

ҚР ҰҒА-ның Хабарлары. Геологиялық сериясы. Известия НАН РК.  
Серия геологическая. 2011. № 1. С. 68–85

Академик НАН РК РАКИШЕВ Б.Р.

## ГОРНОЕ ДЕЛО

### 1. Анализ современного состояния и тенденций развития мировой и отечественной горной науки

**1.1. Обзор и анализ современного состояния фундаментальной горной науки зарубежом.** Крупнейшие мировые научные горные школы сосредоточены преимущественно в Германии, Франции, США, странах СНГ, Канаде, Китае, Польше, Австралии, Турции, Индии. Именно в этих странах формируется мировой научно-технический потенциал в области горного дела. Среди указанных стран лидирующее положение занимают горные научные школы США (Colorado School of Mines, New Mexico Institute of Mining and Technology), Канады (School of Mining & PetroLeum Engineering), Франции (Парижская горная школа).

В странах СНГ активно функционируют около 30 крупных научных горных школ, где научно-практические исследования ведутся на мировом уровне. Это научно-исследовательские институты РАН, национальных академий наук Украины, Узбекистана и Киргизстана и учебные заведения этих стран горного профиля.

Анализ опубликованных работ этих учреждений показывает, что тенденция развития научных исследований характеризуется следующим.

**1. В области разрушения горных пород – развитие теории разрушения массивов горных пород на базе новых подходов, учитывающих явление предразрушения при увеличении масштаба действия взрыва, влияние на структуру горного массива, новые виды взрывчатых материалов и способы регистрации параметров взрыва в зарядах различных конструкций, получение разнообразных форм практической реализации в горнодобывающей практике.**

Разработка физической модели управления процессом формирования импульса взрыва заряда заданной формы в зависимости от требований горных технологий, что послужит основой для поиска и обоснования новых подходов в совершенствовании БВР на открытых горных работах.

**В области геомеханики – создание метода предварительного прогноза газодинамических явлений в угольных пластах – метода микроструктурного и динамического выявления опасности газодинамических явлений, который применим на стадии ведения геологоразведочных работ. Используя керновый материал, с помощью этого метода можно дать заключение о важности газового фактора, а именно абсорбированного в наноструктурах метана, в разрушении угля.**

Обоснование целесообразности применения различных методов прогноза геомеханических процессов в зависимости от стадии освоения месторождения. На первой стадии освоения, когда еще не начинались горные работы, следует использовать методы математического моделирования. На следующей стадии освоения, когда только начались горные работы, рекомендуется пользоваться методом частотных кратковременных наблюдений.

Рассмотрение различных видов преобразования среды и расположенных в ней природных и искусственных объектов в результате техногенной деятельности. Установление источников влияния техногенной деятельности при освоении месторождений полезных ископаемых необходимо осуществлять исходя из возможных видов воздействий на недра с учетом возникающих при этом последствий. Целесообразно выделить следующие типы изменений в недрах: гидрогеологический, геомеханический, геологический, экологический, геохимический, радиационный, геофизический, геотермический и комплексный.

Наиболее эффективными и недорогими методами снижения, а во многих случаях и предотвращения негативных последствий при освоении недр, являются технологические методы управления геомеханическими процессами, прошедшие широкую апробацию. Основным назначением этих методов является приведение во взаимное соответствие технологических параметров освоения недр и геомеханического состояния толщи горных пород, при котором обеспечивает-

ся максимальная эффективность и безопасность горных работ, минимальное воздействие на окружающую среду, сохранность и нормальная эксплуатация объектов попадающих в зону влияния горных работ.

**В области теория проектирования освоения недр** создание принципов выбора параметров комбинированных физико-технических и физико-химических технологий добычи природного и техногенного сырья в зависимости от прогнозируемых технологических и экономических показателей комплексного освоения рудных месторождений.

Создание математических моделей реализации геотехнологической стратегии освоения рудных месторождений комбинированным физико-техническим и физико-химическим способом в различных горно-геологических, горнотехнических и внешних макроэкономических условиях.

Ядром системы управления недрами горнодобывающего предприятия должен стать автоматизированный кадастр месторождений сырьевой базы компании, функциями которого являются оценка перспектив развития минерально-сырьевой базы компании и эффективности геологоразведочных работ; повышение экономической эффективности разработки месторождений полезных ископаемых.

**В области горной экологии** выявление видов ущерба, наносимого недрам и их собственникам при освоении георесурсов. Они весьма многообразны и могут иметь прямой, косвенный и опосредованный характер, выражаться в потерях полезного ископаемого, ухудшении их качества и усложнении освоения георесурсов. Негативные последствия, причиненные недрам, потери георесурсов (предохранительные целики, междукамерные и охранные целики, эксплуатационные потери); ухудшение качества георесурсов (разубоживание и засорение добываемого продукта, загрязнение); осложнение условий освоения георесурсов (выборочная добыча, возникновение гео- и газодинамических явлений, влияние водных объектов); комбинация видов негативных последствий.

Анализ случаев негативных последствий, причиненных недрам в результате техногенного воздействия, показывает, что наиболее часто негативные последствия носят комбинированный характер. Однако, практически во всех случаях, наибольшее беспокойство вызывает состояние

ресурсов питьевых вод, дефицит которых с каждым годом ощущается все больше и больше. Одновременно недостаточно обоснованное ведение горных работ вблизи водных объектов создает аварийные ситуации по их прорыву в горные выработки. Повышение безопасности ведения горных работ вблизи водных объектов обеспечивается путем уменьшения напора водяного столба и укрепления водозащитной толщи.

**В области геотехнологии** создание методологии конструирования новых геотехнологий, в основу которой должен быть заложен базовый принцип разработки месторождений твердых полезных ископаемых независимо от горно-геологических и горнотехнических условий их залегания, определяющий проведение предварительных работ на стадии подготовки запасов к очистной выемке с целью снижения негативных последствий, осложняющих факторов и создания благоприятных горнотехнических условий для использования высокопроизводительных систем разработки при выемке основных запасов. При этом проведение предварительных работ и очистная добыча основных запасов производятся в пределах месторождения (блока) последовательно.

Предварительное формирование благоприятной горнотехнической ситуации создает условия для применения высокопроизводительных систем разработки рудных тел различной конфигурации в любых горногеологических и горнотехнических условиях. При этом применение оборудования большой единичной мощности, поточной и поточно-циклической технологии является основой для масштабного применения автоматизации горного производства.

Таким образом, стратегия освоения недр как общий план развития горнодобывающей отрасли нацеливает на решение следующих задач:

- оценка состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы как основы поступательного развития экономики государства;

- создание мощных горнопромышленных и горно-металлургических комплексов, продукция которых в состоянии конкурировать на внутреннем и мировом рынках;

- научное обоснование стратегических решений с учетом региональных и государственных интересов с увязкой текущих и перспективных направлений развития горнопромышленного комплекса;

- осознание того факта, что ресурсы России отдельно взятого государства, хотя и являются неотъемлемой составляющей сырьевой базы планеты, в первую очередь, должны обеспечить нормальные социальные условия проживающим на его территории народам.

**В области полного и комплексного использования** минерального сырья усиливается роль технологических операций рудоподготовки на горном предприятии, которые включают в свой состав дезинтеграцию (дробление), разделение (сортировка, сепарация, селекция, сегрегация, грохочение), объединение (смешивание, усреднение).

Научную актуальность сохраняет развитие теоретических основ процессов рудоподготовки, их математическое описание и моделирование с широким привлечением современной вычислительной техники и компьютерных технологий.

Товарная продукция горного производства становится конкурентоспособной при снижении затрат на производство, повышении содержания основного компонента, снижении количества шлакообразующих окислов, выполнении нормативных требований всех полезных компонентов, извлекаемых из руд. Решение горных технологических проблем связывается с изучением процесса деформации внутренней структуры массива горных пород под воздействием взрывного разрушения. Базовыми направлениями исследований являются промышленный эксперимент по управлению развалом горных пород, математическое описание кинематики процесса и построение кинетической теории взрывного разрушения. Прикладная составляющая исследований должна быть направлена на совершенствование технологии внутризабойной селекции, повышение полноты и качества извлечения запасов, получение заданного грансостава взорванной горной массы, обеспечение требований техники безопасности, повышение производительности горно-транспортного оборудования.

Таким образом, изучение закономерностей и математическое моделирование физических процессов, разработка методов и операций контроля качества сырья в рудных потоках относятся к приоритетным в развитии теоретических основ управления качеством руды и рационального использования минеральных ресурсов.

Требуют своего развития:

теория вскрытия и систем разработки месторождений в разнообразных горно-геологических и природно-климатических условиях;

расчетные методы определения параметров горно-транспортного оборудования и принципы формирования на их основе рациональных комплексов для различных горно-технических условий;

теория обоснования размеров запасов по степени их подготовленности к отработке;

методика оптимизации глубины перехода с открытого способа к подземному при разработке крупных, уходящих на большую глубину месторождений;

теории формирования рабочей зоны и конструирования транспортных систем при открытой системе разработки месторождений;

методика обоснования технологических схем глубокого ввода железнодорожного транспорта и параметров технологических схем комбинированного транспорта с применением крутонаклонных конвейерных подъемников.

**В области геоинформации** получили распространение системы, включающие в себя такие разделы, как геологическое моделирование, оценка запасов, проектирование и планирование горных работ, календарное планирование и маркшейдерия. Имеется 5 лидирующих в мире компаний (Genicom, Maptek, Mintec, Surpac и Datamine).

**Системы управления производством.** Эта категория объединяет программы и оборудование, используемые для управления производством в реальном времени. Обычные направления использования: управление горным транспортом, экскаваторами, буровыми станками и т.п. Эти системы предлагаются небольшим количеством компаний, среди которых (в области открытых работ) имеется 4 лидера: Modular Mining Systems, Wenco, Tritronics и Aquila. Все большее значение приобретает связь этих компаний с производителями горного оборудования, такими как Komatsu и Caterpillar.

**Системы регистрации производства.** Существует большое разнообразие таких систем, которые ведут производственный учет в реальном времени и формируют разнообразные отчеты. За редким исключением горные компании

сами разрабатывают (и иногда продают) такие системы. В них очень мало общего, и часто они представляют собой смесь электронных таблиц и баз данных, разработанных местными программистами для нужд предприятия.

Сегодня на мировом рынке коммерческих компьютерных программ для горных предприятий работают десятки фирм, предлагающих более 1000 программных продуктов различного класса, предназначенных для автоматизации самых различных функций управления горным производством.

Геологоразведка и горная промышленность использует информационные технологии, чтобы объединять и эффективно использовать данные, получаемые из большого количества источников. Диапазон применения компьютеров в этих отраслях быстро расширяется, поскольку сейчас «традиционные» области применения компьютеров покрывают лишь маленькую часть реальных потребностей производства.

На мировом рынке программного обеспечения в настоящее время предлагается свыше 10 интегрированных систем (ИС), которые содержат примерно одинаковый стандартный набор функций: управление базами данных; интерактивная 3-мерная графика и картирование; статистическая и геостатистическая обработка информации; трехмерное каркасное и блочное моделирование геологических объектов и поверхностей; проектирование открытых и подземных горных работ; планирование развития рудников и календарное планирование; маркшейдерские расчеты.

В системах разных компаний обычно предлагаются многочисленные дополнения к стандартному набору, которые заметно расширяют возможности программного продукта. Большинство ИС работают с различными операционными системами (Windows, Unix и т.д.), на любых платформах, а также имеют интерфейсы для работы с практически любой периферией.

## **1.2. Обзор и анализ современного состояния отечественной горной науки.**

**В области геомеханики** особую значимость приобретают геофизические методы, сейсмометрии, геометризация структурных особенностей горных массивов в пределах горного отвода. Это повысит достоверность инженерных решений, позволит избежать ошибки, вызванные

несовершенством существующих методов и средств измерения первичных напряжений и деформаций.

Обращается внимание на масштабное применение метода многоволновой сейсмометрии, который специально приспособлен для изучения структуры массива в условиях действующего горного предприятия. Изучение структуры массива горных пород позволит привести в соответствие результаты измерений физико-механических характеристик их пространственному положению. Закономерности, которые здесь проявляются, послужат основой как для развития теоретических представлений, так и для инженерных расчетов, обеспечивающих устойчивость горных конструкций и сооружений, безопасность ведения горных работ, совершенствование технологических схем вскрытия и разработки месторождений.

При разработке месторождений твердых полезных ископаемых подземным способом создается система выработок (пустот) на большой площади, которые нарушают первичное поле напряжений в массиве горных пород. В этой связи возникает необходимость разработки комплекса мероприятий, обеспечивающих допустимые величины деформации пород подработанной толщи с целью повышения безопасности работ, охраны подземных и поверхностных сооружений при максимально возможной выемке полезного ископаемого. Он не ограничивается применением закладки выработанного пространства различными материалами или оставлением больших целиков полезного ископаемого. Главной частью мероприятий является расчет таких технологических параметров системы разработки, которые бы основывались на наиболее достоверных закономерностях процесса сдвижения подработанного массива и взаимодействия горных выработок с подработанным массивом. Необходимо также иметь методику расчета параметров зоны влияния горной выработки в подработанном массиве в зависимости от ее размеров и глубины заложения.

Методика нацелена на использование ранее полученных данных инstrumentальных измерений оседания глубинных радиоактивных реперов в скважинах, которая проводится до подхода забоя лавы в выработанном пространстве, с одно-

временными замерами сдвижения земной поверхности по реперам профильных линий, а также деформации выработок по контурным и глубинным реперам.

Эффективное прогнозирование и управление устойчивостью породного и закладочного массивов должно основываться на научных принципах, учитывающих закономерности формирования юны влияния горной выработки и системы горных выработок на породный массив. Управление процессом сдвижения и обеспечение устойчивости подработанной толщи горных пород и земной поверхности должно осуществляться путем выбора параметров системы отработки.

**На стыке двух научных направлений – технологии и геомеханики** – развиваются научные основы обеспечения устойчивости бортов карьеров, отвалов, подземных горных выработок. Плодотворной идеей здесь следует считать изучение геомеханического поля напряжений массива в районе интенсивного ведения горных работ. Сейсмометрические методы изучения внутренней структуры массива горных пород позволяют геометризовать в системе трех пространственных координат физико-механические характеристики пород и тем самым создают информационную основу для геомеханической модели месторождений, на базе которой инженерные решения по управлению горным давлением, предотвращению техногенных катастроф, устойчивости бортов карьеров приобретают большую надежность и значимость.

**Геотехнология.** Высокий рейтинг Казахстана на мировом рынке минерального сырья был достигнут за счет внедрения в производство высокопроизводительных горно-транспортных машин и новых технологий. Это – на открытых разработках станки шарошечного бурения, экскаваторы и транспортные средства большой единичной мощности, роторные экскаваторы и конвейерный транспорт, эффективные технологии буровзрывных, экскаваторных, усреднительных и отвальных работ. На подземных разработках – высокопроизводительное мобильное горное и транспортное оборудование, новые системы разработки с закладкой выработанного пространства.

Большой вклад в разработку и внедрение указанных технологий и технических средств внесли ученые Казахского и Карагандинского

политехнических институтов, Института горного дела АН РК, «ВНИЦветмета», Российской Федерации и работники производства.

Благодаря их усилиям по уровню механизации, автоматизации и культуры производства шахты Караганда, Жезказган, Лениногорска, Зыряновска, карьеры Коунрада, Сарбая, Соколовска, Карагату, разрезы Екибастуз стали флагманами горных предприятий СНГ и мира.

В настоящее время подземная добыча руд цветных и черных металлов в Казахстане ведется на горнодобывающих предприятиях акционерных компаний «Казахмыс», «Казцинк», «ССГПО», «Казхром», «Атасуруда», «Акбакайский ГОК». Значительные отличия в горно-геологических и горнотехнических условиях разрабатываемых этими компаниями месторождений обуславливают и широкое разнообразие применяемых технологий подземной добычи руды.

Освоение горнодобывающими предприятиями в процессах добычи руды мобильного и производительного самоходного оборудования, анкерного крепления неустойчивых пород кровли и бортов выработок в очистных и подготовительных забоях, крупномасштабного применения высокопроизводительной и сравнительно дешевой технологии закладки выработанного пространства гидравлическими и твердеющими смесями на основе природных песков и хвостов обогащения, использование дешевых простейших видов ВВ типа АС-ДТ в комплексе с автоматизированными зарядчиками шпуров и скважин придает применяемым технологиям добычи достаточно высокую производительность, эффективность и универсальность.

При потребности в увеличении размеров очистных забоев, обусловленной необходимостью обеспечения высокой производительности применяемого мощного технологического оборудования, на рудниках стали возникать осложнения с поддержанием в устойчивом состоянии обнажений рудного, породного и закладочного массивов. В процессе ведения горных работ стали обычными самопроизвольные обрушения руды, породы и закладки в объемах, достигающих нескольких сотен и тысяч м. По данным зарубежной печати на таких известных крупных предприятиях, как рудники района Маупт-Айза, объемы обрушений закладки во вторичных очистных камерах достигают 100-200 тысяч м<sup>3</sup>, приводя к ра-

зубоживанию добываемой руды до 20%, т. е. до уровня, характерного для систем разработки с массовым обрушением руды и вмещающих пород. Аналогичные примеры обрушений, правда, уступающие по абсолютным величинам вышеуказанным цифрам, стали характерными и для подобных технологий, применяемых на рудниках Казахстана.

Для ограничения отрицательных последствий примешивания к добываемой руде твердеющей цементосодержащей закладки почти на всех рудниках или обогатительных фабриках Казахстана были построены цеха предобогашения руды в тяжелых средах, предназначенные исключительно для удаления закладочного бетона. Такие установки были построены на Тишинском и Текелийском рудниках, где разубоживание руды закладочным бетоном при отработке вторичных камер достигало 15-20%. В настоящее время руды Малеевского полиметаллического месторождения после II стадии дробления на Зыряновской обогатительной фабрике также подвергаются предварительному обогащению в тяжелых суспензиях для удаления примеси закладочного бетона, обрушающегося из обнажений стенок вторичных очистных камер.

В настоящее время в мировой практике находит широкое применение использование хвостов обогащения для закладки выработанного пространства. Вместе с тем, содержащиеся в хвостах обогащения ряда отечественных фабрик (Орловская, Николаевская, Текелийская) колчеданные минералы в количестве до 40-80%, вынуждают весьма осторожно относиться к рекомендациям по использованию такого материала для закладки выработанного пространства.

Значительную проблему при отработке глубокозалегающих рудных залежей представляет обеспечение устойчивости горных выработок разнообразного назначения. Особенно остро эта проблема проявляется при отработке хромитовых руд Южно-Кемпирской группы месторождений.

Анализ состояния крепи откаточных выработок на шахте «Молодежная» АО ДонГОК показывает, что даже крепление двухслойной металлической арочной крепью СВП-22 и СВП-27 с шагом установки марок 0,3 м не обеспечивает устойчивости выработок на весь срок эксплуатации очистного блока. В связи с неоднократ-

ным перекреплением выработок резко снижается производительность очистных блоков, растут затраты на добычу руды. При этом удельный объем перекрепления на 1000 г добытой руды увеличился с 500-600 м до 800-900 м за последний период.

**Проведение горных выработок.** При проведении горных выработок в условиях проявления высокого горного давления, а также при развитии больших деформаций приконтурной зоны горных пород наиболее рационально применение поэтапного раскрытия проектного сечения выработки путем расширения выработки передового забоя уменьшенного сечения. В результате применения такой технологии будет иметь место реализация основной доли неизбежных смещений окружающего породного массива до выхода горной выработки на проектный контур и установки постоянной крепи. Неотъемлемой частью этой технологии является применение опережающей анкерной крепи в сочетании с податливой временной и менее податливой постоянной крепями.

**Крепление и поддержание горных выработок.** При больших смещениях горных пород на контуре выработки целесообразен переход на использование опережающей крепи глубокого заложения в виде цементируемых в скважинах глубиной до 15-20 м стальных канатов в сочетании с податливыми металлическими крепями с замкнутым круговым периметром, а также с набрызгбетонными оболочковыми крепями, возведенными из пластифицированных цементно-песчаных растворов, содержащих металлическую или стекловолоконную составляющую.

**Буровзрывные работы.** Перспективно использование на буровых работах высокопроизводительных гидроперфораторов на самоходном шасси, на взрывных работах простейших и эмульсионных видов ВВ. Обязательным требованием к технологическому процессу БВР является обеспечение заданной кусковатости отбиваемой горной массы при соблюдении высокой точности оконтурирования проектного сечения горных выработок, что требует достижения оптимальной насыщенности забоя заряженными и свободными шпурами и скважинами.

**Закладочные работы.** Наиболее предпочтительно применение пластифицированных твердеющих смесей, обеспечивающих высокую пол-

ноту закладки, однородность формируемого искусственного массива и повышенную динамическую устойчивость обнажений закладки воздействию взрывных работ при отбойке руды в контурной зоне. При стадийной отработке рудных залежей высокими камерами (30-60 м и более) рационально использовать для закладки вторичных камер породную или породно-песчаную смеси.

**Выпуск и доставка руды.** На всех крупных зарубежных и отечественных горнодобывающих предприятиях погрузка и доставка отбитой горной массы из подготовительных, нарезных и очистных выработок осуществляется мобильным самоходным оборудованием. Выпускаемая зарубежными фирмами широкая номенклатура оборудования обеспечивает высокую эффективность процесса при разнообразных горно-геологических условиях.

Проблемным по качеству и полноте извлечения полезного ископаемого из недр является выпуск руды под обрушенными налегающими породами. Для повышения полноты извлечения полезного ископаемого представляется целесообразным управление кусковатостью (подвижностью) обрушающихся руды и налегающих пород, искусственное разделение контакта руда-порода различного рода ограждающими перекрытиями, опускающимися на поверхности обрушенной руды.

Глубина действующих карьеров достигла 350-450 м, проектами предусматривается углубление до 500-600 м. С ростом глубины отработки месторождения растут затраты на транспортирование горной массы и ее себестоимость. Доля расходов на карьерный транспорт в общей стоимости добычи полезного ископаемого в настоящее время составляет 50%, достигая на глубоких карьерах 70%.

Железнодорожный карьерный транспорт применяется для перевозки как мягких, так и крупнокусковых скальных пород и наилучшие технико-экономические показатели имеют на карьерах со значительным сроком эксплуатации, с большим грузооборотом при глубине разработок до 250 м и расстояниях транспортирования свыше 3 км, а также уклонах 30-80%. Затраты на железнодорожный транспорт с рабочих горизонтов глубоких карьеров достигают 60-65% и более полной себестоимости добычи полезных ископа-

емых открытым способом, при этом на глубинах, превышающих 200-250 м, через каждые 100 м по глубине карьера эта стоимость увеличивается на 40%.

Автомобильный транспорт нашел наибольшее применение при разработке месторождений со сложными условиями залегания, при относительно небольших и значительно уменьшающихся с глубиной размерах карьера, при разработке территориально разобщенных участков и малоносивых пластов, вызывающих быстрое подвигание фронта горных работ.

Использование мощных тяговых агрегатов в составе так называемых мотор-вагонных поездов даже в комбинации с автотранспортом возможно далеко не на всех карьерах из-за сложности в создании необходимого фронта работ, ограниченности допускаемого из соображений экологии разнесения бортов карьера, обеспечении соответствующего сцепного веса и безопасности движения на уклонах до 40-50%.

Другим путем максимального использования железнодорожного транспорта на глубинах до 300 м и более является вскрытие глубоких горизонтов карьера наклонными железнодорожными тоннелями.

Предварительное дробление скальных пород позволяет использовать ленточные конвейеры для транспортирования такой массы. Углы наклона конвейеров обычного типа не превышают 16-18°, а специального типа – 45 -60° при отработке карьера глубиной не более 150 м.

## 2. Анализ достижений и тенденций развития ведущих научных школ Казахстана и развитых стран мира

Ведущими школами Казахстана являются КазНТУ имени К.И.Сатпаева, институт горного дела имени Д.А.Кунаева, ВНИИцветмет, Карагандинский и Восточно-Казахстанские государственные технические университеты.

За последние три года в КазНТУ имени К.И.Сатпаева установлены закономерности формирования эксплуатационных кондиций на минеральное сырье при комплексном использовании полезных компонентов в балансовых и забалансовых запасах и выявлены закономерности развития добычных работ для обеспечения установленного качества минерального сырья, проанализированы типоразмеры выпускаемого выемочно-

потрзочного оборудования, исследованы их влияние на развитие горных работ в карьерном пространстве, влияние параметров системы разработки на скорости подвигания панели, перемещения фронта работ уступа, углубки горных работ. Рассмотрена рациональная расстановка ВПО в карьерном пространстве для формирования карьерных рудопотоков требуемого качества, выявлены закономерности развития карьерного пространства в зависимости от горно-геологических условий залегания полезных ископаемых, физико-технических свойств пород, принятого качества добываемого сырья и технологий открытой разработки твердых полезных ископаемых.

Разработана методика технико-экономической оценки кондиционности запасов полезного ископаемого выемочных участков месторождения с учетом конкретных горно-геологических, технологических и экономических особенностей при перспективном, текущем и оперативном планировании горных работ. Установлены принципы формирования кондиций на минеральное сырье при совместной разработке балансовых и забалансовых запасов. Исследованы свойства кондиционности, балансовой принадлежности, комплексности и конкурентоспособности запасов полезных ископаемых.

Сформирована система управляемых параметров промышленных и эксплуатационных кондиций, предназначенных для управления основными характеристиками запасов на разных стадиях освоения и эксплуатации месторождений; разработана система принципов сбалансированного управления запасами полезных ископаемых в рыночных условиях; исследованы характеристики запасов полезных ископаемых как одной из важнейших составляющих естественного (природного) капитала; построены аналитические модели доходов и расходов горно-металлургического производства, рыночных цен, капитальных и текущих затрат на производство и сбыт продукции; выполнена математическая формализация финансово-экономических моделей месторождений твердых полезных ископаемых, предназначенных для проведения аналитических исследований и обоснования оптимальных проектных и управленических решений; проанализирована налоговая нагрузка крупных недропользователей Казахстана и сделан вывод об ущемлении интересов государства и общества в целом в распре-

делении доходов, получаемых в сфере недропользования; разработаны научно-методические основы оптимального управления запасами твердых полезных ископаемых в рыночных условиях, содержащие соответствующий понятийный аппарат, систему основополагающих принципов и способы обоснования оптимальных управленических решений в сфере рыночного недропользования.

Разработаны методические основы повышения полноты извлечения полезных компонентов из минерального сырья при совместной разработке балансовых и забалансовых руд.

Установлены закономерности изменения экономических показателей работы горно-металлургического комплекса в зависимости от объема добычи руды и в разрезе времени.

Разработано научно-методическое и техническое обеспечение нормативного качества запасов полезных ископаемых при совместной разработке балансовых и забалансовых запасов.

Выявлены закономерности формирования рабочего пространства карьера в зависимости от конкретного сочетания элементов, параметров и показателей системы разработки; установлены закономерности влияния типоразмеров ВПО на скорость подвигания забоя, фронта горных работ уступа и углубки горных работ; выявлены закономерности изменения этих скоростей от типоразмеров ВПО, высоты уступа, ширины рабочей площадки и длины фронта работ.

Предложен критерий эффективности (оптимальности) для установления расстановки ВПО, обеспечивающей максимальный объем выемки при минимальных затратах на выполнение этого объема работ; разработана методика выбора рациональной расстановки ВПО в карьере при фиксированных объемах добычи; предложены варианты выбора рациональной расстановки ВПО для формирования карьерных грузопотоков требуемого качества; обоснованы технологические условия для обеспечения нормального функционирования смежных рабочих уступов по высоте; установлено рациональное сочетание выемочно-погрузочной транспортного оборудования в комплексе в зависимости от годовой производительности по руде карьера с учетом формирования рудопотоков требуемого качества.

Предложена математическая модель, позволяющая оперативно управлять формированием

рудопотоков требуемого качества; разработан научно обоснованный метод оптимизации календарного плана горных работ в карьере с учетом ценностей компонентов добываемых руд. Оптимизация календарных планов производится на базе разработанных математических моделей месторождения и карьера путем последовательного решения трех взаимоувязанных задач, расположенных на различных иерархических уровнях:

а) при решении первой задачи устанавливается рациональное направление развития горных по критерию минимума коэффициента вскрыши работ до конца отработки запасов карьерного поля;

б) при решении второй задачи выделяются контуры горных работ с учетом максимальной скорости углубки и подвигания фронта горных работ по критерию коэффициента полезности добываемых руд;

в) при решении третьей задачи определяются оптимальные годовые контуры горных работ с учетом конъюнктуры рынка в соответствии с требованиями на объемные и качественные характеристики руд при стабилизации эксплуатационного коэффициента вскрыши.

Установлены закономерности формирования запасов горных пород, взаимоувязывающие параметры системы разработки с рабочими размерами выемочно-погрузочного оборудования.

Готовые к выемке запасы уступа прямо пропорциональны ширине заходки по целику и высоте уступа.

Приведен характер изменения готовых к выемке запасов для одного экскаваторного забоя и для группы экскаваторных блоков.

Предложенные аналитические зависимости взаимоувязывают текущие запасы горных пород в рабочей зоне с высотой уступа, шириной рабочей площадки, шириной транспортной бермы, шириной заходки по целику, длиной фронта работ и числом рабочих уступов.

Для обеспечения ритмичной работы горного предприятия с открытым способом добычи полезных ископаемых размер вскрытых запасов пород в рабочей зоне должен составлять трехкратный объем готовых к выемке запасов.

Установлены границы вскрытых и готовых к выемке запасов в уступах и в рабочей зоне карьера; выявлено рациональное соотношение между вскрытыми и готовыми к выемке запасами горных пород в рабочей зоне карьера, рав-

ное 3:1; обоснован объем готовых к выемке запасов горных пород для единичного забоя и группы экскаваторных блоков.

Обосновано технологическое обеспечение соразмерного развития горных работ в рабочей зоне карьера в соответствии с имеющейся номенклатурой горно-транспортного оборудования.

Разработан нетрадиционный способ внутрикарьерного перемещения горной массы, новизна которой защищена предпатентом № 13698. Предложен новый способ внутрикарьерного транспортирования горной массы, защищенный предпатентом № 17908.

Создана новая технология отработки месторождений с внутрикарьерным перемещением горной массы и обоснованы теоретические основы технологий, позволяющих использовать горное оборудование без сооружения транспортных коммуникаций на текущих горизонтах.

На основе изучения различных типов залежей обоснованы технологии их отработки, заключающиеся в прогнозировании расположения различных частей полезного ископаемого в целике и в развале. Они позволяют взаимоувязать важные технологические процессы: буровзрывные и выемочно-погрузочные работы в целях достижения высоких результатов отгрузки потребителю рудной массы требуемого качества и с наименьшими эксплуатационными потерями.

В институте горного дела имени Д.А. Кунаева:

- выявлены типовые схемы катастрофических форм проявлений горного давления в виде массовых обрушений и горных ударов, установлены причины их возникновения и развития, оценено влияние природных и регулируемых факторов на рациональное недропользование;

- при исследовании геотехнических процессов, сопутствующих разработке мощных рудных залежей системой с самообрушением в сложных горно-геологических условиях, установлены зависимости развития и формирования зоны обрушений в динамике ведения очистных работ, получены эмпирические зависимости по определению относительного сжатия и усадки обрушенного слоя пород под действием собственного веса от высоты слоя обрушения;

- разработана методическая схема расчета формирования свода обрушения при отработке рудных залежей под обрушенными породами.

Проанализированы методы определения исходных данных для расчета вентиляционных сетей и их точность, а также аэродинамических параметров горных выработок, включая зоны обрушения. Определена точность измерения и расчета аэродинамических характеристик ветвей вентиляционной сети, проанализирована специфика связи зон обрушения с выработками при различных углах залегания рудных тел. Разработаны общие принципы выбора топологии и аэродинамических параметров элементов вентиляционной сети рудника.

Выявлены участки максимального действия сжимающих и растягивающих динамических напряжений. Такими участниками являются: средняя часть непосредственной кровли и область сопряжения «целик-кровля». Отмечено, что значительные растягивающие напряжения в средней части кровли способны спровоцировать ее отслоение либо обрушение.

Разработаны конструкция гранулятора и способ изготовления модифицированных взрывчатых веществ (ИВВ) в лабораторных условиях;

- проведены испытания работоспособности МВБ на полигонах «Алматывзрывпром» и рудника «Акбакай»;

- определена относительная работоспособность модифицированного гранулированного ВВ при введении в гранулы аммиачной селитры порошков алюминия и ферросилиции;

- установлено, что относительная работоспособность заряда из гранулита А-6 за счет потерь порошка алюминия по отношению к заряду из штатного гранулита А-6 (без потерь порошка алюминия) составляет 0,75, то есть на 25% ниже, а по теплоте взрыва – на 16%.

Определены горные выработки, перспективные для размещения производств на основе критериев и параметров освоения подземного выработанного пространства для включения в специальный раздел разрабатываемых методических положений; установлено, что окончательному отбору подлежат выработки, пройденные в скальных и полускальных породах, требующие минимальных затрат для обеспечения заданной степени устойчивости, глубина залегания которых от поверхности 100-300 м, мощность рабочего слоя 8-10 м, угол падения -слабонаклонный, водоприток – минимальный;

Предложен перспективный способ укрепления горных пород для обеспечения устойчивости подземного выработанного пространства.

Используемые в настоящее время методы оценки техногенной нагрузки и экологической безопасности производства базируются в основном на принципах сочетания расчетных формул и субъективных балльных оценок; выявлены основные факторы управления экологическим риском при воздействии горнодобывающих предприятий, ведущих отработку полезных ископаемых открытым способом и способом ПСВ (подземного скважинного выщелачивания), на атмосферу, гидросферу и почву; созданы математические модели и алгоритмы управления рисками для указанных выше технологий.

Проведено исследование диффузионных процессов при подземном скважинном выщелачивании урана; установлены параметры подземного скважинного выщелачивания урана для сложных условий при отсутствии водоупоров нижнего и верхнего; обобщены теоретические исследования по взаимодействию диффузионных и фильтрационных процессов при ПСВ урана; в первом приближении решена задача минимизации времени достижения максимума содержания металла в растворе и времени его фильтрационного переноса в ячейке через управление содержанием кислоты в растворе в момент закисления блока;

Для реализации результатов теоретических исследований разработаны методические положения по определению важнейших геотехнологических параметров – первой и второй кинетических констант, коэффициента извлечения урана из блоков, эффективного коэффициента диффузии урана, вертикального коэффициента фильтрации, глубины опускания растворов под действием сил гравитации при отсутствии нижнего водоупора, объемов растекания растворов в плане и по вертикали.

Оптимальные значения перечисленных геотехнологических параметров ПСВ урана обеспечивают сокращение сроков отработки блоков, минимизацию потерь урана в недрах и максимизацию прибыли за весь период отработки блоков. При этом обоснованы и оптимизированы параметры и характеристики для заводнения пластов нефти; выделены существенные факторы, влияющие на принцип заводнения нефтяных пла-

стов и устойчивость горных пород; разработана математическая модель и метод ее реализации по критериям затраты и прибыль.

Для трансформации теоретических положений в практическую плоскость разработаны методы и расчетные формулы по определению времени вытеснения нефти водой для различных схем внутриплощадного заводнения пластов, разработана и реализована математическая модель для определения оптимальных параметров радиуса и площади ячейки, что обеспечивает сокращение сроков заводнения пластов нефти и увеличение прибыли за счет повышения коэффициента извлечения нефти и снижения капитальных и эксплуатационных затрат.

Установлено, что газопроницаемость пласта определяется в основном проницаемостью трещин, макропор и видимых пор, которые зависят от газоносности, степени метаморфизма угля, степени заполнения фильтрующего объема пор влагой.

Предложены способы предотвращения скопления газа на вентиляционном штреке, основанные на применении прямоточной схемы проветривания выемочного участка и подсвежением исходящей струи воздуха, проветривания с подсвежением через специальные ходки, поддерживаемые в выработанном пространстве. Эффективность способа предотвращения скопления газа на вентиляционном штреке определяется снижением концентрации метана на вентиляционном штреке и в верхнем «кутке» лавы до предельно допустимой нормы.

Доказано, что у электромагнитов с внутренним магнитопроводом максимальное значение силы тяги имеет место в зоне полюсов, что обусловлено большим градиентом магнитной индукции в этой зоне; изучен характер изменения температуры внутри катушки электромагнита и магнитопровода с учетом соответствующего значения коэффициента теплопроводности, в результате чего было установлено, что в наиболее тяжелых условиях по теплообмену находятся первые два слоя; установлено, что внутри катушки тепловой поток идет через магнито-провод, поэтому температура во внутренних слоях выше, чем в слоях, расположенных ближе к поверхности катушки, что подтверждают теоретические выводы; проведены теоретические исследования магнитной системы длинно-ходового броневого электромагнита со стопом – основного конструк-

тивного элемента тормозного устройства и определены его параметры.

Разработана, изготовлена и исследована физическая модель разгрузочного устройства конвейерного поезда. При этом установлено, что в соответствии с особенностями производственного процесса роботизированных комплексов (РТК) целесообразно применение иерархической подчиненности программных агентов системы управления. При этом в качестве глобальных (главных) агентов выступают активные агенты, моделирующие выполнение основных технологических процессов поточной технологии добычи (отбойка, погрузка, транспортировка, закладка); выбран «подход приоритетного взаимодействия», при котором в программной среде создается робототехническая подвижная модель рабочего процесса, учитывающая непосредственно каждое событие. Структура программ поведенческой модели каждого агента РТК должна совмещать управление в реальном времени с реакциями поведения, приводимого в действие датчиками.

Разработаны методика и программное обеспечение управления мехатронной системой роботизированного комплекса поточной добычи крепких; разработано методическое обеспечение текущей и оперативной оценки планирования и управления работой горно-транспортного комплекса;

Обоснована эффективность применения корпоративных геоинформационных систем на открытых разработках; разработана методика оптимизации структуры корпоративных геоинформационных систем; обоснована структура информационного обеспечения процесса рудоподготовки с учетом сортности по сивому признаку на различных этапах внутрикарьерной рудоподготовки; создан алгоритм оперативного управления качественными характеристиками внутрикарьерных рудопотоков и на его основе разработано программно-методическое обеспечение оперативного управления процессом внутрикарьерной рудоподготовки; разработано программно-методическое обеспечение оптимизации процессов планирования и управления геотехнологическими комплексами.

Результаты исследований позволяют улучшить работу корпоративной системы управления геотехнологическим комплексом карьера на основе эффективного использования взаимосогла-

сованного динамического обмена данными между всеми автоматизированными подсистемами; разработаны теоретические основы оперативной экспертизы мер по управлению геотехнологическими комплексами на карьерах, обоснован порядок и последовательность экспертизы оперативного управления корпоративными геоинформационными системами; разработано методическое обеспечение мониторинга технического состояния транспортных коммуникаций, усовершенствована критериальная система оперативной оценки технического состояния элементов горнотранспортного комплекса, а также разработана методика оперативной оценки технического состояния основного горно-транспортного оборудования; обоснованы основные критерии экономической оценки эффективности оперативного планирования горно-транспортных работ, разработаны основные принципы, общая структура, а также методика экономической оценки эффективности оперативного планирования горно-транспортных работ в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях; установлена взаимосвязь качественных характеристик формируемыхrudопотоков и мер, принимаемых с целью управления этими характеристиками, а также закономерности изменения показателя удельных текущих затрат по горной массе, оценено влияние горнотехнических условий на энергорасход горно-транспортного комплекса; разработана компьютерная программа моделирования секторов и выемочных контуров на погоризонтных планах месторождения и карьера для определения количественных и качественных характеристик руд, объемов горных работ и др.; разработана программа моделирования количественных и качественных характеристик, основанных на блочной структуре модели месторождения на погоризонтных планах карьера.

Разработана программа моделирования транспортной сети карьера, связывающей зоны ведения горных работ на планируемый период с промежуточными и конечными пунктами отгрузки руд и вскрыши, с указанием в базе данных карьера динамических характеристик используемого транспортного оборудования и горнотехнических характеристик звеньев дорог и путей, расчета стоимостей перевозок грузов по каждому звену транспортной сети, в зависимости от параметров дорог путей, от их назначения, от вида

и типоразмеров (грузоподъемности) транспортного оборудования.

Разработаны технические предложения по созданию средств, обеспечивающих разгрузку крутонаклонного подъемника в процессе его движения и очистку грузонесущего полотна от налипшей горой массы механическим способом и гидроимпульсаторами.

Выполнена работа по формированию пакета нормативных справочных материалов по составлению планов ликвидации аварий (ПЛА) с обнаружением выработок ПЛА. В частности, выполнен сбор информации в глобальной сети Интернет по странам СНГ и произведен анализ найденной информации, связанной с составлением и оформлением ПЛА. Сформированы электронные варианты документов с возможностью их использования при любых видах аварий. Электронные формы документов могут использоваться многократно и заполняются оператором с использованием простейших навыков работы в среде Word. На основе спроектированной архитектуры программы были определены, сформулированы и formalizованы задачи и функции разрабатываемой программы. Создан стандартный макет ПЛА для подземных рудников. Программный блок определения направления движения воздуха основан на расчете давления в узлах вентсети. Указанные подсистемы интегрированы в единый комплекс программ, выполнены его отладка и тестирование. Объем сопровождающей программы справочной информации составляет 11 Мб.

Выполнен анализ состояния вопроса и основных направлений, определен методический подход к решению, разработаны новые версии подсистем корпоративной геоинформационной системы в части учета и оптимизации энергопотребления карьерного экскаваторно-железнодорожного комплекса.

Разработана методика расчета и моделирования расхода электроэнергии локомотивоставами с учетом тяговых характеристик локомотивов. Усовершенствована имитационная модель функционирования экскаваторно-железнодорожного комплекса карьера. Изучены технические аспекты учета энергорасхода на карьерном железнодорожном транспорте и мониторинга состояния железнодорожной контактной сети на основе применения специализированных приборов расхода электроэнергии и датчиков напряжения.

В научно-исследовательских институтах РАН разработаны подходы к модифицированию технологических свойств горного массива взрывными методами при сочетании физико-технических и физико-химических способов разработки месторождений. Они основаны на внутреннем соответствии производственных процессов комбинированных геотехнологий, природных и технологических факторов разработки.

Разработан способ дифференцированного распределения энергии заряда по длине заряжаемой части скважины и создания необходимого запаса энергии в нижней части уступа с использованием КВМ. Показано, что использование зарядов КВМ обеспечивает управление действием взрыва за счет изменения условий передачи энергии заряда в окружающий горный массив.

Разработана методика расчета рациональных параметров основных элементов нового способа отбойки горной массы в карьерах крупномасштабными блоками переменной высоты. Новый способ отбойки позволяет сконцентрировать работы при ведении массового взрыва в крупных карьерах на двух – трех блоках. Это существенно сокращает объем подготовительно – заключительных операций при проведении массовых взрывов, улучшает качество дробления отбитой горной массы и повышает технико-экономические показатели работы предприятия. На новый способ подана заявка на изобретение, которая успешно прошла первые стадии экспертизы.

Научно обоснован метод предварительного прогноза газодинамических явлений в угольных пластах на стадии ведения геологоразведочных работ. С помощью этого метода определены критические по внезапным выбросам глубины, начиная с которых осуществляется прогноз выбросоопасности (при вскрытии и текущий), а также проведено разделение шахтопластов на категории опасности по внезапным выбросам угля и газа. Наряду с прогнозом этот метод можно исполнить, как средство контроля противовыбросных мероприятий, которые применяются при региональном прогнозе (отработка защитных пластов, дегазация пластов, увлажнение угольных пластов).

Предложены основы прогнозирования газо- и пожароопасности рудников и обескислорожи-

вания шахтной атмосферы в зависимости от особенностей флюидизации недр, окислительной активности руд и вмещающих пород, морфологии рудных тел, условий их залегания и применяемых способов и схем вскрытия, подготовки, выемки запасов и проветривания выработок. Это имеет важное значение для разработки мероприятий по обеспечению газовзрыво- и пожаробезопасности горных работ в особо сложных условиях сочетания ряда негативных факторов.

На основе выполненного впервые ресурсно-технологического анализа освоения отечественных железорудных месторождений выявлен и количественно оценен тип освоения – экстенсивный, при котором прирост выпускаемой продукции обеспечивается более чем троекратным приростом физического объема потребляемых ресурсов, в том числе ресурсов природных.

Впервые предложена и разработана функциональная модель техногенно измененных недр в виде системы, состоящей из горнотехнического, геофизического и геологического компонентов, взаимодействие которых регулируется биологическим гомеостатом с заменой содержательных элементов геотехнологическими целевыми аналогами.

Усовершенствован метод оценки интенсивного и экстенсивного типов развития горного и обогатительного циклов горнорудного производства путем намерения их ресурсной продуктивности.

Методом математического моделирования получены данные о развитии геомеханических процессов при различных технологических схемах и параметрах очистных выработок при отработке кимберлитовых трубок для условий трубок «Айхал» и «Интернациональная», характеризующихся чрезвычайно сложными условиями разработки.

Выполнено геомеханическое обоснование параметров слоевой системы разработки для рудника «Айхал», в результате которого разработаны рекомендации по увеличению параметров очистных выработок.

Установлены новые зависимости развития напряженно-деформированного состояния горного и искусственного массивов при различных порядках ведения работ, параметров очистных выработок, интенсивности выемки запасов, позволяющие разрабатывать научно-обоснованные

рекомендации по совершенствованию технологии отработки кимберлитовых рудных тел.

Создание новых вариантов систем разработки, основанных на применении существенно модифицированных технологических процессов, более совершенных конструкций подпорной и анкерной крепей, составов пластифицированных взрывоустойчивых закладочных смесей, способов изоляции (разделения) массивов полезного ископаемого, породы и твердеющей закладки, использовании новых методов расчета конструктивных элементов разных классов систем разработки проводились в применительно к условиям разработки крупнейших рудников Казахстана.

Применение веерных комплектов анкеров с различной ориентацией их в пространстве потребовало разработки новой специальной методики расчета, обеспечивающей обоснованное установление необходимой глубины и сетки расположения скважин.

### **3. Выводы и рекомендации для ученых Казахстана**

На современном этапе недра Земли необходимо рассматривать не только как источник минерального сырья с точки зрения их изъятия и утилизации, но и как природный целостный многофункциональный ресурс жизнеобеспечения общества, находящийся в процессе постоянного преобразования. Использование ресурсов недр должно сейчас и в будущем предполагать управление состоянием недр и их функциональным назначением в этот или иной момент времени, имеющее целью сохранить недра в интересах дальнейшего устойчивого общественного развития.

Решение задач – использование недр и их сохранение – составляет современное идеальное содержание комплексного освоения недр и одновременно современную идеологию горных наук.

Сохранение недр при комплексном освоении означает, что на любом этапе использования минеральных ресурсов вести добычу необходимо так, чтобы не закрыть, а напротив, – открыть путь к освоению иных ресурсов для новых общественных потребностей. А именно, добыча полезных ископаемых должна позволять проводить геологоразведку глубоких горизонтов месторождения из подземных выработок, а некоторые из них после реконструкции должны быть

использованы в качестве вместилища производственных объектов (складов, хранилищ отходов, цехов перерабатывающего комплекса и т.д.).

В этой связи следует отметить, что активно развивающееся перспективное научное направление в составе комплексного освоения недр – освоение подземного пространства – понимается сейчас традиционно лишь как использование природных и техногенных полостей. Сохранение же недр подразумевает под освоением подземного пространства процесс управления состоянием недр и изменения их функционального назначения.

Если традиционно на стадии переработки твердого минерального сырья все внимание было направлено на рациональное повышение извлечения и качества товарных продуктов, то в аспекте сохранения недр необходимо их отходы использовать в качестве закладки подземных пустот, для регулирования фильтрационных, компрессорных и иных свойств горных пород; для создания техногенных ресурсов обедненного по тому или иному полезному компоненту минерального сырья. Поэтому управление отходами предполагает приданье им необходимого качества по многим параметрам: объемным, вещественным, механическим, физико-химическим, санитарно-гигиеническим, экологическим и другим – в зависимости от технологии освоения и сохранения недр.

Известно, что любой горный объект в процессе строительства и последующей эксплуатации неизбежно изымает из экосистемы данной территории природные ресурсы или изменяет их исходное качество (сокращаются площади пашен, лугов и лесов и ухудшается их качество; изменяется уровень грунтовых и подземных вод, а в ряде случаев – микроклимат, повышается тектоническая и сейсмическая активность территорий). Поэтому при комплексном освоении недр вопрос стоит о сохранении и целенаправленном преобразовании исходной экосистемы в другую, удовлетворяющую живущее на этой территории население с точки зрения окружающей среды.

Природоохранная деятельность должна быть связана с изменением способов разработки технологии, технических средств и видов деятельности с ограниченным потреблением дефицитных в данном регионе природных ресурсов, целенаправленным подбором согласно специфике

горного производства видов трав, кустарников в составе рекультивационных работ с учетом агротехнических свойств отвальных пород и т.д.

Геомеханическое обеспечение необходимо на всех стадиях освоения недр при проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции и ликвидации объекта. От полноты и надежности используемых при проектировании сведений о геологическом строении и геомеханическом состоянии горного массива во многом зависит как будущая безопасность и эффективность работы горных предприятий, так и окружающей среды.

Цель геомеханики состоит в познании законов согласования горных объектов с природными телами земных недр при изменяющемся поведении тел в процессе комплексного освоения и сохранения недр.

Основной задачей геомеханического обеспечения является обоснование и выбор систем и порядка ведения горных работ, взаимного положения выработок, способов управления горным давлением, скорости подвигания забоев и других параметров технологических процессов, при которых деформация в толще горных пород и на земной поверхности будут находиться в заданных пределах. При подземной разработке месторождений полезного ископаемого в движение приходят огромные массивы горных пород, в десятки раз превышающие размеры выработанного пространства.

Для предотвращения вредных последствий горных работ требуется обосновать и создать инженерные методы оценки, прогноза и контроля геомеханического состояния породного массива, позволяющие своевременно определять ожидаемые последствия, обнаружить предшествующие им признаки и оперативно реагировать на них. Необходимые предпосылки для решения этих задач созданы исследованиями деформационных процессов в толще горных пород и на земной поверхности, позволившие установить закономерности и параметры этих процессов.

К новым приоритетным направлениям исследований следует отнести обоснование систем мониторинга в горнопромышленных регионах, наблюдения за изменением геомеханического состояния породного массива.

В этих условиях перед горной наукой возникает комплекс проблем, требующих проведение

фундаментальных исследований для дальнейшего повышения эффективности горного производства за счет совершенствования техники и технологии разработки и переработки минерального сырья, комплексности его использования, основными из которых являются:

- выявление закономерностей проявления горного давления, деформации и сдвига горных пород, вызванных ведением горных работ, и на базе изучения энергетического потенциала породного массива создать энергосберегающие, экологически чистые и безопасные технологии с использованием энергетического потенциала горного массива;

- разработка и внедрение высокопроизводительной техники на основе полной механизации и автоматизации всех основных технологических операций, связанных с бурением, отбойкой, погрузкой и доставкой руды;

- создание безлюдной технологии добычи за счет применения горных роботов и управления ими с помощью компьютеров по специально разработанной программе с учетом горно-геологических и горно-технологических условий;

- создание прогрессивных вариантов систем и технологий разработки с применением твердящей закладки и самоходного горного оборудования, обеспечивающих безопасность очистных и проходческих работ, минимальные потери руды и разубоживание, рост производительности труда, комфортные условия работы горнорабочих;

- разработка мероприятий по целенаправленному использованию поступающего в течение всего года через зоны обрушения воздуха для проветривания горных выработок и очистных работ с разработкой технических требований по его применению, что обеспечит значительный экономический эффект, в связи с исключением необходимости засыпки зон обрушения породами;

- изучение и установление закономерностей влияния параметров горного производства, оказывающих достаточно сильное управляющее воздействие на объемные, качественные и экономические показатели выходной продукции как самого горного производства, так и обогатительных и metallurgических процессов.

В Казахстане на уровне мировых развиваются такие направления как горное машиностроение, управление процессами сдвига горных пород и геомеханическими процессами в масси-

вах, создание автоматизированных корпоративных информационных систем для горных предприятий с открытой разработкой месторождений полезных ископаемых. В настоящее время горные научные школы могут предложить отечественному горному производству ряд горнотехнической продукции, которая не уступает мировому уровню, а по некоторым параметрам существенно превышает его. В частности, к таковым можно отнести пневматический перфоратор, конвейерный поезд, шарошечное долото для бурения скважин (ИГД НЦ КПМС РК). Опытные образцы данного оборудования уже изготавливаются по совместной договоренности с заводом. В ближайшей перспективе могут быть завершены научно-практические исследования по созданию системы информационного обеспечения управления горно-обогатительным комплексом, базирующейся на современных технических средствах и технологиях глобального спутникового позиционирования, моделировании карьерного пространства с учетом изменения горно-геологической и горнотехнической ситуации в карьере, включая систему автоматизированного проектирования и планирования горных работ (КазНТУ имени К.И.Сатпаева ИГД НЦ КПМС РК). Одним из наиболее выдающихся результатов научной деятельности в области горного дела является разработка нового подхода к пониманию основных понятий и терминов технологии открытых горных работ сотрудниками кафедры открытых горных работ КазНТУ имени К.И.Сатпаева. Высокую международную значимость имеют результаты научных исследований по разработке нетрадиционной скважинной технологии добычи урана (ИГД НЦ КПМС РК), что позволит Казахстану уже в ближайшее время занять лидирующее положение в мировой урановой отрасли промышленности. Опережающими темпами ведутся научные работы по методологическому обеспечению теории интеллектуальныхrudников будущего (КазНТУ, ИГД НЦ КПМС РК). На высоком мировом уровне развиваются научные исследования в области управления геомеханическими процессами в условиях действия разрушающих воздействий и перераспределения напряжений в массиве от техногенных воздействий (ВНИИЦветмет, ИГД НЦ КПМС РК).

Одним из актуальных в условиях Казахстана по-прежнему остается направление, связан-

ное с разработкой технологий с внутренним отвалообразованием, а также технологий освоения техногенных месторождений. Это обусловлено двумя основными факторами. Первый связан с сохранностью и восстановлением сельскохозяйственных земель, а второй – с обеспечением более высоких технико-экономических показателей открытых горных работ. По мнению российских специалистов, в настоящее время только порядка 3-10 % складируемых в отвалах пород находят какое-либо применение и становятся конечной, готовой продукцией. Другой важный аспект данной проблемы связан с содержанием в современных отходах Казахстана до 40 % свинца и вольфрама, около 50% цинка и олова, почти 70 % молибдена от количества этих металлов в добываемых рудах за прошедшие 20 лет. В целом к настоящему времени в стране накоплено уже более 40 млрд. тонн горнопромышленных отходов, занимающих более 100 тысяч гектаров земли. Необходимость разработки технологий освоения месторождений с внутренним отвалообразованием также обусловлено современным, как правило, бессистемным складированием пустых пород, что впоследствии приведет к значительному росту издержек на их последующую переработку.

Размещение вскрышных пород, использование которых в настоящее время нецелесообразно, в выработанном пространстве карьеров наиболее перспективно с точки зрения сохранности сельскохозяйственных земель и обеспечения высоких технико-экономических показателей открытых горных работ. Однако имеющегося практического опыта и научно-методической базы недостаточно для разработки эффективных способов внутреннего отвала образования в действующих глубоких карьерах. В проектах практически не предусматривается использование выработанного пространства карьеров в качестве инженерных сооружений и различных емкостей.

Изменение подхода к проектированию и эксплуатации карьеров позволит формировать техногенные георесурсы в процессе отработки месторождений. Возможными направлениями освоения данных видов георесурсов являются: использование карьеров и отвалов в качестве элементов инженерных сооружений, переработка заскладированных руд, рекультивация отвалов и выработанного пространства карьеров.

Однако слабая изученность закономерностей изменения ценности техногенных георесурсов от условий и способов их формирования, отсутствие систематизации самих способов не позволяют в полной мере использовать ресурсный потенциал отвалов и выработанного пространства карьеров. Выбор и реализация способов формирования техногенных георесурсов позволит снизить ресурсоемкость открытого способа разработки, расширить область его эффективного применения, а также уменьшить вредное воздействие карьеров и отвалов на окружающую среду.

Поэтому обоснование способов формирования техногенных георесурсов при открытой разработке месторождений полезных ископаемых является актуальной научно-практической задачей.

Природоохранная деятельность должна быть тесно связана с разработкой новых экологически безопасных технологий и горного оборудования. При этом необходимо создание комплекса методов для разработки системы управления экологической безопасностью при производстве горных работ.

В целях усовершенствования казахстанских горных школ необходимо на правительственноном уровне более четко координировать их работу с проблемами горного производства, что обеспечит формирование реальных рычагов управления горнодобывающими отраслями промышленности и инструмента корпоративной стратегии их развития, что является важнейшим условием успешной интеграции отечественных научных и производственных предприятий в мировой рынок минерального сырья. Одним из принципиально важных вопросов поддержания и развития научных горных школ является решение задачи по их финансированию. Необходимо перейти от потеменного финансирования на конкурсной основе к целевому, а также обеспечить достойную оплату научных работников, что позволит формировать соответствующую материально-техническую базу и развивать кадровый научный потенциал (вернуть часть высококвалифицированных специалистов, перешедших в систему бизнеса), интенсивней осуществлять взаимообмен опытом с зарубежными передовыми научными школами.

Финансирование по фундаментальным и прикладным исследованиям производится на конкурсной основе через различные национальные центры различных министерств, конкурсы доводят-

ся до научно-исследовательских институтов и вузов, как обычно, в каникулярное время, что исключает активное участие заинтересованных научных сотрудников.

Необходимо принять меры по упорядочению порядка финансирования горных научных центров по фундаментальным и прикладным исследованиям, НИОКР, прочим конкурсным программам и т.д.

#### Список использованных источников:

1. International Mining.-2008, 2009.
2. Mining Magazine. – 2008, 2009 .
3. Engineering & Mining Journal. -2008-2009.
4. World Mining Equipment. – 2008, 2009.
5. Rakishev B.R. Mineral Production of Kazakhstan at the World Market. Eurasian Mining- №2. 2008. P. 3-7.
6. Tsekhoveroy A.F., Lisenkov A.A., Golikov F.N., Nekrasova N.A. Preconditions for Advancement of the Project Management in Mining- Metallurgical Complex of Kazakhstan. Eurasian Mining- №2. 2008. P.13-18.
7. Ужекенов Б.С., Летников Ф.А., Лось В.Л. Оценка недр приграничных районов Казахстана и России. Горный журнал. М., №3, 2009, с.15.
8. Кучерский Н.И. Рациональное и комплексное использование минеральных ресурсов в Навоийском ГМК. Горный журнал. М., №10, 2007, с.82.
9. Чантурдия В.А. Развитие горных наук и проблемы комплексного освоения недр Земли. Горный журнал. М., №10, 2007, с.101.
10. Смычник А.Д. Практика разработки месторождений полезных ископаемых в Республике Беларусь. Горный журнал. М., №10, 2007, с.128
11. Карпов Д.А., Галушкевич И.Г., Курильчик М.Н., Ерохин В.К., Фундератов Ю.В. Новая техника на горных работах. Горный журнал. М., №9, 2007, с.37
12. Новиков С.В., Кулеба В.В. Информационная система управления предприятием. Горный журнал. М., №7, 2007, с.59.
13. Кравченко Ф.А., Рубцов С.К., Силкин А.А. Ведение горных работ в условиях сокращения рабочей зоны глубокого карьера. Горный журнал. М., №5, 2007, с.30.
14. Зотеев В.Г., Зотеев О.В. Нетипичные деформации бортов глубоких рудных карьеров и меры по их предотвращению. Горный журнал. М., №1, 2007, с.40.
15. Трубецкой К.Н., Кулешов А.А., Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я. Современные системы управления горнотранспортными комплексами. Наука, 2007. с.306.
16. Чантурдия В.А., Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р. Комплексное освоение недр: Перспективы расширения минерально-сырьевой базы России. М., 2009-456с.
17. Гуменик И.Л., Панченко В.В. Развитие теории проектирования открытых горных работ. Горный журнал. М., №5, 2009, с.35.
18. Смирнов А.В., Гнилицкий С.П. Основные направления повышения производительности горнотранспортного комплекса карьеров. Горный журнал. М., №7, 2009, с.41.

19. Прогноз, поиски и моделирование рудных объектов. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Алматы, 2008, с.466, том 1а.
20. Горные науки и проблемы освоения недр Казахстана. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Алматы, 2008, с.420, том 1б.
21. *Ракиев Б.Р.* Горные технологии в условиях ухудшения качества и параметров залегания полезных ископаемых. Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности. Хромтау, 2007. С.82-88.
22. *Демин А.М., Норель Б.К.* Изменение физических состояний горного массива вблизи выработок. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., № 9. 2008. с.155.
23. *Курленин М.В., Медведев М.Л., Колдырев Ю.И., Кисляков В.Е.* Технология разработки нижней части карьерного поля с внутренним отвалообразованием на круто падающих месторождениях. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., № 9, 2008, с.241.
24. *Сатыбалдиев Н.М.* Дифференцированный подход к определению бортового содержания рудных залежей на стадии проектирования рудников. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., № 9, 2008, с.350.
25. *Жарменов А.А.* Научно-техническое сотрудничество РГП «НЦ КПМС РК» с предприятиями АО «ТНК Казхром». Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности. Хромтау, 2007, с.23.
26. *Галиев С.Ж.* Проблемы устойчивого развития горнодобывающего комплекса Республики Казахстан. Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности. Хромтау, 2007, с.26.
27. *Трубецкой К.Н., Милетенко И.В.* Проблемы и пути развития горной промышленности России. Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности. Хромтау, 2007, с.39.
28. *Рахимов В.Р., Чунухин С.Г.* Перспективы освоения минерально-сырьевых ресурсов Алмалинского рудного поля. Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности. Хромтау, 2007, с.70.
29. *Лель Ю.И., Ильбульдин Д.Х.* Методика обоснования оптимальной глубины перехода на новые модели автосамосвалов при доработке глубоких карьеров. Проблемы и пути устойчивого развития горнодобывающих отраслей промышленности. Хромтау, 2007, с.294.
30. *Калиев С.А.* Современное состояние горнодобывающей промышленности и перспектива развития горной науки Республики Казахстан. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., №5, 2008, с.257.
31. *Волков Ю.В., Славиковский О.В., Соколов И.В., Смирнов А.А.* Перспективы развития сырьевой базы горно-металлургических предприятий Урала. Горный информационно-аналитический бюллетень. М., №5, 2008, с.286
32. *Ericsson M. Lectures. Global Commodity Outlook-Implications for the Mining Industry.* 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.1.
33. *Horst W., Gunter T.* Minerals Policies and Supply Practices in Europe. 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.29.
34. *Wang X.* Outlook on Chinese Coal Industry Development Strategy. 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.127.
35. *Antoni T., Marek C.* Trends and Perspective of the Mining Industry. 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.141.
36. *Leopold W.* Resent Developments in World Mining Production – A New Iron Age? 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.253.
37. *Rakishev B.R.* Open Cast Mining in Kazakhstan under Market Conditions. 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.283.
38. *Jacek P.* Current Situation and Challenges Facing the Canadian Metal Mining Industry. 21<sup>st</sup>World Mining Congress & Expo 2008. P.311.
39. *LIU Qian (Canada)* An Overview of Instrumentation for Rock Blasting. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. May 18, 2009, P.8
40. *Gao F., Yang J., Zhang H. (China).* Failure Analysis and its Numerical on Impact-damage Rock. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. May 18, 2009, P.90.
41. *Alan B. Richards, Adrian J. Moore (Australia).* Meteorology & Airblast -Effects & Predictions. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. May 18, 2009, P.118.
42. *Rakishev B.R., Bakhtin A.K. (Kazakhstan).* Production and Application of New Explosives at the Mining Enterprises of Kazakhstan. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. May 18, 2009, P.374.
43. *Hyoung-Dong M., Jong-Ho Park, Young-Suk S., Hoon P. (South Korea).* The Case Study of Explosives Demolition at Chung-and Department in Daejeon City. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Physical Problems of Rock Destruction. May 18, 2009, P.314
- Интернет – сайты**
- [www.gornoe-delo.ru](http://www.gornoe-delo.ru), [www.gosnadzor.ru](http://www.gosnadzor.ru), [www.mining.kz](http://www.mining.kz), [www.rudmet.ru/gurnal.php](http://www.rudmet.ru/gurnal.php), [www.gornoe-delo.ru/magazine/gp.php](http://www.gornoe-delo.ru/magazine/gp.php), [www.gornoe-delo.ru/magazine/mgp.php](http://www.gornoe-delo.ru/magazine/mgp.php), [www.msmu.ru](http://www.msmu.ru), [www.spmi.ru](http://www.spmi.ru), [www.ntu.kz](http://www.ntu.kz), [www.armarocks.org](http://www.armarocks.org), [www.utrs.org](http://www.utrs.org), [www.coloradominning.org](http://www.coloradominning.org), [www.mining-technology.com](http://www.mining-technology.com)