

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)

Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала впервые экспериментально (в натуральных условиях Таштагольского рудника, рис. 28) показано, что имеет место значительное изменение скорости распространения уп-

ругой волны от изменения энергии импульсного воздействия. При прохождении сейсмической волны тектонического разлома в системе рудное тело (магнетит)—порода разлома (сланец, роговик)—рудное тело, в породах разлома

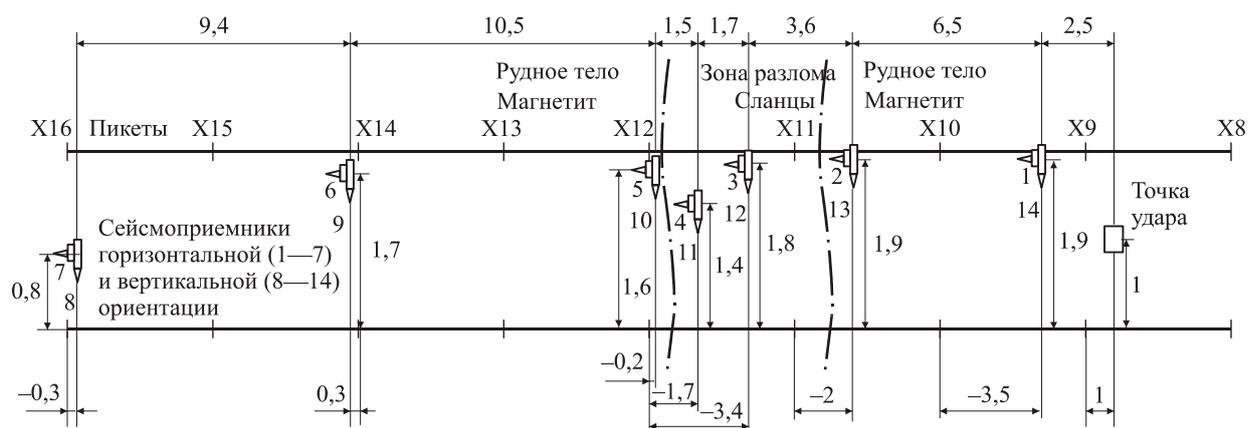


Рис. 28. Схема расстановки сейсмоприемников с указанием расстояний по борту и высоте подземной выработки (вид сбоку) на отметке проведения измерений в зоне тектонического разлома.

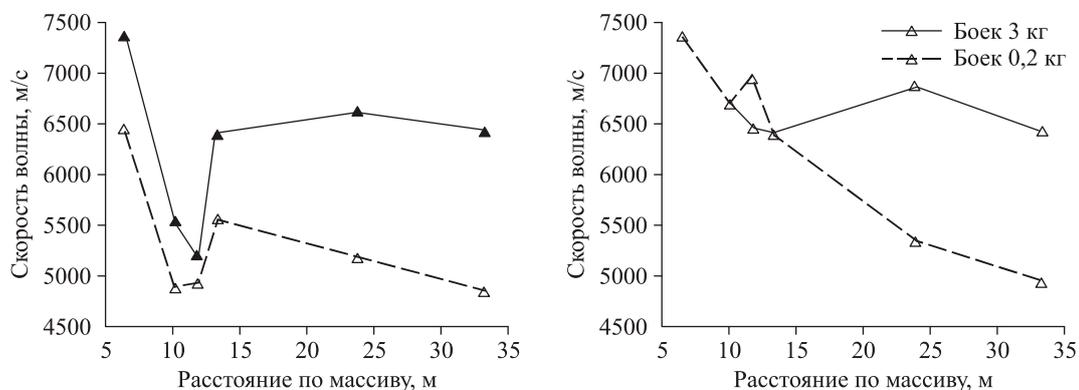


Рис. 29. Графики скорости распространения сейсмической волны (по первым вступлениям) в массиве, определенные по сейсмограммам, зарегистрированным при разных по силе ударах бойком по борту подземной выработки.

а — датчики ориентированы на запись горизонтальной компоненты волнового пакета; *б* — датчики ориентированы на запись вертикальной компоненты волнового пакета.

происходит снижение скорости упругой волны, в рудном теле — увеличение (рис. 29). При снижении энергии удара скорость распространения упругой волны снижается как в породах разлома, так и в рудном теле.

В этом же Институте разработан эффективный метод расчета напряженного состояния слоистого массива горных пород для условий обработки угольных месторождений Кузбасса. Метод позволяет моделировать раскрытие контактов под действием растягивающих напряжений, упругопластический сдвиг вдоль плоскостей напластования, разрушение подработанной толщи, контактное взаимодействие почвы и кровли очистного пространства (рис. 30). Его достоинством является однократное формирование матрицы жесткости расчетной системы.

Сотрудниками этого же Института создана и запущена в эксплуатацию не имеющая аналогов в России многоканальная измерительная система «Карьер» для контроля геомеханического состояния бортов глубоких карьеров алмазоносных трубок Якутии (рис. 31). Входящий в состав системы «Карьер» измерительно-вычислительный комплекс со специально созданными деформационно-волновыми датчиками и с радиоканалом дистанционной передачи информации в Центр ее сбора позволяет решать задачи по оценке устойчивости прибор-

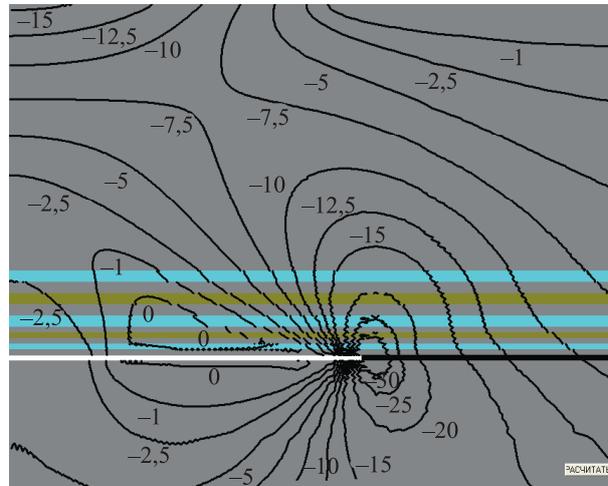


Рис. 30. Изолинии распределения вертикального напряжения (МПа), иллюстрирующие восстановление горного давления над отработанной частью пластовой залежи при учете контактного взаимодействия кровли и почвы угольного пласта: ■ — угольный пласт; ■ — песчаник; ■ — аргиллит; ■ — алевролит; □ — отработанное пространство.

товых зон глубоких карьеров в экстремальных природно-климатических условиях Сибири и Крайнего Севера. В настоящее время система в составе двух измерительно-вычислительных комплексов проходит опытную эксплуатацию в режиме мониторинга на карьере трубки «Удачная» (Якутия).

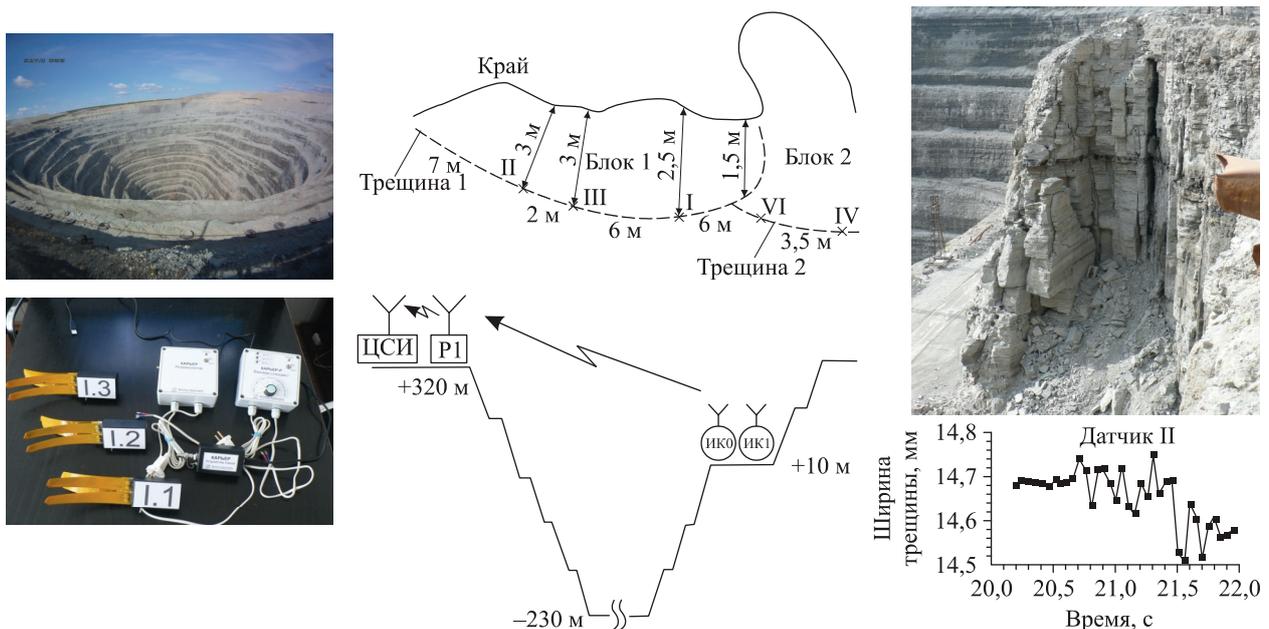


Рис. 31. Система мониторинга геомеханического состояния бортовых откосов «Карьер» на глубоком карьере трубки «Удачный».

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)



Рис. 33. Общий вид экспериментального вибрационного отвалообразователя.

Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала в области направленного бурения горизонтальных скважин в грунте впервые разработан экспериментальный образец бурового комплекса для проходки протяженных скважин в грунтах с транспортированием раз-

рушенного грунта сжатым воздухом по горизонтальному вращающемуся трубопроводу постоянного круглого сечения и возможностью корректировки траектории скважины. Проведены его производственные испытания, которые подтвердили преимущества перед аналогами. Техническая производительность комплекса в 2—3 раза выше, чем у аналогов; исключаются климатические ограничения на работу; обеспечивается экологически более чистый технологический процесс бурения (рис. 32).

Учеными этого же Института обоснованы схемы отвалообразования, в используются вибрационные питатели, обеспечивающие наиболее безопасное перемещение в отвал вскрышных пород, исключив необходимость работы большегрузных автосамосвалов и бульдозеров в опасной приконтурной зоне отвалов. Создан не имеющий аналогов экспериментальный самоходный гидрофицированный вибрационный отвалообразователь, испытания которого проведены на полигоне ИГД СО РАН «Зеленая горка» (рис. 33).



Рис. 32. Производственные испытания бурового комплекса.

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)

Учеными Института угля показано, что объединение открытых и подземных горных работ с использованием общей производственной инфраструктуры на строящихся и действующих угольных разрезах определяет современную концепцию освоения угольных месторождений Кузбасса открыто-подземным (комбинированным) способом. Установлено, что с 2007 по 2011 г. добыча угля комбинированным способом увеличилась более чем в 2 раза с 14,6 млн т до 32,6 млн т (рис. 34), при этом соотношение открытого и подземного способов добычи угля в 2007 г. составляло 50/50, а в 2011 г. изменилось на 44/56 (рис. 35). Привлекательными особенностями освоения модульных технологий шахтоучастков для отработки угольных пластов из открытых горных выработок являются минимальные инвестиции, минимальный срок строительства и окупаемости вложенных средств, высокая производительность труда шахтеров при низкой себестоимости добываемого угля. Технологические схемы открыто-подземных (комбинированных) разработок хорошо сочетаются с модульными структурами и позволяют быстро вводить в действие новые мощности, полнее использовать запасы месторождения, обеспечить более экономичную их разработку.

Учеными этого же Института предложены новые технологические решения открыто-подземной разработки угольных месторождений: а) способ открыто-подземной разработки крутонаклонного угольного пласта с осуществлением выемки угля в горизонтальных слоях (рис. 36); б) способ открыто-подземной разработки крутых угольных пластов с выемкой угля в стороне от рабочей площадки гидромониторной струей (рис. 37). Показано, что объединение открытых и подземных горных работ с использованием общей производственной инфраструктуры на строящихся и действующих угольных разрезах является приоритетным при освоении угольных месторождений Кузбасса.

Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала разработана и апробирована на геологических материалах Эльгинского сложно-структурного угольного месторождения Южной Якутии (рис. 38) методика вычисления и

картирования средствами ГИС среднего коэффициента вскрыши в зависимости от числа включаемых в отработку угольных пластов (рис. 39). Анализ результатов картирования позволяет выделить участки месторождения, пригодные для первоочередной добычи угля, оптимизировать параметры и направление ведения горных работ.



Рис. 34. Добыча угля по Кузбассу в зависимости от способа разработки (тыс. т/год).

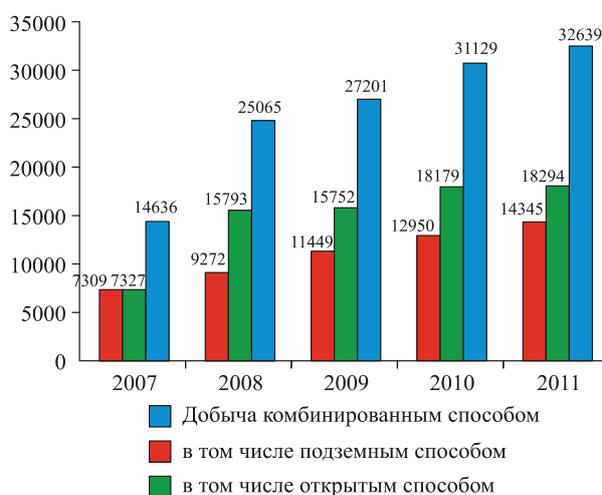


Рис. 35. Соотношение объемов добычи угля в Кузбассе (тыс. т/год).

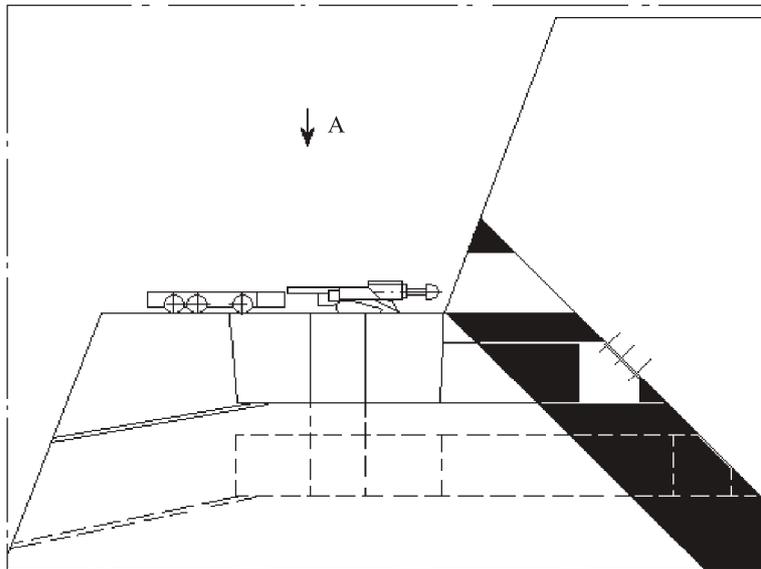


Рис. 36. Схема подготовки и обработки крутонаклонного пласта.

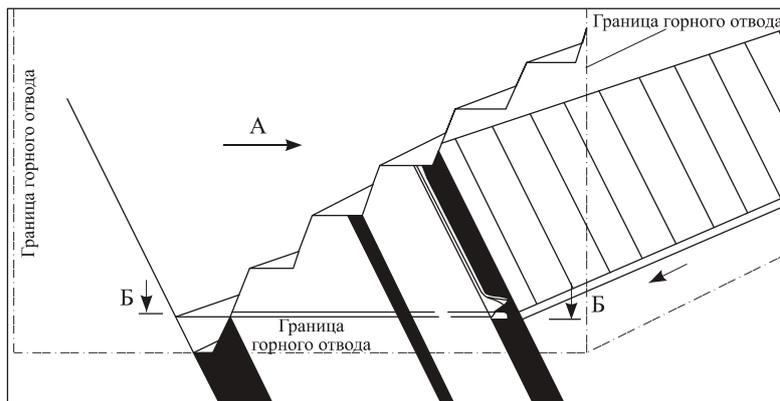


Рис. 37. Схема подготовки и обработки крутого пласта.



Рис. 38. Разрез «Эльгинский». Горные работы.

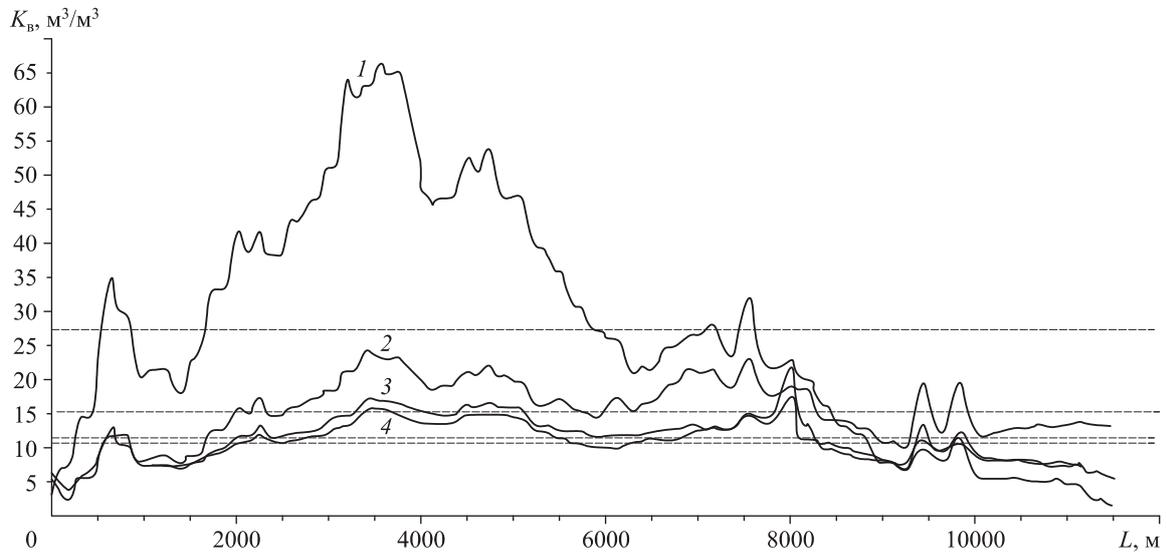


Рис. 39. Изменение среднего коэффициента вскрыши K_v по простиранию L пластов Эльгинского месторождения при включении в отработку: 1 — пласта $У_5$; 2 — пластов $У_5, У_4$; 3 — пластов $У_5, У_4, Н_{16}$; 4 — пластов $У_5, У_4, Н_{16}, Н_{15}$.

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)

Учеными Института горного дела Севера им. Н. В. Черского разработана методика определения удельной энергоёмкости разрушения горных пород, отличающаяся тем, что испытания проводятся на образцах неправильной

формы при отрицательных температурах, и позволяющая оценить относительное изменение удельной энергоёмкости разрушения горных пород при знакопеременных температурных воздействиях. Относительная погреш-

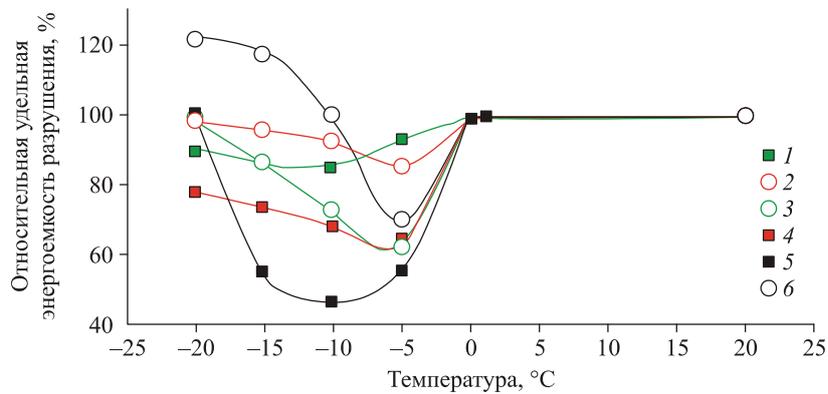


Рис. 40. Относительная энергоёмкость разрушения горных пород в зависимости от температуры:

1 — известняк карьера «Мохсоголлох» (пористость 1%); 2 — кимберлит тр. «Удачная» (пористость 5%); 3 — известняк карьера «Удачный» (пористость 12%); 4 — кимберлит тр. «Интернациональная» (пористость 13%); 5 — каменный уголь шахты «Денисовская» (пласт К-4); 6 — бурый уголь разреза «Кангаласский» (пласт Верхний).

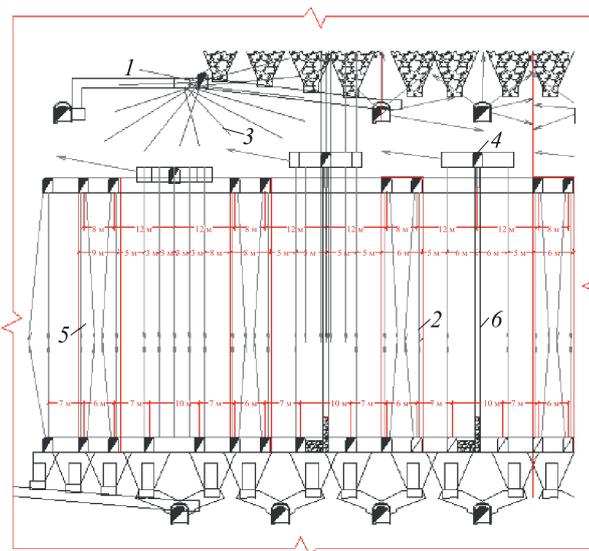


Рис. 41. Схема расположения параллельно-сближенных скважинных зарядов взрывчатых веществ в блоке:

1 — орт; 2 — нисходящие параллельно-сближенные скважины \varnothing 250 мм; 3 — веера скважин; 4 — буровая выработка; 5 — компенсационная камера; 6 — вертикальные концентрированные заряды; 3—12 м — расстояние между рядами параллельно-сближенных скважин.

ность определения удельной энергоёмкости разрушения горных пород при надёжности 0,95 составляет не более 4 %. Использование разработанной методики позволило установить, что энергоёмкость разрушения ряда горных пород в диапазоне отрицательных температур от $-5 \dots -15 \text{ }^\circ\text{C}$ на 10—40 % ниже, чем при положительной температуре (рис. 40).

Учеными Института горного дела им. Н. А. Чинакала предложены схемы взрывной отбойки блоков вертикальными концентрированными и параллельно-сближенными зарядами увеличенного диаметра на зажатую среду и компенсационную камеру (рис. 41). Примене-

ние схем на Шерегешевском месторождении позволяет снизить объёмы проходки нарезных выработок в 1,25 раза, бурения скважин — в 1,3 раза и удельного расхода взрывчатых веществ — в 1,2 раза. Разработана методика расчёта конструктивно-технологических параметров геотехнологии в условиях активных геодинамических проявлений. Обоснование параметров геотехнологии с помощью предложенной методики позволяет вести отработку рудных залежей в условиях горного давления со снижением потерь и разубоживания руды на 20—35 %.