

**ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 7.7.  
КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР И ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ЗЕМЛИ.  
РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

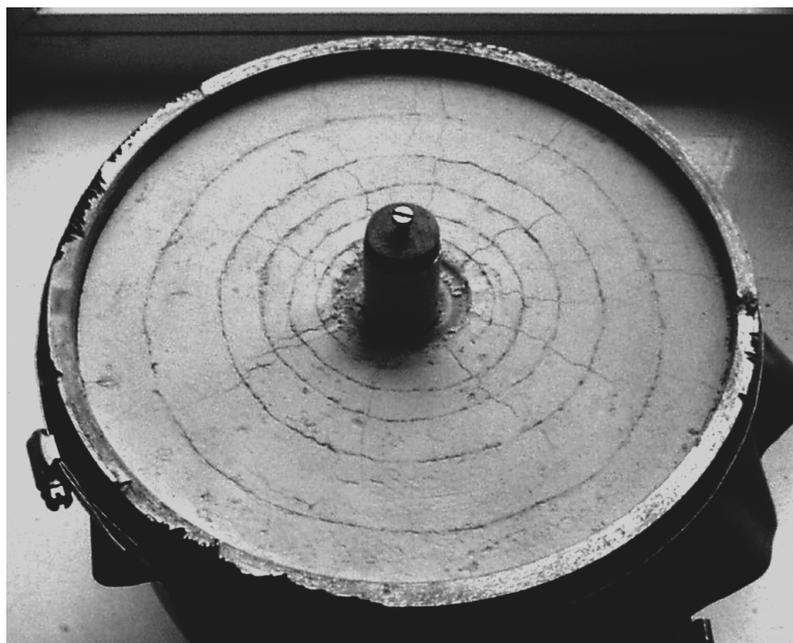
**Программа 7.7.1. Геомеханика: процессы деформирования массивов горных пород и геоматериалов, в том числе вызванных техногенной деятельностью (координатор член-корр. РАН В. Н. Опарин)**

Учеными Института горного дела на базе концепции массивов горных пород как геосред с блочно-иерархической структурой разработаны математические модели с определяющими соотношениями, учитывающими геометрические параметры и физические свойства блоков, деформационные и прочностные характеристики межблочных нарушений, вид напряженно-деформированного состояния и скорость внешнего нагружения. Использование этих моделей позволило теоретически доказать, что существует критическое значение введенного параметра разупрочнения геоматериала, превышение которого приводит к неконтролируемому динамическому высвобождению накопленной в массиве горных пород упругой энергии; описать процесс карстообразования с

удовлетворительной сходимостью результатов физического и математического моделирования; оценить динамико-кинематические характеристики волн маятникового типа.

Методом физического моделирования процессов трещинообразования на двухслойной модели при радиальном нагружении тонких хрупких покрытий и гранулированных материалов со сцеплением вокруг выработки установлено, что в процессе нагружения возникают трещины в виде концентрических окружностей с возрастанием их радиусов в соответствии с канонической зависимостью  $2^{n/2}$  ( $n \in N$ ) по отношению к радиусу полости (рис. 23).

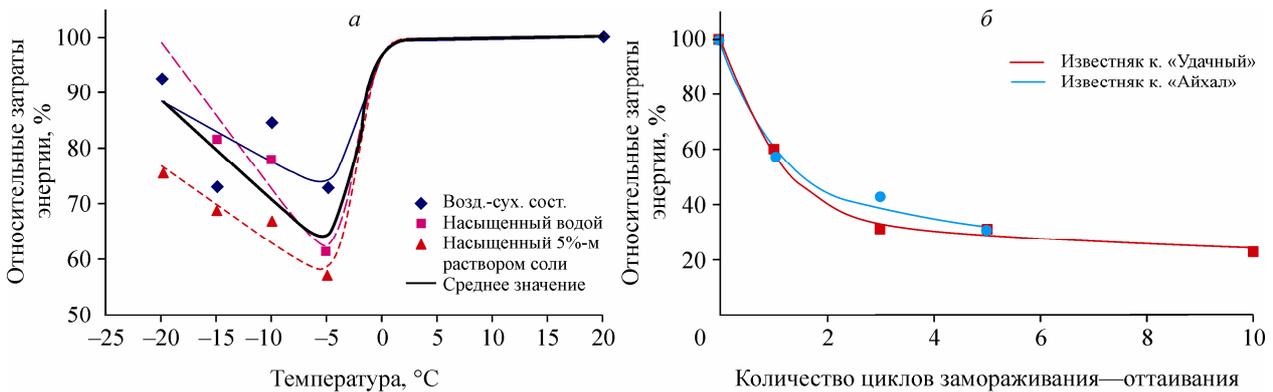
В Институте горного дела Севера им. Н. В. Черского экспериментально установлено, что при снижении температуры до интенсив-



**Рис. 23.** Виды разрушений для двух вариантов нагружения резиновой подложки в виде круга.

ных фазовых переходов поровых растворов (замерзания) энергия разрушения карбонатных пород снижается. Энергоемкость разрушения снижается также при воздействии циклов замораживания—оттаивания. При этом энергоемкость дробления при температурах  $-5 \div$

$\div -10$  °С меньше, чем при комнатной, на 20—40 % (рис. 24, *a*). После трех циклов термодеформационного воздействия (замораживание—оттаивание) удельная энергоемкость разрушения снижается в 2—3 раза (рис. 24, *б*).



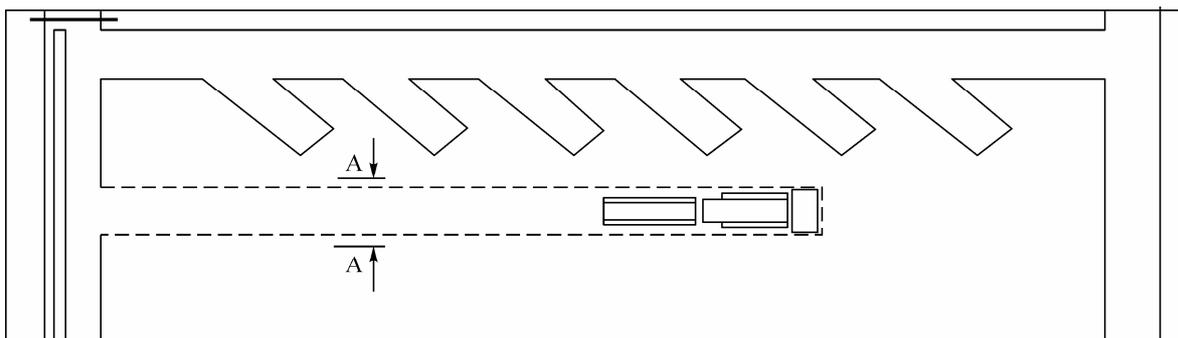
**Рис. 24.** Зависимость энергоемкости дробления известняка карьера «Удачный» от температуры (*a*) и зависимости энергоемкости дробления от циклов замораживания—оттаивания (*б*).

**Программа 7.7.2. Разработка месторождений полезных ископаемых и комплексная переработка минерального сырья на основе ресурсо- и энергосберегающих экологически безопасных технологий (координатор докт. техн. наук В. П. Потапов)**

В Институте угля и углехимии разработан метод горно-геометрического прогнозирования разрывных нарушений угольных пластов в контуре подготовленного выемочного столба, предназначенный для оценки горно-геологических условий разработки угольных пластов, выявления аномальных тектонических зон и других участков изменения геомеханических характеристик вмещающих пород. Основанный на анализе погрешности положения почвы (кровли) угольного пласта в недрах, оцененно-

го по результатам оконтуривания выемочного столба горными выработками, метод позволяет использовать прямые измерения в угольных шахтах в соответствии с нормативными требованиями к геолого-маркшейдерским измерениям.

В этом же Институте обоснованы параметры комбинированной (камерно-столбовой) геотехнологии подземной разработки мощных угольных пластов в сложных горно-геологических условиях. Камерно-столбовая система



**Рис. 25.** Технологическая схема подготовки и отработки выемочного поля при камерно-столбовой разработке.

позволяет разрабатывать угольные пласты, на которых использование механизированных комплексов по технико-экономическим условиям нецелесообразно из-за ограниченных запасов, слоистой конфигурации, значительной разрывной нарушенности и расположения в пределах охранных целиков под наземные объекты. Для повышения эффективности и

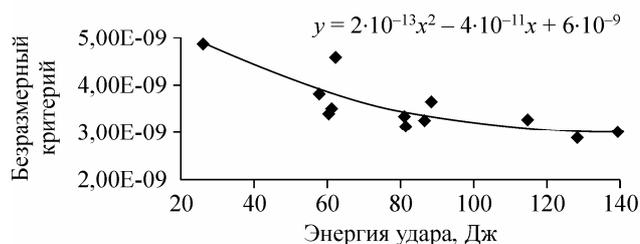
безопасности разработки мощного пологого угольного пласта по камерно-столбовой системе осуществляется опережающее крепление бортов выемочной камеры и заходки в нижнем слое (рис. 25), за счет чего повышается устойчивость бортов, а с применением анкерного крепления кровли увеличивается длина заходки.

### Программа 7.7.3. Физико-механические, теплофизические и аэродинамические процессы в массивах горных пород, создание методов и технических средств освоения недр (координатор член-корр. РАН М. Д. Новопашин)

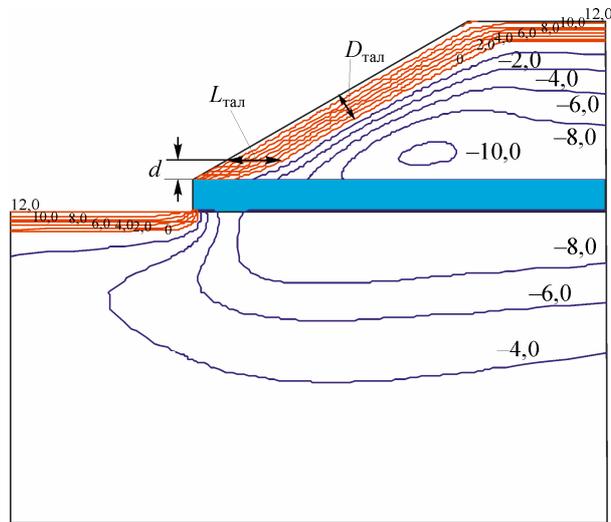
Учеными Института горного дела исследованы процессы разрушения геоматериалов импульсными нагрузками. Установлены основные закономерности их протекания, в частности, доказано существование порогового значения энергии удара, при котором разрушение материала происходит с минимальными затратами энергии и обеспечивается повышение эффективности разрушения путем увеличения ударной мощности генератора за счет частотной компоненты при компенсации реактивных сил отдачи (рис. 26). Полученные результаты служат научной основой создания оборудования для бурения взрывных скважин, реализации безвзрывных технологий добычи полезных ископаемых, подземного строительства с существенно лучшими характеристиками по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.

В Институте горного дела Севера им. Н. В. Черского разработана трехмерная мате-

матическая модель теплообменных процессов в подземных горных выработках криолитозоны (рис. 27), учитывающая природно-климатические (динамика изменения температуры атмосферного воздуха, толщины снега, скорости ветра), конструктивные (геометрические размеры и глубина заложения выработок, угол откоса склона) и технологические (дата начала, продолжительность и интенсивность вентиляции) условия эксплуатации. Разработанные модели теплообмена и программы расчета тепловых режимов подземных сооружений позволяют сделать долгосрочный прогноз температурного режима, а также рассчитать температурное поле и количество циклов замораживания—оттаивания окружающих горных пород, вызванных знакопеременным температурным воздействием, что является основой для прогноза изменений свойств горных пород вокруг выработок и расчета устойчивости.



**Рис. 26.** Критерий наиболее разрушительного действия ударных импульсов (возникновения волн маятникового типа) и картина объемного разрушения гранита.



**Рис. 27.** Распределение температуры в массиве горных пород вокруг штольни в летнее время, где  $D_{\text{тал}}$  — глубина сезонного протаивания склона, м;  $L_{\text{тал}}$  — длина протаявшего участка пород над устьем на расстоянии от кровли  $d$ .