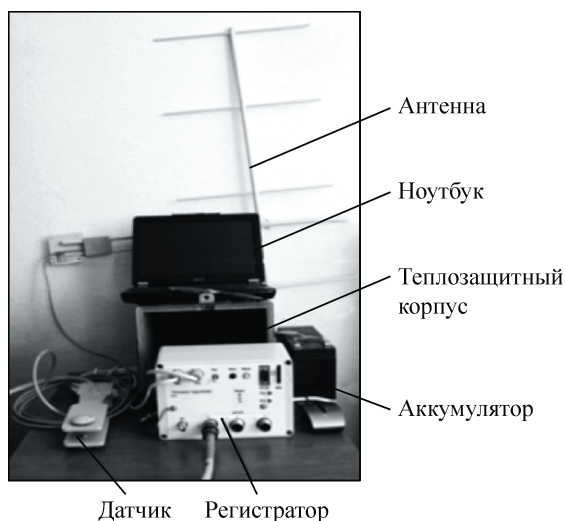


## ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ VII.60. КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР И ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ЗЕМЛИ, РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Программа VII.60.1. Нелинейные геомеханические процессы: физико-механические свойства, экспериментальные исследования и моделирование квазистатического и динамического поведения блочно-иерархических геосред, техногенные катастрофы (координатор член-корр. РАН В. Н. Опарин)**

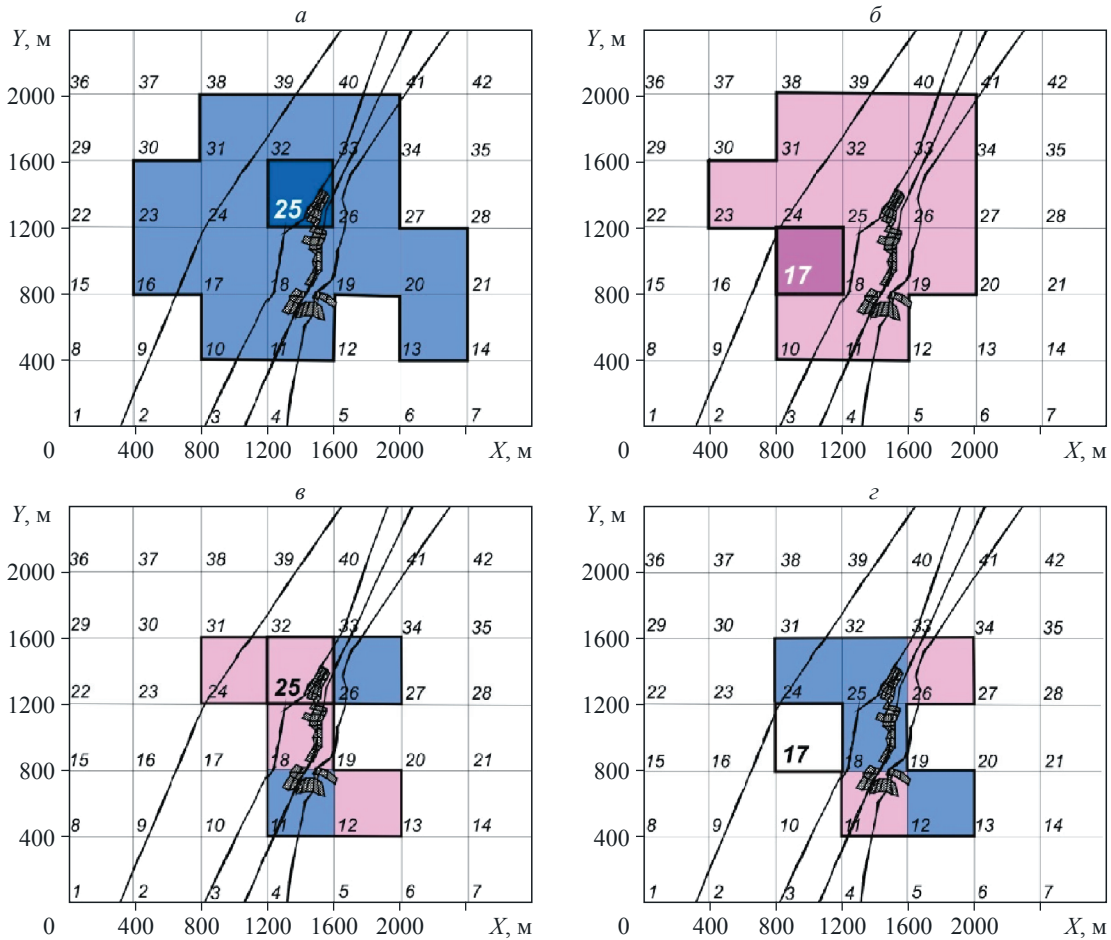
В Институте горного дела им. Н. А. Чинакала проведена модернизация многоканального измерительного комплекса «Сдвиг-ИГД» (рис. 21) для мониторинга трещинообразования в бортах глубоких карьеров в экстремальных климатических условиях Сибири и Крайнего Севера. С помощью модернизированных измерительных комплексов «Сдвиг-ИГД» получена картина распространения волновых полей в условиях глубоких карьеров от мощных динамических воздействий. Скорость движе-



**Рис. 21.** Общий вид аппаратуры «Сдвиг-ИГД» для мониторинга трещинообразования в бортах глубоких карьеров.

ния волн смещения, маятниковых волн составила порядка 310 м/с. Наблюдается эффект трансляционной передачи движения от блока к блоку, которое осуществляется с некоторой задержкой, определяемой временем движения инициирующего блока при преодолении трещины, разделяющей смежные блоки. Контролируемые блоки реагируют на динамические воздействия с поворотом, определяемым степенью свободы между сцепленными блоками.

Сотрудниками этого же Института разработана объемная геомеханическая модель, учитывающая региональные поля напряжений, объемное геологическое строение залежи, рельеф местности, основные тектонические нарушения и изменение конфигурации выработанного пространства. С ее использованием проведен пространственно-временной анализ и получены количественные соотношения между числом и энергией динамических событий и параметрами напряженно-деформированного состояния массива Таштагольского железорудного месторождения. Установлены зоны значимой корреляционной связи между интегральной характеристикой поля напряжений и числом сейсмособытий на различных участках месторождения отдельно по слабым (энергетический класс  $K \leq 3$ ) и сильным ( $K > 3$ ) событиям (рис. 22). Установленную корреляционную связь можно использовать для прогнозных расчетов сейсмического режима на руднике.



**Рис. 22.** Распределение коэффициентов корреляции ( $|r| > 0,49$ ) в моделируемом пространстве для событий различного энергетического класса  $K$ : слабых ( $K \leq 3$ ) (а, б), средних и сильных ( $K > 3$ ) (в, г) при влиянии поля напряжений блока 25, расположенного в зоне ведения горных работ (а, в), и блока 17 из прилегающего пространства (б, г). Синим цветом показана отрицательная взаимосвязь, розовым — положительная; замкнутыми контурами — выработанное пространство, линиями — тектонические нарушения.

**Программа VII.60.2. Горное и строительное машиноведение: проблемы взаимодействия природных и технических систем при создании технических средств и технологий для разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, а также подземного строительства (координатор докт. техн. наук Б. Н. Смоляницкий)**

Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала в области направленного бурения горизонтальных скважин в грунте экспериментально установлено, что достаточный для выполнения работ радиус поворота скважины  $R = 22—25$  м достигается оснащением буровой установки ударным механизмом с асимметричным клином (рис. 23) при отношении смещения вершины клина от оси симмет-

рии к его максимальному поперечному размеру  $\Delta = 0,3—0,7$  в зависимости от физико-механических свойств грунта. В этом случае отклонение траектории скважины на величину до 0,1 м может быть компенсировано на длине хода менее 2 м, что обеспечивается изначальной установкой рабочего органа по оси сооружаемой скважины и полностью соответствует требованиям к точности проведения скважины.



Рис. 23. Буровая установка с пневмоударным механизмом.

**Программа VII.60.3. Разработка научных основ создания экологически сбалансированных технологий безопасной отработки и комплексного освоения угольных месторождений (координатор член-корр. РАН В. И. Клишин)**

Сотрудниками Института угля совместно с департаментом промышленности и энергетики администрации Кемеровской области в рамках Программы научного и технологического обеспечения социально-экономического развития Кемеровской области выполнен анализ сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса (рис. 24). Анализ осуществлен с помощью экспертных оценок и обработки данных для типичных групп горно-геологических условий шахт и разрезов по марочному составу балансовых запасов угля категории А + В + С<sub>1</sub> (по состоянию на 1 января 2011 г.). При анализе высокотехнологичных запасов были приняты во внимание все основные лицензии, выданные в 2004—2011 гг. на действующие, строящиеся и проектируемые угольные предприятия Кузбасса.

Разработаны варианты развития производства на действующих угледобывающих предприятиях с учетом рекомендуемых технических средств и геотехнологического потенциала воспроизводства высоких технологий (инноваций), в том числе и по комбинированным геотехнологиям. Технологические мероприятия, намечаемые к оценке высокотехнологичных запасов угольных месторождений Кузбасса, позволяют поддерживать достаточный уровень производственных мощностей до

2015 г. Установлено что производственные мощности в 2025 г. должны быть не ниже 300 млн т, поэтому начиная с 2012 г. необходимо вводить новые угледобывающие предприятия мирового технико-экономического уровня суммарной производственной мощностью не менее 120 млн т.

Сотрудниками этого же Института обоснована технология отработки мощных толстых угольных пластов с монтажным слоем и последующей отработкой механизированным комплексом (рис. 25). Для отработки монтажного слоя используется безразгрузочный комплект передвижных опор (БКПО) с созданием гибкого перекрытия и противопожарных мер. Отработка нижнего слоя осуществляется механизированными комплексами с регулируемым площадным выпуском угля из межслоевой толщи под защитой гибкого перекрытия. Регулируемый площадной выпуск межслоевой толщи обеспечивает полноту выпуска, тем самым снижая эксплуатационные потери и зольность добываемого угля. Использование безразгрузочного комплекта передвижных опор для отработки монтажного слоя снижает в 2—3 раза металлоемкость и эксплуатационные затраты на добычу по сравнению с комплексно-механизированным очистным забоем.

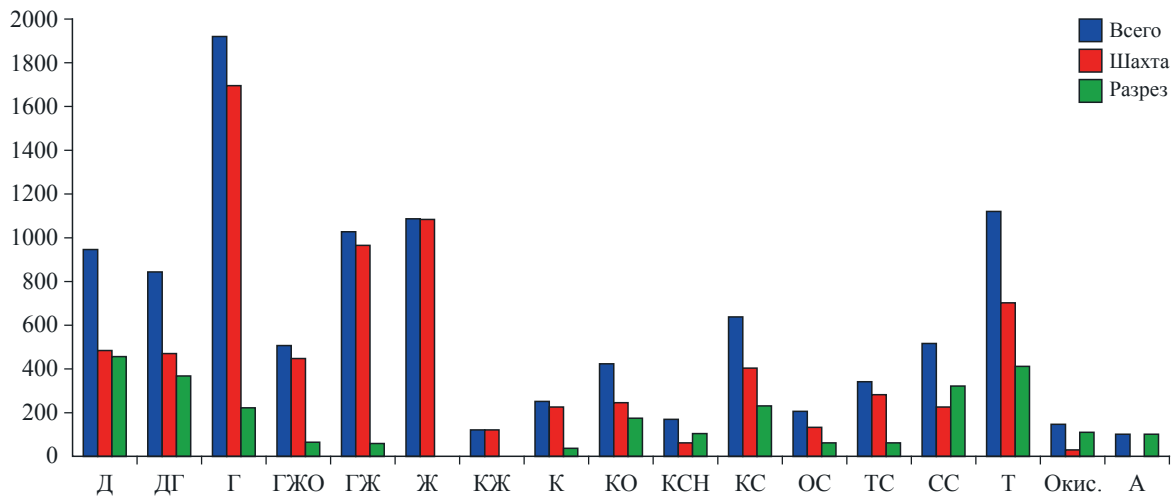


Рис. 24. Балансовые запасы угольных предприятий Кузбасса по марочному составу.

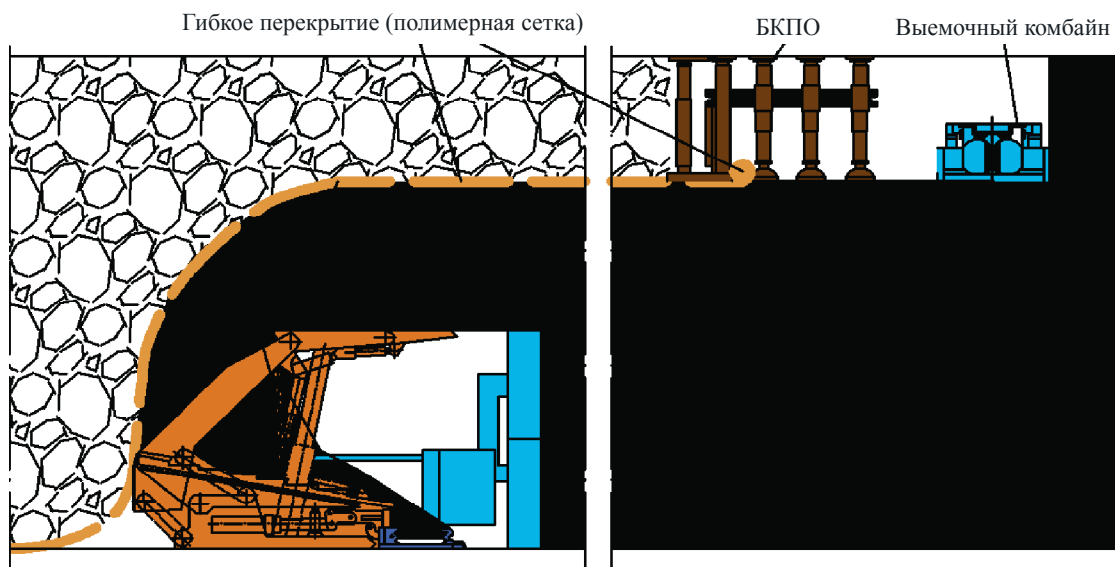
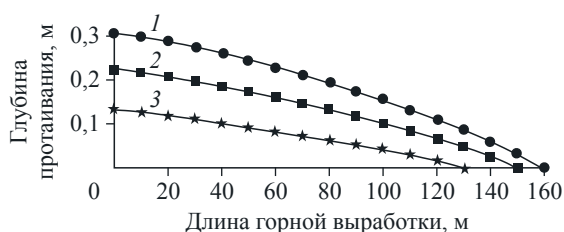


Рис. 25. Схема технологии отработки мощного пологого угольного пласта с использованием БКПО в верхнем (монтажном) слое и механизированного комплекса с регулируемым площадным выпуском угля в нижнем слое.

**Программа VII.60.4. Свойства геоматериалов и массивов горных пород, в том числе в условиях криолитозоны, разработка основ новых геотехнологий рационального освоения недр (координаторы докт. техн. наук С. М. Ткач, докт. техн. наук А. П. Тапсиев)**

Сотрудниками Института горного дела Севера им. Н. В. Черского разработаны математическая модель и методика расчета температурного режима горной выработки и окружающего массива горных пород в процессе горно-проходческих работ на рудниках и шахтах криолитозоны, учитывающие скорость движения забоя, теплообмен воздушного потока со стенками выработки и отбитой горной массой, параметры вентиляции, фазовые переходы влаги в окружающем массиве горных пород. Установлено, что чем выше скорость подвигания забоя, тем на большем расстоянии от груди забоя окружающие выработку породы остаются в мерзлом состоянии и тем меньше глубина их протаивания в устьевой части (рис. 26), что обеспечивает необходимую устойчивость выработки. Методика позволяет выбрать рациональные режимы вентиляции, особенно в летний период времени, при которых обеспечивается сохранение вмещающих пород в мерзлом состоянии, что способствует повышению безопасности горных работ.

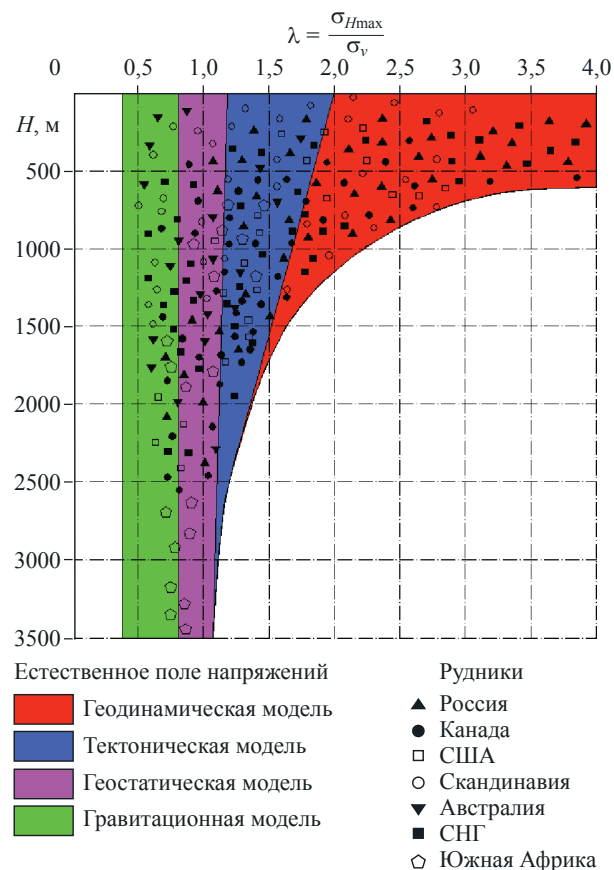
Сотрудниками Института горного дела им. Н. А. Чинакала выполнена классификация геомеханических условий отработки рудных месторождений основных горно-добывающих регионов мира в привязке к слагающим их тектоническим структурам (рис. 27). Выделено четыре типа условий отработки, характеризующиеся разными соотношениями величин и



**Рис. 26.** Изменение глубины протаивания пород вокруг выработки в зависимости от скорости подвигания забоя.

1 — 1,5 м/смену, 2 — 2 м/смену, 3 — 3 м/смену. Приведены результаты расчетов по методике и показаны глубины протаивания вмещающих пород при различных скоростях подвигания забоя на момент достижения длины выработки 180 м, температуре пород и воздуха соответственно  $-4$  и  $+10$  °C и расходе воздуха  $144 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

направлений действия преобладающих напряжений, которыми охвачено более 80 % разрабатываемых рудных месторождений. Около 60 % из них отрабатываются на глубинах до 1500—2000 м в условиях преобладания горизонтальных напряжений, ориентирующихся ортогонально простиранию геологических нарушений. Классификация позволяет по характеристике и особенностям тектонических структур отнести новые месторождения к определенному типу геомеханических условий отработки и по полученным исходным данным с большой достоверностью прогнозировать параметры действующих напряжений, обосновывать способы управления горным давлением, порядки развития горных работ, системы разработки и их параметры.



**Рис. 27.** Классификация геомеханических условий отработки рудных месторождений.