



ВНЕДРЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ, КАК ПУТЬ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ДОБЫЧУ УГЛЯ

Шашенко А.Н., д.т.н., профессор кафедры СГГМ,

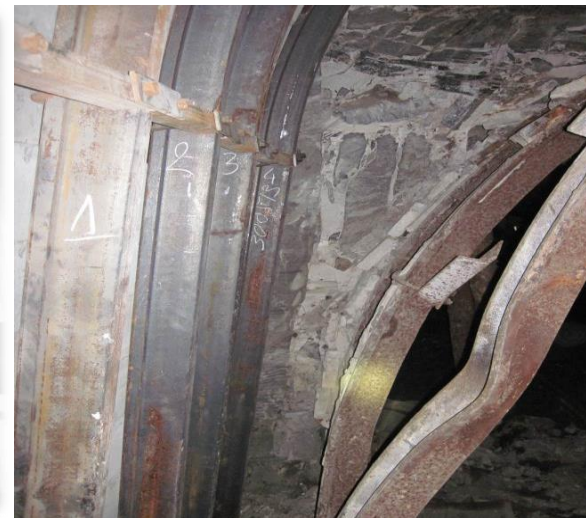
Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СГГМ,

Выгодин М.А., к.т.н., доцент,

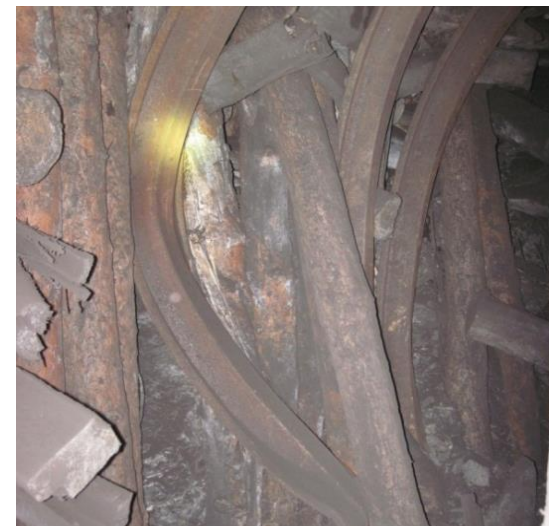
Кафедра строительства, геотехники и геомеханики



ДЕФОРМАЦИИ ПОРОД И КРЕПИ В ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫРАБОТКАХ ГЛУБОКИХ ШАХТ



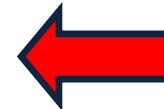
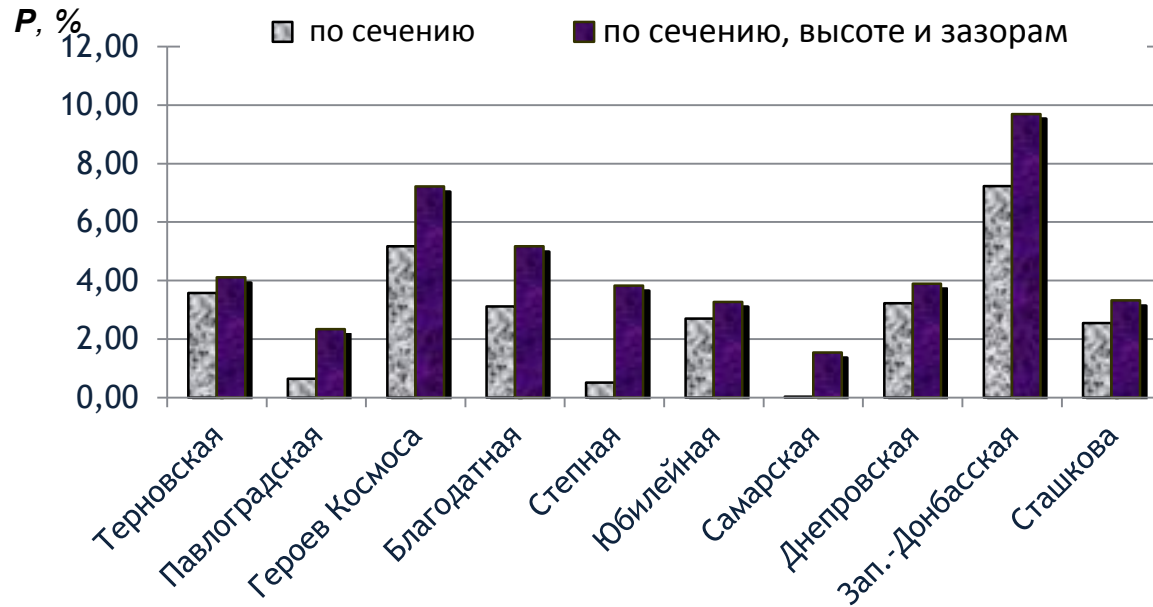
Выдавливание пород в кровле и боках выработки



Разрушение железобетонной затяжки

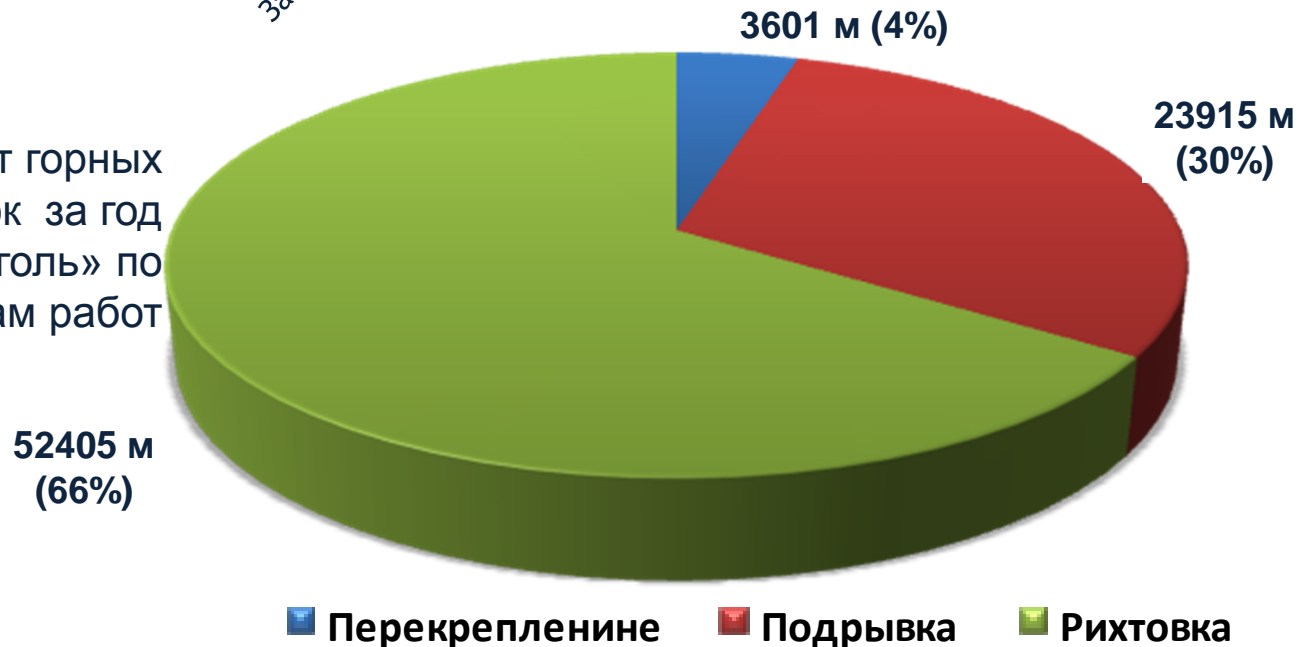
Деформирование элементов крепи

СТРУКТУРА И ОБЪЕМЫ РЕМОНТНЫХ РАБОТ В ВЫРАБОТКАХ ШАХТ ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»



Доля выработок, не соответствующих требованиям ПБ, по шахтам «ДТЭК Павлоградуголь»

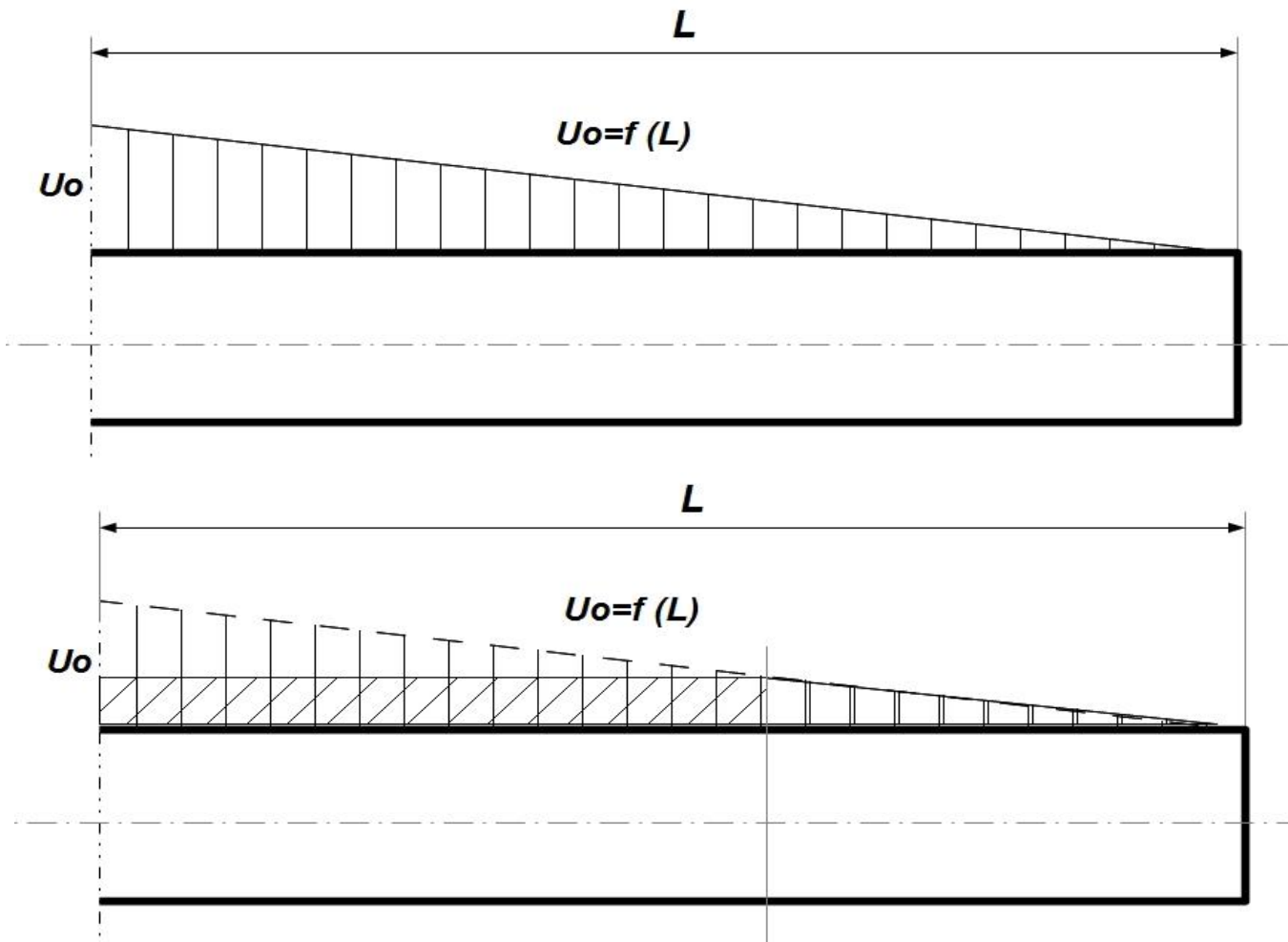
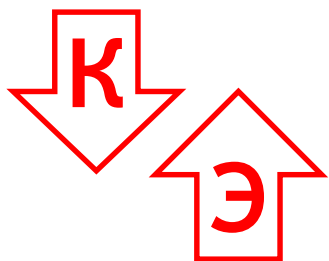
Фактический ремонт горных выработок за год по «ДТЭК Павлоградуголь» по видам работ



■ Перекрепление
 ■ Подрывка
 ■ Рихтовка

СТРУКТУРА ЗАТРАТ НА СООРУЖЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ВЫРАБОТОК С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

4

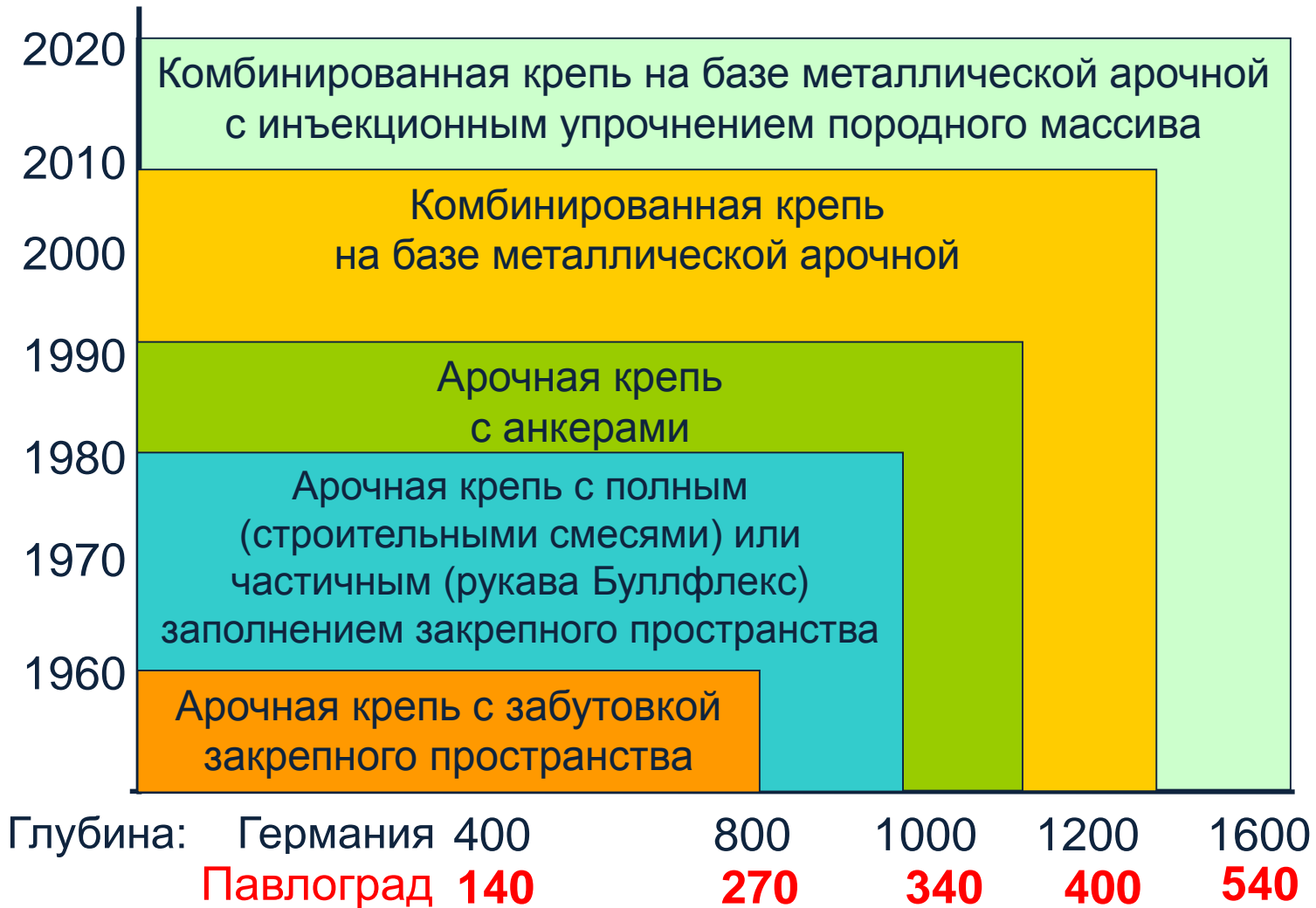


ЗАТРАТЫ = $K_{\text{капитальные}}$ + $\text{Э}_{\text{эксплуатационные}}$ **→ min**

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ШАХТАХ ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»

Шахта	Число отрабатыва- емых пластов	Глубина ведения работ, м	Число пластов с балансовы- ми запасами	Ожидаемая глубина ведения работ, м
Терновская	4	216	8	370
Павлоградская	4	230	5	400
им. Героев космоса	3	424	7	760
Благодатная	3	331	10	340
Степная	3	400	11	560
Юбилейная	2	368	6	500
Самарская	2	195	6	310
Днепровская	3	290	8	500
Западно-Донбасская	3	567	8	600
им. Сташкова	3	343	8	500

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КРЕПИ С РОСТОМ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ



КРЕПЬ КАПИТАЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ С ЗАПОЛНЕНИЕМ ЗАКРЕПНОГО ПРОСТРАНСТВА ТВЕРДЕЮЩИМ СОСТАВОМ

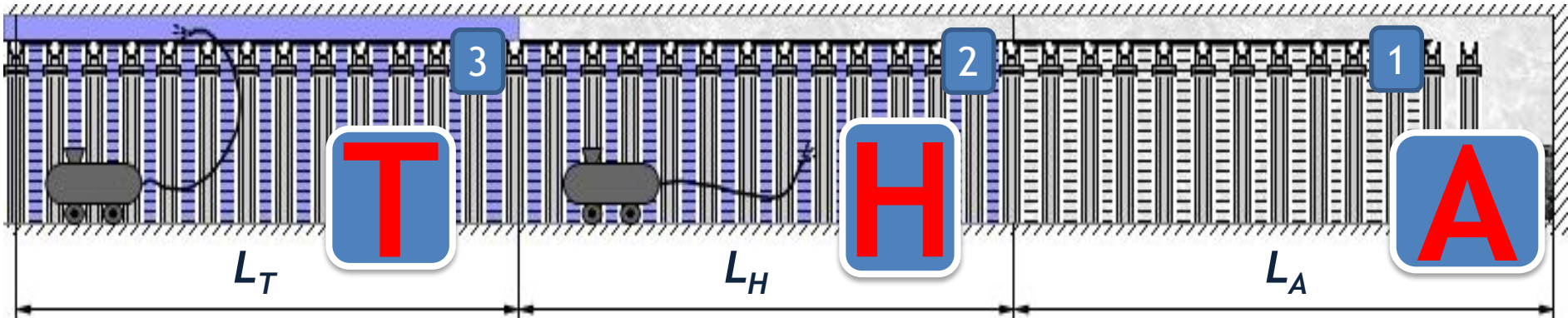
АНТ

Арка

Набрызг

Тампонаж

Схема технологического процесса возведения крепи типа АНТ



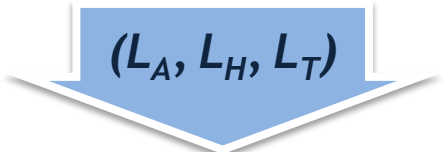
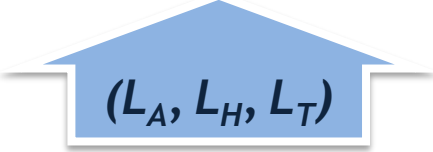
Порядок возведения:

- 1 - Возведение арочной крепи с ж/б затяжкой
- 2 - Создание непроницаемой оболочки после реализации податливости рам
- 3 - Заполнение закрепного пространства твердеющим составом

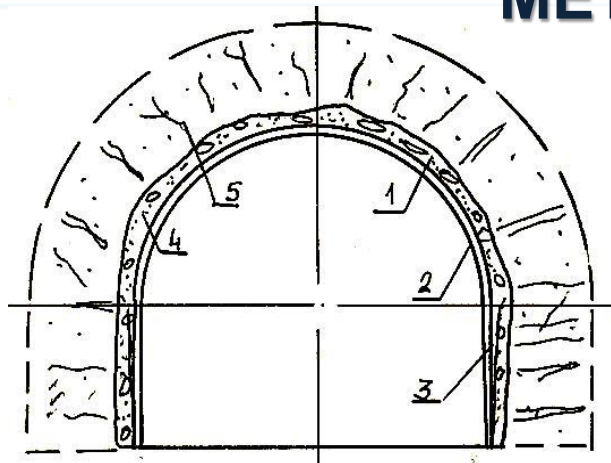
Влияние условий проведения на длины участков

ГГ-условия лучше

ГГ-условия хуже



КОМБИНИРОВАННЫЕ КРЕПИ НА БАЗЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРОЧНОЙ

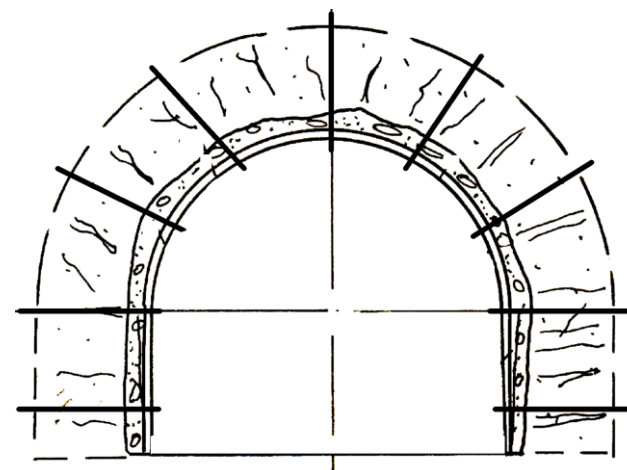


Классическая (АНТ):

арка с ж/б затяжкой +
набрызгбетон + тампонаж

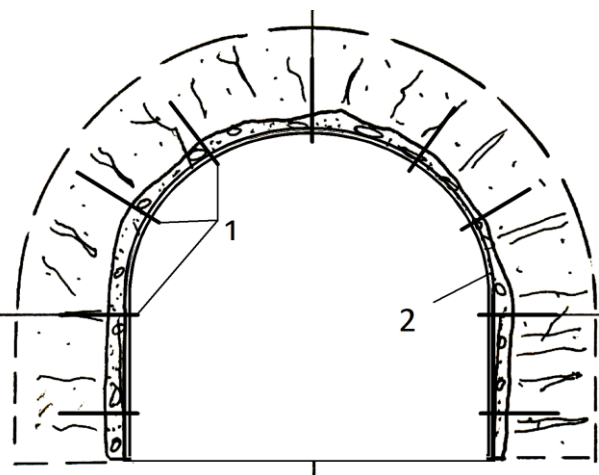
Анкерно-рамная (АНТ-А):

арка с ж/б затяжкой + анкера +
набрызгбетон + тампонаж



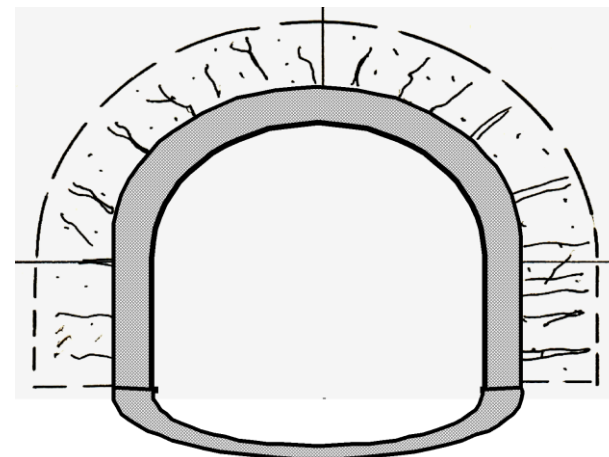
Комбинированная с анкерами (ШСНТ):

штанга + сетка + набрызгбетон +
тампонаж



Замкнутая (ЗНТ):

кольцо или арка с обратным сводом +
набрызгбетон + тампонаж

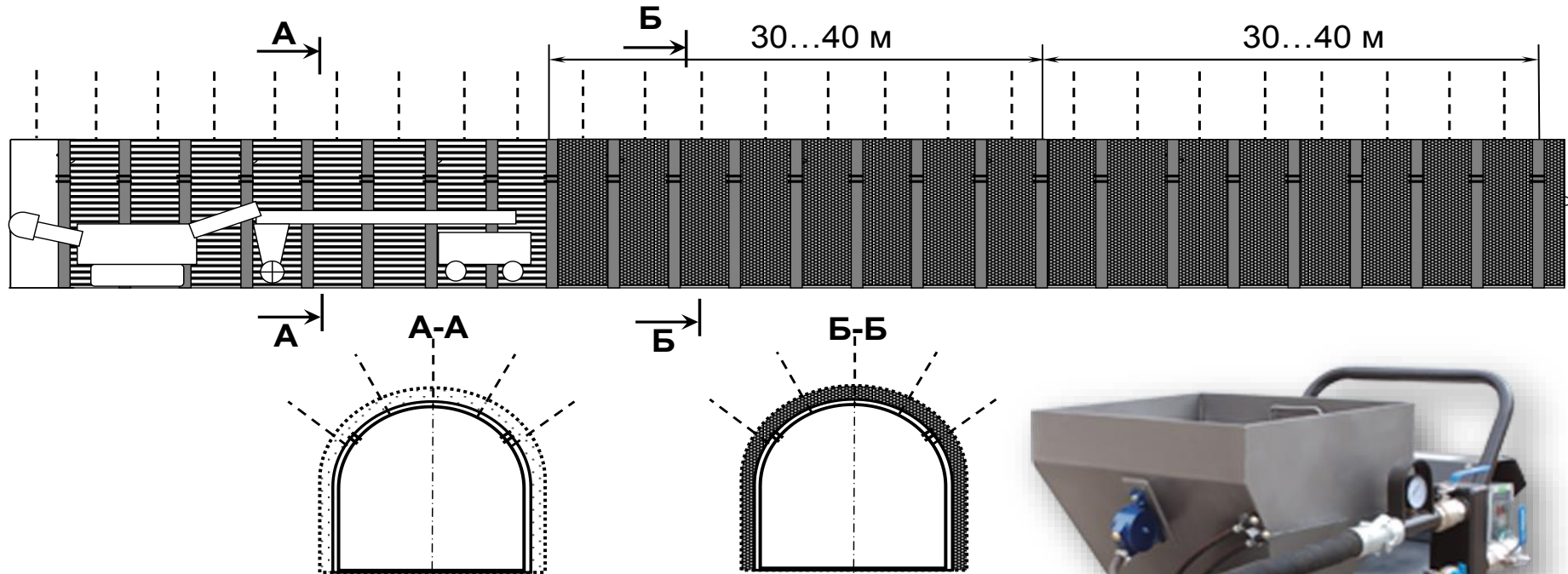


ВЫВОДЫ

1. Плохое состояние протяженных выработок обусловлено формированием вокруг них больших зон деформированных пород, вызванным некачественной забутовкой и несвоевременным выполнением тампонажных работ.
2. Главной причиной несвоевременного проведения тампонажных работ является большой объем ручных операций.
3. Для увеличения производительности тампонажных работ необходима механизация пикотажных работ и совершенствование технологии проведения тампонажа.
4. Железобетонная затяжка, как несущий элемент крепи имеет низкую несущую способность, ресурсоемка, трудоемка в установке, имеет много стыков.
5. Для обеспечения устойчивости пород в зоне расположения технологического оборудования необходимо выполнение дополнительных мероприятий.

МЕХАНИЗАЦИЯ ТРУДОЕМКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТАМПОНАЖА - ТОРКРЕТИРОВАНИЕ

Технологическая схема возведения крепи с тампонажем закрепного пространства с упрочнением пород кровли анкерами



Торкрет-установка АС – 1
(АО "Альпсервис", г. Харьков, Украина) предназначена для нанесения бетонных смесей методом сухого торкретирования.

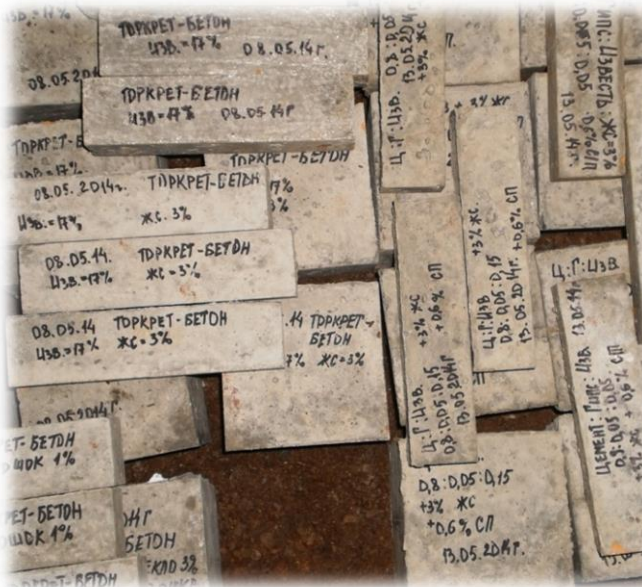
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

Проведение 2-го Западного
магистрального откаточного штрека
гор. 370 м шахты им. Героев космоса



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОДЫ, ОСТАВЛЯЕМОЙ В ШАХТЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ

Исследования в лаборатории кафедры
строительства, геотехники и геомеханики



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАХТНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Внедрение подземного дробильного комплекса

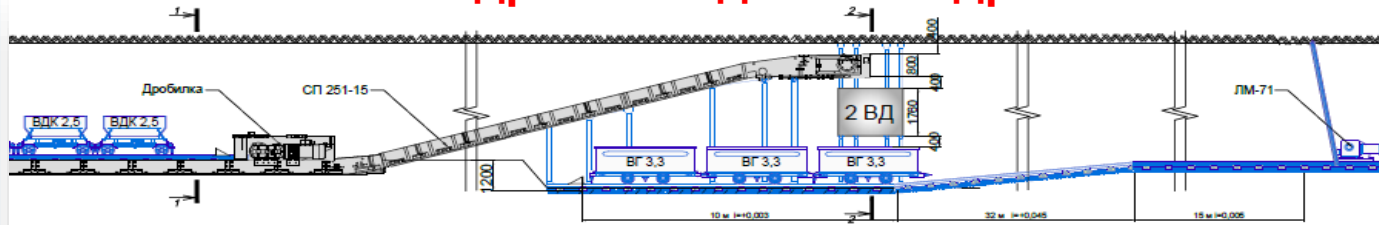
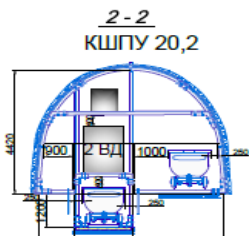
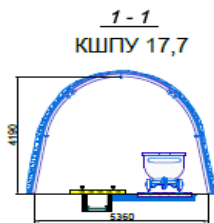
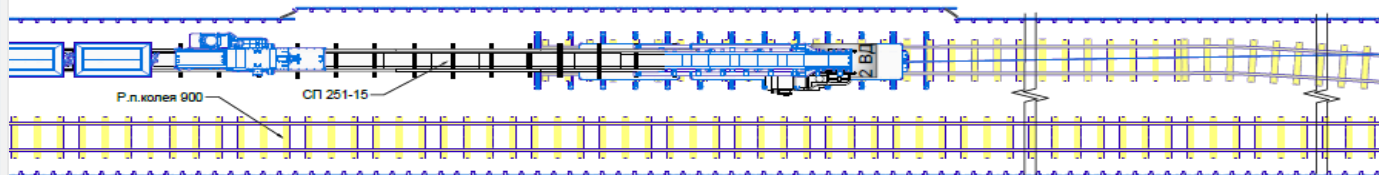


Схема расположения оборудования подземного дробильного комплекса в выработке



Двухуровневая валковая дробилка 2ВД



Вагоны с донной разгрузкой с породой, поступающей на дробилку



Узел загрузки измельченной породы

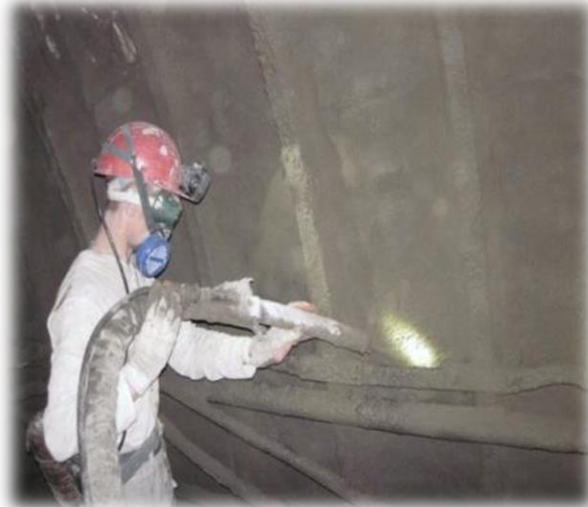


Дробилка в выработке

Внедрение твердеющих смесей на основе породы для крепления выработок



Доставка дробленой породы



Нанесение торкрет-бетонной смеси



Качество поверхности выработки

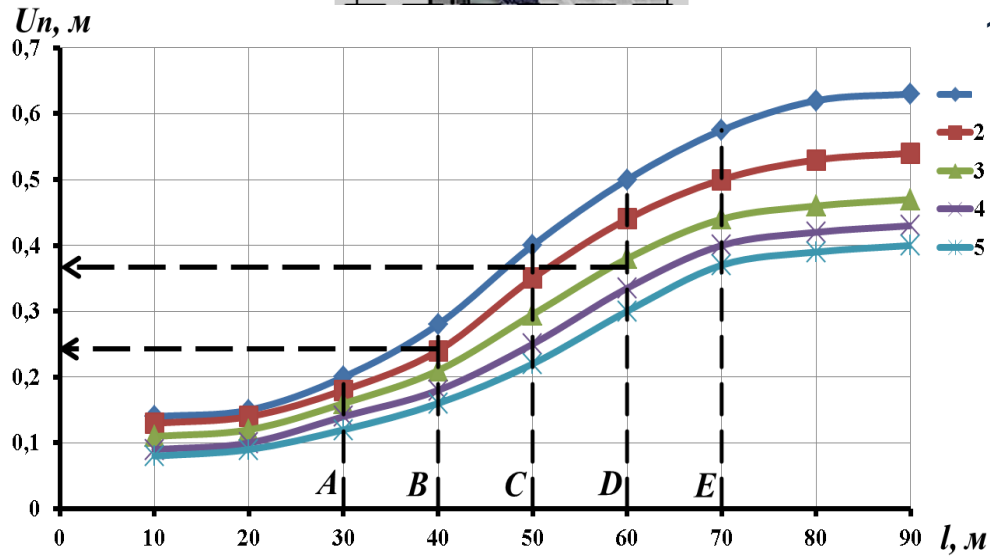
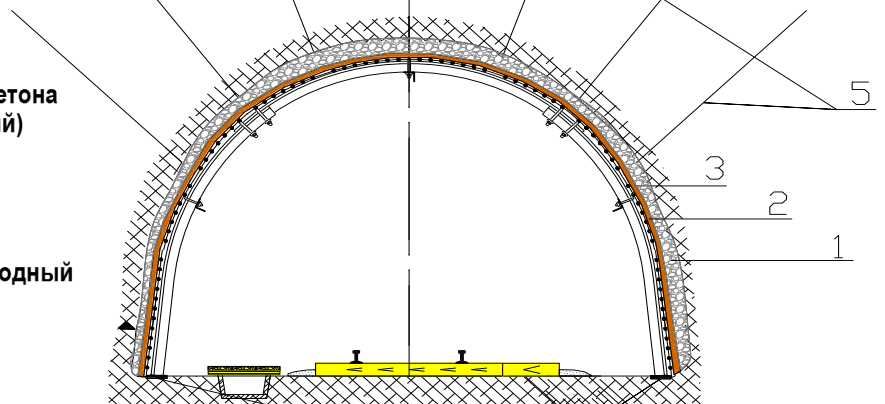
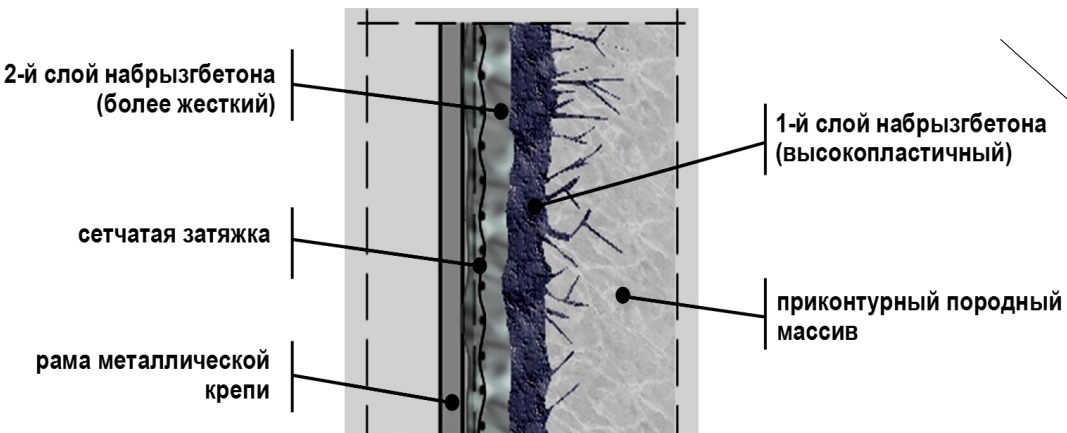
Результаты:

Обоснованные рецептуры твердеющих смесей на основе шахтных пород Западного Донбасса для использования в технологии крепления выработок.

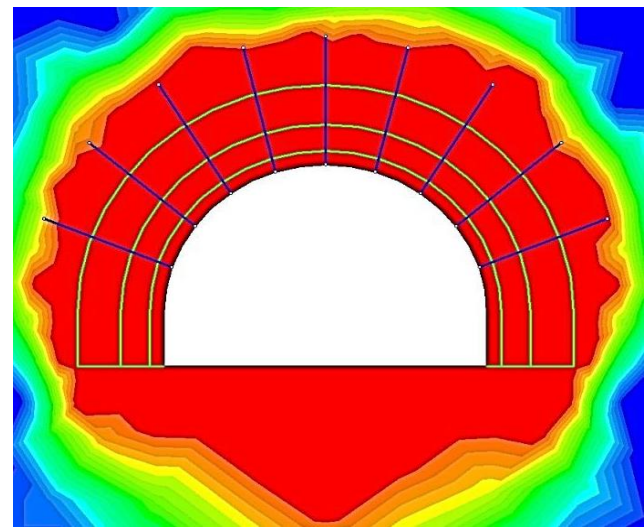
Впервые в Украине предложены технологические схемы подземного дробильного комплекса, предназначенного для измельчения пород, поступающих из подготовительных забоев, и используемых для крепления капитальных выработок.

Ожидаемый экономический эффект в 2017 году от использования дробленой шахтной породы, только для тампонажа капитальных выработок на ПСП «Шахта им. Героев космоса» составит 804,6 тыс. грн., без учета улучшения экологической ситуации за счет снижения объемов породы, выдаваемой из шахты на земную поверхность.

Обоснование новой конструкции и технологии возведения крепи АСН+А



Зависимость смещений пород почвы от расстояния между местом проведения набрызгбетонных работ и забоем выработки: 1 - без анкеров; 2 - с установкой анкеров соответственно - 3-х; 3 - 5-ти; 4 - 7-ми; 5 - 9-ти

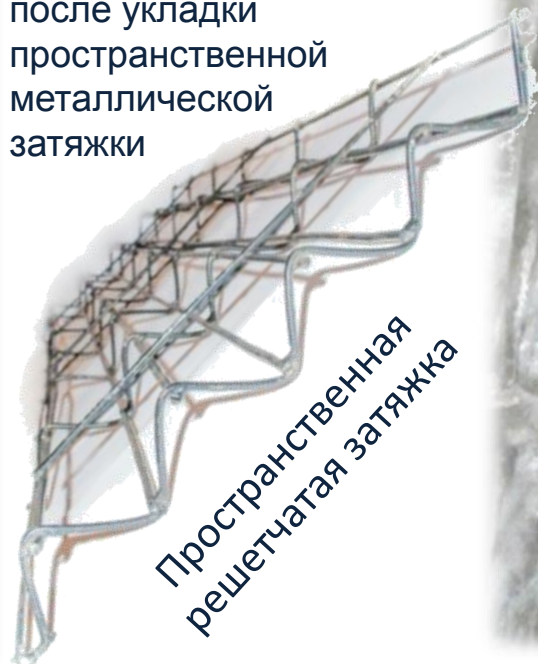


Этап моделирования для определения параметров крепи

Внедрение комбинированной крепи АСН+А



Вид выработки после укладки пространственной металлической затяжки



Пространственная решетчатая затяжка



Вид выработки после торкретирования

Результаты:

Экономический эффект от применения разработанных конструкций и технологий возведения комбинированных крепей с тампонажем закрепного пространства вместо металлической рамной крепи с обратным сводом составит 6153 грн./м.

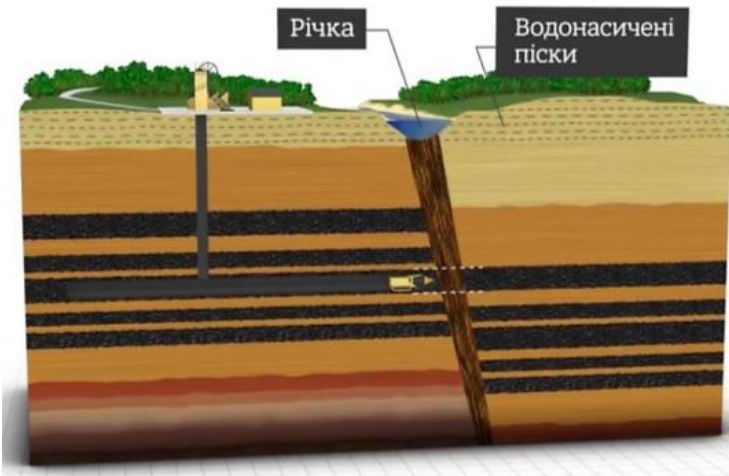
В целом для шахт ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» общая сумма ожидаемого экономического эффекта составит 280...300 млн. грн. в год.

ПЕРЕХОД ВЫСОКОАМПЛИТУДНОГО БОГДАНОВСКОГО СБРОСА

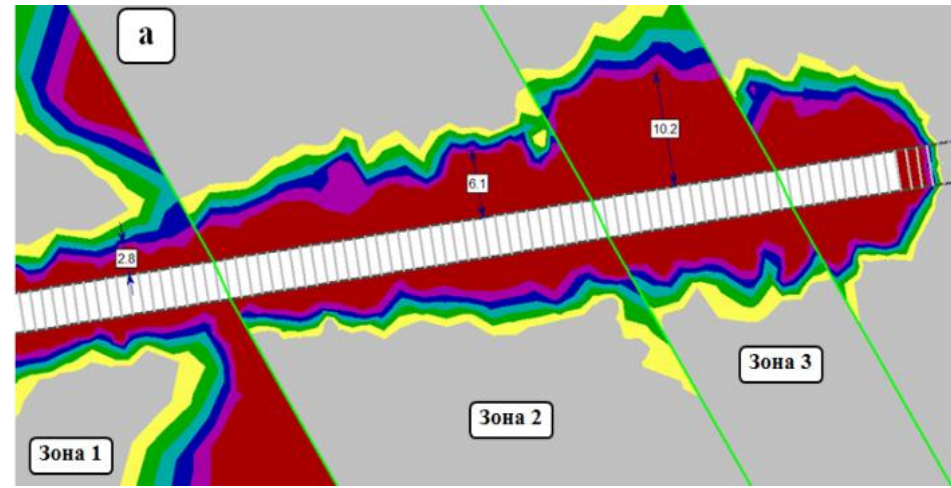


17

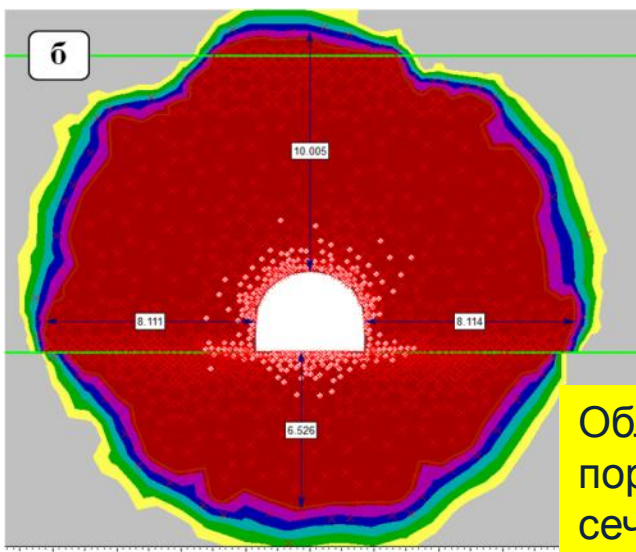
Численные исследования геомеханической системы «нарушенный массив - крепь»



- ❑ Глубина встречи нарушения - 223 м;
- ❑ Амплитуда нарушения - 305 м;
- ❑ Мощность зоны нарушенных пород - 90,0 м.

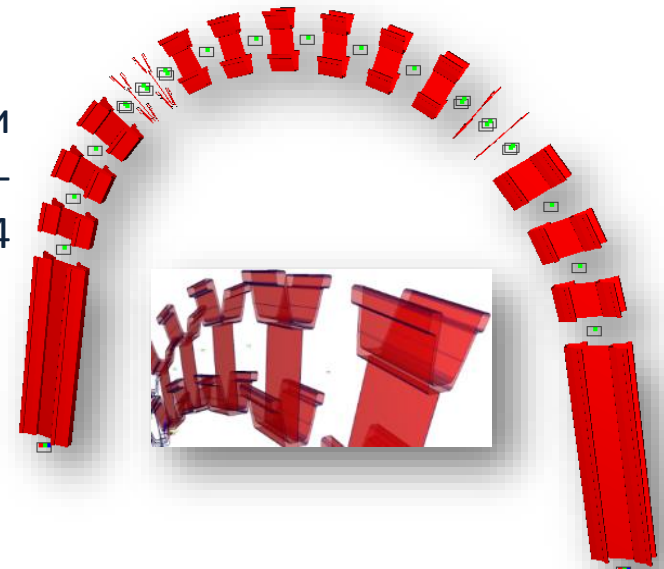


Распространение области разрушенных пород при пересечении зоны сброса



Область разрушенных пород в поперечном сечении выработки

Расчетная схема крепи КШПУ-М 11,7 + КШПУ-М 14,4



Внедрение новых конструкций крепи и способов укрепления пород

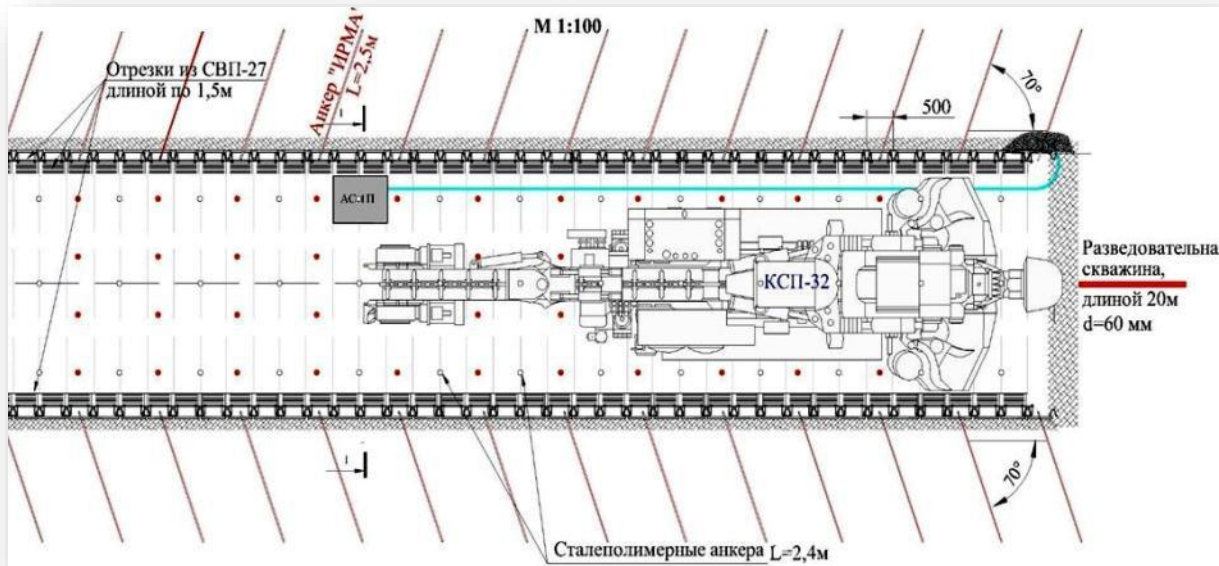


Схема торкретирования закрепного пространства с упрочнением приконтурного массива металлическими и инъекционными анкерами

Результаты:

увеличение объема запасов угля предприятия на 50 млн. тонн;

увеличение срока эксплуатации:

- шахты «Самарская» на 15 лет;
- шахты им. Героев космоса на 25 лет.

Общий экономический эффект от реализации проекта - 8,82 млрд. грн.



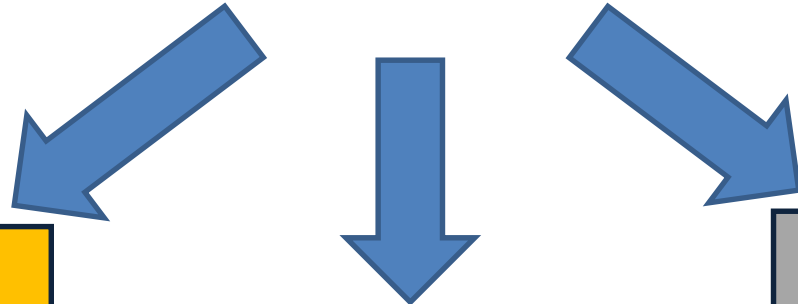
Вид выработки после проведения всех мероприятий по упрочнению массива

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСА РАБОТ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

- ❑ Усовершенствована технология тампонажа закрепного пространства с использованием механизированного торкретирования;
- ❑ Разработан и внедрен способ комбинированного упрочнения приконтурного массива при пересечении геологических нарушений;
- ❑ Внедрен способ торкрет-тампонажа закрепного пространства твердеющими смесями;
- ❑ Разработана и внедрена комбинированная крепь АСН+А с пространственной металлической сетчатой затяжкой и набрызгбетонным слоем в качестве межрамного ограждения;
- ❑ Впервые в Украине внедрен подземный дробильный комплекс для использования дробленой породы в технологии крепления выработок.

ПОСТАНОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

**Отдел научных исследований
ДТЭК**



Экспертная
группа ДТЭК



Лаборатория
геомеханики
ДТЭК - НГУ



Группа
реализации
научных проектов



РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ГРУППЫ РЕАЛИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ В ПЕРИОД С 2014 Г.

Группа
реализации
научных проектов

1. Замена ручного пикотажа на технологию механизированного торкретирования.
2. Замена в составе тампонажного и торкрет-растворов песка на дробленную шахтную породу.
3. Разработка конструкции пространственной металлической затяжки и технологии ее изготовления.
4. В технологии возведения крепи замена железобетонной затяжки на пространственную сетчатую затяжки, а также устранение забутовки и тампонажа механизированным набрызгом.



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНЫХ И ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ

В СООТВЕТСТВИИ С ПРАВИЛОМ «1-10-100»:

С ПЕРЕХОДОМ РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕИ В КАЖДУЮ НОВУЮ СТАДИЮ ЦЕНА ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК ВОЗРАСТАЕТ В 10 РАЗ.

Исправление ошибки в 1 долл., допущенной на стадии исследования, обходится в

- 10 долл. на стадии разработки,**
- 100 — при создании опытного образца и**
- 1000 долл. — при освоении серийного производства новой техники или технологии.**



Спасибо за внимание!

**ВНЕДРЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ
КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ, КАК
ПУТЬ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ
НА ДОБЫЧУ УГЛЯ**

проф. А.Н. Шашенко
проф. А.В. Солодянкин
доц. М.А. Выгодин

