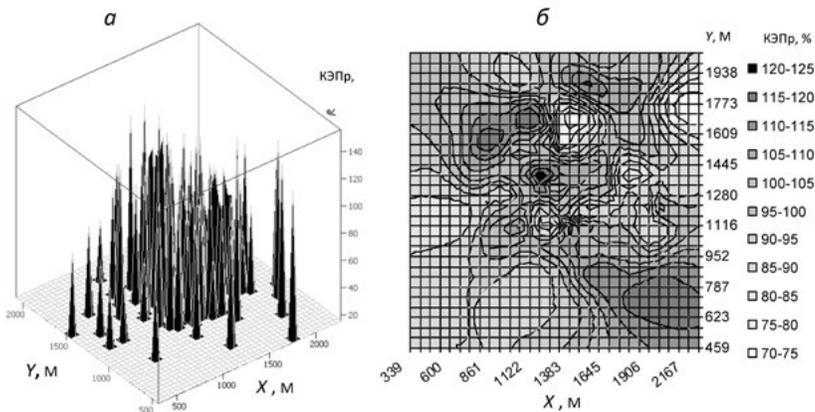
$$КЭПр = \frac{(1 + \Phi_{Ti})(1 + \Phi_V) - K(1 + \varepsilon)^{-1} [\varepsilon(1 + \Phi_{FeM} + \Phi_d) + 1]}{1 - K} \quad (1)$$

Формула (1) приведена конкретному расчетному виду

$$КЭПр = 1,53 \left[ \left( 0,93 + \frac{0,14}{1 + \exp[39,56(C_{Ti} - C_{Ti0})]} \right) \left( 0,95 + \frac{0,1}{1 + \exp[-80,387(C_V - C_{V0})]} \right) - \right. \\ \left. - 0,65 \left( 0,8 + \frac{0,2}{1 + \exp[0,997(C_{FeM} - C_{FeM0})]} + \frac{0,2}{1 + \exp[1,327(d - d_0)]} \right) \right] \quad (2)$$

на примере геоинформационного картографирования качества титаномагнетитов Гусевогорского месторождения с учетом технико-экономических показателей горного производства  $K = 0,65$ ,  $\varepsilon = 3$  и функций влияния, полученных по экспериментальным оценкам нелинейной функционально-факторной регрессией.

Значения показателя КЭПр в отдельных координированных узловых точках площади титаномагнетитов, рассчитанные формулой (2) по данным геофизического и геологического опробования руд в естественном залегании, показаны на рис. 1а. По узловым точкам кригинг-интерполяцией построен горизонтальный план распределения КЭПр (см. рис. 1б).



Качество руды на участках плана со значениями КЭПр от 95 % до 105 % обеспечива-ет получение прибыли от реализации выходной продукции горно-обогатительного про-изводства, соответствующей установленной норме. Качество руды на других участках, где значения показателя КЭПр больше 105 % или меньше 95 % приводит к получению, соответственно, большей или меньшей прибыли. Таким образом, показано, что карто-графирование комплексного экономического показателя качества титаномагнетитовой руды КЭПр на горизонте титаномагнетитов дает принципиальную возможность целена-правленно ориентировать направление добычи руды по признаку полученной прибыли, что существенно повышает эффективность горного производства.

### **СКАНИРУЮЩИЙ ТАХЕОМЕТР В МАРКШЕЙДЕРИИ**

*Антонов В.А., ООО «Компания Уралгеоком», г. Екатеринбург*

1. Представлен первый сканирующий тахеометр, в котором совмещены пол-ный функционал инженерного тахеометра, возможность фотографирова-ния и трехмерное лазерное сканирование.
2. Показаны пути увеличения точности и скорости выполнения задач по под-счету объема отвалов с получением результатов непосредственно «в поле» благодаря полевому программному обеспечению.
3. Продемонстрировано достижение максимальной точности при подсчете объема горных пород блока с использованием сканирующего тахеометра.
4. Представлены пути автоматизации процесса мониторинга бортов карьера с использованием 2-х способов: по твердым точкам и наложением сканов.
5. Продемонстрированы пути контроля геометрических характеристик сечения горной выработки при её прохождении и в процессе эксплуатации, обработ-ка данных сканирования в программном обеспечении 3DReshaper и созда-ние сечений с нужным шагом, просмотр отклонений факта от проекта.
6. Представлено использование сканирующего тахеометра для подсчета объема в камерах при камерно-столбовой системе разработке, создания 3D модели камеры для контроля геометрических характеристик и подсчета объемов.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОТКОСНОГО СООРУЖЕНИЯ ОТ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ**

*Бахаева С.П., Гурьев Д.В., Кузбасский государственный технический универ-ситет им. Т. Ф. Горбачева*

При оценке устойчивости откосов дамб накопителей жидких отходов промы-шленных предприятий далеко не однозначно решается вопрос относительно выбора прочностных характеристик грунтов, так как их изменчивость даже в пределах одно-го сооружения может быть значительной.

Например, по насыпной дамбе пруда-охладителя протяженностью 4 км было пробурено 9 скважин, расположенных примерно через 400 – 450 м равномерно по профилю. Анализ результатов инженерно-геологических изысканий показал неболь-шой разброс значений плотности (коэффициент вариации несколько больший (угла внутреннего трения и весьма значимое от 0,005 до 0,083 МПа при варьировании сце-

пления грунтов по глубине и площади. Аналогичные результаты были получены и по другим сооружениям подобного типа.

Для того чтобы на этапе эксплуатации дамбы оперативно оценивать ее надежность, характеризуемую коэффициентом запаса устойчивости по наиболее напряженной поверхности скольжения, обратимся к компьютерному моделированию напряженного состояния откосного сооружения.

Сущность моделирования сводится к следующему. Принимается высота откосного сооружения, которая определяется объемом жидких отходов, подлежащих размещению в накопителе; среднее значение плотности, вследствие незначительной ее изменчивости, и для всего диапазона значений угла внутреннего трения и сцепления методом итерации, используя программу для ЭВМ «Устойчивая насыпь», вычисляется угол откоса, при котором значение коэффициента запаса будет близко к нормативному.

Результаты реализованы в виде номограммы (рисунок 1), оси которой отражают факторные показатели горизонтальная – сцепление, вертикальная – угол внутреннего трения грунта, линии тренда – результирующий показатель (угол откосного сооружения).

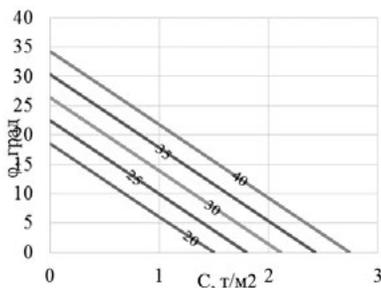


Рис. 1. Зависимость угла откоса от механических свойств

Полученные номограммы позволяют оценивать соответствие откосного сооружения критериям безопасности и оперативно принимать меры по повышению его надежности, обеспечивая выполаживание откоса до требуемого угла путем выполнения инженерно-технических мероприятий.

### **ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ГАЗОНОСНОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ РУДНИКОВ ПАО «УРАЛКАЛИЙ»**

*Бобров Д.А., Горный Институт УрО РАН, г. Пермь*

Верхнекамское месторождение калийно-магниевого солей в данный момент разрабатывается 5 рудниками, 2 из которых находятся в г. Березники и 3 в г. Соликамск. Оработка месторождения осложнена ГДЯ, которые в первую очередь приводят к смерти и увечьям рабочих, повреждению дорогостоящего оборудования и остановке добычи полезного ископаемого. В связи с этим возникла необходимость сбора всех данных по ГДЯ их систематизации, оцифровки, для удобства пользования и планирования горных работ.

Разработанное приложение написано на языке программирования MapBasic для

действующей на калийных рудниках геоинформационной системы, использующей формат MapInfo.

ИСС «Газ и ГДЯ» предназначена для отображения текстовой и графической информации результатов исследований на шахтных полях калийных рудников, газоносности и газодинамических характеристик пород продуктивных пластов и междупластий, информации по зафиксированному на шахтных полях калийных рудников газодинамическим явлениям, построения изолиний средней газоносности пластов, а также для построения прогнозных карт зон, опасных по ГДЯ, с применением решающих правил для данных, полученных при геологоразведочных работах и шахтных экспериментальных исследований.

ИСС «Газ и ГДЯ» может быть как встроенным в готовые рабочие наборы, так и загрузаться самостоятельной программой в ИСС MapInfo версии 4.5 и выше.

Приложение состоит из двух основных частей. Первая часть ИСС «Газ и ГДЯ» включает в себя интерактивное отображение информации по выбранному ГДЯ и построение прогнозных карт. Информационным наполнением первой части служит база данных о зафиксированных газодинамических явлениях на шахтных полях калийных рудников ПАО «Уралкалий» за весь период разработки Верхнекамского месторождения.

Вторая часть ИСС «Газ и ГДЯ» включает в себя интерактивное отображение информации по выбранной точке проведения замеров для изучения газоносности и газодинамических характеристик пород, а так же построение изолиний средней газоносности пластов. Информационным наполнением данной части является базы данных результатов исследований газоносности и газодинамических характеристик пород продуктивных пластов и междупластий на шахтных полях калийных рудников ПАО «Уралкалий», проведенных за период с 2000 года по 2015 год лабораторией геотехнологических процессов и рудничной газодинамики Горного института Уральского отделения Российской академии наук.

В целом это дает возможность обоснованно планировать горные работы на продуктивных пластах с учетом необходимости проведения профилактических мероприятий по предупреждению газодинамических явлений и загазирования горных выработок.

### **ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ DESWIK**

*Бутнев К.Н., ООО «Десвик РУС», г. Москва*

Deswik – международная консалтинговая и технологическая компания, предлагающая программные и консалтинговые решения для проектирования и планирования горных работ для всех секторов горнодобывающей промышленности — ПГР и ОГР на рудных, нерудных и угольных месторождениях.

Deswik является разработчиком собственного программного обеспечения, позволяющего осуществлять структурированное хранение пространственной горно-геологической информации (в рамках локального проекта или на основе базы данных MS SQL server), выполнять моделирование существующих объектов горных работ (по имеющимся данным маркшейдерской съемки) и проектировать новые объекты с использованием специализированного инструментария, планировать горные работы в краткой, средней и долгосрочной перспективе.

Наличие встроенного языка программирования и собственных библиотек функций позволяет использовать продукт в качестве инструмента для научных изысканий и разработки пользовательской функциональности.

Функциональность продукта построена на двух основных модулях: модуле САПР (Deswik.CAD) и модуле планирования на основе диаграмм Ганта (Deswik.Sched). Существует динамическая связь между модулями (Deswik.IS) которая позволяет объединить объекты проектирования с соответствующими задачами планирования, тем самым упрощая задачу достижения целевых плановых показателей и обеспечивая возможность анализа нескольких сценариев.

В составе других прикладных модулей – оптимизатор очистных пространств (ПГР), автопроектировщик очистных блоков (ПГР), откатка и отвалообразование (ОГР), моделирование потоков материалов, оптимизатор горного плана и др.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СЕЙСМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ**

*Верхоланцева Т.В., Дягилев Р.А., Горный Институт УрО РАН, г.Пермь*

Сейсмологический мониторинг является одним из методов исследования и контроля напряженно-деформированного состояния подработанного массива на Верхнекамском месторождении калийных солей. На уровень сейсмической активности влияют множество факторов, но одним из основных факторов является само наличие горных выработок, то есть вариации сейсмической активности в значительной степени обусловлены изменениями в горнотехнических условиях, и анализировать динамику сейсмической активности следует в комплексе с режимом ведения горных работ. Для проведения расчетов зависимости среднего уровня сейсмической активности от горнотехнических параметров был использован инструмент «Зональная статистика» на основе программного продукта ArcGIS. Данный инструмент вычисляет статистику для каждой зоны, определенной набором данных зоны на основе значений из другого набора данных (растр значений). В качестве зон были взяты пространственные данные по горнотехническим параметрам. За растр значений был принят сейсмический параметр, а именно плотность выделения сейсмической энергии, рассчитанная для временных интервалов продолжительностью один год. При изучении влияния возраста горных выработок на Верхнекамском месторождении калийных солей, можно отметить, что максимум энерговыделения достигается в возрасте 20-40 лет, после чего идет затухание сейсмического процесса (в зависимости от пласта и рудника). Зарегистрированная микросейсмическая активность в данном случае отражает процессы деформации и разрушения приконтурного массива, которые выражаются в оседании земной поверхности. После выемки пород из недр земли начинаются деформационные процессы в вышележащей толще, приводящие к увеличению скорости оседания земной поверхности и росту количества дефектов, которые проявляют себя в виде сейсмических событий, а также горных ударов и даже техногенных землетрясений.

На Верхнекамском месторождении калийных солей в настоящее время добыча руды ведется на трех продуктивных пластах (KpII, AB и B), причем извлекается может от одного до трех пластов в любых комбинациях. Пласт B в разных частях месторождения может быть представлен как силвинитом (Bc), так и карналлитом (Bk). Анализ влияние количества отработанных слоев показал, что наименьшим уровнем микросейсмической активности при однопластовой отработке характеризуются выработки по пласту KpII. Двухпластовая отработка дает заметное повышение среднего уровня сейсмической активности, тогда как трехпластовая, наоборот, способствует ее понижению.

## **МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ**

*Волкова Е.А., УГГУ, г. Екатеринбург*

Затраты на эксплуатацию горнотранспортных комплексов в структуре затрат горнодобывающего предприятия составляют, по разным оценкам, от 50% до 70%. При этом в последние годы на карьерах чаще применяется автомобильный, а не железнодорожный транспорт – доля автомобильного транспорта на карьерах за 30 лет выросла почти на 70%.

Одним из основных путей повышения эффективности функционирования экскаваторно-автомобильных комплексов является совершенствование автоматизированных систем управления. Особенность разработки таких систем заключается в наличии динамических объектов управления в динамически изменяющейся среде. Как правило, системы управления экскаваторно-автомобильными комплексами построены на основе классической структуры АСУТП с единым центром управления, где большая часть решений, связанных с изменениями внутреннего или внешнего состояния управляемого объекта принимается оператором из центра управления. Однако, такие системы имеют ряд недостатков, связанных с низкой оперативностью принимаемых решений, слабым взаимодействием между управляемыми объектами и отсутствием возможности масштабирования системы управления.

Решением данных проблем является использование мультиагентного подхода. Все объекты в системе выступают в роли интеллектуальных агентов, которые на основе онтологий и базы знаний могут принимать самостоятельные управляющие решения. Мультиагентная система управления строится на агентной платформе, обеспечивающей взаимодействие между агентами. Каждый вид машин горно-транспортного комплекса представляется как отдельный класс агентов, с идентичными структурами и законами управления. При этом, каждый агент, в свою очередь, также является мультиагентной системой, где в качестве агентов выступают основные агрегаты. Агенты обмениваются информацией при помощи специальных сообщений, которые могут содержать запрос на какую-либо операцию, оповещение об изменениях во внешней или внутренней среде объекта и так далее.

Такой подход позволяет повысить производительность, масштабируемость, отказоустойчивость системы управления, а также на новом уровне реализовать системы идентификации технологических состояний объектов, определения производительности, энергоэффективности, нагруженности механизмов. Мультиагентная платформа позволяет сократить трафик данных, что крайне актуально в связи с низкой пропускной способностью и скоростью передачи данных, обеспечиваемых каналами радиосвязи, применяемыми на карьерах.

Следует так же обратить внимание на тот факт, что мультиагентные системы имеют высокую устойчивость к изменению внешних условий, что очень важно в условиях динамически изменяющейся карты карьера. Большинство решений в области автоматизации горнотранспортного комплекса основаны на статических картах, которые меняются по плану с некоторой периодичностью, тогда как изменения в структуре карьера и его дорожной сети происходят непрерывно, а не дискретно. Интеллектуальные агенты системы моментально реагируют на мельчайшие изменения в дорожных картах и оповещают об этом всех заинтересованных агентов.

Кроме того, мультиагентные системы так же устойчивы и к изменениям в работе самих агентов. Все заинтересованные стороны получают необходимую информацию

об этапе технологического цикла, технологическом и техническом состоянии узлов системы, что позволяет в кратчайшие сроки перестраивать агентную сеть в случае выхода из строя одного или нескольких агрегатов.

Таким образом, применение мультиагентного управления экскаваторно-автомобильным комплексом отличается следующими преимуществами:

1. системный подход к решению задач автоматизации, при котором горные машины рассматриваются в комплексе;
2. высокая оперативность, производительность, готовность, модифицируемость, устойчивость системы к внешним и внутренним изменениям;
3. локальные задачи идентификации технологических состояний горных машин, диагностики технического состояния решаются на новом уровне благодаря взаимодействию интеллектуальных агентов.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ УГЛЯ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Гаврилов В.Л., Ткач С.М., Хюютанов Е.А.,* Институт горного дела Севера СО РАН, г. Якутск

Предприятия угольного комплекса вынуждены осваивать более сложные по структуре месторождения с неравномерным распределением в пространстве вредных и полезных компонентов, часто расположенных в районах пионерного освоения. Ухудшающаяся сырьевая база в условиях высокой конкуренции на основных рынках сбыта угля предполагает необходимость поиска новых подходов при обосновании рациональных параметров систем управления качеством твердого топлива, в том числе на основе постоянного роста уровня знаний о георесурсе. Цель – принятие более рациональных технологических, организационных и экономических решений, вытекающих из многовариантных расчетов и последующего принятия на их основе более обоснованных решений.

Создание адекватных механизмов управления потребительскими свойствами угля, как составных элементов общей системы управления горно-обогатительным предприятием, предполагает использование большого объема первичной и производной от неё различной географической, геологической, технической, технологической, экономической и других видов информации. Эффективный сбор, обработка, учет, хранение, практическое применение накопленных в течение многих лет данных предполагает формирование специализированных и интегрированных баз данных для широкого использования информационных и компьютерных технологий, позволяющих повысить уровень и скорость принятия управленческих решений различного характера и назначения.

Созданные и постоянно пополняемые базы по ряду месторождений южной и арктической зон Якутии учитывают основные особенности залегания рабочих пластов, пропластков и прослоев угля в них, вмещающих пород, пространственное распределение качественных и количественных показателей в массиве. Исходная информация используется при построении цифровых моделей месторождений, исследовании их внутренней структуры с применением горно-геологических информационных систем, оценки достоверности опробования георесурса, изучение вопросов геолого-экономической и технологической оценки запасов, их инвестиционной привлекательности, исследовании отдельных геологических параметров и свойств топлива.

Угольные цепочки «георесурс – потребитель», функционирующие в Якутии, как правило, являются многозвенными. Их рациональная работа, взаимодействие и взаимосо-

действие зависят от большого числа влияющих факторов. Для их учета и последующей обработки сформирована база данных по всем учитываемым госбалансом месторождения угля заполярной зоны Якутии, поставщикам, перевозчикам, потребителям угля.

Базы данных, формируемые с их применением геологические цифровые модели месторождений, экономико-математические модели технологических и бизнес-процессов могут служить основой для корректировки существующих и построения новых систем управления качеством угля в указанных выше цепочках. Эти системы, как более простые, целесообразно интегрировать в специализированные системы формирования, оценки и поддержки принятия решений предприятий. Их создание и использование снизит остроту проблемы нехватки высококвалифицированных технических кадров в удаленных регионах, позволит выйти на более высокий уровень проектирования и эксплуатации всех элементов цепочек «георесурс – потребитель», ориентированных на отработку сложноструктурных месторождений.

### **МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАРЬЕРОВ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Галиев С.Ж., Саменов Г.К., Научно-исследовательский инжиниринговый ERG, г. Астана*

*Сапар К.С., ТОО «Научный центр «Горная технология», г. Астана*

Приведены результаты применения методологии оценки экономической эффективности горно-транспортных комплексов карьеров на основе сочетания автоматизированной системы мониторинга и имитационного моделирования по конкретному карьере. Эффективность методологии подтверждается результатами промышленного эксперимента в конкретных горно-технических и горно-геометрических условиях на примере одного из крупных и известных карьеров. В подходе раскрывается методика объективной оценки эффективности работы карьерных автосамосвалов с расчетом экономической эффективности по двум взаимодополняющим критериям – расход топлива в граммах на тонну ( $m^3$ ) и по производительности труда в тоннах за час.

Ценность представляемого материала заключается в том, что результаты лабораторных исследований подтверждены промышленным экспериментом в конкретных горно-технических и горно-геометрических условиях на примере одного из крупных и известных карьеров, а также демонстрацией того, как даже для весьма опытных инженерно-технических работников сложно объективно и достоверно разглядеть и оценить те или иные недостатки в управлении работой горно-транспортных комплексов.

Первоначально, в целях выявления потенциала повышения эффективности работы экскаваторно-автомобильного комплекса карьера был промоделирован существующий вариант, который был принят за базовый. По базовому варианту оценивалась и степень достоверности модели функционирования горно-транспортного комплекса. Для оценки достоверности методологии в условиях карьера были проведены соответствующие хронометражные наблюдения, а также использовались данные оперативного учета, принятые на данном предприятии.

Особенностями функционирования экскаваторно-автомобильного комплекса на данном карьере является то, что почти новые автосамосвалы Hitachi EH-3500

АСИИ эксплуатируются совместно с возрастными машинами БелАЗ-75131. В силу большей мощности и существенно меньшего возраста первые могут развивать более высокую скорость в грузовом направлении. Более возрастные БелАЗы имеют более низкий КПД трансмиссии, что обуславливает понижение скоростных качеств и увеличение расхода топлива. При движении по уклону вверх, на затяжных подъемах НИТАСНИ следуя за БелАЗами вынуждены периодически сбрасывать скорость и разогнаться, что существенно увеличивает время рейса и расход топлива. При насыщении транспортной зоны автосамосвалами, влияние данного фактора усиливается.

В результате анализа были выявлены такие сдерживающие факторы, как: совместная эксплуатация разных по возможностям автосамосвалов, узкие дороги, узкие зоны разворота автосамосвалов в карьере, организация двухстороннего движения при однопольной автодороге, систематический перегруз автосамосвалов Hitachi EH-3500 АСИИ (до 120% и более), наличие скоростных ограничений в нижней части карьера, качество дорожного покрытия.

Результаты имитационного моделирования работы горно-транспортного комплекса карьера при последовательном устранении недостатков и, соответственно, снятии принятых скоростных ограничений, показали, что экономический эффект может составить порядка 1,5 млрд. тенге в год. При этом порядка 260 млн. тенге экономический эффект составит от раздельной эксплуатации автосамосвалов НИТАСНИ и БелАЗ.

Результаты проведенного эксперимента, а также анализ оперативно получаемых данных за предыдущий период и в период эксперимента, показали верность предположения сделанного в процессе имитационного моделирования. За счет повышения скорости движения существенно был снижен расход топлива, что сказалось в сторону снижения на удельной себестоимости горно-транспортных работ. При пересчете расхода топлива на объем вывезенной горной массы экономический эффект составил 12,9 млн. тенге в месяц или 154,8 млн. тенге в год.

Менее значительная, но существенная экономия возникла и по автосамосвалам БелАЗ, которые показали себя более эффективными при транспортировании рыхлой горной массы, тогда как использование на транспортировании рыхлой массы автосамосвалов НИТАСНИ приводила к излишнему расходу топлива на 1 тонну породы.

Сочетание двух направлений в оценке экономической эффективности работы карьерных автосамосвалов, основанных на удельных показателях по расходу топлива и производительности машин, обеспечивает высокую степень объективности и достоверности оценки в сложных по условиям сопоставимости вариантах организации горно-транспортных работ. Данный подход эффективен и хорошо вписывается в автоматизированную систему мониторинга и диспетчеризации работы экскаваторно-автомобильного комплекса, обеспечивающей качественную информационную базу для проведения технико-экономического анализа его эффективности. Это дает хорошую возможность оценивать в рамках опытно-промышленных экспериментов с высокой степенью достоверности оценивать правильность тех или иных горно-технических, технологических и организационных решений. Данная методология реализована и используется в рамках Автоматизированной корпоративной системы управления геотехнологическим комплексом АКСУ ГК «Джетыгара».

**ОРГАНИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ БОРТОВ КАРЬЕРОВ**

*Гасанова Н.Ю.*, Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент

*Саямова К.Д.*, Институт сейсмостойкости сооружений АН Узбекистана, г. Ташкент

*Меликулов А. Д.*, ООО «Спецуправление № 75», г. Ташкент

Обширные районы Центральной Азии и Сибири характеризуются активным проявлением современных сейсмотектонических процессов, что является дополнительным осложняющим фактором при решении вопросов геомеханического обеспечения горных работ.

В последнее время наблюдается тенденция оценки влияния воздействующих факторов через вероятности событий. Особенно актуален вероятностный подход при оценке случайных событий, сильно рассеянных в пространстве и во времени, какими являются землетрясения. Кроме того, землетрясения существенно различаются по интенсивности, расстоянием от эпицентра до объекта, инженерно-геологическими условиями среды и т.д.

Для вероятностной оценки влияния сейсмических явлений выполнены статистические исследования поля событий, в качестве последнего взят регион Центральной Азии и Казахстана, расположенный в пределах параллелей 35–45 градусов северной широты и меридианов 63–82 градуса восточной долготы. Информация о происшедших в этом регионе землетрясениях собрана и оформлена в качестве электронной базы данных на основе ежегодников по землетрясениям.

Сформированная база данных характеризуется следующим: охватывает в среднем более 2800 событий (землетрясений) ежегодно, каждое из которых представлено 7 основными признаками: дата, время, географические координаты, глубина очага, класс точности определения координат эпицентра, энергетический класс. Обработка организованной базы данных выполняется с использованием современных программных средств – систем управления базами данных (СУБД).

В качестве примера рассмотрено распределение очагов землетрясений относительно объекта (угольного разреза «Ангренский»). Важным интересующим нас показателем является направление воздействия сейсмического явления на объект, т.е. с какой стороны и частотой приходят потоки сейсмических возмущений. Для этого поле событий относительно объекта распределили на 8 секторов по 45 градусов и рассчитали статистику событий в каждом секторе. Среднегодовое распределение землетрясений по секторам показало, что 79,05% событий происходило в южном и юго-восточном секторах, в т.ч. 59,15% сейсмических воздействий ежегодно на наш объект приходит с южного направления и 19,9% – с юго-восточного направления.

Вероятностные оценки сейсмических процессов выполнялись в разное время также другими исследователями. Наиболее широко встречается в литературе оценка сейсмического процесса как Пуассоновского потока событий, описываемого уравнением  $P_n(t) = [(n_1 t)^n / n!] e^{-n_1 t}$ , где  $n_1$  - среднее число землетрясений в единицу времени, характеризующее интенсивность наступления событий в сейсмическом процессе. Вероятность того, что за промежуток времени  $t$  не возникнет ни одного землетрясения, равна  $P_0(t) = e^{-n_1 t}$ . Соответственно, вероятность возникно-

вения хотя бы одного землетрясения в интервале  $t$  будет равна  $P_1(t) = 1 - e^{-n_1 t}$ , где  $t = t_2 - t_1, t_2 > t_1$ .

Устойчивость полученных статистических результатов подтверждается практикой и одним из фундаментальных законов сейсмологии – законом повторяемости землетрясений.

Статические методы оценки устойчивости прибортового массива пород либо не принимают во внимание изменчивость состояния во времени с учетом возможных воздействий сейсмических нагрузок переменной величины и направления (знака), либо если и учитывают, то применением коэффициента запаса, величина которого не всегда отражает возможные изменения физических явлений, а является своего рода коэффициентом неизученности вопроса или «платой за риск». В некоторых условиях при действии сейсмических нагрузок деформационные характеристики проявляют нелинейный характер, и это свойство нелинейности выражается через модуль сдвига и коэффициент демпфирования, величина которых значительно изменяется в зависимости от амплитуды деформации сдвига при циклических нагрузках. Еще одна неопределенность заложена в природе самого массива горных пород: часто невозможно однозначно определить физико-механические характеристики породных образцов, посредством которых впоследствии интерпретируются свойства массива. Современные методики оценки влияния стохастических событий позволяют определить расчетным путем возможный диапазон значений искомой величины с некоторой заданной степенью надежности.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРУШЕНИЯ НА РУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «АНТЕЙ»**

*Гиларов В.Л., Дамаскинская Е.Е.,* Физико-технический Институт им. А. Ф. Иоффе РАН, г. С-Петербург

*Рассказов И.Ю.,* Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск

Изучено поведение во времени рекуррентных графиков (РГ) энергий для серий из 128 последовательных акустоземиссионных (АЭ) событий и динамических характеристик этих графиков (таких как уровень возврата RR, детерминизм DET, ламинарность LAM, времена возврата и др.[1]) в период с 1.01.2010 по 31.01.2011.

На рис. 1 приведена временная зависимость DET, LAM и энтропии диагональных линий (ENTR). Чтобы исключить присутствие крупных событий их энергии уменьшили на три десятичных порядка. Время на рисунке представлено в числовом формате, преобразованном из дат по правилам Matlab. Вертикальными линиями отмечены моменты времени крупных событий, произошедших в этот период. Видно, что начиная примерно с сентября 2010 г. эти характеристики имеют явно выраженную тенденцию к росту. Это сопровождается локализацией дефектов в этот же период времени, трансформацией формы их энергетического распределения от экспоненциального к степенному, а также увеличением дисперсии вейвлет коэффициентов на нижних масштабных уровнях [2]. Происходит также структурирование рекуррентных графиков. В качестве примера структурирования РГ на рис. 2 приведены два графика с конечными событиями 13.01.2010 и 24.01.2011.

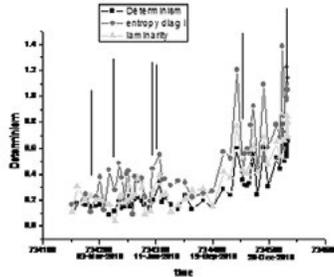


Рис. 1

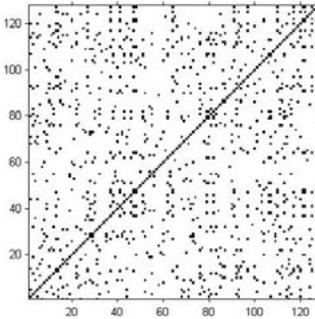


Рис. 2а

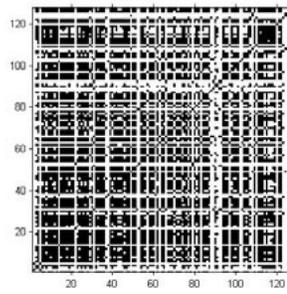


Рис. 2б

Как структурирование РГ, так и увеличение рассмотренных динамических характеристик указывает на увеличение степени детерминированности процесса разрушения материала перед катастрофическими событиями, выявленное в [3] на лабораторных образцах.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ

*Гончарова Н.В., Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск*

Особенностью большинства перспективных для разработки месторождений, расположенных на территории угольных бассейнов Западной и Восточной Сибири, является сложное строение залежей, для которого характерно участие в формировании породно-угольного массива нескольких пластов, отличающихся друг от друга внутренней структурой, мощностью и качеством полезного ископаемого, а также степенью изменчивости этих характеристик. Запасы таких месторождений отличаются разнообразием технологических свойств и, как следствие, могут иметь различные направления хозяйственного использования.

Для выбора рациональных направлений использования углей необходимо знание закономерностей изменчивости качества минерального сырья в пространстве залежи.

Одним из современных инструментов, позволяющих получить представление о закономерностях пространственной изменчивости качества полезного ископаемого

го без поиска аналитических зависимостей, выражающих особенности изменения свойств угля в недрах, и разделить объемы минерального ресурса на однородные по направлениям использования части, является геоинформационная система (ГИС) ArcGIS (ESRI, США), изначально предназначенная для моделирования и анализа особенностей размещения объектов, расположенных на поверхности земли.

Средствами ГИС ArcGIS разработана геоинформационная технология структурирования запасов угольных залежей сложного строения, объединяющая способы создания цифровой модели месторождения, разделения моделей показателей качества угля (скалярных, векторных и их совокупности) на зоны однородности согласно системе установленных на значения этих показателей ограничений и вычисления объемов полезного ископаемого, характеризующихся каждым условием однородности.

Проверка работоспособности ГИС-технологии проведена на данных геологического картирования пластов У4 и У5 Ундытканской свиты, а также пластов Н15 и Н16 Нерюнградской свиты Эльгинского каменноугольного месторождения Южно-Якутского угольного бассейна. Структурирование запасов выполнено по ряду скалярных (зольность (%), выход летучих веществ (%), толщина пластического слоя у (мм)) и векторных (марка, технологическая группа и подгруппа) показателей качества угля, а также их совокупности.

В моделях угли пластов представлены двумя технологическими подгруппами (1ГВ – первый газовый витринитовый, 2ГЖОВ – второй газовый жирный отощенный витринитовый) и пятью группами (2ГЖ – второй газовый жирный, 1Ж – первый жирный, 2Ж – второй жирный, 1СС – первый слабоспекающийся, 2СС – второй слабоспекающийся), которые по ГОСТ 25543 – 2013 «Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам» объединяются в пять марок: Г (газовый), ГЖО (газовый жирный отощенный), ГЖ (газовый жирный), Ж (жирный), СС (слабоспекающийся).

Вычисление средствами ГИС ArcGIS объемов угольной массы, заключенной в четырех изучаемых пластах Эльгинского месторождения, и анализ долевого участия марок в запасах залежи показали, что 98.22 % запасов приходится на три особо ценные коксующиеся марки (Ж, ГЖ, ГЖО) и 1.78 % – на две энергетические (Г, СС).

Для сравнения, согласно ТЭО промышленного освоения Эльгинского месторождения, традиционным способом определения марочного состава угольной залежи выделено только три марки: Ж, ГЖ и СС.

Таким образом, обработка первичной геологической информации средствами ГИС ArcGIS дала возможность выделить еще две марки угля: Г и ГЖО.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что разработанная геоинформационная технология структурирования запасов угольных месторождений сложного строения позволяет повысить точность определения числа и границ распространения марок, технологических групп и подгрупп и усилить обоснованность решений, принимаемых при выборе направлений использования добываемого полезного ископаемого.

### **ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН**

*Городилов Л.В., Вагин Д.В., Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск*

Объект моделирования относится к техническим системам, в которые входят элементы механической, гидравлической и пневматической природы.

В основу программы положен принцип отдельного описания моделируемой си-

стемы в виде набора структур, соответствующих реальным физическим объектам, и процедуры имитации функционирования системы во времени.

Исходя из концепции сложной системы, как набора вложенных подсистем, ее описание реализовано в виде иерархии классов, включающей три уровня: Элемент → Устройство → Сборка → Система. Базовым является класс Элемент, который соответствует элементарной неделимой части системы, представленной моделью объекта с сосредоточенными параметрами. Математическое описание системы (дифференциальные и алгебраические уравнения) сосредоточены в классе Устройство.

Во второй части программного кода (классе Процедура), реализован алгоритм имитации функционирования системы. В процессе имитации эволюция системы делится на интервалы (фазы) – промежутки времени, в течение которых параметры входящих в систему объектов и связи между ними (коэффициенты и структура дифференциальных уравнений) неизменны. Переход от одного интервала к другому определяется событием (изменением состояния одной или нескольких характеристик объектов типа Элемент) в случае, если оно логически влечет за собой изменение фазы объекта класса Устройство.

### **РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА**

*Калашник И.И., Горный Институт КНЦ РАН, г. Апатиты*

В целях минимизации рисков потери механической устойчивости и противофильтрационной функциональности ограждающих дамб хвостохранилищ выполнены компьютерное моделирование состояния дамбы применительно к одному из самых крупных хвостохранилищ на Кольском полуострове. Была построена гидрогеомеханическая модель дамбы, в которой, в отличие от стандартной геомеханической (геометрическая схема, свойства пород и внешние усилия), учитывались гидростатические (разность напоров на верхнем нижнем склонах дамбы, а также положение депрессионной плоскости) и гидродинамические (образование зон фильтрации, скорость и давление потока) условия. Кроме того, в соответствии с исходными гидрогеологическими данными, для каждого выделенного геологического слоя задавалась своя модель деформирования: упругая, упругопластическая, упруго-вязко-пластическая, консолидационная. Наряду с геомеханическими расчетами (определение напряжений и деформаций в теле дамбы и подстилающем основании), выполнялись и гидравлические (изменение уровня и давления дренирующей воды, формирование зон повышенной фильтрации и развитие их во времени: увеличение поперечных размеров, повышение скорости и давления фильтрационного потока). Компьютерные исследования разработанной модели выполнены в плоской и объемной постановках с использованием специализированного программного комплекса.

### **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА**

*Калашник Н.А., Горный Институт КНЦ РАН, г. Апатиты*

Применительно к одному из крупных хвостохранилищ на Кольском полуострове выполнено многовариантное компьютерное моделирование фильтрационно-де-

формационных процессов, формирующихся в теле дамбы. В качестве изменяющихся внешних параметров были приняты уровни воды на нижнем и верхнем склонах и мощность хвостовых отложений, а внутренних: деформационные свойства грунтов (сцепление, угол внутреннего трения), а также скорость и давление фильтрации дренирующейся воды. При этом для каждого слоя грунтов дамбы и подстилающего ее основания задавалась, с учетом исходных гидрогеологических данных, соответствующая модель деформирования: упругая, упругопластическая, упруго-вязко-пластическая, консолидационная. По результатам расчетов для различных вариантов были определены напряжения и деформации в теле дамбы и подстилающем основании, а также выявлены закономерности особенностей изменений эффективных напряжений в скелете грунтов и активного (избыточного) порового давления воды. Проведение гидравлических расчетов позволило выявить особенности формирования зон повышенной фильтрации и развития фильтрационно-деформационных процессов. Для оценки механической прочности и противифльтрационной функциональности грунтов дамбы компьютерным моделированием в объемной постановке определены значения надежности (безопасности) как интегральной функции заданных в исследуемой модели параметров.

### **АНАЛИЗ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИИ САМОПОДОБИЯ**

*Карабибер С.В.,* ОАО «СУЭК-КУЗБАСС», г. Кемерово

Предлагается новый инструмент исследования характера поверхности топографического порядка – функция самоподобия ее сечений. Этот инструмент является аналогом автокорреляционной функции, широко применяемой в практике геометризации и разведки месторождений полезных ископаемых.

Для расчета функции в пределах исследуемой области топоповерхности, отображенной системой изолиний, выделяется несколько параллельных сечений. На каждом из них фиксируются так называемые характерные точки, в качестве которых предлагается использовать точки пересечения изолиний с сечением.

Положение каждой  $i$ -ой характерной точки каждого  $j$ -го сечения фиксируется двумя координатами: значением в ней показателя  $\rho_j$  и расстоянием  $x_j$  от нее до начала координат  $O$ . За начало системы координат  $O_j$  в каждом  $j$ -ом сечении принимается линия его пересечения с проводимой на плане единой для участка осевой линией (координатной осью  $L$ ), перпендикулярной к системе параллельных сечений. Общее правило, используемое при выделении характерных точек, состоит в том, что в пределах одного сечения имена характерных точек не могут повторяться. Имена характерных точек служат только для указания их соответствия друг другу.

Каждая из характерных точек рассматривается как случайная точка комплексной плоскости  $Z=X+iY$ , что позволяет вычислить коэффициент корреляции между двумя сечениями (как коэффициент корреляции двух комплексных случайных величин), а, затем, коэффициент подобия разрезов, дополнительно учитывающий появление новых и исчезновение ранее выделенных точек, и, как и коэффициент корреляции, изменяющийся от 0 до 1.

В целом изложенная идея развивает подход С. А. Батугина и Л. Е. Мякишевой, предложивших использовать коэффициент корреляции в комплексной плоскости для оценки подобия положения пласта в соседних геологических разрезах, но отличается порядком определения характерных точек и иным порядком перехода от

коэффициента корреляции к коэффициентам подобия сечений.

Выделяя в пределах контура анализа поверхности несколько сечений, удаленных от некоего сечения на постоянно увеличивающиеся расстояния, можно построить экспериментальную зависимость коэффициента подобия сечений от расстояния между ними, т. е. функцию самоподобия.

Данную функцию предлагается использовать для обоснования возможности экстраполяции топоповерхности показателя. Экстраполяция, по своему определению, допустима лишь в случае, если закономерности, выявленные в пределах некоторой области измерений объекта, сохраняют свое значение в прилегающей к ней зоне (зоне экстраполяции).

Таким основанием может служить доказательство автокорреляции данных, радиус которой определяется на основе функции самоподобия. Проведенные на основе использования данных по пласту Польшаевскому 2 поля шахты им. А. Д. Рубана исследования показали, что допустимый радиус экстраполяции данных о зольности пласта составляет 600 м. Дополнительными исследованиями было установлено, что в пределах этого расстояния среднеквадратическая погрешность прогноза зольности на основе экстраполяции данных предшествующих горных работ составляет 1,7 % (в единицах измерения зольности), что меньше погрешности оценки зольности по результатам интерполяции данных геологоразведочных скважин.

Таким образом, выполненные расчеты указывают на то, что существуют реальные предпосылки для использования методов экстраполяции при геометризации угольных месторождений, при условии оценки допустимого расстояния экстраполяции с использованием функции самоподобия сечений топографической поверхности.

### **СОЗДАНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПАО «УРАЛКАЛИЙ»**

*Катаев А.В., Кутовой С.Н., Ефимов Е.М., Мейстер Д.А.,* Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Авторами статьи ведутся работы по созданию горно-геологической информационной системы горного производства на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей (ВКМКС). Создаваемая система призвана автоматизировать решение инженерных задач, стоящих перед различными службами горных предприятий (геологи, маркшейдера, горняки, геофизики, геомеханики, гидрогеологи, экологи и др.).

К настоящему времени в рамках создания элементов горно-геологической информационной системы, авторами созданы цифровые планы горных работ по всем продуктивным пластам действующих рудников, разработаны и установлены на рабочие места пользователей программные модули, которые позволяют автоматизировать обработку результатов инструментальных наблюдений маркшейдерских и геологических служб, процессы планирования и проектирования горных работ, вычисления фактических и прогнозных параметров сдвига подрабатываемой земной поверхности, решать задачи по охране поверхностных объектов (строения, коммуникации, природные объекты).

Данные разработки уже нашли широкое практическое применение и во многом повлияли на методику выполнения отдельных рабочих процессов соответствующих отделов ПАО «Уралкалий».

Для снижения стоимости конечных приложений авторами широко используются программные библиотеки с открытыми исходными текстами. К таким можно отнести

библиотеки QT, Geos, QGis. Они предоставляют удобную и функциональную среду для разработки как простых, так и средней сложности приложений. Причем уровень надежности функций, реализованных в этих библиотеках и точности результатов не хуже штатных средств разработки программ для геоинформационных систем.

При работе с программными модулями реализован принцип многопользовательского доступа. Разработаны инструменты предоставления доступа к базе данных, формирования стандартных планшетов, контроля и восстановления ошибочно удалённой информации, запросная система к базе данных.

В настоящее время по результатам съёмок и замеров горных выработок графическая информация наносится на цифровой план, а атрибутивная вводится в базу данных. При этом к каждой выемочной единице на цифровом плане привязана необходимая атрибутивная информация (параметры горных выработок и целиков, объёмы списанных запасов, качественные показатели полезного ископаемого и другие данные). Первоисточником поступления информации являются построенные по съёмкам и замерам цифровые маркшейдерские планы горных работ, загруженные в базу данных и пополняемые в текущем режиме.

В конечном итоге все данные о геологической среде, выработках и объектах земной поверхности размещаются и поддерживаются в информационной системе и используются для решения задач учета, контроля и управления деятельностью предприятия. Ядром этой системы является система управления баз данных (СУБД). Все программные модули, входящие в состав формируемой горно-геологической информационной системы объединены единой базой данных, в качестве которой выступает СУБД Oracle. Визуализация графической информации может производиться в любых графических редакторах или ГИС-системах (Open GIS, MapInfo, ArcGIS, Grafer и др.). В состав информационной системы входит большая совокупность программных приложений, функционально они объединены в автоматизированные рабочие места.

### **ЦИФРОВАЯ СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗЛОТОНОСНОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА БАЛКА ШИРОКАЯ (УКРАИНА)**

*Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.,* Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев.

Месторождение Балка Широкая расположено в Никопольском районе Днепропетровской области, в 5-ти километрах к северу от с. Чкалово и считается наиболее перспективным в пределах Чертомлыкской зеленокаменной структуры.

Геологическое строение, рудно-формационную, минералогическую характеристику месторождения Балка Широкая, характеристику минералов и минеральных ассоциаций в разные годы осветили в производственных отчетах и научных трудах Белоус И.Р., Бобров А.Б., Бондаренко С.Н., Кирьянов Н.Н., Монахов В.С., Нечаев С.В., Осадченко Н.Л., Петько В.Н., Рокачов С. А., Фомин Ю.А. и др.

Детальное исследование эндогенного золотого оруденения оставило без внимания вопрос золотоносности палеозой-мезозойской площадной коры химического выветривания, которая повсеместно залегает на золотоносных породах докембрия. Мощность элювия достигает 83 м. Профиль коры выветривания состоит из следующих зон: зона дезинтеграции и выщелачивания (до 16 м); зона гидролиза (до 23 м); зона конечного гидролиза и окисления (до 44 м). Окраска отдельных зон и коры выветривания белая, светло-серая, серая, красно-желтая и обусловлена петротипом исходных пород субстрата и преобладанием в разрезе определенных гипергенных минералов (гидрослюда, гидрохлорита, серицита, каолинита, гётита, гидрогётита, гематита, сидерита).

На базе фактического материала (координаты и описание скважин, данные опробования скважин на золото и его элементы-спутники) авторами построены литогеохимические колонки скважин, литологические профили, прослежено распределение золота в разрезе коры выветривания и по латерали, установлены геохимические барьеры концентрации золота и их типы. Используя математико-статистические методы установлены корреляционные связи золота с другими элементами в коре выветривания. С помощью ГИС-технологии (Golden Software Surfer) создана структурно-литологическая модель золотоносной коры выветривания в пределах месторождения, в частности построены карты зональности элювия, карты подошвы и поверхности коры выветривания и ее зон в частности, карты распределения золота в коре выветривания и в разных ее зонах в частности.

На основании полученных результатов установлено:

- поверхность коры выветривания и отдельных ее зон обусловлена разной устойчивостью к процессам гипергенеза пород субстрата (рис. 1);
- пестрый петрографический состав пород субстрата и разный литолого-минеральный состав коры выветривания обусловили мозаичную картину золотоносности элювиальной толщи и отдельных ее зон в частности (рис. 2);
- наличие контрастных и пространственно разрозненных аномалий золота в разрезе и по латерали элювия свидетельствует об активной миграции гидрогенного золота в его профиле;
- в коре выветривания сланцев преимущественно обогащенные золотом зона дезинтеграции и выщелачивания и зона конечного гидролиза; в коре выветривания железистых кварцитов наиболее обогащена золотом зона начального гидролиза; в коре выветривания пород основного состава золотоносность уменьшается вверх по разрезу элювия, хотя иногда ореолы вторичного золотого обогащения формируются в зоне начального гидролиза;
- аномалии золота в зоне дезинтеграции и выщелачивания по конфигурации и интенсивности совпадают с таковыми в материнских породах и являются их продолжением;
- аномалии золота в зоне начального и конечного гидролиза образовались вследствие миграции гидрогенного золота в профиле коры выветривания и его осаждения на геохимических барьерах;
- в зоне конечного гидролиза аномалии золота образовались на сорбционном барьере вследствие его сорбции глинистыми минералами и гидроксидами железа из растворов;
- аномалии золота сопровождаются аномалиями серебра, мышьяка, меди, в меньшей степени – свинца и никеля.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ НА СТАДИЯХ РАЗВЕДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАПАДНО-ОЗЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Горбатова Е.А., Колесатова О.С., Ковырзин К.Л.,* Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова

На современном этапе развития экономики происходит масштабное снижение сырьевого потенциала горных предприятий, вызванное истощением минерально-сырьевой базы, изменением качественных характеристик полезных ископаемых и усложнением условий эксплуатации месторождений. Для эффективного функционирования горнорудных предприятий необходима полная, достоверная и оперативная информация о недрах, позволяющая управлять запасами и качеством полезных

ископаемых при их освоении [1, 2]. Поэтому использование компьютерного моделирования Западно-Озерного месторождения становится необходимым условием для обеспечения экономически обоснованных технологических решений.

Моделирование месторождения на разных этапах его изучения, от поисковых работ до эксплуатационной разведки, позволяет получить геолого-экономическую оценку рудных тел путем построения блочных моделей и использования геостатистического метода подсчета запасов.

Анализ существующих в мировой практике программных продуктов (Surpac, Micromine, Datamine, AutoCad и другие) показал, что наиболее приемлемой является система компьютерного моделирования горной технологии «MineFrame» (Горный институт КНЦ РАН), представляющий собой пакет программ предназначенных для решения широкого круга горно-геологических и технологических задач.

Западно-Озерное месторождение расположено на северо-западном фланге Узельгинского рудного поля. Структура месторождения определяется вулканической постройкой центрального типа, сложенная вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными породами карамалыташской и улутауской свит. На месторождении выявлено 15 колчеданных рудных тел, расположенных в двух рудоносных уровнях, и 2 рудных тела золотосодержащих бурых железняков. Основное тело имеет более сложную неправильную двояковыпуклую форму, остальные тела характеризуются линзообразной формой. В плане рудные тела локализируются в пределах рудной зоны северо-западного простирания шириной 400-700 м. Общие промышленные запасы месторождения составляют 47 миллионов тонн медноколчеданной руды.

Для условий Западно-Озерного месторождений построение блочной модели осуществлялось по данным поисково-оценочных работ (1981-1984 гг.), предварительной (1984 – 1987 гг.), детальной (1987 – 1990 гг.) и эксплуатационной разведки, осуществляемых совместно ПГО «Башкиргеология» с ПГО «Уралгеология», ОАО «Учалинский ГОК» и Уральской ГРЭ.

Использование блочного моделирования позволило оценить запасы отдельно для различных типов и промышленных сортов руд на основе их геометризации, проследить динамику изменения запасов на разных этапах изучения рудных тел, определить рациональную сетку опробования рудных тел месторождения разной морфологии.

### **ИНФОРМАЦИОННО-РАСЧЕТНЫЙ КОМПЛЕКС КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ДИНАМИЧЕСКОГО ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРНОТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В КАРЬЕРЕ**

*Левин Е.Л., Сердюков А.Л., Абросимова Г.Г., Кудряшов В.С., ОАО «Гипроруда», г. Санкт-Петербург*

Разработан набор информационно-расчетных средств динамического компьютерного моделирования отработки карьера в условиях изменения экономической и горнотехнической ситуации, предназначенный для проектирования и планирования горнотранспортных работ.

Изменение ситуации может быть обусловлено пересмотром границ, очередей отработки и мощности карьера и ОФ, падением (ростом) цен на производимую продукцию, заменой основного горнотранспортного оборудования, уточнением инженерно-геологических условий разработки, необходимостью ликвидации отставания вскрышных работ и др.

Набор информационно-расчетных средств динамического компьютерного моде-

лирования отработки карьера реализован на основе программных комплексов моделирования месторождений и карьеров (Datamine, Micromine, Whittle, PitDelevel и др.), увязанных с разработанными приложениями для MS Access, Excel (матричная модель горнотранспортных работ).

Решение поставленных задач проектирования и планирования горнотранспортных работ обеспечивается применением интерактивного матричного моделирования отработки карьера с учетом горнотехнических и экономических ограничений. Матричная модель позволяет в интерактивном режиме набирать варианты планов горнотранспортных работ с немедленной их оценкой. Одновременно оцениваются и фиксируются необходимые условия для размещения в карьере оборудования, временных и постоянных съездов в пределах этапов, участков, секторов и блоков – целиков. При наборе плана горнотранспортных работ учитываются многосортность добываемых руд и пород, динамические ограничения на подработку имеющихся и проектируемых объектов в карьере.

Интерактивная разбивка карьерного пространства на соответствующие участки, этапы, секторы, целики позволяет локализовать в пространстве и во времени объемы горнотранспортных работ в карьере, детально проработать календарные графики их отработки и месторождения в целом. При этом учитывается фактическое положение горных работ, наличие забоев и площадей, необходимых для расстановки оборудования, размещения транспортных коммуникаций.

Основные операции при оптимизации горнотранспортных работ:

- подготовка рудно-породной блочной модели месторождения;
- формирование набора ТЭП, необходимых для оптимизации границ и календарных графиков отработки, создание оболочек (пушбэков) в карьере с минимальными объемами горной массы в прирезках между оболочками, достаточными для формирования рабочих площадок, обеспечивающих работу горнотранспортного оборудования при отработке этих прирезок;
- формирование матричной модели горнотранспортных работ;
- интерактивный набор (из прирезок объемов в оболочках на горизонтах, секторах, участках) календарного графика добычи с помощью сформированной интерактивной таблицы с одновременным графическим и табличным отображением результатов этого набора (интерактивный набор выполняется с учетом возможных темпов понижения горных работ и углубки карьера).

В результате формируется календарный план горнотранспортных работ в динамически определенных границах карьера и его этапов (очередей) с учетом заданных технологических ограничений в сценариях развития рынка, изменения параметров основного горнотранспортного оборудования, с учетом изменения инженерно-геологических условий разработки и др. Матричная модель может быть также использована при разработке графика ликвидации отставания вскрышных работ.

Сформированная адаптивная информационно-программная матричная модель карьера служит инструментом для дальнейшего скользящего текущего и перспективного планирования горнотранспортных работ. Эта модель готовится в форматах MS Access, Excel с последующим ее экспортом в Micromine, Surpac, Autocad и др. и может быть использована в качестве дополнения к проектной документации.

Разработанная матричная модель горнотранспортных работ апробирована при разработке в АО «Гипроруда» стратегии развития АО «ССГПО» на 2015-2040 г.г., при оптимизации карьеров ГК «Петропавловск», АО «Апатит», «Ковдорский ГОК», ЗАО «СЗФК», АК «АЛРОСА» и др.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ**

*Макаров В.В., Зобнин Б.Б., Головырин С.С.,* Уральский государственный университет, г. Екатеринбург

Развитие материально-технической базы современных горно-добывающих предприятий сталкивается с рядом существенных проблем, связанных с ухудшением горно-технологических параметров разработки месторождений полезных ископаемых. По данным института Горного дела УрО РАН за период с 1990 по 2013 год:

- существенный рост глубины карьеров. С 1990 года средняя глубина карьеров увеличилась с 178 м до 295 м;
- выработка богатых руд и увеличение добычи бедных руд. Среднее содержание железа в сырой руде упало с 29,8% до 28,4%;
- содержание железа в концентрате выросло практически на 4 % с 1990 года;

С другой стороны развитие техники на горных предприятиях за период с 1990 по 2013 год характеризуется ростом единичной мощности на единицу оборудования:

- вместимость ковша среднесписочного экскаватора за период увеличилось с 7,7 м<sup>3</sup> до 9,7 м<sup>3</sup>;
- количество экскаваторов с объемом ковша более 10 м<sup>3</sup> на 8 крупнейших ГОКах России увеличилось с 1,9% от общего количества экскаваторов до 55,8% ;
- среднесписочное количество автосамосвалов грузоподъемностью более 100 т увеличилось с 68,7% до 79,8% от общего количества автосамосвалов;

Эти тенденции развития горных предприятий привели к существенной проблеме, связанной, с одной стороны, с необходимостью уменьшения себестоимости производства при необходимости увеличения добычи (что проявляется в росте единичной мощности горно-транспортного оборудования) и, с другой стороны, со старыми проектными решениями по параметрам разработки, ограничивающими развитие производства, и ухудшением горно-технологических параметров разработки. Ограничения проявляются, например, в снижении готовых к выемке запасов, так при росте производства с 212,1 млн.т до 260,1 млн.т, объем вскрышных работ уменьшился с 179, млн.т до 173,1 млн.т.

Задача развития современных горнодобывающих предприятий, в рамках указанного подхода, может быть рассмотрена как позиционная игра, в которой первым игроком является предприятие. Каждый «ход» игрока требует затрат ресурсов, в том числе времени, необходимого для приобретения и ввода в эксплуатацию нового оборудования. «Противником» предприятия является внешняя среда, определяющая спрос на товарную руду, материальные и энергетические ресурсы.

Особенностью данной позиционной игры является то обстоятельство, что в ряде случаев шаги, направленные на повышение производительности экскаваторно-автомобильного комплекса (ЭАК), приводят к снижению величины извлекаемых запасов. Логика этих шагов объясняется тем, что для повышения эффективности горных работ и формирования рациональных ЭАК этим предприятиям достаточно увеличить вместимость ковша и довести её до оптимальной, то есть той, которая, исходя из мирового практического опыта и теоретических исследований, позволяет достичь оптимального уровня издержек и себестоимости выемочно-погрузочных и транспортных работ. Как известно, оптимальное соотношение между вместимостью транспортного сосуда и вместимостью ковша экскаватора находится в диапазоне от 3 до 5, то есть погрузка одного автосамосвала должна производиться экскаватором

за 3–5 циклов. Для этого, не меняя транспортное звено и параметры элементов системы разработки, необходимо «подтянуть» вместимость ковша экскаватора от современной 10 до 18–20 м<sup>3</sup>, обеспечивающих оптимальную загрузку превалирующего парка транспортных средств горной отрасли РФ и стран СНГ.

Решение этой проблемы является сложной научно-технической задачей, связанной с проведением аудита технологических решений, который может включать в себя имитационное моделирование на основе мультиагентных систем и экспертную систему, включающую в себя базу знаний, содержащую информацию о положительных решениях развития горного производства.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ НЕГАТИВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНЕ РЕКИ ЧУЛЫМ В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Моисеева Ю.А.*, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В связи с усилившимися процессами глобального изменения и увеличения экстремальности климата, утверждение о стационарности многолетних колебаний гидрометеорологических величин поставлен под сомнение. Резкие изменения климата и последующего изменения гидрологических характеристик привели в ряде крупных регионов к существенным изменениям водного режима рек, усилении негативного воздействия вод, связанных с экзогенными геологическими процессами. Проблема безопасного хозяйствования в зоне развития боковой эрозии очень актуальна в России, в особенности для Западной Сибири, которая в высокой степени подвержена негативному влиянию речных деформаций.

Распространение экзогенных процессов на территории Томской области, таких как, оврагообразование, заболачивание, оползни, а также речная боковая эрозия вызваны характерными для данной территории избыточным увлажнением, сказывающимся на переувлажнении горных пород, значительными скоростями ветра в вегетационный период и резкими колебаниями температур в переходные сезоны года. Горизонтальные деформации речных русел сопровождаются размывом значительных площадей, а также разрушением населённых пунктов, стоящих на берегах, что говорит о важности их практического изучения [16].

Наибольшую активность гравитационно-эрозионные процессы в Томской области проявляются в долинах рек Оби в г. Колпашево и Чулыма в сс. Первомайское, Зырянское, п. Комсомольск и др.

Главными причинами этих негативных геологических процессов в исследуемом районе являются особенности руслового процесса р. Чулым, литология берега, сложенного преимущественно легкоразмываемыми песчаными отложениями [35]. Кроме того, важнейшими факторами являются метеорологические и гидрологические условия (атмосферные осадки, температура воздуха, скорость ветра, уровни грунтовых вод, расходы водотоков и т.п.).

Целью работы является исследование гидрометеорологических условий, оказывающих влияние на развитие негативных геологических процессов, а именно деформаций русла реки Чулым, в исследуемом районе. В связи с этим в работе поставлены следующие задачи:

- 1) оценить временные изменения гидрометеорологических характеристик;
- 2) изучить влияние изменений климатических параметров на водный баланс с

помощью математической модели;

3) рассмотреть изменение интенсивности развития экзогенных геологических процессов в Томской области.

В ходе исследования гидрометеорологических условий в бассейне р. Чулым в пределах Томской области, оказывающих влияние на развитие негативных геологических процессов, а именно деформаций русла реки, был проведен статистический анализ данных метеорологических и гидрологических характеристик, с помощью математической модели формирования водного баланса выделены предполагаемые изменения элементов водного баланса в исследуемом районе, рассмотрены изменения интенсивности развития экзогенных геологических процессов на территории Томской области.

В результате проведенного статистического анализа временных рядов гидрометеорологических характеристик выявлено повышение среднегодовой температуры воздуха на 2,1°C, увеличение среднегодовых значений упругости водяного пара на 1 гПа, а также повышение среднегодовой температуры почвогрунтов на глубине 160 см на 0,8°C. Наблюдаемое потепление в переходные сезоны года может повлиять на развитие негативных геологических процессов. Повышение температуры воздуха и связанное с ним повышение температуры почвогрунтов, влияет на увеличение температуры подземных вод. Выявлено увеличение расхода воды в р. Чулым в январе, феврале и марте месяце, то есть в зимний период, следовательно, увеличивается меженная составляющая стока, обнаружено смещение границ гидрологических сезонов. Данные выводы хорошо согласуются с прежними исследованиями. Можно предполагать некоторое увеличение скорости ветра в исследуемом районе зимой и в переходные сезоны года. Во временном ходе среднемесячных сумм атмосферных осадков выявлен тренд только в декабре, следовательно, запасы воды в снеге, которые влияют на интенсивность русловых деформаций увеличиваются, и это может повлиять на интенсивность русловых деформаций в будущем, если это направление тренда сохранится. Максимальные количества атмосферных осадков в теплый период года испытывают колебания около средних величин, отрицательный тренд наблюдается только в августе месяце. Несмотря на практическое отсутствие трендов в рядах атмосферных осадков за исследуемый период, в большинстве случаев наблюдаются большие вариации количества атмосферных осадков от года к году, что также может повлечь за собой увеличение интенсивности ЭГП. Установлена взаимосвязь между скоростью размыва берегов и суммы атмосферных осадков за гидрологический год и при увеличении суммы атмосферных осадков свыше 450 мм можно ожидать размыва берегов.

### **ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ПРОМЫШЛЕННОМУ ОСВОЕНИЮ**

*Писаренко М.В.*, Институт угля СО РАН, г. Кемерово

Для удовлетворения растущих потребностей в российском угле как на внутренних, так и на внешних рынках необходима надежная минерально-сырьевая база, отвечающая современным требованиям экономических условий и технологиям добычи. Рациональность пользования недрами накладывает дополнительные требования к ее базе и предполагает рассмотрение понятия промышленной подготовленности месторождений по двум направлениям: технологической и геологической подготовленности.

Технологическая подготовленность предполагает оценку возможности эффективного извлечения основной части геологических запасов месторождения с ис-

пользованием известных технологий добычи.

Геологическая подготовленность предполагает оценку достаточности достигнутой степени разведанности месторождений для реализации проектных решений в условиях проявления ожидаемых погрешностей. Данную оценку предлагается выполнять на основе комплекта многовариантных горно-геометрических моделей, содержащего кроме традиционных и модели учитывающие возможные изменения показателей месторождения за счет погрешностей его геологического изучения.

### **МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА “МИКОН-ГЕО” В ПРОЦЕССЕ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ И УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Писецкий В.Б., Лапин С.Э., Зудилин А.Э., Патрушев Ю.В., Шнайдер И.В., УГГУ, г. Екатеринбург*

Рассматривается проблема организации системы сейсмического контроля в процессах ведения горно-технических работ в подземных условиях с целью прогноза опасных геодинамических явлений и выполнения федерального регламента безопасных проходческих и добычных работ на рудных и угольных шахтах.

Принципиальный механизм формирования и внезапного изменения состояния устойчивости массива горных пород в границах природно-технической системы “геологическая среда – выработка – крепь” (далее – горный массив) в зоне влияния проходческих или добычных работ определяется структурой и параметрами напряженного состояния (НДС) горного массива. Размеры зоны влияния подземных горно-технических работ на структуру и параметры НДС горного массива определяются многими факторами, включая технологии ведения работ и крепления выработок.

Выбор и формулировка цели разработки систем и технологий контроля и прогноза риска развития опасных геодинамических явлений (вывал, выброс, горный удар и т.п.) определяется не только очевидной необходимостью дистанционной оценки структуры и параметров зоны влияния с размерами несколько десятков метров во все стороны от забоя выработки, но и регламентными требованиями правил безопасности ведения подземных горных работ в соответствующих ведомствах.

Опыт технологического применения обсуждаемых методик и аппаратно-программных реализаций в подземном транспортном строительстве и разработки месторождений твердого сырья шахтным способом свидетельствует о соответствии целевых сейсмических параметров контроля уровней состояния устойчивости горного массива в ближней и дальней зонах ведения горных работ критериям безопасности горного производства.

Перспективным направлением развития системы МИКОН-ГЕО является решение проблем интегрирования сейсмических параметров дистанционного контроля горного массива в многофункциональную систему безопасности шахт, что существенно повысит качество своевременного прогноза риска развития опасных геодинамических явлений.

### **ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Писецкий В.Б., Савинцев И.А., Серков В.А., Чевдарь С.М., Шинкарьюк В.А., УГГУ, г. Екатеринбург*

Рассматривается проблема обнаружения и оценки прочности зон дезинтеграции горного массива в процессах проектирования и ведения горно-технических работ в подземных условиях.

Основные потери механической прочности горного массива в процессах ведения подземных горно-технических работ связаны с зонами повышенной дезинтеграции горной породы различного генезиса. Объективное выявление таких зон возможно только на основе интегрированного анализа инженерно-геологических и инженерно-геофизических исследований, поскольку контур зоны дезинтеграции имеет существенные пространственные размеры и физико-механические свойства горных пород в ней в значительной степени определяются масштабным эффектом – существенным отличием свойств породного массива с дискретной структурой от таковых в “куске” по лабораторным данным.

Объективный учет масштабного эффекта возможен на основе применения геофизических методов исследований. Соответственно, независимый анализ инженерно-сейсмических и инженерно-электрометрических данных способен обеспечить выявление границ зон горного массива с пониженными прочностными (сейсмическими) и физическими параметрами (удельное электрическое сопротивление).

Сопоставление этих зон с контурами инженерно-геологических элементов, для которых установлены физико-механические свойства пород “в куске” и характеристики трещиноватости массива по результатам изучения кернa скважин, позволяет уточнить количественные упругие характеристики в масштабе горного массива.

С учетом названных особенностей оценки прочностных свойств рассматриваются модели напряженно-деформированного состояния горного массива в тех или иных условиях проектирования и ведения подземных горных работ (“Северо-Калужинское” и “Центральное” месторождения хромитовых руд, СУБР и др.).

### **СТРУКТУРА БАЗЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ, КАК СОСТАВНОЙ ЧАСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ГИС-ПРОЕКТ)**

*Платэ А.Н., Веселовский А.В., Институт геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии РАН, г. Москва*

В геоинформационной системе (ГИС) для исследовательских целей центральным звеном является генерирование информации по картографическим данным, растровым, векторным изображениям и покрытиям. Каждому типу информации соответствует свой формат описания.

Ссылка на источник информации в таблице покрытий и слоев призвана давать информацию о первоисточнике, в качестве которых могут выступать, как традиционные материалы, так и источники в хранилище геолого-геофизических данных, а также результаты экспертной и математической обработки неструктурированных данных, в том числе для синтетически сформированных слоев и покрытий.

Создание базы данных геолого-геофизической информации позволяет решать

здесь следующие задачи:

- эффективное использование полученных геологоразведочных данных;
- вероятностное прогнозирование сейсмических событий;
- корреляция геолого-геофизических данных;
- оперативный систематизированный поиск геoinформации;
- контроль и организация данных;
- сопоставление строения сейсмических районов;
- представление данных, как в виде таблиц, так и в виде графического двухмерного или трехмерного изображения.

В качестве примера рассмотрим созданную в ИГЕМ РАН базу геолого-геофизических данных по литосферным блокам забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса. Она реализована с помощью пакета программ ArcGIS 10, состоит из атрибутивных таблиц, растровых и векторных изображений картографических материалов (топографические, геологические, геофизические, тектонические и другие карты) в масштабах от 1:1 000 000 до 1:200 000 в единой системе координат и должна содержать:

растровые данные

- топографическая основа (лист М-50) РФ масштаба 1:200 000, отсканированные и сшитые листы;

- рельеф территории, в качестве основы использованы данные ASTER GDEM (JPL) GeoTIFF;

- цифровые космоснимки местности и геообъектов (данные с космических аппаратов Landsat, Modis, AVHRR, Aster), данные из открытых источников.

векторные данные

- линейный и полигональный слои – водные объекты с топоосновы масштаба 1:200 000 – водотоки, водоемы, атрибутивная информация должна включать название объекта, тип (река, озеро, ручей и т.д.), геоморфологические характеристики речной сети;

- полигональные слои – выходы коренных стратифицированных (осадочных) и интрузивных пород, атрибутивная информация должна включать типы, возраст пород, литологию пород и т.д. Слой создается по данным геологических карт РФ (СССР) масштаба 1:200 000. Информации по листам VI, XIV, XX геологических карт масштаба 1:200 000 нет в каталогах ВСЕГЕИ, поэтому для этих листов будет использован геологическая карта масштаба 1:1 000 000;

- точечный слой – внемасштабные интрузивные тела с геологических карт масштаба 1:200 000;

- полигональный слой – карты аномального магнитного поля, карты аномального гравитационного поля, геоморфологическая и тектоническая схемы. Данные этого слоя будут создаваться по авторским картам масштаба 1:500 000;

- линейный слой – разломы (тектонические контакты или разрывные нарушения), достоверные, предполагаемые, ориентировка, относительный возраст смещений, протяженность, морфогенетический (кинематический) тип (сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги). Информация будет сниматься с геологических карт масштаба 1:200 000, уточняется по современным данным;

- точечный слой – объекты техногенной (радиационной) опасности (горнохимические комбинаты, радиохимические и металлургические комбинаты, предприятия гражданского ядерного топливного цикла, включая месторождения урана, тепловые электростанции, газо- и нефтепроводы, объекты по изоляции отработавших ядерных материалов в глубоководных геологических формациях и т.п.);

- точечный слой – данные по землетрясениям (координаты, глубина, магнитуда).

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА УЧАСТКЕ НАБЕРЕЖНОЙ РЕКИ КАМЫ В ГОРОДЕ ПЕРМЬ**

*Пургина Д.В., Строкова Л.А., Кузеванов К.И., Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

В 2013 году институтом «Сибгипротранспуть» (г. Новосибирск) в г. Пермь, при непосредственном участии автора, проведены инженерно-геологические изыскания, обусловленные необходимостью реконструкции автодорожного путепровода на железнодорожной линии Пермь 1...Пермь 2. На период обследования (03.08...24.11.2013) были детально изучены инженерно-геологические и гидрогеологические условия территории.

В гидрогеологическом разрезе участка работ, в соответствии с её геологическим строением, выделены следующие водоносные комплексы: водоносный комплекс четвертичных отложений (порово-грунтовый) и верхнепермский шешминский (eP2sl) (трещинно-поровый), а также воды, вскрытые в техногенных отложениях. Все воды взаимосвязаны между собой и имеют спорадическое распространение в районе работ.

В границах изучаемого участка положение зеркала грунтовых вод находится на абсолютных отметках 91,50...104,76 м. Глубина залегания подземных вод изменяется в пределах 0,5...12,2 м. Перепад абсолютных отметок составляет 13,26 м. Фильтрационный поток направлен к руслу реки, а его гидравлический уклон составляет 0,0608. Уровень поверхностных вод в р. Каме на период изысканий изменялся в диапазоне 87,69...87,72 м. Наивысшие уровни составили в районе автодорожного моста 93,48 м. При данных уровнях часть Камской долины была затоплена, уровни водотоков находились в подпоре от уровней р. Камы на большом протяжении. Для получения достоверной оценки фильтрационных параметров водоносных горизонтов был выполнен комплекс опытно-фильтрационных работ, необходимых для получения обоснованных прогнозных оценок изменений гидрогеологических условий.

Ввиду сложных гидрогеологических условий территории, оценка изменения уровня подземных вод под влиянием подъема уровня поверхностных вод в р. Каме до 93,936 м с обеспеченностью 1%, проведена методом численного гидродинамического моделирования в среде программного комплекса Processing Modflow.

В результате калибровки модели по основным критериям соответствия реальных и модельных значений (напоров в скважинах), была решена обратная фильтрационная задача. На численной модели было получено поле распределения естественных напоров, по результатам анализа которого построена карта опасности и риска подтопления изучаемого участка.

Освоение подземного пространства для укрепления склона при строительстве новых подпорных стенок вызывает опасность развития процессов техногенного подтопления за счёт возникновения барражного эффекта при заложении подошвы свайного ростверка ниже естественного уровня подземных вод. Для исключения такой возможности необходимо обосновать оптимальную глубину заложения подошвы свайного ростверка подпорных стенок. Оценить величину изменения уровня подземных вод при строительстве подпорных стенок в силу очевидной сложности гидрогеологических условий позволяют методы численного моделирования. Традиционные аналитические гидродинамические расчёты в этом случае малоэффективны, так как не позволяют полноценно учесть сложный характер взаимодействия граничных условий со слоистым строением водовмещающей толщи.

Прогноз уровней подземных вод проектируемых подпорных стенок выполнялся

для двух вариантов проектных решений, отличающихся отметками заложения подошвы свайного ростверка. По первому варианту абсолютная отметка подошвы фундамента составила 92,0 м, а по второму варианту соответствовала отметке 94,5 м.

При заглублении подошвы свайного ростверка до абсолютной отметки 94,5 м происходит незначительное изменение картины фильтрационного потока. Подъем уровней подземных вод возле подпорных стенок не превышает 0,3...0,5 м относительно их естественного положения, восстановленного по результатам эпигнозного моделирования.

Таким образом:

1. Разработана гидродинамическая модель в среде программного комплекса PMWIN, использованная для прогноза изменения уровня подземных вод с учетом максимально возможных паводковых отметок (93,94 м) поверхностных вод в реке Кама.

2. Дан прогноз изменения уровней подземных вод методом численного моделирования для разных вариантов заглубления фундаментов подпорных стенок. Первый вариант заглубления фундамента до глубины 92,0 абс. м приводит к некоторому подъему уровней подземных вод. Во втором случае (при меньшем заглублении фундамента до отметки 94,5 абс. м) подъем уровней подземных вод за счёт влияния подпорных стенок не превышает 0,3...0,5 м относительно естественных условий.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗАКЛАДЧОМ МАССИВЕ**

*Рубчевский Ю.И., Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург*

Яковлевское месторождение богатых железных руд, наряду с другими месторождениями КМА, уникально как по качеству железорудного сырья, так и по сложности горно-геологических и гидрогеологических условий. Наличие семи высоконапорных водоносных горизонтов в покрывающем породном массиве предопределяет разработку месторождения способами с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Разработка месторождения на первом этапе осуществляется слоевой системой с закладкой выработанного пространства с последующим переходом на высокопроизводительную камерную систему разработки. При этом возникает необходимость проведения и поддержания подготовительных выработок в закладочном массиве. Геомеханические процессы, возникающие при этом, слабо изучены. Поэтому для исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) массива вокруг выработок построена геомеханическая модель закладочного массива и вмещающих пород.

Задача по определению НДС закладочного массива решена в плоской постановке. Реальный массив замененялся весомой конечной областью. Выбран способ задания граничных условий, при котором запрещаются перемещения по боковым и нижней грани численной модели. Естественное напряженно-деформированное состояние массива задавалось вертикальными напряжениями  $\sigma_y = 7$  МПа, приложенными к верхней грани конечно-элементной модели. Данное значение вертикальных напряжений принято в соответствии с ранее выполненными расчетами НДС неоднородного рудного массива после проведения работ по осушению первоочередного участка отработки месторождения на границе «известняка карбона – рудное тело». Величина горизонтальных напряжений с учетом коэффициента бокового распора составила  $\sigma_x = \lambda \gamma H = 3$  МПа.

В работе обосновано применение упруго-пластической модели для определения

НДС искусственного массива на основе экспериментальных исследований прочностно-деформационных свойств закладочной смеси. Задача решена в плоской постановке и приведены результаты расчета НДС вокруг выработок на разных стадиях отработки рудной залежи. Анализ результатов моделирования позволяет сделать следующие выводы:

- после отработки слоев рудного массива и последующих закладочных работ происходит изменение НДС по контуру закладочного массива;

- величина вертикальных напряжений на контуре закладочного массива при отработке 3-х слоев под защитным перекрытием составила  $\sigma_y = 6,7$  МПа, горизонтальных напряжений  $\sigma_x = 3,1$  МПа; для варианта отработки 4-х слоев под защитным перекрытием величины вертикальных и горизонтальных напряжений составили  $\sigma_y = 6,5$  МПа и  $\sigma_x = 3,2$  МПа соответственно;

- для выработки, пройденной по закладочному массиву в 3-ем слое (гор. -382м), величины максимальных напряжений и смещений на контуре составили 4,07 МПа и 20,4 мм соответственно;

- для выработки, пройденной по закладочному массиву в 4-ом слое (гор. -386м), величины максимальных напряжений и смещений на контуре составили 4,01 МПа и 23,9 мм соответственно;

Полученные данные позволяют разработать рекомендации по обеспечению устойчивости выработок в закладочном массиве.

### КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОЙ ПОРОДЫ

*Сатторов Л. Х.,* Навоийский государственный горный институт, г. Навои

Технология плавления базальтовой породы относится к тепловым процессам, связанным с изменением температурного поля и размеров тела. Как известно, базальты плавятся при температуре 1200 -:- 1250° С. Исследования показали, что температура плавления базальтов Узбекистана находится в пределах 1250 ÷ 1550°С. [2]. Базальты построены на концентрации в большом количестве оксидов металлов, вкрапленников оливина, пироксена и плагиоклазов, на которые опирается структура, вещественный состав, свойства породы и температура плавления. Для расчета параметров связанных с плавления базальтов за основу была взята методика и расчетная схема Ю.П. Филимонова. Для проведения расчетов принята условная форма породы – типа плоского четырехугольника.

Оксиды, составляющие базальтов, имеют разные температур плавления. Поэтому расположим оксиды в порядке возрастания температуры плавления:

- |   |   |
|---|---|
| 1. Температура плавления прочих материалов              | $T_0$ ;   |
| 2. Температура плавления CaO                            | $T_0 + T_1$ ;   |
| 3. Температура плавления K <sub>2</sub> O               | $T_0 + T_1 + T_2$ ;   |
| 4. Температура плавления Na <sub>2</sub> O              | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3$ ;                                   |
| 5. Температура плавления MgO                            | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4$ ;                             |
| 6. Температура плавления Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$ ;                       |
| 7. Температура плавления FeO                            | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6$ ;                 |
| 8. Температура плавления Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7$ ;           |
| 9. Температура плавления TiO <sub>2</sub>               | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8$ ;     |
| 10. Температура плавления SiO <sub>2</sub>              | $T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 + T_9$ |

Приняв за объект исследования плоскую форму базальтовой породы, напишем

уравнение теплового баланса базальта за  $dt$  время в следующем виде:

$$\alpha(T_c - T_n)F_{dt} + Q_{нл}\rho F_{dx} + \lambda F \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)_n dt + F \sum_{j=0}^N \alpha_j T_j dt = 0 \quad (1),$$

здесь:

$F$  – поверхность пластины,  $m^2$ ;

$\rho_j$  – плотность  $j$ -го материала ( $j = 2 \rightarrow 10$ ) химического состава ( $kg/m^3$ );

$\alpha$  – ср. коэффициент теплоотдачи ( $vt/m^2k$ );

$\alpha_j$  – коэффициент теплоотдачи  $j$ -того элемента ( $j = 2 \rightarrow 10$ ) базальтового камня ( $vt/m^2k$ );

$Q_{нл}$  – скрытая теплота плавления ( $kJ/kg$ );

$T_c$  – температура окружающей среды ( $k$ );

$T_n$  – температура поверхности тела материала ( $k$ );

$\left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)$  – температурный градиент на поверхности базальтового камня;

$\partial x$  – расплавившаяся часть тела ( $m$ );

$T_j$  – температура плавления  $j$ -того элемента ( $j = 1 \rightarrow 10$ ) базальтового камня ( $k$ );

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности  $vt/mk$ .

Для расчета скорости плавления произведем преобразования уравнения (1).

$$\frac{dx}{dt} = - \frac{\alpha(T_c - T_n)}{\rho Q_{нл}} - \frac{\lambda}{\rho Q_{нл}} \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)_n - \frac{1}{\rho Q_{нл}} \sum_{j=0}^N \alpha_j T_j \quad (2)$$

С учетом граничные условия получим

$$\lambda F \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)_n dt = c \rho F x_d T_{cp} - F \sum_{j=0}^N \alpha_j T_j dt \quad (3),$$

где,  $c$  – теплоёмкость тела;  $T_{нач}$  – начальная температура в центре тела;  $T_{пл}$  – температура плавления тела;  $T_N$  – температура жидкой, базальтовой магмы,  $T_N = T_g$ .

Преобразуя уравнения 3 и некоторые математические преобразования получим

$$x = S - \frac{\alpha(T_c - T_n)}{\rho Q_{нл}} t + \frac{cS}{Q_{нл}} (T_{нл} - T_{нач}) \left[ \sum_{i=1}^{\infty} \frac{2}{\delta_i^2} e^{-\delta_i^2 \frac{at}{S^2}} - \sum_{i=0}^{\infty} \frac{2}{\delta_i^2} e^{-\delta_i^2 \frac{a(t-t_0)}{S^2}} \right] - \sum_{j=0}^N \alpha_j T_j t \quad (4).$$

Тогда

$$\frac{x}{S} = 1 - \frac{\alpha(T_c - T_n)t}{\rho Q_{нл} S} + \frac{c(T_{нл} - T_{нач})}{Q_{нл}} r \left[ \frac{a(t+t_0)}{S^2} \right] - \sum_{j=0}^N \frac{\alpha_j T_j}{S} t \quad (5).$$

Обозначив:

$$M = -\frac{\alpha(T_c - T_s)}{\rho Q_{нл} S} t, \quad N = \frac{c(T_{нл} - T_{нлч})}{Q_{нл}}, \quad F_0 = \frac{a(t + t_0)}{S^2}, \quad B = \sum_{j=0}^N \frac{\alpha_j T_j}{S} t,$$

Получим

$$\frac{x}{S} = 1 - M + Nr(F_0) - B. \quad (6)$$

$F_0$  – параметры теплопроводности и температуры плавления отдельных элементов,  $M$  – параметры внешнего теплообмена и скрытой теплоты плавления,  $N$  – параметры с количества тепла и  $B$  – параметры  $j$ -того элемента базальтового камня.

Если учесть степень влагоотдачи базальта, то последнее уравнение имеет вид.

$$\frac{x}{S} = 1 - M + Nr(F_0) - B + V. \quad (10),$$

где  $V$  – степень влагоотдачи в %.

Изложенное выше позволило разработать компьютерную программу для инженерного расчета параметров процесса плавления базальтов на ЭВМ, за которую получено удостоверение Агентства интеллектуальной собственности РУз.

Изучение и анализ процесса плавления базальтов показал, что для оптимизации температуры плавления базальтов следует произвести расчеты геометрических и физико-механических параметров породы, с учетом свойств и вещественного состава породы.

### ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ В СТВОЛАХ

*Сергеев С.В., Воробьев Е.Д.,* Белгородский государственный университет, г. Белгород

При вскрытии месторождений со сложными горно-геологическими условиями требуемая высокая несущая способность крепи достигается применением комбинированных многослойных конструкций. Например, стволы Яковлевского рудника КМА в зависимости от ожидаемого горного давления, закреплены двухслойной (тубинговая колонна и слой бетона) и трехслойной (внешняя и внутренняя тубинговая колонны и междуколонный бетон) крепью. При расчете такие крепи рассматриваются как многослойный цилиндр с неоднородными слоями. Нами в течение 30 лет используется методика натурных наблюдений за многослойными конструкциями крепи. В качестве датчиков применяются струнные деформометры, датчики порового давления и температуры. Методика позволяет определять закономерности взаимодействия неоднородных слоев между собой и величину горного давления на внешний контур крепи. При этом, сложность заключается в обработке полученной информации большого объема. Она должна быть оперативной, чтобы в случае критического нагружения крепи принимать управляющие решения по изменению технологии проходки или проекта крепления.

На рисунке приведена блок-схема обработки результатов натурных наблюдений. На входе блок-схемы – сигналы полученные от датчиков виде времени колебания струн, на выходе – величины радиальных нагрузок на крепь и сравнение их с проектными величинами.

Для сравнительного анализа результатов измерений в различных слоях крепи необходимо определять вызвавшие их нагрузки на внешний контур крепи. Полученные

косвенным методом величины контактных нагрузок сравниваются с величинами давлений, полученными расчетом. А величины напряжений в слоях крепи с предельно допускаемыми для материалов слоев.



Рис. 1. Блок-схема обработки экспериментальных данных

Первый упрощенный вариант программы для оценки напряженно-деформированного состояния состоит из программы «KREP 1.0», написанной на языке программирования Turbo Pascal 7.0 (свободно распространяемое программное обеспечение). Программа позволяет выполнять расчет нагрузок на трехслойную крепь по измеренным в крепи деформациям.

Программа «KREP 1.0» предназначена для решения следующих задач:

- определение закономерностей формирования нагрузок на вертикальные горные выработки;
- составление информационно-измерительной системы для оценки надежности крепи горных выработок.

Программа может быть усовершенствована для расчета любой конструкции крепи вертикальных горных выработок. На нее получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА**

*Серяков В.М., Поляков Д.А., Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск*

Рассматриваются вопросы компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния вмещающего и закладочного массивов при ведении очистных работ на подземных месторождениях. Одной из особенностей решения задач о нахождении напряженно-деформированного состояния сплошной среды вокруг подземных сооружений является наличие исходного поля напряжений, сформированного весом пород и действием тектонических сил. Применение современных технологий отработки месторождений с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, поэтапное раскрытие сечений выработок на больших глубинах с последовательным сооружением секций крепи показывают, что напряженное состояние окружающего массива и возводимых в выработанном пространстве сооружений существенным образом зависит от последовательности формирования выработанного пространства, т.е. от порядка образования выработок. В этом случае постановка краевых задач механики горных пород, отражающая процесс формирования очистных выработок и их заполнение закладочным материалом, должна быть основана на нахождении дополнительных полей напряжений, отвечающих проходке каждой выработки.

Компьютерная реализация такого алгоритма вызывает значительные трудности, так как на каждом этапе расчета приходится определять границы вновь формируемых выработок и соответствующие краевые условия. Это приводит к необходимости вычисления нормальных и касательных усилий, действующих на контуре создаваемой полости, и их заданию в соответствующих узлах расчетной области. Данная последовательность операций требует больших технических усилий и разработки сложных алгоритмов. Вычисление узловых сил с интерполяцией напряжений между узловыми точками быстро приводит к накоплению ошибок, поэтому практическое применение она получила лишь при решении некоторых простейших задач.

В ИГД СО РАН предложен метод расчета напряженного состояния массива с учетом последовательности ведения очистных и закладочных работ, позволяющий избежать упомянутых трудностей. Расчетная область в подобластях размещения выработок на всех этапах моделирования имеет механические характеристики, соответствующие исходному массиву горных пород. Условием образования некоторой выработки являются нулевые значения всех напряжений в расчетных точках, лежащих внутри ее контура. Для выполнения этого условия использован метод начальных напряжений. Разработан алгоритм учета последовательности отработки, в котором при любых механических свойствах закладки используется одна и та же матрица жесткости расчетной системы. Итерационный процесс нахождения решения при упругом деформировании закладочного материала и горных пород строится следующим образом. Деформации в конечных элементах, моделирующих закладку, рассчитанные с помощью матрицы жесткости, соответствующей исходному массиву горных пород, полагаются истинными. По закону Гука определяются напряжения  $S^*_{ij}$ , которые должны были бы действовать в конечных элементах, если бы они имели механические свойства закладочного материала. Разности напряжений  $S^*_{ij}$  и  $S_{ij}$ , где  $S_{ij}$ , полученные с использованием неизменяемой матрицей жесткости, рассматриваются как начальные напряжения. Достоинством использования метода начальных напряжений является неизменность матрицы жесткости расчетной системы, что по-

зволяет практически решать актуальные задачи о напряженно-деформированном состоянии массива горных пород вокруг выработанных пространств с учетом последовательности выемки запасов полезных ископаемых.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА РАЗЛЕТА КУСКОВ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ВЗРЫВАХ НА КАРЬЕРАХ**

*Симонов П.С.*, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Опасная зона взрыва определяется по эмпирическим зависимостям, представленным в «Правилах безопасности при взрывных работах». Однако иногда случается вылет кусков породы за пределы опасной зоны в результате погрешностей и неточностей при расчете зарядов, линий наименьшего сопротивления.

При принятии решения об уровне надежности мер по защите от разлета кусков породы необходимо сопоставить границы опасной зоны с фактическим разлетом кусков при взрыве и определить коэффициент безопасности –  $K_{без} = R_{пв}/R_{ф}$ , где  $R_{пв}$  – радиус разлета кусков породы по формуле из «Правил безопасности при взрывных работах»,  $R_{ф}$  – фактический радиус разлета кусков породы.

Для оценки фактического радиуса разлета кусков породы можно воспользоваться методами внешней баллистики, если известны: начальная скорость выброса горной породы при взрыве, угол бросания, скорость ветра и аэродинамический коэффициент, характеризующий сопротивление воздуха движению кусков горной породы. Данная задача решается с помощью дифференциальных уравнений и в настоящее время легко моделируется на компьютере с помощью математических программных пакетов.

Основная задача компьютерного моделирования состоит в том, чтобы рассчитать движение куска породы: форму траектории, наибольшую высоту подъема, время и дальность полета при изменении массы и линии сопротивления заряда взрывчатого вещества.

Использование компьютерного моделирования для расчета разлета кусков горной породы при взрывных работах на карьерах позволяет оценить уровень безопасности и надежности проектируемого взрыва, предотвратить возможные несчастные случаи и аварии на производстве.

### **ОСОБЕННОСТИ СПУТНИКОВОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАБЛЮДЕНИЙ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНАХ**

*Солодовник А.И.*, Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова, г. Новочеркасск

Спутниковое нивелирование наиболее целесообразно использовать при наблюдении за деформациями поверхности земной коры на подрабатываемых территориях, т.е. на геодинамических полигонах (геодинамических сетях). Геодинамический полигон предназначен для отслеживания деформационных процессов на территории города, района, области и т.д. Построению геодинамического полигона предшествуют детальные геологические и геоморфологические исследования. С целью выявления активности участков геологической среды, выбранные пункты полигона должны быть отнесены к различным структурным зонам. При этом в состав полигона должен быть включён и целый ряд пунктов, удалённых от зон активного техногенного воздействия

на среднюю на расстояние, позволяющее считать положение данных пунктов стабильным. Как правило, в качестве таких пунктов используют грунтовые реперы, основания которых закладываются ниже глубины сезонного промерзания или перемещения грунта. Грунтовые реперы по их значимости могут быть фундаментальные и рядовые. Поскольку фундаментальный репер разрешается использовать только для нивелирования I и II класса, неподалеку устанавливается репер-спутник, представляющий собой рядовой репер, на который с точностью II класса передается отметка с фундаментального репера и который используется вместо фундаментального в качестве опорного для нивелирования III и IV классов. Такой подход обеспечивает возможность получения наиболее объективных оценок значений возникающих деформаций.

Высокая потенциальная точность современных спутниковых методов определения координат объектов создали все предпосылки для организации эффективного геодинамического мониторинга, позволяющего охватывать территории самых различных масштабов. Вместе с тем, для получения необходимого для геодинамического полигона уровня точности могут быть предусмотрены многократные периодические наблюдения, относящиеся к различному времени суток; сеансы наблюдений могут иметь значительную протяженность. Поэтому при определении геодезических высот (а затем и ортометрических) большое внимание надо уделять качеству измерений. Так при выполнении спутниковых наблюдений на станции антенны приёмников должны быть расположены на открытых участках (в данном месте должны отсутствовать сооружения, деревья и другие препятствия), чтобы был обеспечен приём сигналов всех возможных спутников и не было переотраженных сигналов. Также следует учитывать возможное влияние тропосферной задержки сигналов спутников.

По завершении полевых работ каждого цикла наблюдений необходимо производить обработку полученных результатов, позволяющих судить о смещениях пунктов геодинамического полигона, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях за период наблюдений. Расчёт элементов сдвижений и деформаций земной поверхности выполняется маркшейдерско-геодезической службой. Методика обработки результатов наблюдений должна обеспечивать возможность разделения показателей, характеризующих смещения пунктов, вызванные геологическими факторами и ошибками измерений. По результатам наблюдений устанавливают основные параметры сдвижения и деформаций земной поверхности, по которым принимают меры охраны подрабатываемых территорий.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД**

*Стефунько М.С., Громов М.Е.,* Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г. Москва

Сохранение природных систем в экологическом балансе сегодня является неотъемлемым условием устойчивого развития РФ и обеспечения высокого качества жизни и здоровья граждан. В настоящее время проводится активная работа, направленная на отказ от устаревших неэффективных технологий и внедрению новых (НДТ). Приоритетным направлением в создании экологической стратегии на наш взгляд должно являться использование интеллектуальных технологий при формировании комплексных схем и моделирование технологической цепочки процессов.

На сегодняшний день существуют проблемы, препятствующие внедрению современных интеллектуальных технологий, а именно проблемы информационного обес-

печения: нет единой информационной базы, горно-перерабатывающие предприятия используют различные системы учета и обработки информации, закрытость экологической информации для анализа и оперативного принятия решений, отсутствие независимых источников наблюдений за параметрами экосистемы в отдаленных районах.

Несовместимость и ограниченность экологической информации не позволяет составить полную картину экологической ситуации, что мешает выработать единые принципы снижения техногенной нагрузки горно-перерабатывающих предприятий на экосистему.

В связи с этим возникает необходимость применения комплексного подхода, учитывающего уникальность и специфику разработки каждого месторождения полезных ископаемых и технологическое оснащение горного производства, а также обеспечивающего эколого-экономический баланс.

Основные принципы разработки инструментария для эффективного формирования модели комплекса мероприятий, снижающих техногенную нагрузку на экосистему это- системность, согласованность, стандартизованность, сбалансированность, сходимость, синхронизированность, специфицированность.

Для моделирования технологической цепочки процессов очистки техногенных вод необходимо создание водной технологической системы. Под водной технологической системой понимается совокупность взаимодействующих элементов:

-Источники техногенных потоков  $U_i, U_i = \sum m_l + m_{H_2O}$ , где  $i$  -номер источника,  $m_l$  -масса компонента,  $l$ - компонент,  $m_{H_2O}$  - масса воды

-Водопользователи  $V_j$ : Природные водные объекты ( $m_{H_2O} + m_{пдк\ l}$ ) и технологические процессы ( $m_{H_2O} + m_{техн.l}$ );  $V_j = \sum m_l^v + m_{H_2O}$ , где  $m_l^v$  -остаточная масса компонента после очистки.

- Средства доставки и управления качеством водных ресурсов
- Средства учета, контроля и обработки информации.

-Технологические процессы  $P_k$ , где  $k$ -номер технологического процесса

Целью моделирования технологической цепочки процессов очистки техногенных вод является формирование оптимального сценария их последовательности экологической и экономической позиций.

То есть должно выполняться условие:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_l^v < m_{пдк\ l} \text{ или } m_{пдк\ l} \leq m_l^v \leq m_{техн.l} \\ \text{при } \min_{t \rightarrow T_p} Z \end{array} \right.$$

где  $Z$ -затраты при технологических процессах

Основой модели служит баланс масс в системе:

$$\sum U_i = \sum V_j + \sum m_l^c + m_{H_2O},$$

где  $m_l^c$ -масса извлечённых компонентов

Математическое описание технологического процесса  $P_k$ :

$$P_k(m_l^c) = \alpha_k^l(\beta_l) \cdot m_l,$$

где  $\alpha_k^l$  - коэффициент извлечения компонента  $l$  при технологическом процессе  $k$  в зависимости от концентрации компонента  $\beta_l$ :

$$\beta_l = \frac{m_l - m_l^c}{m_{H_2O}}$$

Коэффициент извлечения компонента  $\alpha_k^l(\beta_l)$  является функцией от параметров технологического процесса

$$\alpha_k^l(\beta_l) = \int_{t=0}^T f(t, c, I, \tau, \dots) dt$$

где  $t, c, I, \tau, \dots$  - соответственно время, концентрация реагента, сила тока, температура и другие параметры.

С учетом данных расчётов разработана компьютерная программа и подана заявка на патент № 2014612648, благодаря которой возможно интерактивное формирование комплекса мероприятий очистки техногенных вод путем комбинирования в заданном порядке технологических процессов с учетом специфики каждого источника металлоносных вод и требований водопользователя при функционале минимума затрат.

### **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА С ОТКРЫТЫМ КОДОМ ДЛЯ КАРЬЕРОВ**

*Суханов В.И.,* Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

Open Geospatial Consortium (OGC) – международная, добровольная организация по разработке стандартов в области геоинформационных сервисов. Ею подготовлены разнообразные стандарты и рекомендации по представлению и манипулированию геопространственными данными, на основе которых разработано большое количество общесистемного и прикладного программного обеспечения в основном с открытым кодом, с использованием которого разработана доверенных горно-геологических систем для открытой разработки месторождений посильна небольшим коллективам разработчиков. Для реализации этих технологий достаточно следующее свободное программное обеспечение: для работы с базами геоданных – расширение PostGIS СУБД PostgreSQL, для администрирования БД и просмотра геоданных через веб-интерфейс – сервер GlassFish с установленным приложением GeoServer, для разработки редактора и решения технологических задач – геометрическое ядро с открытым кодом Open CASCADE (OCC), система программирования и библиотека PythonOCC.

Разработка ГИС с возможностью создания и манипулирования трехмерными объектами требует геометрического ядра с развитыми возможностями моделирования и визуализации геометрических форм, каковым является OCC. Его возможности позволяют разрабатывать приложения с графическим интерфейсом для создания, модификации 3D геометрических объектов и управления их визуализацией в диалоге с пользователем.

Хранение геометрической и атрибутивной информации элементов карьерного пространства и используемых технологических инструментов производится в свободной СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS, позволяющей хранить 3D объекты в стандарте OGC, давая возможность использовать свободные продукты для анали-

за и отображения данных, в том числе и с использованием веб-интерфейсов.

Наличие удобных программных интерфейсов PythonOCC позволили реализовать операции создания модели месторождения для погоризонтных планов, проектирования контуров бровок уступов, синхронного подвигания борта по прирезке на нижнем горизонте, размещения скважин при подготовке паспорта буровзрывных работ, подготовки результатов горно-геометрического анализа, проектирования съездов транспорта и других. Для поддержания в актуальном состоянии модели карьера используется восстановление бровок карьера по данным LIDAR-съёмки.

Исследовательский прототип ГИС для горных карьеров реализован с использованием полностью свободного программного обеспечения в операционной системе Linux, продемонстрировал хорошие возможности для горных специалистов, может стать основой для промышленной разработки ГИС для горных предприятий.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ**

*Терещенко М.В., Гриб Н.Н.,* Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К.Аммосова в г. Нерюнгри

В соответствии со «Схемой комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Якутии до 2020 года» Южная Якутия должна получить новый импульс развития, как инфраструктурный узел, включающий в себя объекты гидроэнергетики, нефте- и газопроводы, а также промышленные производства, связанные с глубокой переработкой полезных ископаемых.

Оценка сейсмической активности данного региона остается актуальным уже несколько десятилетий в связи с необходимостью обеспечения сейсмобезопасного функционирования кластера крупных промышленных и гражданских объектов.

Данные многолетних наблюдений сейсмической активности и регистрация потенциально опасных событий, в т.ч. подробно изложенных в работе, доказывают необходимость изучения сейсмической активности Южной Якутии, параметров и степени опасности зафиксированных землетрясений для последующей оценки, районирования и моделирования сейсмической среды. Важно определить влияние потенциальных сейсмоопасных зон на определенные объекты, оценить максимально возможную энергию землетрясений для принятия необходимых мер по сейсмоусилению зданий и сооружений еще на этапе проектирования. При этом необходимо учитывать и влияние такого значимого геоэкологического фактора, как сейсмическое воздействие крупных промышленных взрывов, особенно при открытом способе разработки полезных ископаемых.

Определение основных тенденций в динамике развития сейсмических и геофизических процессов, выявление аномального распределения сейсмических событий и параметров сейсмического процесса во времени ведет к возможности построения модели сейсмических событий. Для этого необходимо осуществить формирование базы данных регистрируемых параметров, проведение необходимой обработки экспериментальных данных, расчет значений основных параметров сейсмического процесса, визуализацию статистических данных в соответствии с запросами исследователя. Основу при этом составляют данные регулярных наблюдений научно – исследовательской лаборатории мониторинга и прогноза сейсмических событий в г.Нерюнгри.

С целью оценки сейсмической опасности для существующих, развивающихся и проектируемых промышленных и гражданских объектов необходимо реализовать систему, представляющую возможность произвести расчеты с отображением на карте:

- ✓ сейсмических событий и их параметров;
- ✓ объектов, для которых проводится оценка;
- ✓ степени сейсмической опасности для объектов;
- ✓ оценку воздействия сейсмических событий на объекты;

При этом моделирование сейсмической активности невозможно без применения выстроенной теоретической базы для физического обоснования предлагаемых алгоритмов и положений. Детальный анализ в привязке к областям динамического влияния разломов, позволяет повысить достоверность результатов моделирования.

### **КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОНОМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ГЕОРИСКОВ В БАСЕЙНЕ РЕКИ ЧУ КЫРГЫЗСТАНА**

*Усулаев Ш.Э.*, Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, г. Бишкек

*Атыкенова Э.Э., Оролбаева Л.Э., Клименко Д.П.*, Институт горного дела и горных технологий им. академика У. Асаналиева, г. Бишкек

Разгерметизация и разрушение дамб хвостохранилищ в Северном Кыргызстане привели к выносу радионуклидов и солей тяжелых металлов по долине Кичи-Кемин и Чу трансгранично в районы Республики Казахстан.

Разработана инженерно-геономическая (ИГН) шкала и на ее основе составлена «ИГН карта оценки, типизации и прогноза георисков природного и техногенного характера для бассейна реки Чу Кыргызстана».

Составленная ИГН карта демонстрирует геориски от отходов горного производства размещенных в сейсмически активных меридиональных зонах нарушений и прогностических РОЗ (районах ожидаемых землетрясений) снижающих коэффициенты устойчивости дамб хвостохранилищ.

### **НОВЫЙ МЕТОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА РАЗЛИЧНОГО ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПРИ ЕГО ОТРАБОТКЕ В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ**

*Хачай О.А.*, Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург

*Хачай О.Ю.*, Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

Горный массив обладает многогранной иерархической структурой.

Исследование динамики его состояния, структуры и явлений самоорганизации в массиве могут быть осуществлены с использованием геофизических методов, базирующихся на иерархической модели. Анализ проявлений процессов самоорганизации может дать представление об устойчивости и способствовать разработке соответствующих критериев устойчивости состояния массива в целом относительно динамических явлений заданного энергетического класса и выше. Ранее было установлено, что с использованием трехмерного электромагнитного индукционного пространственно-временного мониторинга удалось установить, что строение массива горных пород различного вещественного состава удовлетворяет модели иерархической дискретной среды. В рамках конкретной модификации удалось проследить два иерархических уровня. Использование многоуровневого индукционного электромагнитного метода с контролируемым источником и разработанной технологией обработки и интерпретации позволяет выделить дезинтеграционные зоны, которые определяют

степень устойчивости горного массива. Комплекс, разработанный в ИГФ УРО РАН, ориентирован на использование 3D планшетной электромагнитной индукционной методики исследования в частотно-геометрическом варианте, для которой разработан программный комплекс обработки и интерпретации 3D переменного электромагнитного поля. Он опробован на удароопасных шахтах различного вещественного состава.

Определение состояния массива более сложная задача, чем картирование структуры. Состояние складывается из напряженного и фазового состояний, которые могут приводить либо к упругой, либо к пластической деформациям. Между этими двумя типами состояния существует взаимодействие, поэтому изучая массив, мы предлагаем рассматривать эти два типа состояний вместе, комплексно, так как резкое изменение соответствующего состояния может привести к потере устойчивости массива и к горному удару. Таким образом, напряженное состояние зависит от начального поля напряжений, которое определяется геологическими структурными факторами и их физическими и механическими свойствами: трещиноватостью, пористостью. Фазовое состояние определяется подвижностью мезоструктурных элементов горного массива и его мультифазной природой: это означает влиянием не только скелета, а также жидкой и газовой фазами, которые насыщают трещины и поры массива. Изменение этого состояния зависит от техногенного воздействия на массив в виде образования техногенных карстов, а также благодаря энергетическому насыщению механической энергией массива при массовых и технологических взрывах, необходимых при его отработке. Определение степени устойчивости горного массива возможно при использовании комплекса электромагнитного и сейсмологического мониторинга, который был реализован в Таштагольской шахте.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРОВОДЯНОГО ТЕЧЕНИЯ В ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ**

*Шулюпин А.Н.*, Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск

*Чермошнцева А.А.*, Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский

Геотермальная энергетика является динамично и устойчиво развивающимся направлением мировой энергетики. Это отражается на актуальности исследований, относящихся к повышению эффективности использования располагаемых ресурсов и оборудования. С точки зрения энергетического потенциала и ценности компонентного состава наибольший интерес представляют месторождения парогидротерм, добываемый теплоноситель которых состоит, в основном, из пара и воды. Одна из ключевых задач при освоении таких месторождений заключается в расчете течения пароводяной смеси в добычных скважинах для определения параметров в геотермальном резервуаре и для прогноза эксплуатационных параметров скважин. Для реализации этой задачи авторами разработаны и реализованы в компьютерных программах математические модели для решения практических задач, связанных с расчетами течения в пароводяных скважинах при освоении месторождений парогидротерм Камчатки.

Основу модели составляют уравнения неразрывности, движения и энергии. Течение полагается квазистационарным, т.е. используются стационарные уравнения гидродинамики, со временем меняется тепловой поток на стенках, входящий в уравнение энергии. Рассматривается чисто водяное течение и пароводяное с возможностью реализации трех режимов двухфазного течения: с малым паросодержанием (структуры с непрерывной жидкой фазой), переходной, и с большим паросодержа-

нием (структуры с непрерывной газовой фазой). Базовые уравнения для двухфазного течения получены в рамках интегрального метода и двухскоростной модели.

Сопоставление расчетов, выполненных по разработанной авторами модели, с данными испытания скважин Паужетского месторождения показали хорошее согласование. Внесенные изменения, расширяющие диапазон применимости к более высоким паросодержаниям, давлениям и скоростям потока, позволили выполнить прогноз проницаемости скважины А-2 Мутновского месторождения для обоснования проекта реконструкции. Результат реконструкции подтвердил прогнозные оценки, что является подтверждением действенности модели в условиях Мутновского месторождения.

Для возможности проведения расчетов при изменении массового расхода теплоносителя по длине канала течения, авторы модифицировали базовую модель, за счет введения линейного изменения расхода (в случае нелинейности изменения расхода с глубиной в области питания, можно ввести другую зависимость без изменения остальной части модели). При расчетах рекомендуется от устья скважины до верхней границы зон питания расчет осуществлять по базовой модели, а ниже использовать модифицированную.

Для повышения эффективности вскрытия продуктивных пластов в настоящее время активно используется наклонное бурение. Конструкция наклонной скважины предполагает наличие трех участков: верхнего вертикального, среднего искривленного (с задаваемым изменением угла наклона), нижнего наклонного (с постоянным углом наклона). В описанные модели и компьютерные программы авторами был введен дополнительный блок, отвечающий за определение указанного угла. В расчетных формулах вместо модуля ускорения свободного падения используется его произведение на косинус угла отклонения оси скважины от вертикали.

Предложенные математические модели и их компьютерные реализации для расчета течений в пароводяных скважинах позволяют охватить весь спектр возможных задач, связанных с расчетом течений в скважинах при освоении месторождений парагидротерм и ориентирован, прежде всего, на отечественные условия.

### **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА**

*Счастливцев Е.Л., Юкина Н.И., Харлампенков И.Е., Сидоренко П.В.,* Институт вычислительных технологий СО РАН, г. Кемерово

Биологическое разнообразие определяет возможность существования и функционирования, как отдельных экосистем, так и биосферы в целом. Постоянное антропогенное воздействие на экосистемы и отдельные части биосферы, а также загрязнение воды, воздуха и почв сопровождается общим снижением уровня биологического разнообразия и вымиранием некоторых видов. Утрата биологического разнообразия представляет прямую угрозу для человека как биологического вида, поскольку потеря устойчивости экосистем вызывает негативные необратимые изменения в окружающей природной среде. Сохранение биоразнообразия — это не только вопрос целостности видов и экосистем, но и сохранение качества окружающей среды, обеспечивающей нормальную жизнедеятельность человека.

Анализ биологического разнообразия включает в себя экологический мониторинг, контроль качества окружающей среды, продуктивность сообществ, их устойчивость к внешним воздействиям и способность к саморегуляции.

Для решения задачи сохранения биоразнообразия разработана информационно-аналитическая система охватывающая регион целиком. В качестве эксперименталь-

ной территории выбран горнодобывающий регион с тяжелой экологической обстановкой – Кемеровская область. Для разрабатываемого программного обеспечения выбрана опробованная на ряде приложений архитектур, которая включает в себя сервер баз данных на основе PostgreSQL с PostGIS, картографический сервер GeoServer, сервер приложений Tomcat и web-клиент. Такое сочетание компонентов обеспечивает отображение собранных данных, как на электронных картах, так и в виде таблиц.

В тоже время особое внимание уделено вопросу обработки данных. Внедрены ряд методик оценки состояния биоразнообразия, которые позволяют ранжировать территории по степени их ценности для его сохранения. Для обеспечения их работы использованы данные полученные в ходе полевых исследований, результаты обработки космических снимков и материалы, предоставленные администрацией области. Так как большинство вычислительных процедур ориентированы на применение пространственных данных, то доступ к ним осуществляется по протоколу OGC Web Processing Service (WPS). Для этого предложенная архитектура дополняется специализированным сервером обработки данных.

Таким образом, на сегодняшний момент разработана информационная модель информационно-аналитической системы для сохранения биоразнообразия горнопромышленного региона. Проанализированы основные алгоритмы оценки биоразнообразия и разработаны диаграммы, отражающие стадии выполнения основных операций.

### **Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «ГЕОМЕХАНИКА В ГОРНОМ ДЕЛЕ»**

#### **ПРОГРАММА**

#### **ТЕМА I.**

#### **ПРИРОДА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

#### **ДИСКРЕТНО-МОЗАИЧНАЯ СТРУКТУРА ИСХОДНОГО НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (НДС) И ЕЕ ОТРАЖЕНИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ВТОРИЧНОГО НДС В ОБЛАСТЯХ ВЛИЯНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Сашурин А.Д., Усанов С.В., Панжин А.А., Мельник В.В.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

#### **THE GEOTECHNICAL PARAMETERS FROM CSEM MAPPING AND MONITORING DATA AT THE OASIS KHARGA AND BARIS OF SAHARA DESERT, EGYPT**

*Olga Hachay*, Institute of Geophysics, UB RAS, Ekaterinburg, Russia

*Oleg Khachay*, Ural Federal University, Institute of Mathematics and Computer Sciences, Ekaterinburg, Russia

*Magdy Attya, Ahmed Bakr, Mamdouh Soliman*, National Research Institute of Astronomy and Geophysics, Helwan, Egypt

**ПРИРОДНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАЛА**

*Кашников Ю.А., Ашихмин С.Г., Шустов Д.В., Кухтинский А.Э.,* Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

**ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ВО ВРЕМЕНИ**

*Зубков А.В., Селин К.В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЗБАССА**

*Тагильцев С.Н.,* ФБГОУ Уральский горный университет, г. Екатеринбург

**СЕЙСМИЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА И ДЕТАЛЬНОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ**

*Гуляев А.Н.,* Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

**«БАЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ О ПАРАМЕТРАХ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ» КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*Мельник В.В., Ведерников А.С.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТРЕЩИНО-ОБРАЗОВАНИЯ ВОКРУГ КОНТУРА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В АНИЗОТРОПНОМ МАССИВЕ**

*Баймахан А. Р.,* Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*Рысбаева Г. П.,* Академия пограничной службы КНБ РК, г. Алматы, Казахстан  
*Кожамкулова Ж. Ж., Авдарсолкызы Сайлаугул, Баймахан Р. Б.,* Казахский государственный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан  
*Сейнасинова А. А.,* Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

*Замятин А.Л.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ДИАГНОСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В МЕСТАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИИ**

*Ручкин В.И.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЕРАРХИЧЕСКИ-БЛОЧНОГО МАССИВА**

*Каллистова Т. В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ГЕОСТАТИЧЕСКИ НАГРУЖЕННОГО ПОРОДНОГО МАССИВА НА ВЗРЫВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ (К ВОПРОСУ О ВЫБРОСАХ ПЕСЧАНИКА)**

*Троценко В.В.,* Институт аридных зон Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН), г. Ростов-на-Дону

**ПОСТМАГМАТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ГРАНИТОВ И МЕХАНИКА  
ГРАНУЛИРОВАННЫХ СРЕД**

*Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В., ГИН РАН, ФГБУН ОТКЗ  
Геологический институт РАН, Москва*

**ТЕМА II.  
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ  
МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ОБЛАСТЯХ  
ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНОГО И ВТОРИЧНОГО НАПРЯЖЕННО  
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА РАЗРЕЗАХ ШУБАРКОЛЬСКОГО  
УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Сашурин А.Д., Усанов С.В., Мельник В.В., Институт горного дела УрО РАН, г. Екате-  
ринбург, Россия  
Ким С.П., Парафилов В.И., АО «Шубарколь Комир», г. Караганда*

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО  
СОСТОЯНИЯ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА**

*Панжин А.А., Сашурин А.Д., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

**К ПРОБЛЕМЕ УЧЕТА КОНВЕРГЕНЦИЯ ПОРОДНЫХ СТЕНОК СТВОЛА В  
ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ТЕКТЕНИЧЕСКИ НАПРЯЖЕННОГО  
ГОРНОГО МАССИВА**

*Озорнин И.Л., Харисов Т.Ф., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОХОДКИ СТВОЛОВ НА НАПРЯЖЕННОЕ  
СОСТОЯНИЕ ПОРОД И КРЕПИ**

*Сергеев С.В., ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия*

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТКА  
БОРТА КАРЬЕРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАПАСАХ УСТОЙЧИВОСТИ**

*Ильясов Б.Т., ЗАО «Горный проектно-строительный центр», г. Екатеринбург*

**ВЛИЯНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЯ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ  
НА КОЭФФИЦИЕНТ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЕЕ КОНТУРЕ**

*Латышев О.Г., Прищепа Д.В., Уральский государственный горный универси-  
тет, г. Екатеринбург  
Князев Д.Ю., Институт горного дела УрО РАН г. Екатеринбург*

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ  
ВЫЕМКИ УДАРООПАСНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА НИЖНИХ ГОРИЗОНТАХ  
ПЕСЧАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАГНЕТИТОВ**

*Липин Я.И., Криницын Р.В., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В БОРТАХ КАРЬЕРОВ  
ОКРУГЛОЙ ФОРМЫ, СЛОЖЕННЫХ СКАЛЬНЫМИ ПОРОДАМИ**

*Бирючев И.В., Зубков А.В., Смирнов О.Ю.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОННЫХ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ПЕРЕМЫЧЕК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ ИМ. ГУБКИНА**

*Зинченко А.В.,* ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФЛЮИДОВ ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ И НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ СПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЙСМО-ТЕКТОНИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

*Магидов С.Х.,* Институт геологии Дагестанского НЦ РАН, Дагестан

### **ПОСТРОЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В МАСШТАБЕ СКВАЖИНЫ**

*Ардисламова Д.Р., Галлямова Д.Ч., Саяхутдинов А.И.,* ООО «БашНИПНефть», г.Уфа

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАССИВОВ СКАЛЬНЫХ ПОРОД И ИХ МОНИТОРИНГ ПРИ ОТРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ**

*Исмаилов А.С., Гасанова Н.Ю.,* Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан

*Салаямова К. Д., Султанов К.С.,* Институт сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан

*Меликулов А.Д.,* ООО «Спецуправление № 75», г. Ташкент, Узбекистан

*Садинов Ш.М.,* Навоийский горно-металлургический комбинат, г. Навои, Узбекистан

### **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ, ПОПАДАЮЩИХ В ЗОНУ ВЛИЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Никифоров К. И.,* Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИП-КОН РАН), г. Москва

### **НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУНТОВОГО ПОДПОРНОГО СООРУЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ОСНОВАНИЯ**

*Салаямова К.Д., Руми Д.Ф.,* Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

### **ОЦЕНКА ПРОТЯЖЕННОСТИ КОНЦЕВЫХ УЧАСТКОВ ЛАВ ПО КРИТЕРИЮ УСКОРЕНИЯ КОНВЕРГЕНЦИИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД**

*Антипов И.В.,* Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ), г. Донецк, Украина

### **ОСОБЕННОСТИ СДВИЖЕНИЯ ВМЕЩАЮЩЕГО МАССИВА В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА**

*Лобков Н.И.,* Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ), г. Донецк, Украина

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ ПРИ ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ ПОДВИГАНИЯ ЛАВЫ НА СДВИЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ**

*Савенко А.В.*, Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ), г. Донецк, Украина

**ТЕОРИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ**

*Коваленко М. Д.*, Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва

**ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН, КАК СЛЕДСТВИЕ СБРОСА ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

*Меньшова И. В.*, Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва

**ТЕМА III.  
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ КАТАСТРОФЫ  
В СФЕРЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**ПРОГНОЗ ВНЕЗАПНЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ АВАРИЙНОГО ХАРАКТЕРА ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Усанов С.В.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ СЕЛЕЗАЩИТНОЙ ПЛОТИНЫ АНИЗОТРОПНОГО СТРОЕНИЯ И ДЕЙСТВУЮЩИХ НА НЕЕ ПРИРОДНЫХ СИЛ**

*Рысбаева А. К.*, Казахская головная академия архитектуры и строительства, г. Алматы, Казахстан

*Баймахан Р. Б.*, Казахский государственный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

**О ПРОГНОЗЕ СОСТОЯНИЯ ПЛОТИН КРУПНЫХ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ РОССИИ И ЕГИПТА**

*Сашурин А.Д.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

*Магди А.А.*, Национальный исследовательский институт астрономии и геофизики, г. Хелван, Египет

**АДАПТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИИ И МЕР ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАТОПЛЕНИЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА РУДНИКАХ К ВАРИАЦИЯМ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗЕМНОЙ КОРЕ**

*Липин Я. И.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ЗАТОПЛЕНИЯ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ**

*Каюмова А.Н., Сашурин А.Д.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ОХРАНА ГОРОДСКОЙ ТЕХНОСФЕРЫ ОТ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛИКВИДИРОВАННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

*Усанова А.В.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОСЕДАНИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

*Бирючев И.В., Зотеев О.В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПО УСЛОВИЮ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ НА САРАНОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ХРОМИТОВ**

*Драсков В.П.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ПРОГНОЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРУШЕНИЙ ПОРОД В БОРТАХ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

*Никифоров К. И.,* Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИП-КОН РАН), г. Москва

**ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПО ГОРОДУ УФЕ**

*Давлетов М.И.,* ООО «Коинот» (соискатель Института геологии УНЦ РАН)

**ОРГАНИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ БОРТОВ КАРЬЕРОВ**

*Гасанова Н.Ю.,* Ташкентский государственный технический университет  
*Салямova К. Д.,* Институт сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан  
*Меликулов А. Д.,* ООО «Спецуправление № 75»

**ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА МЕГАПОЛИСОВ**

*Никифорова И.Л.,* Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН РАН), г. Москва

**ТЕМА IV.  
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ОТКЛИКОВ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД  
В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ ПРИ ИХ ОТРАБОТКЕ ВЗРЫВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

*Хачай О.А.*, Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург

*Хачай О.Ю.*, Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

*Климко В.К., Шипеев О.В.*, Таштагольский подземный рудник, г. Таштагол, Кемеровская обл.

**ПРАКТИКА И ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
НА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ**

*Балек А.Е.*, д.т.н., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ  
ЗАДАЧИ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ГИДРОРАЗРЫВА**

*Панов А.В., Скулкина А.А.*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН

*Цибизов Л.В.*, Новосибирский национальный исследовательский гос. университет

*Родин Р.И.*, Институт угля СО РАН

**О ФИЗИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО  
ГИДРОРАЗРЫВА В МОДЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦАХ ПРИ ИХ  
НЕРАВНОКОМПОНЕНТНОМ НАГРУЖЕНИИ**

*Рубцова Е.В., Скулкин А.А.*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

**ДИАГНОСТИКА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД  
РЕЗОНАНСНО-СКОРОСТНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКОЙ**

*Сашурин А.Д.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург. Россия

*Ильченко В.В.*, ООО «Северо-Кавказский институт инновационных технологий», г. Пятигорск

**СОСТАВ РАБОТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ПРИМЕРЕ  
КЫШТЫМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЫСОКОЦЕННОГО КВАРЦА**

*Князев Д.Ю.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПЕРЕЧНОГО ГИДРОРАЗРЫВА  
НЕОБСАЖЕННЫХ СКВАЖИН В ШАХТНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Патутин А.В., Азаров А.В., Сердюков С.В.*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

**СПОСОБ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СКВАЖИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В ШАХТНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Сердюков С.В., Патутин А.В.*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

**ПОЛЯРИСКОП ШАХТНЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ ПШП-С**

*Феклистов Ю.Г., Зубков А.В., Криницын Р.В.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ТЕХНОГЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА В ГИС НА ПРИМЕРЕ БЕРЁЗОВСКОГО  
ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Зуев П.И.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ТАХЕОМЕТРОВ ПРИ  
ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА**

*Ефремов Е.Ю.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ЗАДАЧА КОШИ В ГЕОМЕХАНИКЕ**

*Чанышев А.И., Абдулин И.М.*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск

**ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ  
ОТКОСОВ КАРЬЕРОВ И ОСНОВАНИЙ ПЛОТИН, СЛОЖЕННЫХ СКАЛЬНЫМИ  
ПОРОДАМИ**

*Гасанова Н.Ю.*, Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан.

*Салямова К. Д.*, Институт сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан, Узбекистан

*Меликулов А. Д.*, ООО «Спецуправление № 75», Узбекистан

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВЫХ БОРТОВ В  
АНИЗОТРОПНОМ МАССИВЕ**

*Колесатова О.С.*, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

**ШАХТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И моделирование ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

*Козырь С.В.*, Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ), г. Донецк, Украина

**К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ОСНОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА  
И МОНИТОРИНГА ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА  
МЕГАПОЛИСОВ**

*Никифорова И.Л.*, Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН РАН), г. Москва

**СЕЙСМИЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*Гуляев А.Н.*, Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург

**МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ НЕДР  
ГРАДОПРОМЫШЛЕННЫХ АГЛОМЕРАЦИЙ**

*Вартанов А.З., Петров И.В., Федаш А.В.*, ИПКОН РАН, г. Москва

**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ  
ХВОСТОХРАНИЛИЩ**

*Бовдуй М. О.*, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург

**ТЕМА V.  
ПРАКТИКА РЕШЕНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ  
ХРОМИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОНСКОГО ГОКА**

*Сашурин А.Д., Боликов В.Е., Озорнин И.Л.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

*Бекеев М.М., Третьяк А.В.,* АО «ТНК «Казхром» Донской ГОК

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ГОРНОГО  
МАССИВА Г. БЕРЕЗОВСКИЙ В ПРОГНОЗЕ АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА  
СДВИЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СЛУЧАЕ ЗАТОПЛЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО  
РУДНИКА**

*Далатказин Т. Ш.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ОХРАНА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОСЕЛКА АЛЕКСАНДРОВСКИЙ ОТ  
ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Желтышева О.Д., Усанов С.В., Драсков В.П.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ СДВИЖЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ТОЧЕК ПОДРАБАТЫВАЕМОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА**

*Свирко С.В., Быкадорова А.И., Ренева А.А.,* Сибирский институт геотехнических исследований (ООО «СИГИ»), Кемеровская обл., г. Прокопьевск

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ НАПРЯЖЁННО-  
ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ОТВАЛОВ И КАРЬЕРОВ**

*Постоев Г.П.,* ФГБУН Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, г. Москва

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОБДЕЛОК ИЗ НАБРЫЗГ-БЕТОНА В  
УСЛОВИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

*Лебедев М.О., Егоров Е.Г.,* ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс», г. Санкт-Петербург

**ПРОБЛЕМА НАВЕДЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ  
КОРКИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

*Ведерников А.С., Григорьев Д.В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**КРЕПЛЕНИЕ УЗКИХ ЛЕНТОЧНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ НАЛИЧИИ  
СУБВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРЕЩИН**

*Креницын Р.В. Худяков С.В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

**УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ОТВАЛОВ НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ ПУТЕМ  
СОЗДАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Агафонов А.А.,* ООО «СГП-недра».

*Поршнева Т.В.,* аспирант КузГТУ, гл.специалист ООО «СГП-недра»

**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ**

*Николаевич Д.А.,* Аргимбаев К.Р. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ**

*Гришин А.В., Никифорова И.Л.,* Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН РАН), г. Москва

**О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРАХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА УЧАСТКАХ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

*Мохов А.В.,* Институт аридных зон Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН), г. Ростов-на-Дону

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОТВАЛОВ НА НАКЛОННОМ ОБВОДНЕННОМ ОСНОВАНИИ**

*Соколовский А.В., Савельев О.Ю.,* НТЦ-Геотехнология, г. Челябинск

**ПРОГНОЗ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ НАМЫВНЫХ МАССИВОВ ГИДРООТВАЛОВ ПРИ ОТСЫПКЕ НА НИХ ОТВАЛОВ СУХИХ ПОРОД**

*Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А.,* Научный Центр геомеханики и проблем горного производства Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург

*Карасев М.А.,* Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург

*Фоменко Н.Г.,* Филиал «Талдинского угольного разреза ОАО «УК» Кузбассразрезуголь», г. Новокузнецк

**КРЕПЛЕНИЕ ВЫРАБОТОК С УПРАВЛЕНИЕМ ГЕОМЕХАНИКОЙ ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД**

*Демин В.Ф., Портнов В.С., Маусымбаева А.Д., Жаппаргалиев А.Б.,* Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ (НА ПРИМЕРЕ ТОМИНСКОГО КАРЬЕРА)**

*Лапаев В.Н.,* НТЦ-Геотехнология, г. Челябинск

**АКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ**

*Борисенко Д. И.,* Институт горного дела им. А.А. Скочинского, г. Люберцы, Московская обл.

## ТЕЗИСЫ

**ДИСКРЕТНО-МОЗАИЧНАЯ СТРУКТУРА ИСХОДНОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (НДС) И ЕЕ ОТРАЖЕНИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ВТОРИЧНОГО НДС В ОБЛАСТЯХ ВЛИЯНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*А.Д. Сашурин, С.В. Усанов, А.А. Панжин, В.В. Мельник*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Геомеханические условия на масштабных объектах недропользования, типичными представителями которых могут рассматриваться крупные угольные и рудные разрезы и карьеры, как правило, неравнозначны. На одних участках допускаются достаточно крутые углы откосов уступов и бортов, а на других устойчивость нарушается и при более пологих откосах.

Причину нарушения устойчивости, как правило, искали в структурных особенностях массива, а также в физико-механических свойствах слагающих пород.

В соответствии с многочисленными теориями прочности процесс разрушения определяется взаимосвязями между прочностными и деформационными свойствами среды и действующими нагрузками, выражаемыми в напряжениях или деформациях. Тем не менее, при расчетах устойчивости бортов карьеров, уделяя пристальное внимание структуре, прочностным и деформационным свойствам пород, напряженно-деформированное состояние породного массива бортов карьеров принимается неизменным и одинаковым по всему карьере. Источником его во всех случаях служил вес пород, учитываемых в расчетных схемах.

На протяжении многих лет предпринимались попытки выявить влияние, так называемого, «бокового зажима» в закруглениях торцевых зон или при ограниченной протяженности карьера. Но все эти решения основывались на однородном НДС, хотя и допускалась возможность анизотропии в горизонтальной плоскости.

С внедрением в практику исследования НДС инновационных технологий спутниковой геодезии появилась возможность получить представление о его формировании на больших территориях, включающих область влияния объектов недропользования и выходящих за ее границы. Экспериментальные исследования НДС в районах карьеров Качканарского ГОКа, Коркинского разреза и разрезов Шебаркольского угольного месторождения показали, что реальное НДС массива горных пород исходное в естественных условиях и вторичное в области влияния недропользования формируются под воздействием современных геодинамических движений.

Иерархически блочный массив горных пород, находясь в непрерывном движении под воздействием трендовых и циклических современных геодинамических движений, подвергается вторичному структурированию с образованием временных консолидированных блоков, сохраняющих на определенном этапе направленность межблочного движения, специфику и тенденции развития в них НДС.

Итогом вторичного структурирования является формирование дискретно-мозаичной структуры исходного НДС за пределами области влияния объектов недропользования. Сформировавшиеся вторичные структуры соизмеримы и превосходят по своим размерам области влияния. Последние, оказавшись в мозаичной структуре исходного НДС, образуют свое, вторичное НДС, зависящее от взаимного расположения с исходными структурными блоками. В результате, вторичное НДС в

области влияния недропользования на фоне исходной дискретности и мозаичности приобретает свою внутреннюю дискретность и мозаичность.

Следствием внутренней дискретно-мозаичности структуры НДС области влияния объекта недропользования, является неоднородность геомеханических условий различных участков бортов карьеров, где специфика структуры в сочетании со спецификой НДС определяют устойчивость массива горных пород.

УДК 622. 83 + 530. 1(075. 8)

### **THE GEOTECHNICAL PARAMETERS FROM CSEM MAPPING AND MONITORING DATA AT THE OASIS KHARGA AND BARIS OF SAHARA DESERT, EGYPT**

*Olga Hachay*, Institute of Geophysics, UB RAS, Ekaterinburg, Russia

*Oleg Khachay*, Ural Federal University, Institute of Mathematics and Computer Sciences, Ekaterinburg, Russia

*Magdy Attya, Ahmed Bakr, Mamdouh Soliman*, National Research Institute of Astronomy and Geophysics, Helwan, Egypt

The site of investigation, Oasis Kharga, is located at about 600 km south of Cairo, Egypt; Baris is about 40 km from Kharga also to south and towards more inside the desert. The work was aimed to investigate the rock mass stability at Baris and to estimate the water intake in the Oasis Kharga. A controlled source electromagnetic (CSEM) approach developed earlier by IGF UB RAS (Geophysical Federal Institute, Ural Branch of Russian Academy of Science) is applied to image the ranked deformation levels in the massive structure of the Baris. The wide profile system of observation has been used to monitor the three components of the alternating magnetic field along predefined measuring lines in the study area. Here we can show the first results that we shall continue during some cycles of monitoring. The second part of our work was linked with mapping the massif structure inside the oasis City, where only using our device we could construct the geoelectrical sections for 5 profiles and show the real structure of the water volume and its complicated structure up to 200 meters recording the values of real not apparent resistivity. We showed the location of disintegration zones inside the upper part of the sections. The analytical treatments provided good information about the structure of the rock massive and its rank of degradation, the lateral distribution of the geotechnical heterogeneity, and finally a conclusive outcome about foundation stability. We can conclude that the general dynamic state close to the destruction level within the investigation areas is getting worse over the time; this is reflected in the crack's densities and positions, also on the changes in the lateral distribution of geoelectrical heterogeneity as an indicator of the saturation of the surface rock in the study area with water [1,2].

1. Magdy A. Attya, Olga A. Hachay, Mamdouh M. Soliman, Oleg Y. Khachay, Ahmed B. Khalil, Mahmoud Gaballah, Fathy F. Shaaban and Ibrahim A. El. Hemali. CSEM imaging of the near surface dynamics and its impact for foundation stability at quarter 27, 15-th of May City, Helwan, Egypt. // Earth sciences research journal, 2010, Vol. 14, N1, p. 76-87.
2. Определение геотехнических параметров среды с помощью данных электромагнитного мониторинга с контролируемым источником. Атия М., Хачай О.А., Хачай О.Ю., Эль Сайед Эль Саид А. // Уральский геофизический вестник. 2014, №2, с. 4-12

## ПРИРОДНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАЛА

Кашников Ю.А., Ашихмин С.Г., Шустов Д.В., Кухтинский А.Э., Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Выполнен комплекс работ по анализу природного поля напряжений на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Резюмируя результаты определения параметров исходного поля напряжений можно констатировать следующее:

- определены параметры вертикальной компоненты горного давления на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь»;

- получена оценка минимальной горизонтальной компоненты горного давления, установлено ее значения для группы месторождений. Отношение минимальной горизонтальной компоненты горного давления к вертикальной для северной группы месторождений в среднем составляет  $0,76 \pm 0,17$ ; для южной группы –  $0,67 \pm 0,15$ . В значительном числе случаев минимальная горизонтальная компонента горного давления превышает 0,9 от вертикальной, что означает высокую вероятность образования горизонтальной трещины гидроразрыва. Минимальные и максимальные из зафиксированных значений ( $\sigma_h/\sigma_v$ ) составили: для северной группы месторождений – от 0,43 до 1,30; для южной группы – от 0,42 до 1,21, что говорит о значительной неоднородности исходного поля напряжений как в пределах одного конкретного месторождения, так и в целом по региону;

- найдена для отдельных месторождений величина тектонической компоненты  $\Delta\sigma_h$  бокового горного давления. Установлено, что она колеблется в широких пределах от 0 до 26 МПа, а средние значения по месторождениям – от 1.4 до 15 МПа. При этом по полученным данным установлена зависимость усредненных значений тектонической компоненты  $\Delta\sigma_h$  от упругих свойств массива, однако от глубины залегания продуктивного объекта зависимость не наблюдается;

- установлен преимущественный азимут действия максимального горизонтального напряжения на месторождениях Западного Урала 120-160° (или 300-340°). Однако величину максимальной горизонтальной компоненты ни для одного из месторождений установить не удалось;

- установлено преимущественное распространение азимута анизотропии напряженного состояния 130-140° и соответствующие азимуты развития трещин гидроразрыва пластов. Однако в пределах конкретных месторождений азимуты анизотропии и азимуты трещин ГРП могут меняться от 0° до 180°.

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ВО ВРЕМЕНИ

Зубков А.В., Селин К.В., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Земля, в том числе верхняя часть земной коры, в течение периода примерно равного 11 годам подвергается процессам сжатия и расширения. Период сжатия составляет примерно 5–6 лет, а период расширения около 4–5 лет.

На подземных рудниках Урала в городах Краснотурьинск, Нижний Тагил, Березовский и Гай была прослежена относительная деформация массива на базисах 40 – 50 м, где за исходный базис принимали измеренный в 2002 г., а последующие в 2010, 2013 и 2015 гг.

$$\varepsilon_M = \frac{B_i - B_{2002}}{B_i}$$

На поверхности наблюдения за деформациями проводились на наблюдательной станции, расположенной под г. Екатеринбург, в состав которой входил базис второго разряда. Наблюдения производились с использованием GPS. Полученные значения деформации были несоизмеримо меньше значений, полученных в подземных условиях.

Было принято решение наблюдения на поверхности производить комбинированным способом с применением спутниковых навигационных систем и высокоточного тахеометра.

$B_{GPS} = \text{const}$  на начало 1990 и 2002 года в соответствии с идеологией системы. При измерении конкретного базиса дальномером  $B_D$  <sup>1</sup>  $\text{const}$  мы можем зафиксировать деформацию массива горных пород, т.е. земной коры, в соответствии с зависимостью

$$\varepsilon_M = \frac{B_D - B_{GPS}}{B_{GPS}}$$

Представляют интерес данные эксперимента OPERA, на основании которых можно получить значение деформации массива на значительном расстоянии. Базис между пунктами в Швейцарии и Италии был определен при использовании GPS и этот же базис был найден во времени прохождения нейтрино  $B_N = 730506,76$  м, относительная деформация была определена в соответствии с зависимостью

$$\varepsilon = \frac{B_N - B_{GPS}}{B_{GPS}}$$

Результаты приведены в таблице и на рисунке.

**Относительная деформация  $\varepsilon$  земной коры во времени по изменению базисов**

№ п/п	Базисы	2010 г.	02.2012 г.	2013 г.	2015 г.
I	В шахтах Базисы 50 м	$\varepsilon = -(1,0,1,4) \cdot 10^{-4}$	$\varepsilon = -(0,7,1,3) \cdot 10^{-4}$	$\varepsilon = -(0,8,1,3) \cdot 10^{-4}$	$\varepsilon = -(1,1,2,0) \cdot 10^{-4}$
II	На поверхности Базисы по GPS, м по дальномеру, м	705.9386*, 706.1033** 705.9325 $\varepsilon = -(0,086,2,42) \cdot 10^{-4}$	705.9386, 706.1033 -	705.9386, 706.1033 705.9250 $\varepsilon = -(0,19,2,52) \cdot 10^{-4}$	705.9386, 706.1033
III	Базисы по GPS, м по прохождению нейтрино, м	730534.61 -	730534.61 730506.76 $\varepsilon = -0,38 \cdot 10^{-4}$	730534.61	730534.61

\* – истинное расстояние

\*\* – проекция на карту (42)



## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЗБАССА

Тагильцев С.Н., ФБГОУ Уральский горный университет, г. Екатеринбург

На территории Анжерского района Кузбасса изучены фильтрационные свойства трещинного водоносного комплекса. Выявлена вертикальная анизотропия фильтрационных свойств терригенных отложений. Установлено, что распределение проницаемых зон в разрезе имеет закономерный характер, не связанный с литологическим составом и генезисом горных пород. Отмечены общие закономерности в формировании фильтрационной структуры массива терригенных отложений Кузбасса и фильтрационной структуры скальных массивов Уральского региона.

Вертикальная фильтрационная анизотропия трещиноватых пород объясняется в рамках научного направления «гидрогеомеханика скальных массивов». Открытые проницаемые трещины рассматриваются как результат деформации скальных массивов под воздействием современных тектонических сил. Закономерное изменение количества проницаемых трещин в разрезе объясняется, и обосновывается на основе аналитических зависимостей, описывающих изменение напряженного состояния массивов горных пород с глубиной. Приповерхностная зона проницаемых трещин, мощностью 300 – 500 м, рассматривается как зона хрупкой деформации земной коры.

## СЕЙСМИЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА И ДЕТАЛЬНОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Гуляев А.Н., Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

Современный Уральский субмеридиональный горный пояс, согласно [1,2,3], является эпиплатформенным эпипалеозойским орогеном, возникшим в новейшее время в западной части разрушенного в мезозойско-кайнозойское время денудационными процессами палеозойского орогена. Становление новейшего Уральского орогена на современном этапе сопровождается редко происходящими ощутимыми землетрясениями. За период 1788 – 2015 г.г. в пределах центральной части Уральского региона было отмечено порядка 43 ощути-

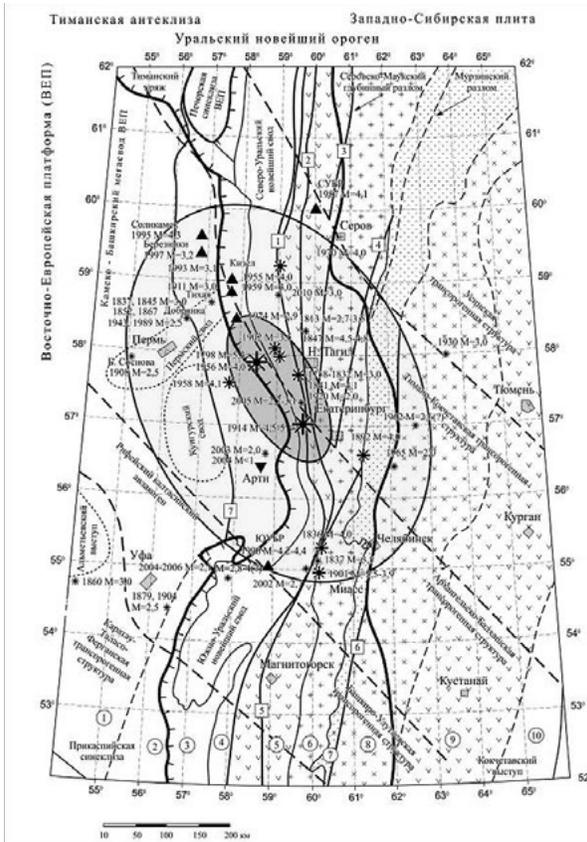
мых землетрясения силой от 3-4 до 5,0-6,0 баллов по шкале MSK-64 в эпицентрах [4,5,6]. Из них согласно [5], только **лишь одно** природное событие – Билимбаевское землетрясение 17.08.1914 г., имело в эпицентре силу в **6 баллов** по шкале MSK-64. Магнитуда этого события по результатам инструментальных наблюдений оценивается как **порядка 4,5-5,0** [5].

Большая часть эпицентров, согласно [4,5,6], локализована в пределах Среднего Урала и прилегающих к нему частей Северного и Южного Урала. Данная область в соответствии с терминологией, предложенной в работе [7], была нами названа **Средне-Уральским сейсмодоменом** [8]. Сейсмодомен охватывает пограничную зону Камско-Башкирского мегасвода Восточно-Европейской платформы (ВЕП) и субмеридионального вендско-герцинского Уральского горно-складчатого пояса.

Очаги большей части ощутимых землетрясений Урала локализованы в породах дорифейского кристаллического фундамента на глубинах от первых километров до 25 км [5,6]. Эпицентры наиболее сильных землетрясений с магнитудой 4,0-5,0 и силой сотрясения в эпицентрах порядка 5,0- 6,0 баллов по шкале MSK-64 приурочены к осевой зоне Средне-Уральского сейсмодомена, являющейся по-видимому, крупной долго живущей зоной деформации земной коры в пограничной зоне между Уральским горно-складчатым сооружением и Камско-Башкирским мегасводом ВЕП [8].

До 1997 года Урал относился к региону со слабой и редкой сейсмичностью, где при проектировании инженерных сооружений при конструктивных расчетах сила возможного сейсмического воздействия не учитывалась [9]. В 1997 году по результатам Общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97 [10] Средний Урал и прилегающие к нему части Южного и Северного Урала были отнесены к районам, при проектировании и строительстве инженерных сооружений в которых необходимо учитывать сейсмичность – величину расчетной силы сейсмического воздействия. Актуальной стала задача детального сейсмического районирования региона. В рамках решения этой задачи нами с использованием имеющихся данных о сейсмичности Урала была постороена схема детального сейсмического районирования центральной части Уральского региона [ ] (рис.1).

Согласно данной схеме потенциально сейсмичная область в пределах которой возможны сотрясения силой от 5 до 6 баллов по шкале MSK-64 охватывает Средний Урал и прилегающие к нему части Северного и Южного Урала. В центре данной области выделяется зона, соответствующая центральной части Средне-Уральского сейсмодомена, где локализованы эпицентры наиболее сильных зарегистрированных уральских землетрясений с магнитудой порядка 4,5 – 5,0 и силой сотрясения в эпицентре порядка 6,0 баллов по шкале MSK-64. В пределах этой зоны не исключается возможность возникновения очагов землетрясений подобной силы и в будущем.



**Рис. 1. Схема детального сейсмического районирования центральной части Уральского региона.** Составил схему Гуляев А.Н., Институт геофизики УрО РАН, 2014 г. Компьютерная графика Михайловой Н.В.

Условные обозначения к рис. 1:

**Цифрами в кругах** обозначены: 1- Восточно-Европейская платформа (ВЕП), 2- Предуральский прогиб, 3 – Западно-Уральская внешняя зона складчатости и надвигов, 4 – Центрально-Уральское поднятие, 5 – Тагило-Магнитогорский прогиб, 6 – Восточно-Уральское поднятие, 7 – Восточно-Уральский прогиб, 8 – Зауральское поднятие, 9 – Тюменско-Кустанайский прогиб, 10- Тобольско-Кушмурное поднятие .

**Цифрами в прямоугольниках** обозначены наиболее крупные **разломы**:

1 – Главный Уральский, 2- Турьинский, 3 – Серовско-Маукский, 4 – Мурзинский

(Зауральский, Свердловский), 5 – Магнитогорский (Мелентьевско- Илимбаевский), 6 – Челябинский, 7 – Красноуфимский.

**Черной сплошной линией** показаны контуры «обнаженного» Урала.

**Черными звездочками** показаны предполагаемое положение эпицентров ощутимых природных землетрясений. Размер звездочки пропорционален магнитуде события.

**Черными треугольниками вершиной вверх** показаны места сильных горных ударов и природно-тектонических землетрясений.

**Коричневым (серым в черно-белой версии) цветом** показана область, в пределах которой величина расчетной силы сейсмического воздействия оценивается:

а) на объекты **основного (массового) строительства и повышенной ответственности** в плане сейсмобезопасности в **6 баллов** по шкале MSK-64. Пиковые ускорения движения грунта при этом оцениваются в  $50 \text{ см/с}^2$  по шкале MSK-64 и в  $60 \text{ см/с}^2$  по шкале SHA -97;

б) на **особо ответственные объекты** в **7 баллов** по шкале MSK-64. Пиковые ускорения движения грунта при этом оцениваются в  $100 \text{ см/с}^2$  по шкале MSK-64 и в  $129 \text{ см/с}^2$  по шкале SHA -97

**Желтым (светло-серым в черно-белой версии) цветом** показана область, в пределах которой величина расчетной силы сейсмического воздействия оценивается:

а) на объекты **основного (массового) строительства и повышенной ответственности** в плане сейсмобезопасности в **5 баллов** по шкале MSK-64. Пиковые ускорения движения грунта при этом оцениваются в  $25 \text{ см/с}^2$  по шкале MSK-64 и в  $28 \text{ см/с}^2$  по шкале SHA -97;

б) на **особо ответственные объекты** в **6 баллов** по шкале MSK-64. Пиковые ускорения движения грунта при этом оцениваются в  $50 \text{ см/с}^2$  по шкале MSK-64 и в  $60 \text{ см/с}^2$  по шкале SHA -97

**Черным треугольником вершиной вниз** обозначена геофизическая обсерватория «Арти» Института геофизики УрО РАН.

УДК 622.83; 551.21.3 (Вопросы безопасности недропользования и геомеханика)  
**«БАЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ О ПАРАМЕТРАХ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ» КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Мельник В.В., Ведерников А.С., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Безопасность объектов недропользования, уровень риска возникновения катастроф при их строительстве и эксплуатации зависят от соответствия их конструкций свойствам массива горных пород, процессам и явлениям, протекающим в естественных условиях и в областях техногенной деятельности.

Процессы вторичного структурирования, определяющие блочно-иерархическую структуру массива горных пород, происходят как в естественных условиях, так и в областях техногенного воздействия объектов недропользования и относятся

ся к важнейшим факторам, формирующим дискретный характер напряженно-деформированного состояния.

В пассивном, неподвижном массиве горных пород проявления деструкции и самоорганизации исключаются. Для их реализации необходимо изменение напряженно-деформированного состояния, источником которых в естественных условиях выступают современные геодинамические движения.

Таким образом, массив горных пород представляет собой иерархически-блочную среду, в которой под воздействием современных геодинамических движений формируется неоднородное напряженно-деформированное состояние с дискретным распределением напряжений и деформаций за счет межблочных подвижек.

Информация о современной геодинамической активности регионов должна являться основополагающим материалом при выборе конструкций и мест строительства сооружений, особенно ответственных.

Аналитические исследования показали, что геодинамические параметры в различных регионах сильно различаются по величине, а формирование очагов катастрофических событий приурочено к максимальным значениям параметров современной геодинамической активности.

Зачастую такая подвижность приводит к заметным изменениям целостности массива горных пород и земной поверхности, что в свою очередь может повлечь нарушение функционирования объектов инженерной инфраструктуры. Для того чтобы спрогнозировать подобные явления как при эксплуатации объектов недропользования, так и при их проектировании и строительстве, необходимы натурные измерения активности геодинамических движений с использованием как традиционных так и спутниковых методов геодезических исследований.

По мере накопления экспериментальных данных отделом геомеханики института горного дела УрО РАН на протяжении последних 15 лет, возникла необходимость их систематизации. Определение параметров трендовых и циклических современных геодинамических движений выполнено более чем на 25 объектах недропользования, охватывающих территорию России и Казахстана от Центрального региона до Якутии. На их основе в 2013 году была создана, а в 2014 году зарегистрирована «База экспериментальных данных о параметрах современных геодинамических движений». Из нее следует, что современные геодинамические движения имеют место во многих регионах, независимо от того, к сейсмичной или асейсмичной категории они относятся.

В настоящее время представленные в базе данных объекты достаточно разрознены в географическом плане и пока не представляется возможным создание надежного математического аппарата для прогнозирования геодинамической ситуации на значительных площадях. Однако представленная база данных уже может быть использована для предварительной оценки некоторых региональных областей, для которых имеется необходимый объем сведений о текущей геодинамической ситуации.

Фрагмент карты из БД приведен на рисунке 1.

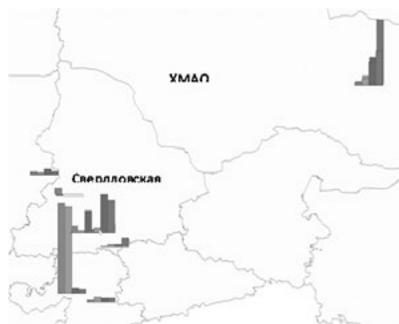


Рисунок 1 – Фрагмент карты с нанесенными значениями измеренных параметров геодинамических движений (по четыре столбца слева направо – максимальные горизонтальные движения, максимальные вертикальные движения, максимальные горизонтальные деформации, максимальные вертикальные деформации соответственно)

Помимо построения региональных карт для более детальной оценки геодинамического состояния по каждому объекту производится построение локального распределения интересующих параметров.

В случае проектирования зданий и сооружений построение таких карт распределения геодинамических параметров поможет при определении необходимости и объемов проведения дополнительных геофизических, геодезических и др. работ.

В законченном виде созданная «База экспериментальных данных о параметрах современных геодинамических движений», включающая в себя информацию о величинах трендовых и циклических геодинамических движений, должна использоваться в качестве прогностического аппарата, подобного картам ОСР, поскольку природа этих явлений одинаковая.

УДК 551.311.8

### **ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ВОКРУГ КОНТУРА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В АНИЗОТРОПНОМ МАССИВЕ**

*Баймахан А. Р.*, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.

*Рысбаева Г. П.*, Академия пограничной службы КНБ РК, г. Алматы, Казахстан  
*Кожамкулова Ж. Ж.*, *Авдарсол Сайлаугул*, *Баймахан Р. Б.*, Казахский государственный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

*Сейнасинова А. А.*, Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан

Во многих странах мира интенсивно осваивается подземное пространство в народнохозяйственных и специальных целях. В крупных городах коммунальные объекты располагаются под землей, существует разветвленная сеть коммунальных и транспортных тоннелей, тоннели метрополитенов; месторождения полезных ископаемых преимущественно обрабатываются подземным способом путем проведения широкой сети горизонтальных, наклонных и вертикальных подготовительных и

капитальных горных выработок, создания вместительных околоствольных дворов и очистительных выработок.

Несмотря на предпринимаемые защитные мероприятия научного сопровождения ежегодно на шахтах под землей погибают шахтеры во время взрывов и разрушений. В научном плане решения таких проблем все еще находятся далеко от практики. Доказательством этому служат непрерывно продолжающиеся гибели людей, работающих в подземных сооружениях различного назначения.

Только в одном Казахстане и только в последние годы в Карагандинских шахтах Казахстана погибли в 2006 году - 43 и в 2008 году 32 шахтера.

Аналогичные данные можно приводить бесконечное множество. Эти и другие факты, только за последние годы, показывают степень недостаточности предпринимаемых практических мер. По предотвращению человеческих жертв, трагических событий, в том числе и в научном плане необходимо развивать новые методы решения таких проблем. Реальные горные массивы и пласты в них нередко имеют анизотропные строения. В данной работе обобщением известных критериев механики разрушения изотропной среды получены новые аналитические выражения для определения типа хрупкого и пластического разрушения и раскрытия трещины, распространяющихся вдоль и вкрест слоев плоскости изотропии трансформно-го массива вокруг подземного сооружения.

Проведением расчетов и их анализами установлены закономерности образования трещин, определены их направления распространения вдоль и вкрест слоев плоскости изотропии в трансформном массиве на различных глубинах заложения горной выработки при геостатической и тектонической нагрузках.

На рисунке показаны закономерности зон развития трещинообразования вокруг выработки в зависимости от: величины угла наклона плоскости изотропии массива –  $\varphi_1$ ; рудоносного слоя –  $\varphi_2$ ; глубины заложения выработки  $НН$  и величины тектонической нагрузки –  $ТТ$ .

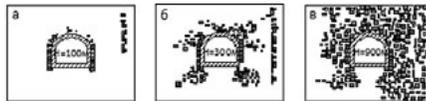


Рисунок. Зоны развития трещинообразования вокруг закрепленной выработки на различных глубинах в зависимости от комплекса факторов: глубины заложения –  $НН$ , тектонической нагрузки –  $ТТ$  при  $\varphi_1=30$ ,  $\varphi_2=0$ : а – 100м; б – 300м; в – 900м.

Анализами проведенных расчетов установлены некоторые закономерности трещинообразования вокруг контура закрепленной выработки находящегося в горном массиве сложного анизотропного строения.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Замятин А.Л., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Современное развитие добычи полезных ископаемых на различных карьерах приводит к повсеместному увеличению глубины их отработки. Рудные тела на ме-

сторождениях обычно имеют сложную форму и для отработки всех запасов месторождения необходимо учитывать множество факторов для безопасной эксплуатации объектов недропользования.

Сорский медно-молибденовый карьер предприятие по добыче и переработке медно-молибденовых руд в Хакасской автономной области Красноярского края. Проектом развития Сорского карьера предусматривается вскрытие глубинной части рудного тела участка «Лагерный» на глубине более 400 м.

При таких глубинах эффективность открытой разработки напрямую зависит от углов откоса бортов карьера. Поэтому адаптация технологического процесса под горно-геологические и геомеханические условия месторождения, обеспечивающая максимальное использование геомеханических возможностей по формированию устойчивых бортов карьера, является решающим фактором эффективности разработки месторождения.

Вместе с тем, завышенные углы откосов таят в себе опасность развития деформаций и обрушений бортов карьера, при этом на восточном борту Лагерного участка Сорского карьера зафиксированы деформационные процессы, которые могут получить дальнейшее развитие.

Разрешение противоречия между повышением эффективности разработки и снижением уровня безопасности возможно только с использованием обоснованного уровня риска развития катастрофического события, требующего организации и проведения постоянного действенного мониторинга деформационных процессов в бортах карьера на всех этапах разработки. При этом следует принимать во внимание, что действенность и достоверность мониторинга при минимальных затратах на его проведение достигаются лишь в том случае, когда система мониторинга отстраивается с учетом конкретных особенностей развития деформационных процессов, концентрируясь на потенциально опасных участках.

Для изучения Лагерного участка был проведен комплекс геофизических исследований направленных на изучение геомеханических условий борта карьера в районе современных геодинамически активных тектонических разломов. Комплексование методов позволяет повысить достоверность полученных результатов путем их сравнения и взаимного дополнения [1,2]. Для получения наиболее полной информации об исследуемом массиве проведены полевые инженерно-геофизические работы по уточнению структурно-тектонического строения массива горных пород до глубины 200 метров методом спектрального сейсмопрофилирования (ССП) и площадные исследования методом срединного градиента (МСГ).

В результате проведенных исследований выяснилось, что массив горных пород восточного борта Лагерного участка, представляет собой в целом деструктурированные породы, по степени структурной нарушенности разделяется на граничные зоны, где нарушенность относительно одно-родна, и центральную зону, в которой чередуются породы с разными уровнями структурной нарушенности.

Для обеспечения безопасной эксплуатации и устойчивости восточного борта требует постановка мониторинга за изменениями напряженно-деформированного состояния и развитием деформационных процессов. Контроль за изменением напряженно-деформированного состояния рекомендуется проводить путем слежения за смещениями пунктов полигонометрии методом спутниковой геодезии. Мониторинг деформационных процессов восточного борта рекомендуется осуществлять методом объемного лазерного сканирования

## **ДИАГНОСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В МЕСТАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИИ**

*Ручкин В.И., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Интенсивное техно-экономическое развитие человеческой цивилизации во все больших масштабах нарушает природное равновесие, в виде изменения ландшафта поверхностной части земли, на что сильно влияет создание крупных добычных комплексов как твердых полезных ископаемых, так и углеводородов, создание разного рода подземных хранилищ, заполнение обширных участков территории водохранилищами.

Возросшие масштабы воздействия человеческой деятельности на любой вид экосистемы, вызывает нарушение её равновесия. Сохранение, которого является одним из основных принципов разумной хозяйственной деятельности человечества. В первые тревогу о серьезных проблемах в нарушении экосистемы стали наблюдать специалисты гуманитарных направлений, ботаники, медики и т.д. Тогда как, геологическая среда считалась неподверженной влиянию человеческой цивилизации, и компоненты данной экосистемы, верхняя часть земной коры считалась устойчивой, процессы происходящие в земной коре приурочены к проявлению процессов горообразования.

На современном этапе при проведении разного рода инструментальных наблюдений на геодинамических полигонах представление о состоянии геологической среды сильно изменилось, деформационные процессы происходящие в массиве наблюдаются в той или иной степени и проявляются в разных областях как в сейсмических, так и платформенных районах. При этом, в непосредственной близости от интенсивной инженерной деятельности в геологической среде наблюдаются ощутимые величины изменения напряженно-деформированного состояния.

Таким образом, экосистема геологической среды, ранее считавшаяся неподверженной влиянию цивилизации, превращается в «индукцию» для возникновения землетрясений не только в сейсмических, но и в асейсмичных районах.

Ранее, традиционно воспринимаемая геологическая среда как инертная части экосистемы уже рассматривается как активный участник глобального деформационного процесса скорее всего не имеющего масштабно-временного ограничения. А только делением как на естественную тектоническую деятельность происходящую глубоко в земных недрах, либо на техногенное землетрясение происходящее в верхних слоях земли, которые способны вызвать локальные катастрофы либо «индуцировать» землетрясения пример; Сахалинская область, Западная Сибири, более ранние Средняя Азия.

Таким образом, как показывает мировая практика, наличие надёжных методик предсказания землетрясений в настоящее время нет, а есть только ряд косвенных явлений рассматриваемых в настоящее время как возможные предвестники землетрясений это изменения в ионосфере, различные типы электромагнитных индикаторов, включая инфракрасные и радиоволны, выбросы радона странное поведение животных, и т.д. и т.п.

Следовательно, безопасная эксплуатация объектов и промышленных конгломератов должны опираться на знание пространственно-временной изменчивости массива горных пород, как минимум в трех зонах. Первая зона непосредственно в районе разрабатываемого (охраняемого) объекта, вторая на некотором удалении и третья за зоной влияния разрабатываемого (заполняемого) месторождения (водохранилища) отстроенного по граничным углам на момент завершения эксплуатации

(затопления). Наблюдения должны вестись в режиме мониторинга, анализ которого позволяет вести контроль над изменчивостью геодинамической ситуации в границах исследуемого полигона.

И на этой основе определяются участки аномальных зон, где для более полного их изучения и состояния используются традиционные геодезические и геофизические методы. Полученные зоны и результаты наблюдений по этим участкам позволят в дальнейшем разработать и оценить возможную реакцию горного массива на допустимую техногенную нагрузку.

Диагностика, опровергающая неизбежность верхней части земной коры в независимости от масштаба исследуемого участка земной поверхности проводилась в режиме мониторинга с использованием комплекса спутниковой геодезии.

### ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЕРАРХИЧЕСКИ-БЛОЧНОГО МАССИВА

*Каллистова Т. В.*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

В начале 20 века представление о структуре литосферы поменялось. Из условно сплошной она превратилась в дискретную систему блоков. Многочисленными исследованиями выявлено, что функционирование сложных систем подчиняется общесистемным законам и закономерностям, действующим в природе и обществе [1]. Иерархическая структура характерна для многих систем, особенно для литосферы Земли, где геофизики выделяют более 30 уровней – от тектонических плит протяженностью в тысячи километров до отдельных минеральных зерен миллиметрового размера (рис. 1). Такая делимость в целом представляет собой блочно-иерархическую структуру. Иерархичность структуры литосферы определяет иерархичность полей напряжений и деформаций и методологию их изучения и контроля, а также механизм подготовки и реализации геодинамических подвижек посредством каскада передачи нагрузок с нижних уровней на верхние [1].

Это ложится в основу геодинамической модели с использованием параметров движения блоков: вектор смещения, скорость смещения, частота и т.д. В результате выявляется ряд закономерностей, совместимых с данной моделью, и на основе этого делается вывод о геодинамической опасности территории.

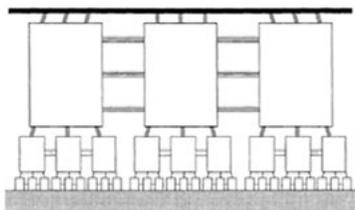


Рис. 1.1 – Иерархическая модель литосферы [2]

**ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНОГО И ВТОРИЧНОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА РАЗРЕЗАХ ШУБАРКОЛЬСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*А.Д. Сашурин, С.В. Усанов, В.В. Мельник, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург  
С.П. Ким, В.И. Парафилов, АО «Шубарколь Комир», г. Караганда*

Разработка Шубаркольского угольного месторождения производится Западным и Центральным разрезами компании АО «Шубарколь комир». Проблемы геомеханического характера, связанные с устойчивостью бортов разрезов и с получением кусковатости добытого угля, удовлетворяющей требованиям коммунальных потребителей, наряду с другими факторами, в первую очередь определяют напряженно-деформированным состоянием (НДС) и структурой массива горных пород и угольных пластов.

Исследования закономерностей формирования НДС в районе разработки месторождения и в бортах разрезов проведены ИГД УрО РАН на хоздоговорных условиях по заданию АО. «Шубарколь комир» методами спутниковой геодезии GPS в сочетании с дистанционным зондированием структуры массива горных пород геофизическими методами.

Исходное НДС массива горных пород за пределами влияния разрезов реконструировалось по экспериментальному определению трендовых смещений пунктов государственной геодезической сети, охватывающих район с размерами около 20 × 20 км. Вторичное НДС исследовалось на основе трендовых смещений геодезических и маркшейдерских пунктов, находящихся в области влияния горных разработок.

Кроме трендовой составляющей, в зоне влияния горных разработок оценена циклическая составляющая, характеризующая короткопериодные изменения НДС.

Структурные особенности массива горных пород исследовались непосредственно в прибортовых массивах разрезов.

Проведенными экспериментальными исследованиями установлено, что исходное НДС весьма неоднородно, дискретно и имеет мозаичный характер на исследуемой территории с размерами блоков, сопоставимыми с параметрами разрезов.

Неоднородность исходного НДС отразилась на формировании вторичного НДС, которое также неоднородно в плане разрабатываемых разрезов и непостоянно во времени за счет воздействия современных циклических геодинамических движений.

Выявленные закономерности формирования исходного и вторичного НДС в сочетании со структурой массива горных пород представляют основу для разработки мероприятий по обеспечению устойчивости бортов разрезов, а также для районирования угольных пластов и участков разрезов по геомеханическим условиям, обеспечивающим максимальный выход кусковатости угля, пригодной для коммунальных потребителей.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА**

*Панжин А.А., Сашурин А.Д., Институт горного дела УрО РАН*

Для геомеханического обоснования устойчивых параметров уступов и бортов на Джетыгаринском месторождении хризотил-асбеста в 2014-2015 гг. было проведено исследование напряженно-деформированного состояния породного массива.

В ходе проведения исследований выполнены следующие виды работ: разработана геомеханическая модель массива горных пород в области влияния карьера и отвалов; проведены теоретические исследования закономерностей формирования

вторичного напряженно-деформированного состояния в области влияния горных работ; проведена оценка состояния и геодинамической активности тектонических нарушений в карьерном поле.

Для разработки реальной геомеханической модели массива горных пород в области влияния карьеров и отвалов были выполнены инструментальные геодезические измерения с использованием комплексов спутниковой геодезии по пунктам государственной геодезической сети (ГГС) и опорной маркшейдерской сети (ОМС) района Джетыгаринского месторождения.

Были выполнены повторные определения пространственных координат геодезических пунктов на площади 30х30 км. Сопоставление современных пространственных координат сети с координатами, определенными до начала разработки месторождения, позволяет определить полные вектора сдвижения – трендовые сдвижения.

Установлено, что исходное напряженно-деформированное состояние района залегания месторождения имеет умеренные параметры с неравномерным и неоднородным распределением как в области влияния карьера, так и в окружающих массивах пород.

Зафиксирована мозаичность исходного напряженно-деформированного состояния, которая создает соответствующую неоднородность вторичного напряженно-деформированного состояния, в котором в бортах карьера имеют зоны концентрации горизонтальных напряжений и деформаций, зоны депрессии, а также зоны с преобладанием поднятий и оседаний.

Для условий на Джетыгаринского месторождения предложена система общего мониторинга деформационных процессов с использованием технологий спутниковой геодезии с уточнением параметров на проблемных участках с использованием трехмерного лазерного сканирования. Система мониторинга позволяет по результатам маркшейдерский наблюдений определять уровень деформаций массива, осуществлять прогноз развития деформаций и производить оценку степени опасности наблюдаемых сдвижений и деформаций.

### **К ПРОБЛЕМЕ УЧЕТА КОНВЕРГЕНЦИЯ ПОРОДНЫХ СТЕНОК СТВОЛА В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ТЕКТОНИЧЕСКИ НАПРЯЖЕННОГО ГОРНОГО МАССИВА**

*Озорнин И.Л., Харисов Т.Ф.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Горный массив представляет собой иерархически-блочную систему с действующими в нем гравитационными и тектоническими напряжениями. Степень трещиноватости, заполнитель трещин, напряженно деформированное состояние и т.д. влияют на устойчивость массива и на уровень деформаций вызванных техногенным вмешательством в процессе строительства и разработки горных предприятий.

В настоящее время проблема учета смещений окружающего породного массива, вызванных уходкой забоя выработки в процессе ее строительства, решается введением корректирующего понижающего множителя  $\alpha^*$ , заменяющего фактические первоначальные напряжения окружающего породного массива  $\sigma_0$ , действующие до сооружения выработки, фиктивными (иначе говоря, условно расчетными или эквивалентными) первоначальными напряжениями приконтурного массива  $\sigma'_0$ :

$$\sigma'_0 = \sigma_0 \alpha^*$$

По результатам исследований конвергенции породных стенок ствола «Клетевой» Донского горно-обогатительного комбината произведено подтверждение и уточнение исследований по определению множителя  $\alpha^*$ , выполненные ранее М. Бауденди-

стелом, Б.З. Амусиным, Н.С. Булычевым для упругой модели неразрушенного горного массива с действующими в ней гравитационными и тектоническими напряжениями не превышающие его предел прочности.

Исследования проводились на разных глубинах и при различном уровне напряженно-деформированного состояния окружающего массива, эмпирическим путем была получена формула, определяющая значения  $\alpha^*$  в условиях разрушенного массива, в котором вторичное поле напряжений превышает его предел прочности, активизируя процессы сдвижения и деформации породных блоков массива, тем самым увеличивая уровень деформаций вызванных уходом забоя ствола.

### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОХОДКИ СТВОЛОВ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРОД И КРЕПИ**

*Сергеев С.В., ОАО «ВЮГЕМ», г. Белгород*

Опыт натуральных наблюдений в стволах, сооружаемых в сложных горно-геологических условиях, показывает, что фактические величины нагрузок на крепь превышают проектные. В основном превышение связано с технологией проходки и крепления стволов.

Это подтверждается длительными натурными наблюдениями в стволах:

1) сооружаемых замораживанием на Яковлевском руднике, Запорожском железорудном комбинате, комбинате «КМАруда», Гремячинском ГОКе;

2) сооружаемых в геологических нарушениях на рудника «Скалистый» Норильского ГМК, Донском ГОКе;

3) сооружаемых в соленосных породах на Закарпатском солеруднике, руднике «Пийло» концерна «Ориана»).

Натурные исследования проводились длительное время. Например, в вентиляционном стволе рудника – «Пийло» в течение 7 лет.

В стволах Яковлевского рудника и Гремячинского ГОКа интенсивность нагружения крепи связана с технологией замораживания пород. Установлено, что это приводит к предварительному напряжению околоствольного массива за счет увеличения объема поровой воды. Особенно это характерно для глинистых пород. При вскрытии ледопородного цилиндра стволом происходит разгрузка массива в виде пучения стенок ствола со скоростью 1-2 мм/час. Это приводит к прогибу замораживающих колонок и выходу рассола в ствол. Для исключения этого явления, нами разработаны рекомендации по оптимальным величинам заходки крепления стенок ствола.

Интенсивность нагружения крепи также зависит от типа пород. Например, в стволе № 3 Яковлевского рудника на глубине 320 м в глинах при температуре пород -12 °С нагрузки на крепь достигли 320 т/м<sup>2</sup>, а 4-мя метрами ниже в песчанике нагрузки составили 140 т/м<sup>2</sup>.

В стволах, сооружаемых замораживанием, устойчивость ледопородного ограждения оценивается исходя из двух условий:

1) в замороженных глинах – по величине наибольшего допустимого прогиба замораживающих колонок;

2) в замороженных песках – по устойчивости ледопородного ограждения от давления воды на его внешний контур.

За весь период наблюдений наибольшие нагрузки на крепь зафиксированы в соленосных породах. Например, в вентиляционном стволе рудника «Пийло» на глубине 540 м в районе сопряжения нагрузки превысили 2000 т/м<sup>2</sup>.

В докладе приводятся также результаты исследований и в других горно-геологических условиях.

УДК 624.121

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТКА БОРТА КАРЬЕРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАПАСАХ УСТОЙЧИВОСТИ**

*Ильясов Б. Т., ЗАО «Горный проектно-строительный центр»*

Деформации уступов и участков бортов карьеров, затухающие со временем или оканчивающиеся разрушением, протекают в большинстве случаев в течение длительного времени. Для прогнозирования подобных процессов чаще всего используются численные модели, основанные на эмпирических или реологических законах ползучести. Также существуют модели, основанные на учете изменения во времени характеристик горных пород.

Описанное численное моделирование выполнено по схеме со снижением прочностных параметров со временем с использованием метода конечно-дискретных элементов. Снижение сцепления и прочности на разрыв согласно данной схеме происходит при действии касательных и растягивающих напряжений, величина которых превышает предел длительной прочности, при этом скорость снижения зависит от величин напряжений. В качестве объекта моделирования выбран участок борта карьера «Юбилейный» высотой 90 м, сложенный трещиноватыми скальными породами.

Так как метод конечно-дискретных элементов позволяет воспроизводить трансформацию сплошной среды в дискретную посредством образования, роста трещин и дальнейшей фрагментации среды, моделирование позволило изучить механизм развития разрушений в массиве.

Выявлено, что локальные разрушения первоначально развиваются в районе основания участка борта карьера, далее происходит рост данной зоны разрушений, одновременно с которым наблюдается смещение верхней части участка борта, сопровождающееся увеличением раскрытия трещин в верхней части. С началом стадии прогрессирующего разрушения происходит раскрытие трещин, направленных по нормали к формирующейся поверхности разрушения. Окончательное формирование поверхности разрушения происходит кратковременно, при этом максимальные сдвиговые смещения вдоль поверхности достигаются изначально в верхней половине участка борта. Образование поверхности разрушения в верхней части участка борта сопровождается возникновением вторичных поверхностей разрушения, круто поднимающихся к поверхности откоса. После этого происходит разрушение оставшейся ненарушенной средней части поверхности разрушения и срыв тела обрушения.

Кроме того выполнен анализ динамики деформирования участка борта карьера при различных углах наклона и, соответственно, коэффициентах запаса устойчивости. При коэффициенте запаса устойчивости 1,0 разрушение участка борта произошло кратковременно. При больших запасах устойчивости на полученных кривых зависимости смещений бровки верхнего откоса участка борта от времени прослеживаются все три стадии ползучести. Величины смещений по окончании второй стадии ползучести вне зависимости от запаса устойчивости составили около 40-50 мм, к моменту разрушения смещения достигли около 100-120 мм.

Понимание механизма и динамики деформационных процессов может способствовать проектированию и реализации более эффективных противодеформационных мероприятий.

УДК: 620.278

### **ВЛИЯНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЯ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ НА КОЭФФИЦИЕНТ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЕЕ КОНТУРЕ**

*О. Г. Латышев, Д. В. Прищепа, Уральский государственный горный университет, Екатеринбург*

*Д. Ю. Князев, Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург*

Установлено, что технологические неровности контура выработок, обусловленные реальным производством БВР, оказывают на порядок большее влияние на величину коэффициента концентрации напряжений, чем разница в проектной форме сечения выработок. Для оценки коэффициента концентрации напряжений на контуре выработки, сформированном реальными технологическими неровностями, предлагается описывать линию контура системой параметрических уравнений в комплексном виде. В отсутствие точных методов решения данной системы уравнений предлагается (И. В. Баклашов) упрощенная формула расчета, где в качестве критериальных параметров используется дисперсия отклонений и число точек пересечения реального контура его проектной линии. Последний параметр представляется достаточно неопределенным и субъективным.

Линия контура горной выработки как бесконечно изломанная недифференцируемая кривая является фрактальным объектом. В этом качестве адекватной количественной мерой неровностей контура выработки является его фрактальная размерность. Основанный на этой размерности фрактальный коэффициент формы подземной выработки статистически надежно позволяет оценивать коэффициент концентрации напряжений в окрестности выработки.

В работе дается обоснование методики оценки коэффициента концентрации напряжений по фрактальной размерности линии контура горной выработки, которая адекватно отражает степень неровности профиля выработки. Проведенный анализ шахтных наблюдений при проходке выработок в условиях рудника «Сафьяновская медь» показывает чувствительность и надежность предлагаемой оценки.

### **ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ВЫЕМКИ УДАРООПАСНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА НИЖНИХ ГОРИЗОНТАХ ПЕСЧАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАГНЕТИТОВ**

*Липин Я.И., Криницын Р.В., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Регулярное, по мере вскрытия горизонтов и залежей определение геомеханических параметров массива горных пород и руд Песчанского месторождения, использование разработанного в ИГД УрО РАН геомеханического расчетного прогноза удароопасности выработок на стадии проектирования в сочетании с применением управляемого обрушения налегающих пород позволило в течение длительного времени обеспечить безопасную и эффективную выемку отнесенных к опасным по горным ударам залежей.

За прошедшие четыре десятилетия разработки месторождения измерения напряжений выполнены на пяти горизонтах шахты, что дало возможность установить закономерности роста напряжений с глубиной. А геодеформационный мониторинг на нижнем горизонте шахты на глубине 600 м позволил выявить закономерности изменения нагрузок во времени, осуществлять долгосрочный прогноз динамических явлений и обеспечить устойчивость выработок на весь срок их эксплуатации.

Осуществляемый прогноз учитывает влияние на удароопасность основных ге-

ологических и горнотехнических факторов, таких как тектонические нарушения, дайки, контакты пород, форму сечения выработок, а также глубину ведения горных работ, мощность рудной залежи, ее длину по простиранию и форму выработанного пространства.

В соответствии с результатами прогноза выбираются по разработанной в ИГД УрО РАН классификации мероприятия по предупреждению удароопасности. При этом использование в качестве классификационного признака объема удароопасного массива, разделение мероприятий на профилактические, технологические и регламентирующие позволяют их считать необходимыми и достаточными.

Применяемый геомеханический подход к профилактике удароопасности при разработке месторождения позволил свести риск динамических явлений за длительный срок эксплуатации до минимума.

УДК 622.831

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В БОРТАХ КАРЬЕРОВ ОКРУГЛОЙ ФОРМЫ, СЛОЖЕННЫХ СКАЛЬНЫМИ ПОРОДАМИ**

*Бирючев И.В., Зубков А.В., Смирнов О.Ю.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Образующийся при добыче полезного ископаемого карьер является самым грандиозным сооружением, возводимым в массиве горных пород. При расчете устойчивости бортов и отдельных уступов исследованиям свойств пород, условиям их залегания, тектонической нарушенности массива и т.п., по чему в конечном итоге оценивается прочность массива в целом, уделяется до-статочно большое внимание. Разработанные численные методы позволяют решать задачи как для упругих и изотропных массивов, так и для массивов со сложным геологическим строением.

Для выявления закономерностей формирования НДС бортов карьеров округлой формы с использованием программного комплекса Fem, было произведено моделирование ряда задач. Моделировался карьер с различными углами наклона борта и способами нагружения модели. Ре-шались упругие задачи в объемной постановке. В качестве граничных условий при расчетах ис-пользовались различные варианты нагружения модели.

В первом варианте рассматривалась модель с действием первоначальных напряжений вызванных только собственным весом налегающих пород.

Во втором варианте к имеющимся напряжениям от собственного веса добавлялись тектонические напряжения.

В третьей модели рассматривался вариант с неравномерным распределением напряжений с глубиной.

В результате анализа влияния составляющих природных напряжений на формирование НДС массива в бортах карьера было выявлено следующее:

- гравитационные напряжения вызывают радиальное и тангенциальное сжатие борта и приводят к расширению карьера в приповерхностной части;
- постоянные по глубине тектонические напряжения вызывают радиальное и тангенциальное сжатие массива;
- радиальные напряжения, вызванные действием тектонических напряжений, по мере уда-ления от карьера стремятся к единице и практически в два раза превышают величины радиальных напряжений, рассчитанных при нелинейном распределении напряжений с глубиной, которые, в свою очередь, достигают максимальных значений на расстоянии двух радиусов от центра карьера и стремятся обратно к нулю;

- тангенциальные напряжения, рассчитанные при нелинейном изменении напряжений с глубиной, на поверхности у откоса карьера имеют максимальные значения и превышают величины напряжений, рассчитанных при действии только тектонической составляющей.

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФЛЮИДОВ ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ И НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

*С.Х.Магидов*, Институт геологии Дагестанского НЦ РАН

Искусственная дефлюидизация недр в настоящее время приобрела угрожающие масштабы, что ведёт к нарушению установившегося баланса в геологической среде [1]. Одним из главных негативных последствий подобной трансформации является истощение упругоёмкого потенциала условно закрытых геогидросистем не только в пределах отдельных стран, но и в глобальном масштабе. Существенный вклад в этот процесс вносит нефтегазовая отрасль [2-3]. Не меньшее влияние на темпы сокращения упругоёмкого потенциала гидрогеологических систем вносит и добыча подземных вод для хозяйственного использования [4]. Данные о масштабах извлечения подземных вод приводятся в работах [4-5]. Особая роль газового фактора для поддержания стабильных условий в недрах отмечена в работе [6]. В большинстве приведённых работ при рассмотрении указанных проблем, высказывается обеспокоенность, относительно возможности проявления геоэкологических катастроф, как результата активной техногенной деятельности в геологической среде [2-8]. Это связано с тем, что следствием техногенеза становится не только изменение термобарических условий в недрах, но и изменение геомеханических свойств самих вмещающих горных пород. В работе [9] была выдвинута полимерная модель сейсмогенеза и тектогенеза, в которой на основе сопоставления свойств органических и неорганических полимеров, была высказана мысль о возможности моделирования глубинных процессов, происходящих в недрах, в лабораторных условиях с использованием органических полимеров. На основе анализа поведения классических полимеров органического происхождения с изменением температуры было высказано предположение, что аналогичные процессы растяжения, вероятно, могут происходить в недрах Земли при высоких значениях температуры и давления и с неорганическими полимерами: гранитными и базальтовыми блоками. Согласно данной концепции не исключались в качестве вариантов ситуации, когда в литосфере на границе с мантией, и в самой мантии могут реализовываться такие термобарические условия и механические напряжения, которые сделают возможной даже эластическую деформацию некоторых участков в пригранитной зоне.

Пластично-эластичные свойства неорганических полимеров более отчётливо могут проявляться в основном в нижних слоях земной коры, близких к мантийной области, так как термобарические условия позволяют им существовать в данном состоянии. Это если рассматривать горные породы, как цельные тела. А в верхних слоях литосферы (примерно до глубин 6-10 км) геологическая среда согласно данной модели подобна пластмассам, которые включают в себя: полимерное связующее, наполнитель, пластификатор и другие. В верхних слоях земной коры реализуются такие термобарические условия, которые позволяют говорить об аналогии данной геологической среды с реактопластами: компаундами и премиксами. А в нижних слоях литосферы полимерное связующее подобно термопластам и, вероятно, может проявлять подобие эластического состояния.

Известно, что пласто-эластические свойства классических полимеров в условиях растяжения описываются уравнением:

$E = e_{\text{упр}} + e_{\text{эл}} + e_{\text{пл}}$ , где  $E$  – общее растяжение;  $e_{\text{упр}}$  – упругое растяжение;  $e_{\text{эл}}$  – эластичное растяжение;  $e_{\text{пл}}$  – пластичное растяжение.

При растяжении большинства органических полимеров (термопластов) в обычных условиях  $e_{\text{упр}}$  занимает пренебрежимо малую долю, а основную долю составляют пластичное и эластичное растяжение. Такой сценарий деформации геоматериала, вероятно, может реализовываться на больших глубинах. А в верхних слоях литосферы роль наполнителей могут играть по аналогии с пластмассами (реактопластами) газовые и жидкие флюидные включения, а также глинистые массы.

Упрощённая схема, иллюстрирующая данный тезис, приведена на рис. 1.

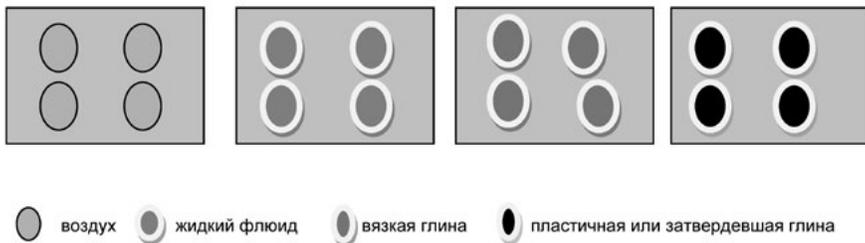


Рис. 1. Флюидные и глинистые включения в геологическую среду.

Полимерный каркас верхних слоёв литосферы подобен таковому у реактопластов, а роль наполнителя играют флюиды и глинистые массы.

При прохождении продольной геодинамической волны (фаза сжатия) флюидные включения, роль которых могут играть нефтегазовые месторождения, в ненарушенной природной системе могут играть роль демпферов. Они будут способствовать более равномерному распределению нагрузки, что будет способствовать рассеянию энергии посредством множества слабых землетрясений. В случае разгерметизации этих включений, вследствие нефте- и газодобычи данная система постепенно теряет свои демпферные свойства, становится хрупкой и прочной, препятствуя протеканию естественных геодинамических процессов, а это нарушает сложившийся сейсмо-тектонический режим на соответствующих территориях. Если природная ненарушенная система является сбалансированной, то по мере извлечения флюидов появляются латеральные девиаторные напряжения, которые со временем также могут стать источником повышенной сейсмичности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОННЫХ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ПЕРЕМЫЧЕК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ ИМ. ГУБКИНА

А.В. Зинченко, ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород

Основной проблемой технологии гидроскладирования отходов обогащения железных руд является опасность их в горные выработки. Оценка влияния гидравлической закладки на конструктивные элементы системы разработки (перемычки, меж-

камерные целики), с позиции их устойчивости, представляет актуальную задачу.

Для решения задачи напряженного состояния бетонной перемычки во вмещающем массиве применён численный метод решения, а именно – метод конечных элементов (МКЭ).

Моделирование выполнено в постановке объёмной деформации. Для описания поведения пород массива и бетонной перемычки использовалась математико-механическая модель линейно-деформируемой среды.

Расчётная сетка, в зависимости от толщины перемычки, содержит 160000-175000 тетраэдров и 230000-250000 узлов.

Исходные данные для моделирования (в условиях шахты им. Губкина):

Радиус перемычки  $r = 2$  м (const для всех вариантов).

Толщина перемычки  $B = 0,5$  м; 1 м; 2 м; 3 м; 4 м.

Физико-механические свойства бетона и вмещающего массива:

- $E_6 = 30000$  МПа – модуль упругости бетона (B25);
- $\nu_6 = 0,2$  – коэффициент Пуассона бетона;
- $E_k = 30000, 45000, 60000, 120000$  МПа – модуль упругости пород (переменный);
- $\nu_k = 0,22$  – коэффициент Пуассона кварцита;
- собственный вес массива и перемычки не учитывался.

Составлены 5 расчётных схем, отличающиеся толщиной перемычки. Для определения влияния на НДС перемычек упругости боковых пород для каждой расчётной схемы составлены 4 вариантов расчёта в зависимости от модуля упругости кварцита. Всего решено 20 задач.

По результатам моделирования получена следующая зависимость растягивающих напряжений в центре свободной поверхности перемычки к внешней нагрузке в

зависимости от соотношения её геометрических параметров  $\frac{B}{r}$  и модуля упругости

бетона и породы  $\frac{A_{\epsilon}}{A_a}$ :

$$\frac{\sigma_y}{P} = \frac{\sigma_y}{P} = 0,027 + \frac{0,723}{\left(\frac{B}{r}\right)^{1,789} \times \left(\frac{E_r}{E_a}\right)^{0,268}} \quad (1)$$

Результаты численного моделирования выявили удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными испытания плоских тампонажных подушек, выполненных в лабораторных условиях ВИОГЕМ.

### **ПОСТРОЕНИЕ ОДНОМЕРНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В МАСШТАБЕ СКВАЖИНЫ**

*Ардисламова Д.Р., Галлямова Д.Ч., Саяхутдинов А.И., ООО «БашНИПИнефть», г. Уфа*

В работе рассмотрен алгоритм построения одномерных геомеханических моделей на скважинах для решения различных задач: анализ устойчивости ствола скважины, дизайн ГРП, анализ проводящих свойств естественных трещин, пересекающих скважину. Проведен анализ применимости методик моделирования [1,2] в случае отсутствия ряда исходных данных, необходимых для моделирования, оценены преимущества и недостатки предложенных методик.

На примере карбонатного месторождения с развитой трещиноватостью построены 1D геомеханические модели скважин: восстановлены непрерывные кривые механических свойств породы, кривые порового и горного давлений, проведена оценка горизонтальных напряжений. Проведен анализ полученных значений напряжений на скважинах, находящихся в различных тектонических блоках.

Исходя из задач, для которых будет в дальнейшем использоваться 1D геомеханическая модель, проведен анализ необходимой точности оценки той или иной компоненты модели – построена матрица решений для выбора методов моделирования и необходимой точности компонент 1D геомеханической модели. Полученные результаты позволяют оптимизировать программу исследовательских работ для проведения геомеханического моделирования для решения конкретного круга задач.

[1] Zoback, M.D. 2007. Reservoir Geomechanics, Department of Geophysics, Stanford University, 449. UK: Cambridge University Press.

[2] Fjaer E., Holt, R.M., Horsrud, P., Raaen A.M., Risnes, R. 2008. Petroleum Related Rock Mechanics, second edition, 491. UK: Elsevier.

УДК 622.83

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАССИВОВ СКАЛЬНЫХ ПОРОД И ИХ МОНИТОРИНГ ПРИ ОТРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ**

*Исмаилов Анварбек Суннатуллаевич, Ташкентский государственный технический университет*

*Меликулов Абдусаттар Джаббарович, ООО «Спецуправление № 75», г. Ташкент*

*Садинов Шухрат Марданович, Навоийский горно-металлургический комбинат, г. Навои*

*Султанов Карим Султанович, Институт сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан*

*Саямова Клара Джаббаровна, Институт сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан*

*Гасанова Надежда Юнисовна, Ташкентский государственный технический университет.*

Одним из крупных объектов по объемам и глубине выемки и последующей переработки горной массы, имеющим мировую известность, является золотодобывающий карьер Мурунтау (Узбекистан) с размерами в плане

3,3x2,5 км, глубиной более 600 м. За время разработки этого карьера с 1967 г. извлечено 1,5 млрд м<sup>3</sup> горной массы при максимально достигнутой годовой производительности 53,6 млн м<sup>3</sup>. Проектом намечается довести глубину карьера до 900-950 м, площадь породных обнажений оценивается более 10 кв. км.

Закономерное увеличение глубины и объемов горных работ и связанные с этим естественные процессы осложнения инженерно-геологических и геомеханических условий разработки глубокого карьера предопределяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости бортов глубокого карьера. Объективно меняется концептуальный подход к целому ряду взаимосвязанных технологических решений, включая главные параметры карьера, технологию взрывных работ, выемку и управление качеством рудного сырья, транспортировку горной массы и т.д.

В современной геомеханике отмечается ряд закономерностей проявления свойств реальных горных пород и массивов, которые объясняют их поведение, существенным образом отличающееся от поведения большинства других твердых тел (металлов, строительных и искусственных композитных материалов). В этой связи рассматриваются так называемые полные диаграммы деформирования, на которых выделяются участки запредельного деформирования, где проявляются изменчивость коэффициента Пуассона (также и аномальное превышение границы обычных значений, равной 0,5), остаточная прочность пород, величина которой отражает структурные особенности деформируемого материала, число, характер и вид поверхностей разрушения.

Статические расчетные методы не учитывают, что при формировании рассматриваемых параметров карьера (например, при глубине 500 м) в течение 40 лет были предыдущие состояния бортов карьера (например, вначале при глубине до 200-300 м, затем последовательно изменялись до нынешнего состояния), когда естественным образом происходили деформации в верхней части будущего 500-метрового борта. Эти деформации, независимо от их природы – упругие, пластические и т.д. – уже привели к дезинтеграции структуры и связанной с ней релаксации напряжений, тем самым в определенной степени создали условия, предупреждающие и в принципе препятствующие возникновению где-либо в прибортовом массиве зон чрезмерной концентрации напряжений.

Разработка глубоких карьеров увеличивает неравномерность всестороннего сжатия пород, что приводит к росту касательных напряжений в прибортовой зоне, возможности достижения ими предельных значений, следствием чего является появление различного рода деформаций. В процессе горных работ постепенно высвобождается упругая энергия, накопившаяся под воздействием геостатической нагрузки и тектонических сил и расходуемая на деформацию массива, образуя трещины бортового и донного отпора за счет раскрытия тектонических трещин, трещин выветривания и появления новых. Процесс деформирования массива обычно носит неравномерный характер как по величине, так и по направлению вектора деформаций.

Системные инструментальные наблюдения за состоянием бортов карьера позволяют установить количественные показатели деформаций отдельных участков бортов в течение времени в зависимости от геологических условий и развития горных работ. Наиболее полные данные о характере деформаций откосов получают путем наблюдения за смещением реперов, заложенных по профильным линиям, расположенным вкрест простирания борта.

Геомеханическим бюро карьера реализуется программа долгосрочного мониторинга карьера Мурунтау, реализуется комплекс мероприятий, направленный на прогноз и предотвращение самопроизвольных деформаций и уменьшение их вредного воздействия на работу карьера. Например, наблюдательная сеть вдоль профильной линии уникального крутонаклонного конвейерного комплекса КНК-270 охватывает 8 уступов (горизонтов) и содержит более 50 реперов, размещенных в обоих (северном и южном) направлениях от створа конвейера.

УДК 622.83.

### **ПРОГНОЗ ВНЕЗАПНЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ АВАРИЙНОГО ХАРАКТЕРА ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Усанов С.В., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

При ведении горных работ неизбежно возникают деформационные процессы – провалы, оползни, которые в разной степени ожидаются и учитываются при недропользовании. Деформационные процессы можно условно разделить на две категории: 1) прогнозируемые по установленным закономерностям и постоянно развивающиеся деформации; 2) труднопрогнозируемые, внезапные деформации, аварийного характера. К деформациям первой категории можно отнести формирование мульды сдвижения с дифференциацией характерных зон, которые определяют на стадии проектирования. К таким деформациям недропользователь подготовлен и проводит плановые мероприятия по снижению негативных эффектов.

Ко второй категории, принадлежат деформационные явления – обрушения поверхности, уступов, которые развиваются при разработке месторождений внезапно, вопреки прогнозным оценкам. Например, выход от Южной залежи Северопесчанского месторождения обрушения на поверхность с глубины 410 м от одной камеры размерами 40×40×60 м вопреки расчетам и опыту разработки в аналогичных горно-технических условиях. Такие неожиданные и опасные геомеханические явления подвешают опасности людей и объекты, расположенные на земной поверхности.

Для прогноза участков развития аварийных деформационных явлений внезапно-го характера разработана комплексная технология, которая включает этап инструментального диагностирования деформационного поля объекта и его структурных характеристик, этап геоинформационного моделирования и прогнозирования. Технология основана на закономерностях формирования деформационных полей при недропользовании.

УДК 551.311.8

### **РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ СЕЛЕЗАЩИТНОЙ ПЛОТИНЫ АНИЗОТРОПНОГО СТРОЕНИЯ И ДЕЙСТВУЮЩИХ НА НЕЕ ПРИРОДНЫХ СИЛ**

*Рысбаева А.К. Казахстан, г. Алматы, Казахская головная академия архитектуры и строительства*

*Баймахан Р.Б. Казахстан, г. Алматы, Казахский государственный женский педагогический университет*

Селевые потоки обладают большой эрозийной способностью, вызывая углубление русел и разрушение берегов. Сели могут формироваться как на временных, так и на постоянных водотоках. Эти явления часто повторяются в странах Западной Европы, в США, Южной Америке, Канаде, Китае, Японии и в других странах.

Выше южной столицы Казахстана – г. Алматы, на высоких горных ущельях построены 17 плотин. Одна из них была разрушена под ударом мощнейшего селевого потока в 2013г. В 2015 году такой же мощный сел сошедший по руслу реки Каргалинка затопил три района города, эвакуированы 4000 семей. Городу грозит реальная угроза прорыва и других плотин.

Возникает необходимость усовершенствования существующих методов строительства защитных грунтовых плотин, путем повышения их прочности и устойчивости и путем разработки анизотропной модели.

Предлагается новая расчетная модель исследования селезащитной плотины

возводимой из местных геоматериалов горизонтально слоистого строения. Излагается математическая модель и разбивка плоского сечения такой плотины восьми узловыми конечными элементами и направления действия некоторых природных сил. Для разработки расчетной модели плотины горизонтально – слоистого строения ( $\varphi=0$ ) воспользуемся моделью теории упругости анизотропной среды С.Г. Лехницкого и Ж.С. Ержанова, Ш.М. Айтиалиева, Ж.К. Масанова. Для плоской задачи обобщенный закон Гука имеет вид

$$\sigma_x = c_{11}\varepsilon_x + c_{13}\varepsilon_z + c_{15}\gamma_{xz}$$

$$\sigma_z = c_{31}\varepsilon_x + c_{33}\varepsilon_z + c_{35}\gamma_{xz}$$

$$\tau_{xz} = c_{51}\varepsilon_x + c_{53}\varepsilon_z + c_{55}\gamma_{xz}$$

Алгоритмы расчетной модели плотины анизотропного и алгоритмы задания некоторых природных сил, которые действуют на плотину, позволяет полностью решить задачу об устойчивости селезащитной плотины неоднородного анизотропного строения. По этим алгоритмам проведены некоторые расчеты по определению деформированных состояний плотины анизотропного строения методом конечных элементов

Результаты расчетов по исследованию устойчивости плотин слоисто анизотропного строения и их анализ показывает его высокой эффективности.

### **О ПРОГНОЗЕ СОСТОЯНИЯ ПЛОТИН КРУПНЫХ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ РОССИИ И ЕГИПТА**

*А.Д. Сашурин*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

*А.А. Магди*, Национальный исследовательский институт астрономии и геофизики, г. Хелван, Египет

Гидротехнические сооружения являются опасными объектами, представляющими угрозу как для персонала, эксплуатирующего предприятие, так и для населения, проживающего в зоне влияния водных объектов. Особую опасность представляют высотные плотины гидроэлектростанций таких, как Нурекская (330 м) в Таджикистане, Асуанская (111 м) в Египте, Тохтогульская (220 м) в Киргизии, Саяно-Шушенская (245 м) в России и др.

В России на больших и малых гидротехнических сооружениях возникает в течение года около шестидесяти аварийных ситуаций. Крупнейшей за последнее время является авария на Саяно-Шушенской ГЭС, произошедшая 17 августа 2009 года и унесшая жизни 75 человек.

Изучение причин возникновения аварий показало, что все гидротехнические сооружения, в том числе и высотные плотины созданы без учета геодинамической активности района. При их проектировании не учитывалось исходное напряженно-деформированное состояние (НДС) массива горных пород в их основании и в области влияния создаваемого гидросооружения. При расчетах плотин учитывались лишь структура массива, прочностные и деформационные свойства пород. Современные геодинамические движения, выдвигающие межблочные подвижки структурных блоков, оставались без внимания, несмотря на то, что русла рек, особенно таких как Енисей в России и Нил в Египте, приурочены к крупнейшим тектоническим структурам, по которым трудно ожидать стабильности.

Следовательно, устойчивость и безопасность гидросооружений непосредственно зависит от параметров подвижности структурных блоков, граничащим с этим нарушением и в целом от формирования НДС в этом районе под воздействием современных геодинамических движений и эксплуатации сооружения. В связи с этим, в целях предупреждения внезапности аварийных ситуаций необходима постановка исследований по прогнозу состояния плотин крупнейших гидроэлектростанций.

Исследования взаимосвязи опасности высотных плотин с современными геодинамическими движениями целесообразно проводить в рамках интеграционного международного сотрудничества между Россией и Египтом, располагающими типичными объектами такого вида. Интеграционное сотрудничество между научными учреждениями России и Египта может положить начало международному сотрудничеству по решению проблемы снижения риска аварий на гидротехнических сооружениях с другими заинтересованными государствами, особенно в тех случаях, когда аварии могут приобрести межгосударственный характер.

### **АДАПТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИИ И МЕР ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАТОПЛЕНИЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА РУДНИКАХ К ВАРИАЦИЯМ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗЕМНОЙ КОРЕ**

*Липин Я.И.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Одной из важных проблем подземной разработки одного из крупнейших месторождений калийных солей в Прикамье остается защита рудников от затопления. Начатое разработкой в 1934 г. камерной системой разработки оно к настоящему времени накопило огромное количество пустот, большая часть которых осталась незаложенной. В 1986 г. в выработанное пространство Третьего Березниковского рудника из налегающих водоносных терригенно-карбонатных толщ произошел прорыв пресных вод и затопление рудника с последующим образованием в черте города нескольких провалов. В 1995 г. на Втором Соликамском руднике отмечен горно-тектонический удар большой мощности, зарегистрированный как землетрясение силой до 4 баллов. При этом произошел провал земной поверхности на площади 950 x 650 м на глубину до 4,5 м. Затопление рудников повторялось в 2006 и 2015 годах, когда с проваленными явлениями отмечен прорыв воды на БКРУ-1 и снова на СКРУ-2 в Соликамске.

Проведенный в ИГД УрО РАН анализ геомеханической ситуации с привлечением данных геодинамического мониторинга земной коры на Урале за прошедшие 20 лет позволяет сделать однозначный вывод, что основной причиной аварийных ситуаций являются экстремальные приросты сжимающих напряжений в указанные годы вследствие уменьшения размеров Земли, что вызывает разрушение неконтролируемых потолочных целиков при 2-х и 3-х ярусной системе разработки, переходящее в прорыв водозащитной толщи и выходящее до поверхности.

В соответствии с вышеуказанным предлагается календарный порядок выемки свиты соляных пластов, пути модернизации параметров системы разработки и меры предотвращения разрушения массива, обеспечивающие защиту рудников от затопления.

### **К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ЗАТОПЛЕНИЯ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ**

*Каюмова А.Н., Сашурин А.Д.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Последние три десятилетия вопрос обеспечения безопасной жизнедеятельности близлежащих городов Березняков и Соликамска не перестает будоражит общественность. На первый план выходят не вопросы производственной необходимости, а

вопросы безопасности тысяч людей, что представляет собой дело государственной важности. Верхнекамское месторождение калийных солей является крупнейшим калиеносным бассейном мира, составляя 46,2 % мировых запасов калийсодержащего минерала. Начало промышленной разработки этого месторождения относится к 1934 году. Рассматриваемое месторождение относится к категории месторождений, залегающих в сложных геологических условиях. Наличие обводненной залегающей толщи, легкорастворимое полезное ископаемое, складчатое усложнение залегания, опасность по газу и внезапным выбросам – все это и другие факторы предполагают особый режим ведения горных и геологоразведочных работ. Промышленная разработка калийного месторождения предусматривает решение целого ряда геомеханических задач, одним из которых является защита рудников от затопления.

Начиная с 1986 года, когда был затоплен третий рудник, научные исследования в этой области были интенсифицированы, и в настоящее время продолжаются. Тем не менее, затопление очередного рудника БКПРУ-1 в 2006 году и аварийные события на руднике СПКРУ-2 (1995 г., 2014-2015 гг.) предполагает общественности и научному сообществу задуматься о причинах этих событий.

В настоящее время Институт горного дела УрО РАН как научная организация привлекается к экспертизе проектов нормативной документации, научных работ и публикаций по этой тематике и имеет представление о существующей проблеме защиты рудников Верхнекамского месторождения калийных солей от затопления. ИГД УрО РАН располагает данными о проводимых научных исследованиях, методах и результатах. Исходя из этого, можно сделать вывод, что для повышения эффективности разрабатываемых мер по предотвращению затопления рудников необходимо распространить геомеханические и геодинамические исследования в целом на всю территорию Верхнекамского месторождения. В их задачу включить оценку геомеханической активности территории, выявление взаимосвязей со структурными особенностями месторождения. Формирование исходного напряженно-деформированного состояния в целом на месторождении и на локальных шахтных полях. Результаты полученных исследований использовать для управления технологическими процессами, безопасностью рудников и подрабатываемых объектов.

УДК 622. 834.53

### **ОХРАНА ГОРОДСКОЙ ТЕХНОСФЕРЫ ОТ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛИКВИДИРОВАННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

*А.В. Усанова, аспирант, м.н.с.*

Взаимодействие городской техносферы с природной средой на территориях отработанных и законсервированных месторождений происходит в виде влияния геолого-геомеханических процессов на надежность и долговечность строящихся зданий и инженерных сооружений. Обеспечение безопасности взаимодействия техносферы с территориями отработанных и законсервированных месторождений осложняется утратой данных о геологических и горнотехнических характеристиках месторождений, отсутствием доступа в выработанные пространства, постепенным изменением устойчивости массива под влиянием гидрогеологических и геодинамических процессов. Совокупность этих факторов приводит к застройке городов без учета опасных явлений, что ставит под угрозу безопасность населения и объектов муниципального образования.

Основные опасности, связанные с использованием подработанных территорий: сдвигание горных пород, подтопление и техногенные землетрясения. Среди совре-

менных подходов к решению данной проблемы, как за рубежом, так и в России, на первом месте стоит инструментальный мониторинг процессов, развивающихся на подработанных территориях: мониторинг подтопления, мониторинг сдвижений поверхности и мониторинг глубинных процессов.

На примере железорудного месторождения создана локальная ГИС, которая станет базой для принятия решений о возможностях реабилитации земель месторождения и интеграции в экономическую деятельность. Также крайне эффективным дополнением станет использование данных дистанционного зондирования Земли, что позволит снизить дискретность информации о деформационных процессах на территории месторождения.

УДК

### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОСЕДАНИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

*Бирючев И.В., Зотеев О.В., Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург*

Строительные работы по созданию линий метрополитена не редко сопровождаются деформацией земной поверхности вызванной различными факторами, как от проходки тоннелей, так и от понижения уровня грунтовых вод, или горизонтальных смещений приповерхностных грунтов в результате создания котлованов.

В пределы мульды оседания попадают здания и сооружения оседания, которых превышают предельно допустимые значения.

На основании расчетов оседаний от осушения с учетом консолидации грунтов под фундаментами существующих зданий и сооружений, предлагались мероприятия способные обеспечить сохранность зданий и сооружений при смещениях дневной поверхности.

В зависимости от величины деформаций подбирались мероприятия по его укреплению. Как правило, получение разрешений на вмешательство в конструкцию здания очень сложный и дорогостоящий процесс еще на стадии согласования. Поэтому наиболее целесообразно использовать технологические решения и мероприятия позволяющие локализовать осадку дневной поверхности ограничивая размеры мульды оседания, пределами полосы отвода, не вмешиваясь в конструкцию подрабатываемых зданий и сооружений.

В качестве мер защиты зданий предусматривались следующие решения:

- устройство ограждающей крепи котлована из буросекущихся свай и монолитной железобетонной «стены в грунте» под гидропригрузом бентонитовым раствором с ее заглублением по всему периметру котлована в глинистые водоупорные глины;
- укрепления песчаных грунтов методом струйной цементации;
- разбивка котлована на секции по 30м по длине котлована путем устройства с поверхности (поперек котлована) сплошных «стен в грунте» или буросекущихся свай с их заглублением в глинистые водоупорные глины;
- разработку котлована и строительство постоянных сооружений станции и тупиков предусмотрено вести последовательно в пределах одной секции для сокращения площади формирования депрессионной воронки за пределами котлована.

Все разработанные решения по защите зданий приводят к значительному сокращению расчетной зоны влияния и ширины зоны мульды сдвижений.

УДК 622834.53

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПО УСЛОВИЮ РАЗВИТИЯ  
ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ НА САРАНОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ХРОМИТОВ***Драсков В.П., Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург*

Охрана объектов от подработки в зоне вредного влияния подземных разработок осуществляется по результатам прогноза ожидаемого развития деформационных процессов сдвига и обрушения. При этом для выполнения прогноза используют угловые и деформационные параметры сдвига, которые определяют по результатам инструментальных наблюдений.

Установленные параметры отражают общие закономерности характера развития процесса сдвига горных пород на разрабатываемом месторождении. При этом они остаются присущими как отдельному месторождению, так и месторождениям, которые схожи по горно-геологическим условиям их разработки.

Однако наряду с закономерностями, как правило, присутствуют особенности, которые могут внести существенные изменения изученных параметров сдвига используемых для прогнозной оценки развития границ сдвига на подрабатываемой территории с охраняемыми объектами, и как результат следствие, привести к возникновению ситуации, когда возрастает вероятность угрозы подработки здания или сооружения.

Избежать угрозы нежелательной подработки сооружений позволяет своевременная процедура оценки и прогноза возможных случаев аномального развития процесса сдвига, обусловленного влиянием горно-геологических факторов: аномалиями геологического строения, тектоникой, степенью подработки.

Необходимость в оценке горно-геологических факторов, которые могут внести изменения в параметры фактического развития деформационных процессов сдвига, а именно способствовать их опасной активизации относительно охраняемых объектов, возникла при решении вопросов охраны сооружений в зоне вредного влияния подземных горных работ на одном из этапов отработки оставшихся рудных запасов на Сарановском месторождении хромитов.

Месторождение представлено рудоносной зоной протяженностью 2 км и шириной 40-50 м, включающей три, разделенных безрудными пропластками, жиллообразных рудных тела, которые прослежены до глубины 500 м от поверхности.

По характеру залегания рудных тел месторождение подразделяется на Северный, Центральный и Южный участки.

Месторождение известно с 30-х годов и его отработка до 1935 г. осуществлялась открытым способом. По завершению отработки верхней части карьером добычные работы на нижезалегающих горизонтах осуществляются подземным способом.

Подземными горными работами к настоящему времени отработаны запасы на горизонтах +400 м, +340 м, +220 м. Современные горные работы ведутся на гор. +160 м и гор. +100 м. Протяженность территории горного массива и его земной поверхности, подработанных горными работами, достигает 1,6 км.

Обращая на это внимание, представление о масштабах и состоянии подработанной территории и, следовательно, о проблеме сдвига и охраны сооружений в зоне вредного влияния подземных разработок на месторождении складывается следующая.

В результате многолетних подземных разработок на территории месторождения образовалась обширная мульда сдвига и обрушения земной поверхности

(рис. 1). При этом существующая зона обрушения разделяется на две обособленные зоны обрушения, которые образовались при отработке Центрального и южного участка месторождения. Границей их раздела послужила породная гипербазитовая дайка, отнесенная к геологическим особенностям строения месторождения.

К геологическим особенностям следует также отнести дайку ослабленных пород, залегающих во вмещающем породном массиве.



Рисунок 1 - Совмещенный план поверхности, горных работ, зоны сдвига и обрушения охраняемых объектов на Сарановском месторождении хромитов.

1- охраняемые объекты – мачты радиорелейной станции РРС 05597; 2- области потенциально опасные по развитию деформационных процессов сдвига; 3- охраняемые объекты шахты; 4- фактическая граница мульды сдвига; 5- обособленные фактические зоны обрушения; 6- оставшиеся проектные рудные запасы; 7- границы горных работ и отработанных рудных запасов.

В фактические границы мульды сдвига 4 по лежащему боку месторождения попали на южном участке высотные сооружения: две мачты 1 радиорелейной станции РРС 05597 и на Центральном участке сооружения шахтной промплощадки 3.

Мачты и шахтные сооружения, отнесенные к охраняемым объектам, подвержены воздействию деформационных процессов сдвига, активизация которых под влиянием горно-геологических факторов может привести к нарушению режима безопасной эксплуатации сооружений вплоть до ее прекращения.

На южном участке неосторожная подработка гипербазитовой дайки и, как следствие, ее разрушение может привести к объединению обеих зон обрушения. В результате этого в границы формирования участка новой зоны обрушения 2 попадает один из опорных фундаментов удерживающего якоря мачты. При этом не исключено повышение на территории эксплуатационной площадке уровня опасных деформаций, которые могут превысить нормативные допустимые деформации для этих высотных сооружений.

В геологическом строении вмещающего массива на Центральном участке месторождения залегающая дайка ослабленных пород уже при отработке запасов на горизонтах +400м, +340м, +220м привела к аномальному развитию зоны обрушения

по висячему боку с приращением ее границ в глубину массива на 120м. При этом частично деформационные процессы затронули массив в основании шахтой пром-площадки в лежачем боку.

После прекращения добычных работ на этом участке месторождения ситуация подработки шахтных сооружений привела к стабилизации развития опасных деформационных процессов сдвижения.

Однако последующая отработка оставшихся рудных запасов, а также непродуманное решение по отработке законсервированных запасов в оставленных целиках отработанных горизонтов может к активизации деформационных процессов сдвижения и обрушения 2 на участке с охраняемыми объектами шахты и затронуть проблему их безопасной эксплуатации.

Таким образом, оценка рассмотренных горно-геологических факторов, могущих привести к активизации опасных деформационных процессов сдвижения, на последующих этапах разработки оставшихся рудных запасов месторождения должна учитываться в работе по выбору и принятию соответствующих мер охраны сооружений радиорелейной станции и шахты.

УДК 622.83+ 530.1(075.8)

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ОТКЛИКОВ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ ПРИ ИХ ОТРАБОТКЕ ВЗРЫВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

*Хачай О.А.*, Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

*Хачай О.Ю.*, Уральский федеральный университет, Екатеринбург

*Климко В.К., Шипеев О.В.*, Таштагольский подземный рудник, Таштагол, Россия

Новые методы для определения устойчивости состояния глубоко залегающего горного массива при его отработке опираются на новые модельные представления о структуре ее динамики и нелинейных процессах, протекающих в нем. Это в первую очередь проявления сейсмического затишья перед сильным динамическим явлением, запаздывание отклика на оказываемое на массив техногенное воздействие. Эти особенности необходимо учитывать при оптимизации горных работ на глубоких горизонтах. Горный массив обладает многогранной иерархической структурой. Исследование динамики его состояния, структуры и явлений самоорганизации в массиве могут быть осуществлены с использованием геофизических методов, базирующихся на иерархической модели. Использование многоуровневого индукционного электромагнитного метода с контролируемым источником и разработанной технологией обработки и интерпретации позволяет выделить дезинтеграционные зоны, которые определяют степень устойчивости горного массива. Введен новый интегральный параметр -интервальное распределение интенсивности дезинтеграционных зон, который позволил обеспечить детальную классификацию устойчивости массивов и разработать количественные критерии, характеризующие устойчивость, используя подходы теории синергетики. Эти результаты были подтверждены на глубоких шахтах, максимальная глубина которых – 800м. Динамические явления, возникающие при эксплуатации горных месторождений различного вещественного состава, могут нарушать процесс отработки и быть опасными для людей, работающих внутри шахты. Проведенный анализ данных сейсмического каталога позволяет сделать следующие выводы: - при отработке конкретного блока массива весь массив шахтного поля испытывает изменение напряженно-деформированного и фазового состояний от взрыва к взрыву; – количество поглощаемой и отдаваемой массивом энергии не равно друг другу и поэтому в массиве происходит накопление энергии; – процесс отдачи энергии происходит с запаздыванием и сильно зависит от градиента

поглощаемой энергии от массовых взрывов; – в массиве возникают зоны динамического затишья; – эти зоны следует отслеживать с помощью данных сейсмологического мониторинга, используя предложенные нами параметры, после выхода из минимума затишья необходимо в течение недели или двух недель до момента технологического обрушения проводить пространственно-временной активный электромагнитный или сейсмический мониторинг по выявлению зон потенциальной неустойчивости второго ранга; – эти зоны могут быть после массового взрыва обрушения источниками сильных динамических явлений; – разработан новый алгоритм обработки сейсмологической информации детального шахтного каталога Таштагольского рудника с учетом кинематических и динамических характеристик деформационных волн, распространяющихся с разными скоростями в массиве горных пород, находящегося под интенсивным внешним воздействием в виде массовых или технологических взрывов; – установлено, что волны, распространяющиеся со скоростями от 10 до 1 м/час, являются преимущественным переносчиком энергии в массиве и способствующими ее выделению; – события, происходящие в массиве с этими скоростями и обладающие энергией выделения меньше, чем 104 джоуля способны вызвать криповую перестройку массива; – события, происходящие в массиве с этими скоростями и обладающие энергией выделения больше, чем 104 джоуля, могут быть использованы как предвестники, которые рекомендуется принимать во внимание при корректировке производства взрывов в той или иной части массива; – полное отсутствие этих событий свидетельствует об увеличении напряженного состояния в массиве шахты в целом или в значительной ее части; – эти два типа информации сейсмическая и электромагнитная помогут оптимизировать горные методики обработки, опираясь на новые методы идентификации нелинейных откликов массивов.

УДК 622.833

### **ПРАКТИКА И ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ**

*А.Е. Балек*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Наиболее надежным и достоверным способом оценки и контроля напряженно-деформированного состояния (НДС) строительных конструкций любого назначения является инструментальный мониторинг деформационных процессов, происходящих в процессе их строительства и эксплуатации. Для наземных зданий и сооружений его проведение регламентируется многочисленными нормативными документами (СТО СРО-С 60542960 00043 -2015 «Геодезический мониторинг зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации», ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинг технического состояния», ГОСТ 24846-2012. «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений» и пр.), где в качестве основных задач фигурируют обеспечение высокой точности и оперативности проведения инструментальных замеров деформаций наиболее ответственных несущих элементов строительных конструкций.

Для подземных сооружений нормативная база существенно скромнее. Во многом это объясняется спецификой деформационных процессов, происходящих при строительстве и эксплуатации подземных объектов, и не в последнюю очередь тем, что главным несущим элементом является не только и не столько крепь (обделка), а весь вмещающий породный массив, составляющий со строительными конструкциями единое целое – геотехническую систему.

По этой причине проведение инструментальных натурных исследований НДС на подземных сооружениях имеет свои отличительные особенности, из которых в ка-

честве наиболее существенных мож-но выделить следующие:

1) Главным фактором деформирования подземных сооружений как правило является не грави-тационная нагрузка, как для наземных зданий (т.е. режим «мягкого пресса»), а смещения окружающих пород (режим «жесткого пресса»), причем зачастую в горизонтальных направлениях. Вследствие этого даже большие «разрушительные» деформации подземных строительных конструкций не влекут за собой немедленную катастрофическую потерю их устойчивости, что существенно облегчает задачу обеспечения безопасности и оперативности проведения натурных замеров.

2) Подлежащие контролю смещения элементов подземных строительных конструкций как правило составляют нескольких миллиметров и больше, а сама крепь (обделка) выступает в роли индикатора деформационных процессов. Вследствие этого для проведения инструментальных исследований высокоточные измерительные приборы обычно не требуются.

Основная же сложность натурных исследований НДС подземных сооружений заключается в необходимости учета их взаимодействия с подвижными иерархическими блоковыми структурами окружающих горных пород. В связи с этим ключевыми проблемами оказываются не столько технологии про-ведения мониторинга деформационных процессов, сколько обработка и интерпретация получаемых гео-информационных данных, отличительной чертой которых является высокая изменчивость в пространстве и во времени. В докладе рассмотрены основные методики, применяемые ИГД УрО РАН для решения данных проблем.

УДК 539.3+517.95

### **ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ГИДРОРАЗРЫВА**

*А.В. Панов, А.А. Скулкин*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН

*Л.В. Цибизов*, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

*Р.И. Родин*, Институт угля СО РАН

В данной работе предлагается метод количественной оценки компонент природного поля напряжения в нетронутым массиве на основе данных о давлении записания в серии трещин гидроразрыва, проведённых в трёх скважинах из выработки. Особенность исследования заключается в разработке методики определения компонент внешнего поля напряжений в плоскости, перпендикулярной направлению простирания выработки путем проведения испытаний на гидроразрыв и решения обратной задачи по данным записей давления в скважинах во времени и минимизации негативного влияния различного рода погрешностей и неопределённостей, связанных массивом горных пород и измерительной аппаратурой.

Рассматривается отдельно стоящая протяженная горная выработка (рис. 1.) в однородном ненарушенном массиве, находящуюся на значительном удалении от места ведения горных работ. В этом случае, природное поле напряжений практически не будет изменено влиянием горных работ. В первом приближении можно считать, что исследуемый участок находится в плоском деформированном состоянии. Прообразом задачи служит выработка на Таштагольском руднике находящаяся на глубине 890 м. Перпендикулярно выработке в одной плоскости проводится три скважины в разных направлениях для проведения измерительных гидроразрывов.

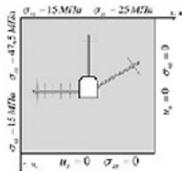


Рис. 1. Схема расчетной области и граничные условия

Для того что бы определить неизвестные напряжения ( $\sigma_{xx}, \sigma_{zz}, \sigma_{xz}$ ) проводится по несколько гидроразрывов в каждой скважине и определяется в них давление запирания. Эти данные будут входными для решения обратной задачи. Повышение количества измерений приводит усреднению структурных особенностей массива, ошибок при измерении и повышению точности определения искомым параметров.

Расчеты осуществлялись с использованием оригинального кода, реализующего 2D метод конечных элементов для структурно-неоднородных сред с нарушениями сплошности. Деформирование среды описывается системой уравнений линейной теории упругости. Считаем, что трещина распространяется перпендикулярно скважине.

Введем следующий функционал невязки:

$$F(\sigma_{xx}, \sigma_{zz}, \sigma_{xz}) = \sum_{n=1}^{15} \left[ \sigma_n^{\delta \hat{a} i \delta} (\sigma_{xx}, \sigma_{zz}, \sigma_{xz}) - \sigma_n^{\hat{e} \zeta i} \right]^2$$

где  $\sigma_n^{\delta \hat{a} i \delta} (\sigma_{xx}, \sigma_{zz}, \sigma_{xz})$  соответствует теоретическому рассчитанному напряжению, которое действует по нормали к трещине, а  $\sigma_n^{\hat{e} \zeta i}$  – давления запирания, которое мы измеряем в трещине гидроразрыва,  $n$  – номер трещины гидроразрыва.

В общем случае,  $\sigma_n^{\hat{e} \zeta i}$  зависит от  $\sigma_{xx}, \sigma_{zz}, \sigma_{xz}, E, \nu, l$  (где  $l$  – длина трещины,  $E$  – модуль Юнга,  $\nu$  – коэффициент Пуассона), в первом приближении будем пренебрегать объемом закаченной жидкости в трещину, поэтому  $\sigma_n^{\hat{e} \zeta i}$  будет зависеть только от внешних напряжений.

На рис. 2 представлены изолинии целевой функции  $F$  при различных уровнях ошибки во входных данных  $\xi$  (от 5% до 20%). Темными зонами обозначены области эквивалентности, в которых значение целевых функций меняется менее чем на 0.5%, белыми кружками – точное решение. Изолинии построены для двух аргументов целевой функции  $\sigma_{xx}, \sigma_{zz}$ , третья переменная фиксировалась на уровне  $\sigma_{xz} = \sigma_{xz}^*$ .

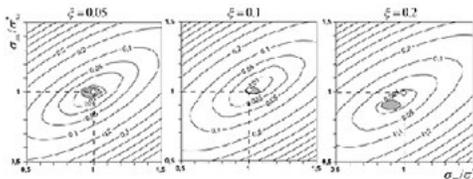


Рис. 2. Изолинии целевой функции F при различных ошибках во входных данных  $\xi$ ,

$$\text{при } \sigma_{xz} = \sigma_{xz}^* .$$

Расчеты показали, что в данной постановке целевая функция имеет единственное решение. Характерная структура изолиний говорит о том, что решение обратной задачи можно успешно искать градиентными методами. Что бы определить полный тензор напряжений необходимо провести измерения в двух перпендикулярных выработках.

УДК 622.02:531

## **О ФИЗИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ГИДРОРАЗРЫВА В МОДЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦАХ ПРИ ИХ НЕРАВНОКОМПОНЕНТНОМ НАГРУЖЕНИИ**

*Рубцова Е.В., Скулкин А.А.,* Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

Метод измерительного гидроразрыва является одним из известных методов экспериментального определения напряжений в массиве горных пород. Для реализации метода в шахтных условиях в ИГД СО РАН разработан измерительно-вычислительный комплекс (ИБК) «Гидроразрыв». Современное развитие информационных технологий позволило в последние годы осуществить принципиально новые подходы к техническому оснащению комплекса: разработано устройство преобразования и передачи данных на базе унифицированных электронных модулей, предложены качественно новые решения по созданию программных средств сопровождения экспериментов и обработки данных.

Решение вопросов повышения достоверности тестов измерительного гидроразрыва, в том числе, обоснование способов интерпретации экспериментальных данных, выполняется методом физического моделирования с использованием макетов скважинных зондов. Для этих целей в лаборатории горной информатики ИГД СО РАН спроектирован стенд трехосного независимого нагружения.

## **ДИАГНОСТИКА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД РЕЗОНАНСНО-СКОРОСТНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКОЙ**

*А.Д. Сашурин,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

*В.В. Ильченко,* ООО «Северо-Кавказский институт инновационных технологий», г. Пятигорск

Важной составляющей инженерных изысканий во всех сферах капитального строительства являются предусмотренные СНиП и СП на изыскания геофизические исследования. Применение их позволяет ограничить объемы дорогостоящих буровых работ, повысить детальность и достоверность информации об исследуемой площади. Однако в существующих методах используемая взаимосвязь регистрируемых параметров не в полной мере обеспечивают решение задач изучения структурно-литологического строения и физических свойств массива горных пород сложного строения на необходимом для практического использования уровне.

В связи с этим создание новых методов геофизических исследований, позволяющих повысить информативность изысканий, представляет важную задачу. Одним из направлений повышения эффективности геофизических исследований может представлять применение резонансно-скоростной сейсморазведки для диагностики геомеханических параметров массива горных пород.

Диагностика массива горных пород осуществляется дистанционно путем зондирования массива резонансно-скоростной сейсморазведкой, основанной на возбуждении коллективного синхронного колебания атомов в узлах кристаллических решеток минералов, входящих в состав горных пород. Начальное возбуждение колебания атомов производится ударом ограниченной силы, обеспечивающим частоту колебаний, как минимум, 25000 Гц. Системно изменяющаяся начальная частота с момента возбуждения непрерывно измеряется и регистрируется до величины 0,1 Гц. По результатам обработки измерений выделяют границы изменений значений частот, амплитуды которых отображают наличие структурных или вещественных границ в массиве пород. В точках зондирования, которые располагаются в заданных местах и объединяются в профильные линии, строят вертикальный годограф до необходимой глубины и определяют скорости распространения колебаний, структуру массива, физико-механические и геомеханические свойства пород.

Применение резонансно-скоростной сейсморазведки для диагностики геомеханических параметров массива горных пород позволяет построить вертикальный геологический разрез с оценкой физико-механических свойств слагающих пород.

УДК 622.276.66

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПЕРЕЧНОГО ГИДРОРАЗРЫВА НЕОБСАЖЕННЫХ СКВАЖИН В ШАХТНЫХ УСЛОВИЯХ**

*А.В. Патугин, А.В. Азаров, С.В. Сердюков*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) представляет собой процесс формирования и распространения трещины в горной породе за счет давления жидкости, нагнетаемой в изолированный интервал. При реализации данного метода в условиях подземных выработок наиболее актуальной является задача создания нескольких параллельных друг другу разрывов, ориентированных поперек оси скважины. Протяженные пластовые скважины с подобными системами трещин могут быть использованы, в том числе, для интенсификации добычи метана угольных пластов и повышения эффективности термошахтной разработки тяжелых нефтей. Особое внимание при этом должно быть уделено рабочим жидкостям разрыва, от которых значительно зависят результаты обработки выбранных интервалов.

В данной работе рассмотрены вопросы формирования поперечной оси необсаженной скважины трещины за счет использования дополнительного касательного нагружения. Устройство для реализации способа помимо пакеров содержит якоря, удерживающие пакеры на месте при подаче рабочей жидкости в интервал гидроразрыва. Для надежного формирования поперечной трещины достаточно, чтобы растяжение породы вдоль оси скважины превышало растяжение ее контура внутренним давлением. При этом возникает задача оптимизации параметров устройства гидроразрыва для получения требуемого напряженного состояния пород.

В качестве рабочих жидкостей при гидроразрыве пород с целью интенсификации притока углеводородов перспективно использовать пенные составы с высоким содержанием газа. Несмотря на некоторые негативные особенности применения подобных систем (например, возникновение эффекта инверсии давления при разжати упругой среды), выбор пены в качестве рабочего агента имеет ряд преимуществ: во-первых, закачивается малое количество жидкости, что приводит к меньшему загрязнению трещины и пласта; во-вторых, выделение газа приводит к выдавливанию жидкости в скважину после проведения операции ГРП, тем самым увеличивается проницаемость и проводимость трещины.

УДК 622.831:531.781.2

**СПОСОБ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СКВАЖИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В ШАХТНЫХ УСЛОВИЯХ***С.В. Сердюков, А.В. Патутин*, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

Одним из наиболее распространенных способов оценки деформационных и прочностных характеристик горных пород в месте их залегания являются прессиометрические испытания. Данный метод предусматривает нагружение стенок скважины давлением рабочей жидкости через непроницаемую оболочку. При интерпретации полученных данных используется решение Ламе для бесконечной толстостенной трубы под действием внутреннего давления, позволяющее оценить модуль Юнга вмещающей породы при известном коэффициенте Пуассона, который берется из справочных данных, измеряется на керновом материале в лаборатории, либо рассчитывается исходя из скоростей упругих волн. К недостаткам такого подхода можно отнести существенное расхождение в оценках модулей упругости в зависимости от выбранного способа исследований, что приводит к неверным расчетам деформационных характеристик массива.

Настоящая работа направлена на повышение достоверности скважинных измерений упругих модулей. Это достигается за счет совместного использования результатов прессиометрических испытаний и метода измерительного гидроразрыва. Идея данного метода состоит в дополнении деформационных исследований скважины со сплошным контуром испытаниями этой же скважины с открытой прямолинейной трещиной гидроразрыва, которая сформирована в направлении действия максимального сжимающего напряжения. Различие в геометрии нагружаемых систем ведет к разным зависимостям регистрируемых диаграмм от упругих параметров, что, при совместной обработке результатов, дает значения модуля Юнга и коэффициента Пуассона вмещающих пород.

Для реализации метода в настоящее время разрабатывается скважинный комплекс, который обеспечивает транспортировку оборудования в заданный интервал пластовой скважины без использования буровых колонн и проведение необходимых исследований горных пород.

УДК 622.833

**СОСТАВ РАБОТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ПРИМЕРЕ КЫШТЫМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЫСОКОЦЕННОГО КВАРЦА***Д.Ю. Князев*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Аналитический обзор современной практики решения геомеханических задач при разработке наклонных месторождений позволил разработать программу геомеханического мониторинга для обеспечения создания комплексной инновационной геотехнологии подземной добычи и переработки высокоценного кварца.

Комплексный геомеханический мониторинг включает:

- оценку вредного влияния горных работ при разработке месторождения и определение изменения напряженно-деформированного состояния методом измерения смещений пунктов наблюдательной станции на поверхности,
- определение изменения напряженно-деформированного состояния методом измерения смещений пунктов подземной наблюдательной станции,

- определение изменения напряженно-деформированного состояния методом измерения конвергенций подземных выработок
- мониторинг породных обнажений камеры.

Проведение работ в рамках данного мониторинга позволит определить воздействие образования очистного пространства на земную поверхность и нижерасположенные выработки, выявить изменение вторичного напряженно-деформированного состояния и отследить процесс нагружения податливого междукамерного целика в процессе очистных работ, оценить интенсивность самообрушения и, если потребуются, обосновать необходимость принудительного обрушения, что, в свою очередь, позволит обеспечить наибольшую безопасность ведения горных работ.

УДК 662.2

### **ТЕХНОГЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА В ГИС НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Зуев П.И.*, Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург

При освоении недр естественные поля напряжений в горных массивах изменяются, преобразуясь в зависимости от способов нарушения горного массива – различных видов разработки полезных ископаемых. В процессе изменения баланса сил в массиве, формируются вторичные структуры, что сопровождается типичными для этого явлениями – оползнями, провалами, проседаниями, воронкообразованием. Такое формирование относится к процессам техногенной (наведённой) геодинамики.

Любой участок недр, подвергшийся искусственному нарушению, является объектом наблюдения в рамках изучения наведённых процессов геодинамики. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых является одним из приоритетных направлений для мониторинга процессов сдвижения в горных массивах. В регионе среднего Урала, многие месторождения твёрдых полезных ископаемых разрабатываются начиная с XV – XVI веков. Поэтому здесь уникальную роль играет количество регистрационных данных собранных по разрабатываемому объекту за как можно большее время. Это позволяет построить наиболее объективную картину подработки месторождения и установить геодинамическую обстановку формирования вторичных структур в недрах. Город Берёзовский – спутник г. Екатеринбурга основан и развивался в рамках золотодобычи, 90% территории города является подработанной шахтами. Сейчас пустые и заброшенные территории города активно осваиваются под строительство жилого сектора и инфраструктуры.

Для безопасной урбанизации требуется объективная оценка состояния горного массива. Наиболее успешно это реализуется в геоинформационных системах, как в коммерческих (например – ArcGIS, MapInfo) так и находящихся в постоянном открытом для пользователя доступе (например – QGIS). Выполняется алгоритм оцифровки материалов – в данном случае – провалов дневной поверхности, вертикальных проекций шахт, выходов рудных тел на поверхность и степень их подработанности. Измеряются геодинамические движения земной коры с помощью технологий ГЛОНАСС/GPS. В совокупности слои такого проекта представляют градацию зон опасности для урбанизации и отображают распределение сил наведённой геодинамики для дальнейшего прогнозирования состояний горного массива.

**ПОЛЯРИСКОП ШАХТНЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ ПШП-С**

*Ю.Г.Феклистов, А.В.Зубков, Р.В.Криницын*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Прибор предназначен для фиксации напряжений с помощью фотоупругих датчиков, установленных: в массиве пород, в крепи горных выработок, метрополитенов и тоннелей, а также в несущих конструкциях мостов, гидротехнических и других ответственных сооружений с целью оценки и расчета устойчивых параметров исследуемых объектов.

Метод определения напряжений состоит в фотофиксации цветной интерференционной картины и измерении её количественных характеристик в фотоупругих датчиках, изготовленных из оптических активных материалов: стекло крон-флинт ГКФ-8 или синтетический каучук уретановый SKU-10.

Компактность полярископа ПШП-С достигнута за счет подачи четырех пучков света в характерные точки датчика соосно (С) оптической оси прибора по стандартной схеме получения интерференционной картины: свет – поляризатор – компенсатор – анализатор – зрительная трубка.

Реализация соосной схемы освещения оптической системы ПШП-С в едином корпусе без сложных приливов позволило исключить потери и искажения светового потока, а также упростить и облегчить конструкцию прибора по сравнению с промышленным полярископом ПШП-Р в 5 раз.

**Основные характеристики полярископа ПШП-С:**

Предел измерения оптической разности хода лучей, нм	2500
Расстояние до исследуемого объекта, м	0,2-2,5
Рабочая длина волны, нм	546
Увеличение прибора, крат.	3,1
Степень поляризации излучения, %	99
Напряжение ламп освещения, В	6
Габариты полярископа, мм	60 – 160 – 240
Масса, кг	2,5

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ТАХЕОМЕТРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА**

*Ефремов Е.Ю.*, Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург

При натурном определении напряженно-деформированного состояния массива горных пород, в связи с неоднородностью поля напряжений, одним из подходов получения усредненных показателей тензора напряжений является выбор такой (увеличенной) базы измерений, на которой сглаживаются неоднородности, характерные для отдельных блоков, слагающих массив. Оптимальной базой, на которой производится разгрузка массива и измерение деформаций предстает размер поперечного сечения горной выработки. Предполагается использовать пространство проходимой выработки в качестве возмущающей полости, а деформацию массива определять через конвергенцию стен и кровли при уходе забоя.

При деформационных методах определения напряжений одной из важных задач является получение данных о деформациях массива, в данном случае регистрации конвергенции границ выработки. Это те исходные данные, от качества которых зависит получение искомым параметров поля напряжений. Целью данной работы яв-

ляется выбор метода, который позволит с наибольшей полнотой и достоверностью определить конвергенцию границ выработки.

Мысленно проведем плоскость, перпендикулярную оси выработки. Область всех точек этой плоскости, пересекающих границы выработки будет составлять интересное нас сечение. При рассмотрении плоской задачи, проекция вектора перемещения точек границы проведенного сечения на плоскость сечения – определяемое нами смещение массива.

Смещение массива возможно определить с помощью маркшейдерских методов – измерения рулеткой, лазерным сканированием или с помощью электронного тахеометра.

Лазерные сканирующие системы обладают рядом положительных качеств, главными из которых являются – низкая трудоемкость измерений, получение данных со всей поверхности выработки. Но существующая точность данных систем (несколько миллиметров на одну точку) не позволяет применять их для данной цели.

Измерения рулеткой могут обеспечить, при соблюдении техники измерений, необходимую точность, но ее применение сталкивается с двумя трудностями – большой трудоемкостью работ и невозможностью измерения в труднодоступных местах.

Наиболее подходящим способом представляются измерения с помощью высокоточных электронных тахеометров. Конвергенция стен выработки при этом ассоциируется со смещением деформационных марок, заложенных равномерно по периметру интересующего сечения.

Паспортная точность прецизионных приборов составляет 1 мм при измерении расстояний и 1 сек при измерении горизонтальных и вертикальных углов. Предрасчет точности измерений показал, что при данных паспортных характеристиках прибора, смещение массива, определенное выше, как проекция вектора смещения на плоскость, перпендикулярную оси выработки, в зависимости от расположения инструмента, можно определить со среднеквадратической ошибкой, приблизительно 0.5 мм. Расположение инструмента, для получения наиболее высокой точности, в данном случае параметрически зависит от двух переменных – угла, под которым визирный луч попадает на деформационную марку, и расстояния между инструментом и деформационной маркой.

Проведенные экспериментальные работы показали, что при измерениях, выполняемых несколькими приемами, реальная среднеквадратическая ошибка измерений составляет 0.4 мм.

Размер поперечного сечения выработки приблизительно 4 метров, таким образом, относительная ошибка измерения смещения составляет около 1/10000.

Анализ точности измерений показал, что данный метод позволяет с точностью до 0.4 мм измерять смещение массива. Эти показатели точности сравнимы с другими существующими экспериментальными методами измерений. По сравнению с другими методами относительно невысокая трудоемкость подготовительных работ компенсируется трудоемкостью проведения измерений. Плюсами данного метода также является большая база разгрузки, и возможность закладки множества деформационных марок для повышения статистической надежности натуральных экспериментов. Однако в практическом применении метод на метод накладываются ограничения, обусловленные горнопроходческими работами на предприятии (ориентация выработок, скорость проходки, рабочий цикл проходки и др.)

В настоящее время данное применение электронных оптических систем позволяет с необходимой точностью определять усредненные характеристики поля напряжений в базах деформации, больших размеров, сравнимых с поперечными сечениями горных выработок.

УДК 539.3

**ЗАДАЧА КОШИ В ГЕОМЕХАНИКЕ***А.И. Чанышев, И.М. Абдулин*

Традиционно задачи геомеханики решаются в классических постановках – Дирихле, Неймана, Робена, когда на всех границах тела задаются либо вектор напряжений Коши, либо вектор перемещений, либо на части поверхности задается вектор перемещений, на другой – вектор напряжений. Такая ситуация возможна, когда известны все участки границ тела, известны все внутренние источники статического и динамического возмущения массива пород.

На самом деле на практике неизвестно многое: наличие скрытых полостей, включений, граничные условия на «бесконечности», начальные условия в виде распределенных начальных смещений и их скоростей. Неизвестны источники динамических событий в виде землетрясений и горных ударов (местоположение, время, интенсивность).

В данной ситуации приходят на помощь постановки задачи Коши, когда на одной и той же известной границе задаются одновременно и сама функция (вектор перемещений) и ее производная по нормали (вектор напряжений). Оказывается, что по этим данным возможно восстановить неизвестные априори другие границы тела, внутренние источники статических и динамических возмущений, неизвестные условия на «бесконечности» и т.д. и т.п.

В работе приводятся примеры решения задач Коши в упругости в статической и динамической постановках. Также рассмотрено определение положения зон разрушения вокруг выработки по данным измерений смещений на ее поверхности. Выделяются случаи полного и неполного охватов зоной разрушения контура выработки.

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ХРОМИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОНСКОГО ГОКА***А.Д. Сашурин, В.Е. Боликов, И.Л. Озорнин, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург**М.М. Бекеев, А.В. Третьяк, АО «ТНК «Казхром» Донской ГОК*

Сырьевая база АО «ТНК» «Казхром», представленная месторождениями, отрабатываемыми Донским ГОКом, уходит на все более глубокие горизонты. Ушло то время, когда добыча хромитов велась непосредственно с поверхности небольшими карьерами, отработаны крупные карьеры на глубинах 200–270 м. им на смену пришли подземные разработки на средних глубинах около 500 м – завершаются работы на шахте Молодежной; на проектную мощность выходит добыча на I-й очереди шахты ДНК.

Для сохранения АО «ТНК «Казхром» ведущих позиций на мировом рынке феррохрома перед Донским ГОКом ставится задача освоения глубоких горизонтов месторождений Миллионного и Алмаз-Жемчужины II-й очередью шахты ДНК. В настоящее время для нее на будущей промплощадке 5КС пройден Вентиляционный ствол глубиной 1200 м, начата проходка Скипового ствола проектной глубины 1500 м.

Проектируемые масштабы подземной добычи, большая глубина работ порождают серьезные проблемы геомеханического плана, связанные с обеспечением устойчивости капитальных горных выработок в условиях повышенного горного давления, сложной структуры массива горных пород, высокой геодинамической активности района. В практике строительства Вентиляционного ствола имели место нарушения

тубинговой стальной крепи, серьезные трудности возникают при проходке транспортных квершлагов, соединяющих технологические комплексы обеих очередей.

Масштабные подземные разработки на больших глубинах неизбежно сопряжены с соответствующим развитием области сдвига горных пород. В подземных условиях в нее попадают транспортные квершлаг гор. -560 м, что создаст проблемы с поддержанием их устойчивости. На земной поверхности развитие обширной зоны сдвига окажет влияние на безопасность объектов технологического комплекса, а также затруднит оптимальную трассировку железной и автомобильной дорог между промплощадками обеих очередей.

Решение геомеханических проблем шахты ДНК требует постановки прогностических исследований, включающих:

- исследование исходного напряженно-деформированного состояния района шахты;

- математическое моделирование трансформации вторичного напряженно-деформированного состояния и развития опасных процессов и явлений;

- разработка рекомендаций по безопасному ведению горных работ на больших глубинах.

### **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ГОРНОГО МАССИВА Г. БЕРЕЗОВСКИЙ В ПРОГНОЗЕ АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СЛУЧАЕ ЗАТОПЛЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА**

*Далатказин Т. Ш.*, Институт горного дела УрО РАН. г. Екатеринбург

В настоящее время существует, на первый взгляд, заманчивая идея необходимости закрытия Березовского золотого рудника как нерентабельного, что определяется, в том числе, значительными затратами на подземный водоотлив.

Пространственно г. Березовский формировался вблизи объектов добычи золота, ведущейся с 1747 г. В результате вся центральная часть города расположена на подработанной территории.

За время разработки месторождения применялись различные технологии добычи. В первые 150 лет государственная добыча осуществлялась в приповерхностной зоне на глубинах не более 45 -50 м. Глубина разработки ограничивалась гидрогеологическими условиями. В этот период было построено более 1000 шахт. Одновременно повсеместно велась старательская добыча небольшими горными выработками. Информация о местоположении этих выработок отсутствует.

В настоящее время глубина добычи золота достигла 512 м. Шахтный водоотлив, который обеспечивает поддержание нормальной гидрогеологической обстановки на территории месторождения, включая занятую городом.

Сохранение водоотлива при ликвидации рудника экономически нецелесообразно, а его остановка или частичное сокращение спровоцирует активизацию процесса сдвига горных пород в подработанном массиве.

При прогнозировании активизации процесса сдвига необходимо учитывать минеральный состав глинистой составляющей коры выветривания.

Присутствие в мезозойской коре выветривания массива Березовского месторождения рыхлых каолинит-гидрослюдистых и каолинит-монтмориллонитовых отложений является крайне негативным фактором с точки зрения активизации процесса сдвига. При затоплении рудника присутствие гидрослюд и монтмориллонита в массиве приведет к катастрофическим последствиям.

Характерным признаком минералов монтмориллонита и гидрослюд является переменное содержание в них воды, сильно изменяющееся в зависимости от влажности окружающей среды – из-за особенности строения кристаллической решетки монтмориллонит и гидрослюды характеризуются чрезвычайно высокой гидрофильностью. Обводнённые глинистые породы, содержащие монтмориллонит и гидрослюды при внешнем механическом воздействии (техногенном – например, работа механизмов, природном – например, современная геодинамическая активность) легко разжижаются, а затем, после прекращения этого воздействия, быстро восстанавливают прочность, т.е. они подвержены проявлению тиксотропии. Это вызовет активизацию процесса сдвижения, что на урбанизированной территории неминуемо приведет к катастрофическим последствиям.

### **ОХРАНА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОСЕЛКА АЛЕКСАНДРОВСКИЙ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

*О. Д. Желтышева, С. В. Усанов, В. П. Драсков*, Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Рассматривается комплекс мер охраны зданий и сооружений поселка Александровский, попадающего в прямую подработку от подземных горных работ, выполняемых на участке рудного тела №6 Узельгинского месторождения.

Данное месторождение располагается в Челябинской области. Обособленное от других рудное тело № 6 залегает в границах территории поселка Александровский в болотистой пойме реки Узельга. В ожидаемые границы мульды сдвижения и зоны опасных деформаций от отработки рудного тела попадают гражданские, промышленные и природные объекты. Кроме того, разработка данного рудного тела осложняется тем, что непосредственно на кровле рудной залежи располагается подошва закарстованных обводненных известняков.

Для охраны объектов поселка разработан комплекс мер охраны, включающий профилактические, горно-технические, строительные и конструктивные, комплексные меры, меры по устранению вредного сейсмического воздействия взрывов на объекты и меры от затопления рудника.

Основой профилактических мероприятий служит карта прогноза ожидаемого развития процесса сдвижения и деформаций земной поверхности. В качестве заблаговременных профилактических мер необходимо отметить разработку проекта комплексной наблюдательной станции для мониторинга процесса сдвижения земной поверхности и деформаций зданий и сооружений.

Горно-технические меры предполагают полную закладку выработанного пространства твердеющими смесями, соблюдение сроков закладки камер и обоснованных параметров горных работ, при которых свод очистных выработок будет оставаться в устойчивом состоянии.

Необходимо отметить специальные мероприятия, выполнение которых предусмотрено в экстренных случаях. В частности, в случае вскрытия камерами большого карста в налегающем массиве – немедленно отстроить на поверхности зону воронкообразования по соответствующим углам от границ карстовой полости. Здания и сооружения, попадающие в эту зону, прекратить эксплуатировать. Организовать ежедневные инструментальные наблюдения за поверхностью на участке за границами возможной зоны обрушения. Оборудовать глубинные реперы для контроля развития купола обрушения.

Таким образом, комплексный подход к охране подрабатываемых зданий и сооружений позволяет произвести отработку рудного тела в сложных горно-геологических условиях, обеспечивая при этом безопасную эксплуатацию объектов.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ СДВИЖЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ТОЧЕК ПОДРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА**

*Свирко С.В., Быкадорова А.И., Ренева А.А., Сибирский институт геотехнических исследований (ООО «СИГИ»), Кемеровская обл., г. Прокопьевск.*

Изучение геомеханических процессов, связанных с нарушением равновесия массива горных пород и сдвижением земной поверхности под влиянием горных работ, имеет продолжительную историю и обширную географию. Этой проблеме посвящены исследования многих поколений горных инженеров, теоретиков и практиков различных стран.

Несмотря на многолетние инструментальные и теоретические исследования, физическое и математическое моделирование процессов подработки горного массива и земной поверхности многие вопросы динамики их сдвижений и деформаций остаются не до конца исследованными. Методики предрасчета и прогноза ожидаемых сдвижений и деформаций подрабатываемой земной поверхности, заложенные в нормативные документы по промышленной и экологической безопасности недропользования и в правила охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ, основаны на усредненных типовых распределениях деформаций, отражающих закончившийся процесс сдвижений при проведении горных выработок. Динамика сдвижений и деформаций при формировании мульды сдвижения не учитывается.

Из публикаций за последние 15 лет в области геомеханики подрабатываемых горных массивов можно выделить работы по динамическим процессам, сопровождающим активную стадию сдвижений подрабатываемой земной поверхности в условиях Донбасса [1, 2] и Кузбасса [3, 4]. В указанных работах рассматриваются закономерности формирования профиля динамической мульды сдвижений в зависимости от подвигания очистного забоя лавы. Закономерности сдвижений отдельных точек земной поверхности в этом профиле не рассматриваются, что является, на наш взгляд, важным вопросом динамики сдвижений, поскольку характер и величина сдвижений этих точек зависит от их положения в мульде.

В данной статье авторами рассматриваются следующие вопросы:

- закономерности вертикальных и горизонтальных сдвижений отдельных точек подрабатываемой земной поверхности в направлении подвигания очистного забоя одиночной лавы от разрезной печи до демонтажной камеры. Выделены четыре зоны с характерными проявлениями сдвижений в них точек земной поверхности. Установлены эмпирические формулы для определения величины этих зон;

- закономерности оседаний и горизонтальных сдвижений точек земной поверхности в поперечном сечении лавы при прохождении под ними очистного забоя. В данном направлении также выделяются характерные зоны.

Установленные закономерности дадут возможность разработки методики прогноза ожидаемых динамических сдвижений и деформаций любой точки подрабатываемой поверхности в зоне влияния горных работ отдельной лавы в зависимости от положения очистного забоя относительно разрезной печи и созданию пространственных моделей процесса сдвижения.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ОТВАЛОВ И КАРЬЕРОВ**

*Постоев Г.П., Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва*

При исследовании причин развития оползневых деформаций на склонах и откосах важное место занимает проблема предотвращения образования глубоких оползней с активизацией разрушительных смещений.

В ИГЭ РАН разработаны критерии формирования предельного состояния в оползнеопасном грунтовом массиве, предложена методика расчета предельного состояния и оценки устойчивости склонов и откосов (Постоев Г.П., 2013). Рассматривается состояние коренного грунтового массива (или ступени отвала, борта карьера), на которое сказывается влияние склона. Грунтовой массив находится в объемном напряженном состоянии по схеме сжатия. От действия вертикальной нагрузки в массиве с горизонтальной дневной поверхностью на соответствующем горизонте глубиной  $Z_a$  со структурной прочностью  $\sigma_{str}$  грунта возникают вертикальные наибольшие главные напряжения  $\sigma_1$  и горизонтальные напряжения  $\sigma_2 = \sigma_3$  (распора, напора), при  $\sigma_1 > \sigma_{str}$ . Исходное состояние грунта на рассматриваемом горизонте удовлетворяет критерию прочности Кулона-Мора, который с учётом структурной прочности выглядит следующим образом:

$$\frac{\sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_{str}} = \tan^2(45 - \varphi / 2)$$

, где  $\varphi$  - угол внутреннего трения.

Любое силовое возмущение в массиве имеет локальный характер с ограниченной зоной воздействия на исходный грунтовой массив. При этом по границам зоны силового возмущения на рассматриваемом горизонте возникает взаимодействие горизонтального давления  $\sigma_{za}$  (распора от наибольшего вертикального давления  $\sigma_{1a}$ ), ориентированного в направлении силового возмущения, и мобилизованного пассивного горизонтального давления  $\sigma_{3p}$  (отпора).

Для условий плоской задачи (протяжённые уступы с кривизной изгиба бровки, близкой к нулю) уравнение предельного состояния с возможным развитием оползневых деформаций на  $i$ -ом горизонте исследуемого массива склона (откоса) имеет вид:

$$\gamma_i Z_{ai} - \sigma_{str,i} = \frac{\pi}{2} \gamma_i Z_{p,cr}$$

где  $\gamma_i$  – средний удельный вес грунтов, залегающих над  $i$ -м горизонтом в оползнеопасном коренном массиве;  $Z_{a,i}$  – глубина до  $i$ -го горизонта

в коренном массиве,  $\sigma_{1a,i} = \gamma_i Z_{a,i}$ ;  $\sigma_{str,i}$  - структурная прочность грунта  $i$ -го горизонта коренного массива;  $Z_{p,cr}$  - критическая (расчётная) глубина до потенциально деформирующегося  $i$ -го горизонта в массиве склоновых отложений, пригружающих исследуемую часть массива;  $a$  и  $p$  – индексы, характеризующие соответственно зоны формирования активного и относительно пассивного горизонтальных давлений на  $i$ -ом горизонте.

Результаты теоретических расчетов по представленному выше уравнению проверены на большом количестве реальных событий с проявлениями предельного состояния оползнеопасных коренных грунтовых массивов и последующим развитием в них массивных оползневых блоков.

В общем виде уравнение предельного состояния на потенциально деформирующемся горизонте глубиной  $Z_a$  в локальном очаге шириной  $B$  выглядит следующим образом:

$$\sigma_{1a} - \sigma_{str} = \frac{\pi - \beta}{1 - \sin \beta} \sigma_{1p} \frac{1 + \frac{1}{R}}{1 - \frac{1}{R}},$$

где : R – радиус изгиба бровки очага, в котором оценивается состояние массива ( $R = B/2$ );  $\beta$  – угол между осью очага и радиусом, направленном на рассматриваемое сечение массива (уступа) в очаге.

Коэффициент устойчивости уступа (K), обуславливающий степень близости фактического состояния исследуемого массива (с возможным деформированием i-го горизонта) с предельным состоянием, определяется по выражению:

$$K = \sigma_{1pit} / \sigma_{1pcr}$$

где  $\sigma_{1pit}$  – фактическое значение вертикального давления отложений откоса и нижней площадки (пригрузка), примыкающих к исследуемому коренному массиву (уступу),  $\sigma_{1pit} = \gamma_i Z_{pi}$ ;  $\sigma_{1pcr}$  – критическое (расчётное) значение вертикального давления на деформирующийся горизонт от веса склоновых отложений, примыкающих к исследуемому массиву, для которого определяется оценка устойчивости.

Согласно расчётам по представленному уравнению равновесия для локального очага устойчивость коренного оползнеопасного массива (например, уступа отвала) в пределах контура очага возрастает в 1.5 – 1.8 раз (по сравнению с уступом до образования очага), активизируя внутренние защитные ресурсы откоса отвала.

Технические решения путём создания искусственной врезающей в массив уступа выемки, подобно эрозионному врезу, оврагу, позволяют, за счёт изменения конфигурации уступов отвала, образовать искусственные локальные очаги (вместо протяженных фронтальных откосов уступов), достигая при этом изменения напряжённо-деформированного состояния и соответственно снижения активного давления массива уступа на его откос (т.е. уменьшение сдвигающих сил), по приведённому выше уравнению равновесия, повышения сил сопротивления в основании откоса и дренирования бортов вреза, в частности, уменьшения негативного влияния подземных вод (снижения гидростатического и гидродинамического давлений).

Следует отметить, что в бортах локальных очагов изменяются пути фильтрации подземных вод от исходного направления к подножью откоса отвала (с проявлением гидродинамического давления, повышающего оползневое давление в обводнённых частях массива), к направлению дренирования подземных вод в тальвег образованного очага. При этом повышается устойчивость бортов и в целом уступа.

УДК 622.831

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОБДЕЛОК ИЗ НАБРЫЗГ-БЕТОНА В УСЛОВИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

*М.О. Лебедев, Е.Г. Егоров*

При строительстве метрополитенов наряду с основными подземными сооружениями, проходка которых осуществляется с применением различной механизированной техники, строится большое количество вспомогательных выработок. Как правило, при их строительстве используется большой объем ручного труда при разработке забоя и возведении крепей и обделок.

Одной из эффективных конструкций обделки при строительстве Санкт-Петербургского метрополитена, является применение набрызг-бетона при строительстве вспомогательных выработок. Его применение, при отработке технологии строительства и массовом внедрении, может значительно снизить трудозатраты по возведению обделки, уменьшить сроки сооружения выработок, а также получить существенный экономический эффект за счет снижения затрат труда и материалов.

Не менее важным результатом внедрения набрызг-бетонных конструкций является снижение деформаций поверхности Земли.

Первыми опытными конструкциями обделок из набрызг-бетона при строительстве в плотных протерозойских глинах, были внедрены при строительстве трех опытных выработок в 1975, 1978 и 1985 годах.

Анализ технико-экономических показателей конструкции набрызг-бетонной обделки показал, что стоимость обделок из набрызг-бетона, по сравнению с обделкой из монолитного бетона, составляла по трем выработкам 27...32% , а по сравнению с обделкой из железобетонных тюбингов – 49%.

Первые опыты применения набрызг-бетона в слабых породах позволили сделать вывод, что надежность и долговечность тоннельных обделок из набрызг-бетона определяются не только оптимально подобранной рецептурой состава, свойствами материалов исходной смеси, рациональным конструктивным решением обделки, но и во многом зависят от качественного исполнения работ на любом этапе технологического процесса.

Несмотря на полученный положительный опыт использования набрызг-бетона, следовательно опытное применение данная конструкция получила только в 2007 году при сооружении одной из эвакуационных сбоек Фрунзенского радиуса СПб метрополитена. Экономический эффект составил 11,6% по сравнению с обделкой из монолитного бетона. На основании проведенного геотехнического мониторинга были разработаны рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии и конструкции обделок из набрызг-бетона.

Развитие в применении набрызг-бетонных обделок было получено в 2012 – 2014 годах при строительстве вентиляционно-эвакуационных сбоек №1 и №2 на глубине 60 метров. Конструкция обделки была разработана институтом «ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс».

Принципиальным отличием от ранее возведенных конструкций является форма по-перечного сечения и использование фиберглассовых анкеров опережающего крепления лба забоя, предназначенных для косвенного армирования массива.

В процессе проходки сбоек осуществлялся геотехнический мониторинг, в составе которого решалась задача по определению напряженно-деформированного состояния (НДС) обделки. При возведении обделки в шести узлах по ее периметру на внешнем и внутреннем контурах были установлены струнные деформометры ТБ-200.

УДК 550.34

### **ПРОБЛЕМА НАВЕДЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ КОРКИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

*Ведерников А.С., Григорьев Д.В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

Угольный разрез «Коркинский» является крупнейшим разрезом в угольной промышленности, производя огромные объемы добычи в слоистых горно-геологических условиях. При производстве настолько масштабных горных работ возникли серьезные

проблемы в обеспечении безопасности как самих горных работ непосредственно в разрезе, так и объектов промышленной и социальной инфра-структуры, создаваемой на земной поверхности на территориях, прилегающих непосредственно к бортам разреза.

В связи с запланированной ликвидацией разреза в ближайшем будущем путем естественного затопления ранее разгруженная часть земной коры вновь будет нагружаться, что может привести к возникновению локальных сейсмических событий. Усиление сейсмичности, происходящее в результате инженерной деятельности человека, называется наведенной сейсмичностью.

Впервые связь вынужденной сейсмичности с заполнением водохранилища наблюдалась в районе озера Марафон (Греция), спустя два года после начала заполнения водохранилища, когда в нем был достигнут максимальный уровень воды. Другое проявление наблюдалось в США после постройки плотины Гувера, образовавшей озеро Мид. Первый толчок был зарегистрирован спустя год после начала заполнения водохранилища, максимальное землетрясение имело магнитуду 5,0. В течение 10 лет после постройки плотины и заполнения водохранилища было зарегистрировано около 6000 локальных толчков. Знаковым событием, давшим импульс изучению наведенной сейсмичности, стало землетрясение 1967 г. в районе плотины Койна (Индия), унесшее 177 человеческих жизней. Магнитуда этого землетрясения составила 6,4.

В последующие годы в окрестностях целого ряда высотных плотин были установлены сейсмические сети, что позволило получить большой объем экспериментальных материалов и изучить основные закономерности возникновения наведенных землетрясений в районах глубоких водохранилищ [1]. Результаты показали, что искусственные воздействия оказывают существенное влияние на умеренную и слабую сейсмичность в районе водохранилища.

По мнению многих исследователей, из геологических условий для появления вызванной сейсмичности необходимо наличие разломов, накопление напряжений, превышающих геостатическое давление, неоднородных по величине и направлению и вызываемых тектоническими деформациями еще до создания водохранилища.

### **КРЕПЛЕНИЕ УЗКИХ ЛЕНТОЧНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ НАЛИЧИИ СУБВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРЕЩИН**

*Крилицын Р.В., Худяков С.В.,* Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург

На шахте Магnezитовая ОАО «Комбинат Магnezит» запасы магнезита обрабатываются камерной системой с узкими ленточными целиками слоями в восходящем порядке с применением сухой закладки выработанного пространства. При отработке, были выявлены трещины субвертикального направления, имеющие протяженность десятки метров. Трещины были обнаружены в большинстве целиков, причем раскрытие трещин в отдельных целиках достигало 3-5мм.

Лабораторией геодинамики и горного давления ИГД УрО РАН были проведены расчеты по повышению устойчивости целиков с субвертикальными трещинами с помощью установок анкеров и выявлено необходимое их количество. Рассмотрены варианты выхода трещины на стенку целика выше его основания (подшвы) и вариант пересечения трещиной этого основания. Всего было просчитано 96 вариантов устойчивости субвертикальных трещин от статических нагрузок при их укреплении только анкерами и в комбинации анкерования с инъектированием.

При величине раскрытия до 3 мм резко возрастает требуемая плотность установок анкеров из-за падения сцепления по трещине более, чем в 2 раза.

УДК 622.271.45

**УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ОТВАЛОВ НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ**

*А.А. Агафонов, ООО «СГП-недра»*

*Т.В. Поршнева, КузГТУ*

1. Актуальность проблемы управления устойчивостью отвалов, обеспечение устойчивости откосов отвалов на слабых основаниях в Кузбассе

2. Анализ отвалообразования на карьерах Кузбасса

1.1 Основные виды деформаций

1.2 Современные тенденции управления устойчивостью отвалов

3. Оперативное управление устойчивостью отвалов при проектировании, перспективном планировании отвальных работ в системе Surpac (Surpac представляет собой мощный трехмерный графический редактор, позволяющий в наглядном виде в реальном трехмерном пространстве отображать результаты расчетов и проектирования)

1.а. Создание блочной модели в системе Surpac, охватывающей интересующую зону размещения отвалов

1.б. Районирование поверхности по физико-механическим свойствам основания (в модели создается поле, в ячейки которого и будут записываться результаты лабораторных исследований)

1.с. Построение карт поверхности с учетом инженерно-геологических изысканий по свойствам упругости, по мощности наносов, по влажности и выделение зон наиболее и наименее благоприятных условий основания для отсыпаемого отвала

1.д. Синхронизация полученных данных, т.е. объединение и выявление наиболее устойчивых участков поверхности

1.е. Построение карты свойств основания отвала от высоты проектируемого отвала

1.ф. Создание 3d модель отвала по полученным рекомендованным данным, учитывая совокупное воздействие максимального количества факторов на устойчивость отвалов.

1.г. Оценка проектных решений по вееру сечений по результирующему углу отвала и по элементам отвала

1.х. Построение карты коэффициента запаса устойчивости по полученным расчетным данным. Распределение коэффициента запаса устойчивости в плане и по высоте.

1.и. Результат полученных данных позволяет визуализировать слабые участки с пониженными коэффициентами, учитывать это при распределении отвальной массы. Регулировать складирование отвальной массы в зависимости как от интенсивности ведения отвальных работ так и от состава отвальной массы.

4. Данная задача дает возможность в результате обработки физико-механических свойств пород основания отвала, мощности, влажности, динамических нагрузок и т.д. создать наиболее оптимальную, с точки зрения устойчивости, геомеханическую модель проектируемых отвалов, повышает надежность полученных расчетов устойчивости.

УДК 622.83.

### **УПРАВЛЕНИЕ РАЗМЕРАМИ КУСКА ВЗОРВАННОЙ МАССЫ КОМПЛЕКСОМ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ**

*Сашурин А.Д.*, зав. отделом геомеханики, д-р техн. наук, проф. ИГД УрО РАН  
*Усанов С.В.*, зав. лабораторией сдвига горных пород, к-т техн. наук, ИГД УрО РАН

*Артемьев Э.П.*, научный сотрудник, к-т техн. наук, ИГД УрО РАН

*Бермухамбетов В.А.*, директор департамента геомеханики, к-т техн. наук, НИИЦ ERG, Казахстан

Всем известно влияние напряженно-деформированного состояния горного массива на его деформационное поведение. Но решением устойчивости бортов карьеров, земной поверхности и других геомеханических задач, связанных с безопасностью горных работ не ограничивается спектр практического использования данных о напряженном состоянии. Одной из перспектив использования поля напряжений является получение заданного параметра куска разрушенной горной массы.

Первым этапом необходимо выполнить селекцию тела полезного ископаемого по параметрам напряженного состояния, для определения характера зажатости горной массы, установить взаимосвязь между размерами получаемого куска с напряженным состоянием. Вторым этапом следует перейти к поиску технологических решений, которые позволят на участках с крупными размерами кусков раздробленной массы увеличить дробление, а с мелким куском – снизить степень дробления. Таких результатов можно добиться, прежде всего, оперируя такими параметрами БВР, как поскважинное взрывание, интервалы замедления, отрезные щели и другие, которые повышают качество дробления и снижают деформаций законтурного массива.

Комплексная технология селекции горного массива по напряженно-деформированному состоянию и применение специальных параметров БВР для получения заданного размера куска взорванной горной массы особо эффективно на месторождениях угля, где важное экономическое значение имеет сезонное увеличение добычи коммунально-бытового угля, а также на карьерах, где применяется циклично-поточные технологии, для удовлетворения качества сырья для дробилок.

УДК 622

*С.В. Корнилков* профессор, д.т.н., директор, [kornilkov@igduran.ru](mailto:kornilkov@igduran.ru)

*А.В. Глебов* к.т.н., заместитель директора по научным вопросам, [glebov@igduran.ru](mailto:glebov@igduran.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук.

*А.В. Бухмастов* к.т.н., директор НП «Союз машиностроительных предприятий Свердловской области», [mashsouz\\_so@mail.ru](mailto:mashsouz_so@mail.ru)

### **О ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ И ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

Горно-металлургическая отрасль экономики России по-прежнему остается экспортно-ориентированной. Экспортируя сырье и продукцию низких технологических

перedelов, предприятия активно импортируют наукоемкую продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Предприятия горно-металлургического комплекса являются одними из крупнейших потребителей продукции машиностроения, в первую очередь тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения.

Импортозамещение горнотранспортной техники на открытых горных работах должно основываться на научно-техническом потенциале с использованием инновационной техники и современных ресурсо- и энергосберегающих технологий. Максимальное использование имеющихся производственных мощностей на основе их существенной модернизации и перепрофилирования с учетом обновления и расширения номенклатуры выпускаемой продукции, а также кооперационных внутри- и межрегиональных связей позволит сориентировать предприятия на расширение использования местных ресурсов и других естественных конкурентных преимуществ УрФО.

Для обеспечения импортозамещения в первую очередь необходимо:

- разработать законодательные и экономические механизмы ориентации металлургической и машиностроительной отрасли на внутреннего потребителя, включая модернизацию производства для повышения конкурентоспособности на внутреннем рынке, а также программы кредитования малого и среднего бизнеса для налаживания выпуска горного оборудования и запасных частей (узлов) к нему, тем самым расширяя внутренний рынок потребления металла.

- снизить налогооблагаемую базу для предприятий, использующих результаты реального внедрения интеллектуальной собственности, как минимум на величину затрат на НИР и ОКР и на внедрение инновационных технологий;

- разработать механизмы сокращения сроков закупок (от принятия решения до оплаты контракта) и внесение соответствующих изменений в действующее законодательство о закупках и об антикоррупционной деятельности;

- предусмотреть для научно-исследовательских и проектных организаций льготное налогообложение (снижение ставки налога на прибыль на 30%, освобождение от уплаты НДС) по работам, выполненным для горнодобывающих предприятий (НИОКР, НИР, технологические регламенты, проекты) при условии, что в этих работах регламентируется для данного предприятия использование передовых отечественных технологий, машин, оборудования и программного обеспечения;

- вменить в обязанность добывающим организациям, использующим меры государственной поддержки, обязательное финансирование предпроектных НИР, НИОКР, технологических регламентов, программного обеспечения по разработке, выбору и обоснованию прогрессивных технологий, основанных на применении отечественного оборудования, в объемах не менее 25% от стоимости проектных работ.

- разработать программу замещения импортного горного оборудования отечественным в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периоде с учетом возможностей и перспектив развития машиностроительной промышленности РФ и УрФО;

- институтам, ведущим исследования в области горного дела, разработать нормативно-методическую и регламентирующую документацию для проектирования разработки и освоения различных типов месторождений полезных ископаемых с учетом мирового и передового отечественного уровня развития технологий добычи и горной техники.

## СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПРИВЕТСТВИЯ . . . . .	3
ПРОГРАММА МЕРОПРИЯТИЙ . . . . .	7
ПОЛОЖЕНИЕ о награждении дипломами участников выставки «Горное дело: Технологии. Оборудование. Спецтехника – 2015» . . . . .	10
<b>УЧАСТНИКИ ВЫСТАВКИ</b>	
Deswik Российский офис компании . . . . .	12
Potters Ballotini Ltd . . . . .	12
SPECTRO Technical Services . . . . .	13
LINN High Therm. . . . .	13
Вентшахтпроект, ООО . . . . .	14
ВЗРЫВНИКИ УРАЛА Некоммерческое партнерство . . . . .	14
ГЕОТЕК НПП, ООО . . . . .	15
Горнопромышленная ассоциация Урала, НП . . . . .	15
ГосНИИ «Кристалл», АО . . . . .	17
ДРОБсервис, ООО . . . . .	17
ЗАВОД ПИРС, ОАО . . . . .	18
Институт горного дела УрО РАН . . . . .	19
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки . . . . .	19
Институт металлургии УрО РАН . . . . .	20
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки . . . . .	20
Калиновский химический завод, ОАО . . . . .	21
КАРЬЕРЫ ЕВРАЗИИ Ассоциация . . . . .	21
Компания Уралгеоком, ООО . . . . .	23
КОРАЛАЙНА ИНЖИНИРИНГ СЕТСО . . . . .	23
КОРРУС-Техникс, ЗАО . . . . .	23
НАВГЕОКОМ, ООО . . . . .	24
Научно-Технический Центр – Геотехнология ООО . . . . .	25
Омский завод транспортного машиностроения, АО . . . . .	25
Опытное Производство «Технологии Контроля», ООО . . . . .	26
Оутотек Санкт-Петербург, ЗАО . . . . .	26
Плазмапак, ООО . . . . .	27
Политехника НПФ . . . . .	28

Производственное объединение «Уральские технологии» . . . . .	28
Промэкс, ООО . . . . .	29
Решетилов и Ко Торговая компания, ООО . . . . .	29
РобутСтарк ООО . . . . .	30
Рудпром, ООО . . . . .	31
Русьсепаратор, ООО . . . . .	31
Синерго Софт Системс, ООО . . . . .	32
СК-Полимеры, ООО . . . . .	32
Смелянский электромеханический завод НПП, ПАО . . . . .	33
Спецтехника, ООО . . . . .	33
СПК-Стык, ООО . . . . .	34
СТАРКО, ООО . . . . .	35
Стройдормаш, АО . . . . .	35
ТГМ-Групп, ООО . . . . .	36
Термо Техно, ООО . . . . .	37
Транстехмаш-Восток Торговый дом, ООО . . . . .	37
УралБурГео ПКФ, ООО . . . . .	38
УралТИСИЗ, ЗАО . . . . .	38
Уральская Горно-Техническая Компания, ООО . . . . .	39
Уральский государственный горный университет . . . . .	40
ФАЛАР Машиностроительный завод, ООО . . . . .	41
ХОЛДИНГ ДСП, ООО . . . . .	41
Энергомаш, ООО . . . . .	41

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА**

Buildernet.ru, информационный портал о спецтехнике . . . . .	42
MATRIX Промышленная информационная система . . . . .	43
MORETRUCK Информационный портал о спецтехнике и коммерческом транспорте . . . . .	43
Rational Enterprise Management . . . . .	43
TruckMix.ru . . . . .	44
Автосила. Спецтехника Сибири, журнал . . . . .	44
Вебпрораб ООО . . . . .	45
Вестснаб, журнал . . . . .	45
Глобус: геология и бизнес, информационный журнал . . . . .	46
Горная Промышленность, журнал . . . . .	46
ГОРНОЕ-ДЕЛО, информационно-аналитический портал . . . . .	47
Два Кей ТОО . . . . .	47
Добывающая промышленность, журнал . . . . .	48
Журнал «Инженерная защита» ООО . . . . .	49
Издательский дом «Вестник промышленности» ООО . . . . .	49

Издательский дом «Предприниматель» ООО . . . . .	50
Издательский дом «Реклама» ЗАО . . . . .	50
Издательский Дом «СТ-Принт» ООО . . . . .	51
Издательство «Инженер и промышленник» ООО . . . . .	51
Институт промышленной информации ООО . . . . .	52
журналы «Индустрия» и «ГПП» . . . . .	52
Казахстанский горнопромышленный портал MINING.KZ . . . . .	52
Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, журнал . . . . .	53
Недропользование в России, бюллетень . . . . .	54
Промышленный вестник, журнал . . . . .	54
Промышленный вестник . . . . .	55
Рациональное освоение недр . . . . .	55
Научно-технический и методический журнал . . . . .	55
Редакция журнала «Уголь» ООО . . . . .	56
Рециклинг отходов, журнал . . . . .	56
Сибирское металлоснабжение, журнал . . . . .	57
Экология и промышленность России, журнал . . . . .	57
Экологический вестник России, журнал . . . . .	58



Верстка А. В. Столяров

Подписано в печать 30.11.2015. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. ?,?. Тираж ??? экз. Заказ № ????.

**Издательство АМБ**

620100, г. Екатеринбург,  
Сибирский тракт, 12, строение 2, офис 410  
Тел.: (343) 311-30-91

**Отпечатано в Типографии АМБ**

620144, г. Екатеринбург, ул. Щорса, 7.

## КОМПЛЕКСНОЕ СНАБЖЕНИЕ:

- ЗАПЧАСТИ для импортного ДСО
- МАСЛА и СМАЗКИ
- ЗАПЧАСТИ для импортной СПЕЦТЕХНИКИ
- БРОНИ для ДРОБИЛОК
- ПОДШИПНИКИ импортные и отечественные
- АВТОБАКИ для ЛЮБОЙ ТЕХНИКИ
- Широкий ассортимент, короткие сроки поставки

# ТРАНСПОРТЕРЫ РОССИИ

комплексное обслуживание конвейерного оборудования



- МЕХАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ FLEXCO, MATO
- СОЕДИНЕНИЯ MLT (super-screw, MS)
- КЛЕЕВЫЕ СОСТАВЫ TRS International
- УКРЫТИЯ ДЛЯ КОНВЕЙЕРОВ
- КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛЕНТЫ
- БРОНИ ДЛЯ ДРОБИЛОК

000 "TRC" +7 (812) 716 93 93  
[WWW.TRS-RUSSIA.RU](http://WWW.TRS-RUSSIA.RU) [WWW.SUPER-SCREW.RU](http://WWW.SUPER-SCREW.RU)