

## ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ VIII.74.

### КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ НЕДР ЗЕМЛИ,

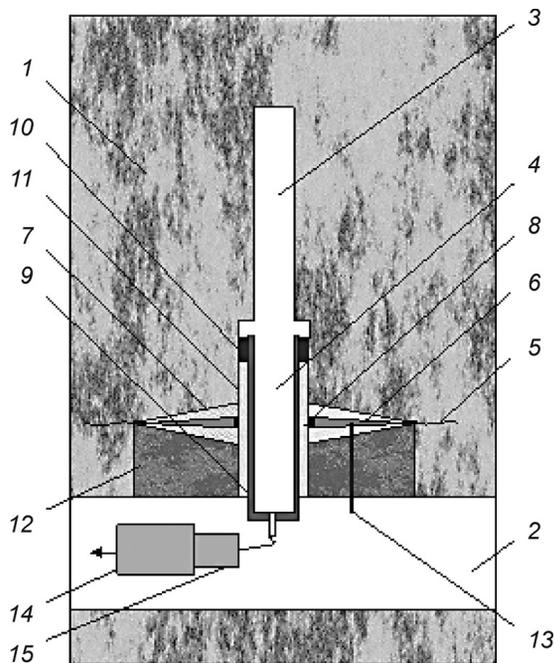
### ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Программа VIII.74.1. Основы нелинейной геомеханики: физико-механические свойства, экспериментально-теоретические методы, системы мониторинга и прогнозирование техногенных катастрофических событий (координатор член-корр. РАН В. Н. Опарин)**

В Институте горного дела им. Н. А. Чинакала разработаны: скважинный двухпакерный зонд для проведения газо- и гидродинамических исследований фильтрационных свойств и флюидонасыщенности горных пород в скважинах методом установившихся отборов и в режиме нестационарной фильтрации; исследовательская версия программного обеспечения для расчета фильтрационных параметров горных пород по данным скважинных измерений, в частности для расчета добычи газа, времени дегазации до безопасного уровня и оптимизации проек-

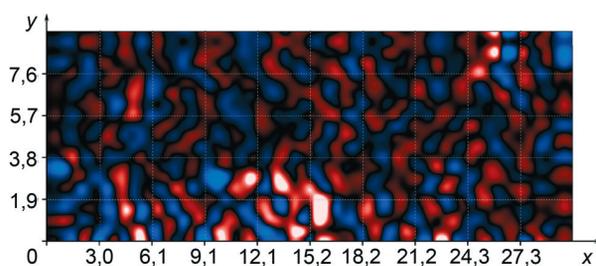
тирования систем предварительной дегазации угольных пластов; способы создания противодиффузионных экранов для решения задач горного дела, в том числе способ герметизации дегазационных скважин, способ ликвидации водопроявлений в горных выработках и тоннелях. На рис. 48 приведена схема дегазации массива газоносных горных пород с герметизацией дегазационной скважины по способу ГДС.

Учеными этого же Института впервые для обработки экспериментальных данных спекл-фотографий поверхностей образцов горных по-

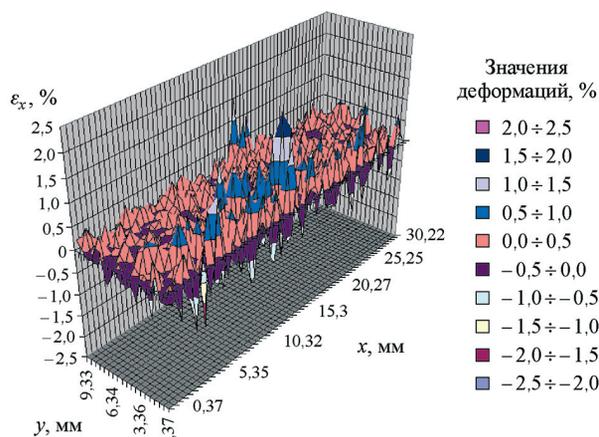


**Рис. 48.** Схема дегазации массива газоносных горных пород с герметизацией дегазационной скважины по способу ГДС.

1 – массив газоносных горных пород; 2 – горная выработка; 3 – дегазационная скважина; 4 – участок установки обсадной трубы; 5 – трещина гидроразрыва; 6 – воздухонепроницаемый (барьерный) экран; 7 – слой горных пород вокруг экрана, пропитанный закачиваемой жидкостью; 8 – устье барьерного экрана; 9 – обсадная труба; 10 – герметизатор; 11 – затрубное пространство; 12 – запирающий слой горных пород с градиентом порового давления; 13 – дополнительная скважина (шпур); 14 – вакуумно-насосная установка; 15 – водоотделитель.



**Рис. 49.** Картинирование сканируемой поверхности по компоненте микродеформации  $\epsilon_x$  в продольном ( $x$ ) направлении образца в момент нагружения, соответствующий на диаграмме «напряжение–время» 30 с.



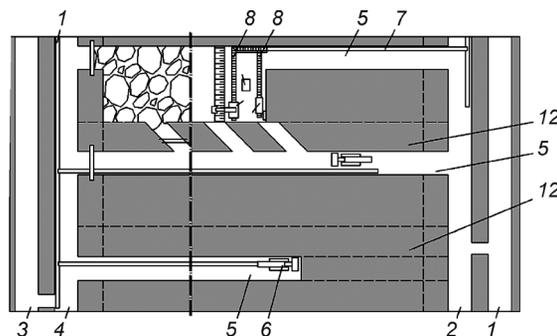
**Рис. 50.** Распределение микродеформации  $\epsilon_x$  по сканируемой поверхности образца в момент нагружения, соответствующий на диаграмме «напряжение–время» 30 с.

род при их нагружении до разрушения введена энергетическая функция сканирования деформационно-волновых процессов. С ее применением экспериментально доказана гипотеза о том, что при определенном уровне нагружения образцов горных пород внутри них возникают синфазные и антифазные осциллирующие движения структурных элементов геоматериалов в стесненных

условиях. Результат имеет принципиальное значение при изучении механизма трансформации накапливаемой горными породами в очаговых зонах катастрофических событий потенциальной упругой энергии в кинетическую энергию движения их составных структурных элементов (рис. 49, 50).

**Программа VIII.74.2. Фундаментальные основы и инновационные технологии разработки и комплексного освоения угольных месторождений (координатор член-корр. РАН В. И. Клишин)**

Учеными Института угля обоснована технология одновременной отработки двух слоев мощного пологого пласта длинными столбами-камерами с оставлением целиков, способных разрушаться со временем (рис. 51). В предлагаемой технологии выемочное поле вскрывают главными и фланговыми уклонами, которые проводят у кровли пласта и в нижних точках сбивают сбоями, для обеспечения бремсберговой схемы проветривания. От фланговых уклонов к главным проводят подготовительные выработки, в районе которых готовят монтажную камеру. В камере монтируют забойные конвейеры, нишенарезную машину (ННМ), экскаватор, анкероустановщик. Вследствие подготовки выемочных полей выработками в одном верхнем слое затраты на подготовку



**Рис. 51.** Вскрытие, подготовка и отработка мощного пологого угольного пласта столбами-камерами.

1 – главный воздухоподающий уклон; 2 – главный конвейерный уклон; 3 – фланговый воздухоподающий уклон; 4 – фланговый конвейерный уклон; 5 – подготовительные выработки; 6 – проходческий комбайн; 7 – ленточный конвейер; 8 – забойный конвейер; 9 – нишенарезная машина; 10 – экскаватор; 11 – анкероустановщик; 12 – саморазрушающийся целик.



**Рис. 52.** Схема газодинамической модели расчета нестационарных режимов проветривания угольных шахт.

снижаются на 50 %, время и материальные затраты на демонтажные работы – примерно на 70 %. Короткозабойная технология основана на новых для коротких забоев горно-планировочных и технологических решениях, не применявшихся до настоящего времени. Использование в коротком забое нишенарезной машины делает процесс добычи угля более производительным, чем при использовании проходческих комбайнов.

Учеными этого же Института усовершенствована газодинамическая модель расчета нестационарных режимов проветривания

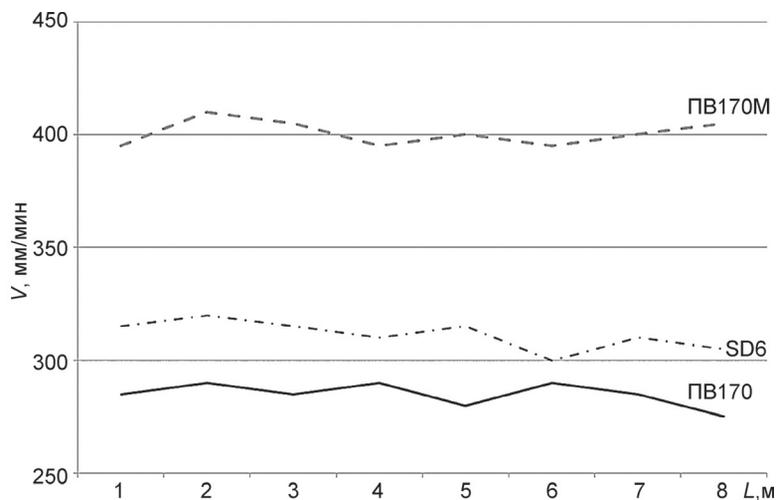
угольных шахт с целью ее взаимосвязи с ранее разработанным газодинамическим методом расчета зон поражения при взрывах в угольных шахтах. Изменения заключаются в построении комплекса двух взаимосвязанных математических моделей, в основу которых положены уравнения нестационарной газовой динамики и современные алгоритмы решения этих уравнений. Взаимосвязь между ними осуществляется путем использования единой пространственной топологии сети горных выработок, взаимного формирования краевых условий, поддержки единого банка данных (рис. 52).

**Программа VIII.74.3. Повышение эффективности разведки, добычи полезных ископаемых, развития подземной инфраструктуры на основе теоретического и экспериментального изучения процессов взаимодействия природных и горно-технических систем (координатор докт. техн. наук Б. Н. Смоляницкий)**

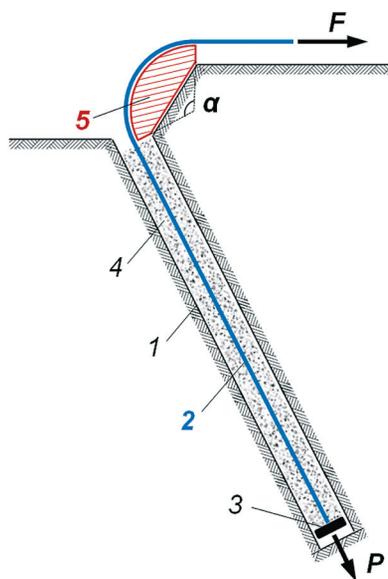
Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала в области создания техники для бурения скважин на подземных и открытых горных работах обоснованы инновационные рабочие циклы погружных машин, существенно (до 30 %) повышающие скорость бурения; созданы и в натурных условиях испытаны погружные пневмоударники диаметром бурения 105–170 мм. В результате испытаний подтверждено, что по ударной мощности, приходящейся на единицу веса, и расходу воздуха на единицу мощности пневмоударники высокого давления ПВ-170М превосходят зарубежные аналоги (рис. 53).

Учеными этого же Института предложена новая принципиальная схема для разработанных

ранее анкеров с гибкой тягой. В ее основу положены результаты исследований эффекта нарастания по мере роста угла охвата анкерной тягой грунтовой опоры силы трения между ними. Новая схема гарантирует повышение несущей способности анкерного крепления вплоть до двух раз. Для достижения этой цели предусмотрено оснащение анкеров с гибкой тягой оригинальной промежуточной опорой. Создание новых анкеров направлено на повышение устойчивости таких инженерных объектов, как борты карьеров, котлованы, откосы выемок и насыпей, для закрепления конструкций на грунтовых основаниях, включая весьма слабые (рис. 54).



**Рис. 53.** Пневмоударник ПВ170М на буровом станке SWDB165 на карьере «Борок» (слева) и графики скоростей бурения пневмоударниками (справа).



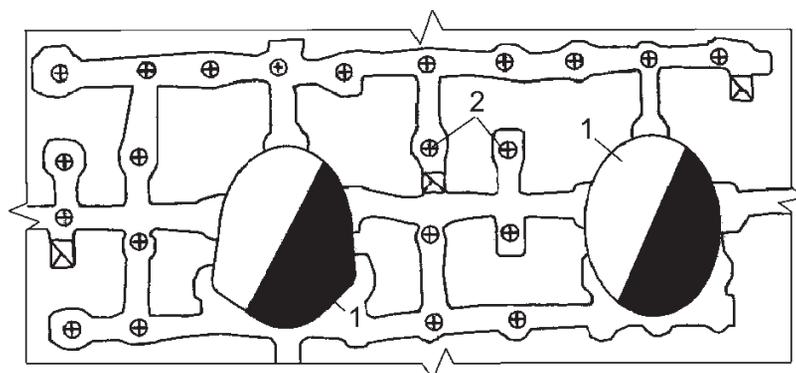
**Рис. 54.** Принципиальная схема анкера с повышенной несущей способностью.

1 – скважина; 2 – гибкая тяга; 3 – пята анкера; 4 – тампонажный материал; 5 – опора;  $F$  – усилие выдергивания;  $P$  – несущая способность пяты анкера.  $F = Pe^{k\alpha}$ ,  $e$  – основание натурального логарифма;  $k$  – коэффициент трения гибкой тяги по опоре;  $\alpha$  – угол охвата гибкой тягой опоры.

**Программа VIII.74.4. Развитие научных основ комплексного освоения месторождений Сибири: создание ресурсосберегающих, инновационных геотехнологий добычи и обогащения твердых полезных ископаемых в сложных горно-технических и геомеханических условиях (координатор докт. техн. наук А. П. Тапсиев)**

Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала определены новые конструктивные параметры геотехнологии по компоновке горных выработок и компенсационных камер в блоках увеличенных размеров (более

25 тыс. м<sup>3</sup>), которые позволяют повысить интенсивность очистной выемки и безопасность за счет снижения в 1,2–1,3 раза удельный объем подготовительно-нарезных работ (рис. 55).



**Рис. 55.** Расположение компенсационных камер в технологическом блоке.

1 – камеры; 2 – пучки сближенных скважин.

**Программа VIII.74.5. Комплексное изучение геомеханических и теплофизических процессов, свойств геоматериалов и массивов горных пород в условиях естественно низких температур, разработка основ инновационных технологий, методов и технических средств освоения недр криолитозоны (координатор докт. техн. наук С. М. Ткач)**

Учеными Института горного дела Севера им. Н. В. Черского разработана трехмерная математическая модель теплообмена вентиляционного воздуха с окружающими горными породами в устьевой части вертикальных стволов

рудников криолитозоны, учитывающая наличие охлаждающих устройств, температуру замораживающей жидкости, длину замораживающих скважин, их количество и место расположения, температуру атмосферного и рудничного возду-

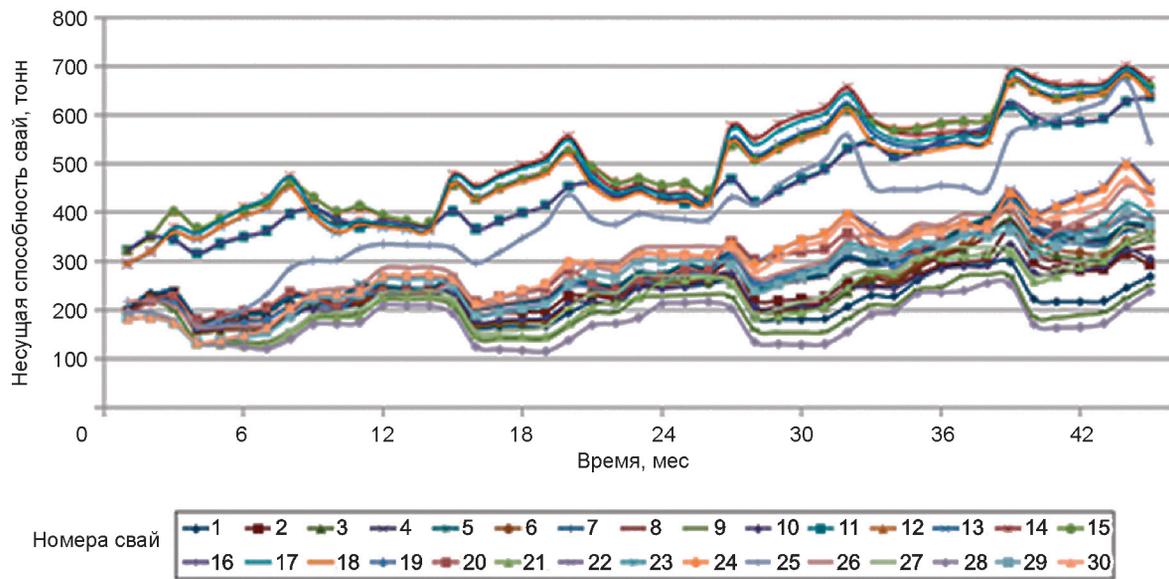


Рис. 56. Динамика несущей способности свай.

ха, неоднородность и степень засоленности вмещающих пород, которая позволяет рассчитать и спрогнозировать изменение несущей способности свай копра с учетом работы замораживающей системы. В качестве примера расчета на рис. 56 показан прогноз динамики изменения несущей способности свай копра рудника «Айхал» АК «АЛРОСА» в течение 4 лет его эксплуатации при режиме работы замораживающей системы (6 мес. – заморозка грунтов,

6 мес. – система отключена) с температурой хладоносителя  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Из графиков видно, что изменение несущей способности свай носит циклический характер, при включении замораживающей станции происходит повышение несущей способности, а при отключении снижение. При этом предельные значения несущей способности свай не превышают расчетных по проекту значений нагрузки на сваи длиной 16 и 10 м соответственно 100 и 80 т.