



ДОНБАССКАЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
КОМПАНИЯ



РОЗРОБКА ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ З ПЕРЕХОДОМ ВИСОКОАМПЛІТУДНИХ ТЕКТОНІЧНИХ ПОРУШЕНЬ

Робота на здобуття Державної премії України
в галузі науки і техніки за 2018 рік

Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»
Міністерства освіти і науки України



РОЗРОБКА ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ З ПЕРЕХОДОМ ВИСОКОАМПЛІТУДНИХ ТЕКТОНІЧНИХ ПОРУШЕНЬ



Авторський колектив роботи:

БАРАБАШ Михайло Володимирович	директор з видобутку вугілля ТОВ «ДТЕК ЕНЕРГО»
ВОРОНІН Сергій Анатолійович	генеральний директор ПрАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ» ТОВ «ДТЕК ЕНЕРГО»
ПІЛЮГІН Віталій Іванович	д-р техн. наук, менеджер відділу з технології та науки, техніки та розвитку гірничих робіт Департаменту з технічного розвитку гірничих робіт ТОВ «ДТЕК ЕНЕРГО»
СНІГУР Василь Григорович	канд. техн. наук, директор ВСП «ШУ «ПЕРШОТРАВЕНСЬКЕ» ТОВ «ДТЕК ЕНЕРГО»
МКРТЧЯН Сасун Вартанович	директор ВСП «ШУ імені ГЕРОЇВ КОСМОСУ» ТОВ «ДТЕК ЕНЕРГО»
СОЛОДЯНКІН Олександр Вікторович	д-р техн. наук, проф., професор кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет»
ГАПЄЄВ Сергій Миколайович	д-р техн. наук, доц., завідувач кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет»
ВИГОДІН Михайло Олександрович	канд. техн. наук, доц., доцент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет»

РОЗРОБКА ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ З ПЕРЕХОДОМ ВИСОКОАМПЛІТУДНИХ ТЕКТОНІЧНИХ ПОРУШЕНЬ



АКТУАЛЬНІСТЬ. В Україні вугільна промисловість на цей час залишається базовою галуззю економіки. Світові тенденції свідчать про поступовий перехід на джерела енергії, що відновлюються, проте зростання обсягів та стабільне отримання цієї енергії потребує ще 40-50 років. На цей час потрібно забезпечити достатню кількість, перш за все, вугілля, як сировини для теплових електростанцій, та вже зараз усвідомити, що до кінця цього перехідного періоду, треба буде припинити діяльність шахт, закрити які надто складно.

Поряд з цим Україна повинна вирішувати стратегічні питання на державному рівні. Одним з них є забезпечення своїх ТЕС газовими марками вугілля, на заміну антрацитових. Крім того, Україна мала вагомую частку експорту електроенергії на євrorинку, що давало валютні надходження до бюджету і робочі місця десяткам тисяч робітників вугільної галузі.

Гірничодобувні підприємства відіграють важливу роль в країні і фактично є містоутворюючими. Основою добробуту гірничодобувного регіону є рентабельна діяльність кожної окремо взятої шахти, яка є джерелом доходів державного і місцевих бюджетів, робочих місць, регулятором екологічної стійкості.

Для підвищення запасів діючих шахт актуальним є залучення в експлуатацію резервних запасів, котрі, як правило, розташовані за крупними тектонічними порушеннями, а їх перетин виробками є вельми небезпечним. Підготовка та ефективне відпрацювання розкритих запасів потребують адаптації високоефективних технологій видобутку вугілля, що зробить роботу підприємства рентабельною, а його продукцію – конкурентоспроможною.

З вичерпанням запасів корисних копалин кожне гірничодобувне підприємство з часом підлягатиме ліквідації, що одразу спричинить утворення територіальної депресії та необхідність вирішення на державному та регіональному рівні низки соціальних та екологічних проблем.

Рішенню означених вище проблемних питань України присвячена подана робота.

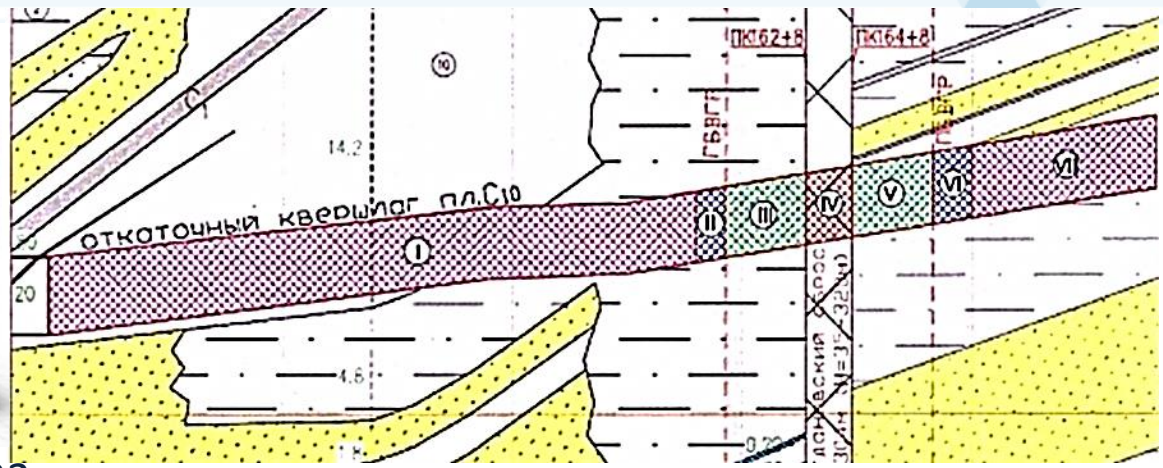
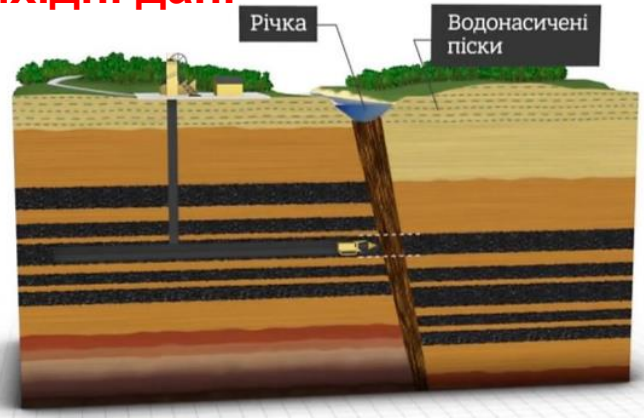
МЕТОЮ РОБОТИ є оптимізація і подовження життєвого циклу вугільних шахт шляхом реалізації комплексу новітніх, адаптованих до умов Західного Донбасу, інноваційних технологій переходу високоамплітудних тектонічних порушень, розкриття додаткових запасів вугілля, підготовки очисних ділянок виробками підвищеної стійкості з повторним використанням, виїмки вугілля струговими установками з одночасним впровадженням комплексу заходів з охорони навколишнього середовища та перманентну диверсифікацію шахти в рентабельне багатопрофільне підприємство до стадії вичерпання її запасів в рамках концепції synchro-mining.

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ РОБОТИ:

- розробка безпечного способу розкриття запасів вугілля на базі ефективних систем кріплення і заходів із забезпечення стійкості порушеного масиву і системи геомоніторингу;
- вдосконалення існуючих та розробка нових ресурсозберігаючих конструкцій кріплень капітальних виробок для надійного доступу до геологічних запасів та тривалої експлуатації під час їх відпрацювання;
- підвищення ефективності видобутку корисних копалин шляхом адаптації стругової технології відпрацювання вугільних пластів за рахунок застосування принципово нових функцій і технологій проведення виробок;
- розробка технологічної схеми і впровадження підземного дробильного комплексу, а також обґрунтування раціональних складів твердіючих сумішей для використання шахтних порід без видачі їх на поверхню при кріпленні капітальних виробок шахт;
- розробка програми диверсифікації шахти в рентабельне підприємство до стадії вичерпання його запасів в рамках концепції synchro-mining.

ПЕРЕХІД ВИСОКОАМПЛІТУДНОГО БОГДАНІВСЬКОГО СКИДУ

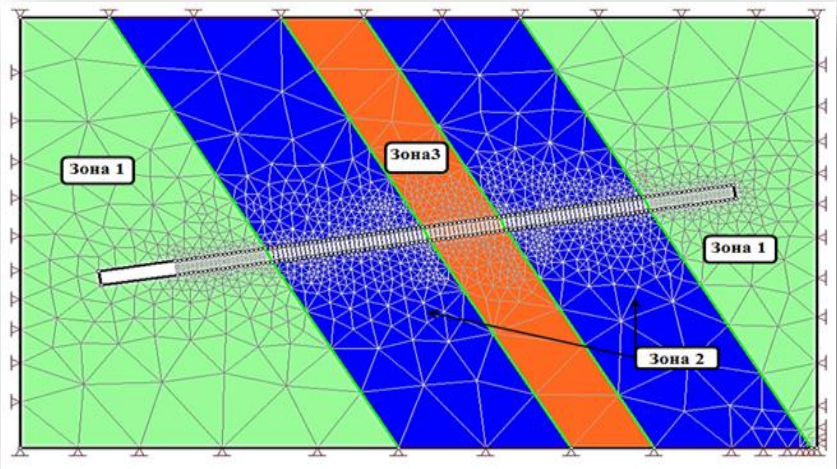
Вихідні дані



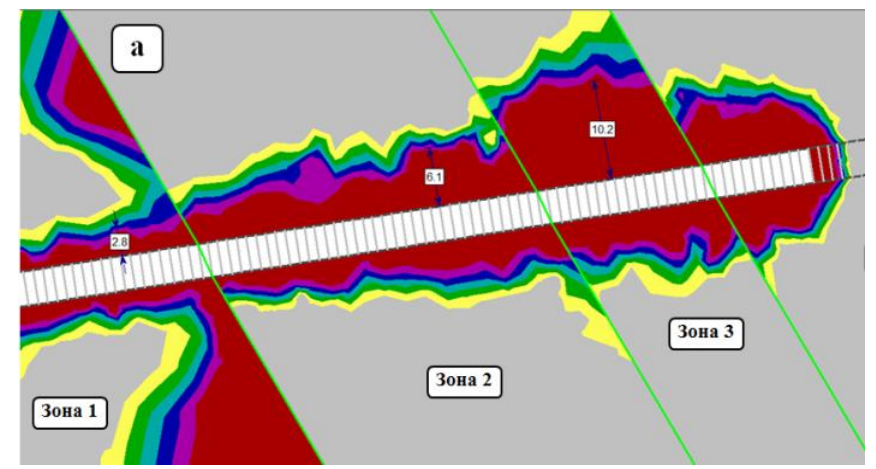
- Глибина зустрічі порушення - 223 м;
- Амплітуда порушення - 305 м;
- Кут падіння зміщувача - 43 °;
- Потужність зони порушених порід - 90,0 м.

Схема розташування ділянок (I-VII) з різними видами кріплення за довжиною квершлягу

Чисельні дослідження геомеханічної системи «порушений масив-виробка»



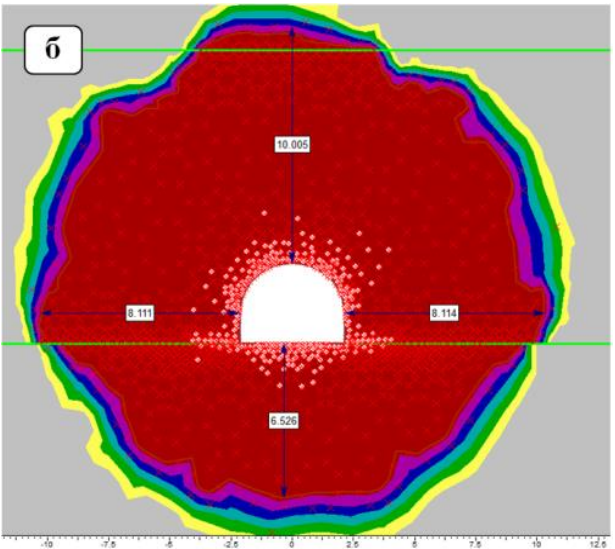
Розрахункова схема для моделювання просування вибою виробки в зоні скиду



Поширення області зруйнованих порід при проходженні квершлягом зони скиду

ПЕРЕХІД ВИСОКОАМПЛІТУДНОГО БОГДАНІВСЬКОГО СКИДУ

Чисельні дослідження геомеханічної системи «порушений масив-кріплення»

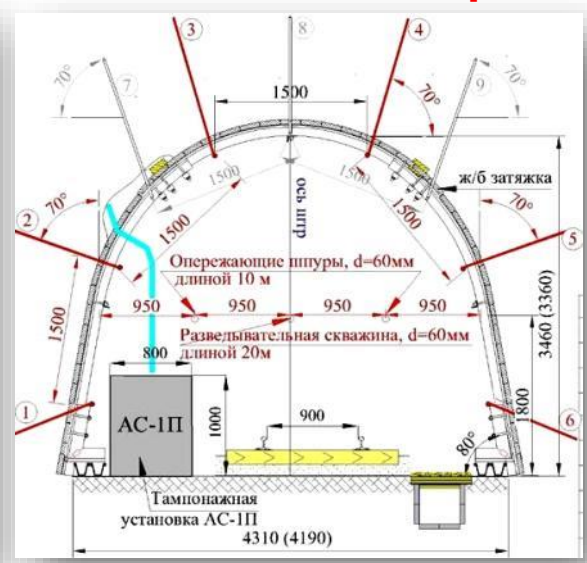
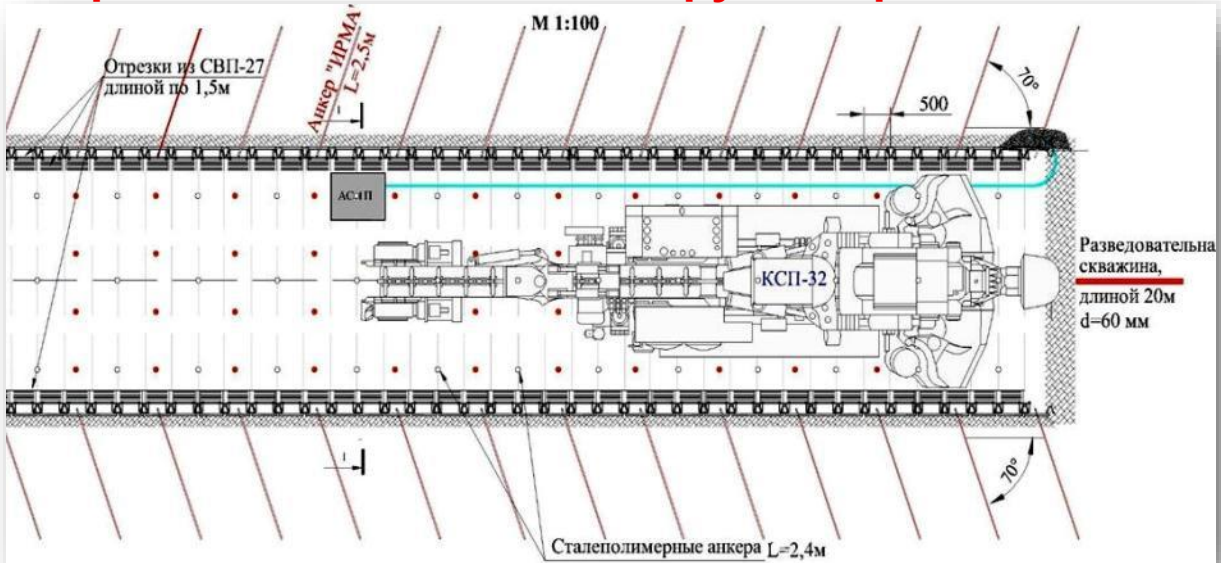


Розрахункова схема кріплення КШПУ-М 11,7 + КШПУ-М 14,4

Область зруйнованих порід в поперечному перерізі виробки



Впровадження нових конструкцій кріплення та способів зміцнення порід



Технологічна схема спорудження виробки з комбінованим зміцненням приконтурного масиву

Результати впровадження та досягнутий ефект

- ❑ збільшення обсягу промислових запасів вугілля підприємства на 40 млн. тон;
- ❑ збільшенні терміну експлуатації шахти «Самарська» та забезпечення зайнятості її виробничого персоналу на 15 років.

Економічний ефект від реалізації проекту на цьому етапі склав 3,251 млрд. грн.



Вигляд виробки після проведення всіх заходів зі зміцнення масиву

3 часу попереднього висування у 2017 р. робота отримала подальший розвиток за наступними напрямками.

- ❑ на шахті «Самарська» додатково здійснено перехід Богданівського скиду ще двома капітальними виробками;
- ❑ конструкція та технологія комбінованого кріплення використовується в даний час при перетині Богданівського скиду між полями шахт ім. Героїв космосу і «Благодатна»;
- ❑ промислові запаси шахти «Благодатна» збільшаться на 4,56 млн. т.;
- ❑ термін експлуатації шахти «Благодатна» буде подовжено ще на 25 років.

Економічний ефект другого етапу складе 5 574,8 млн. грн. (в цінах 2017 р.).

ВДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТА РОЗРОБКА НОВИХ РЕСУРСО-ЗБЕРІГАЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ КРІПЛЕНЬ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК

Натурні та чисельні дослідження геомеханічної системи «масив-кріплення»

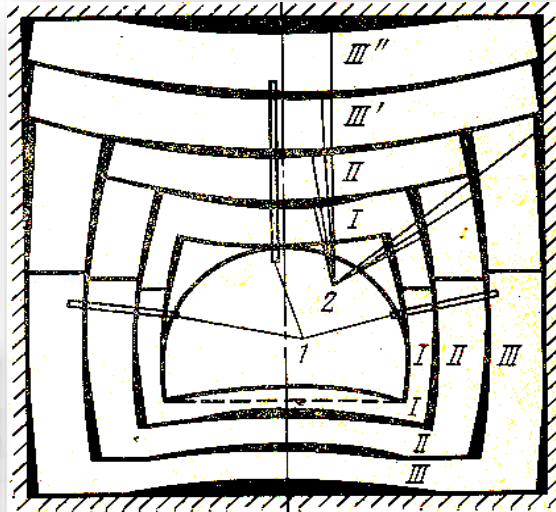
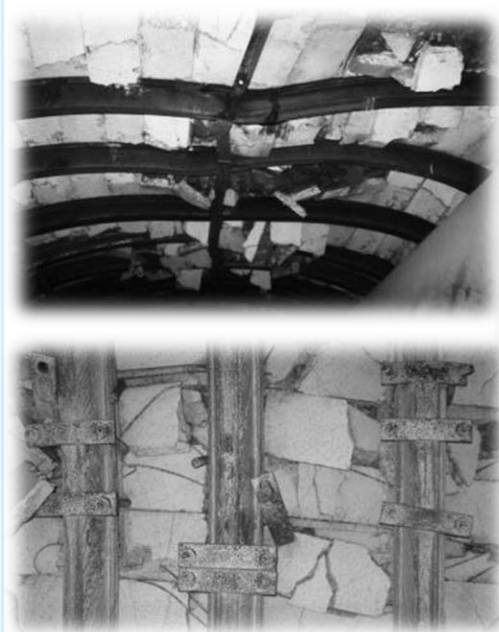
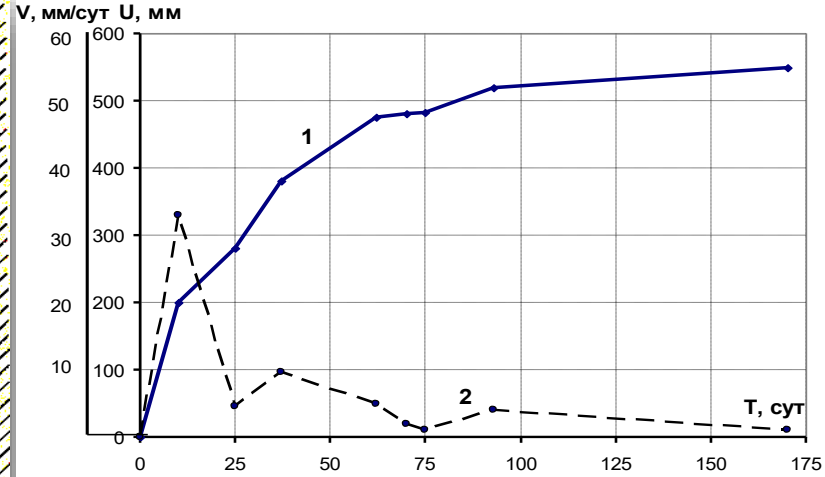
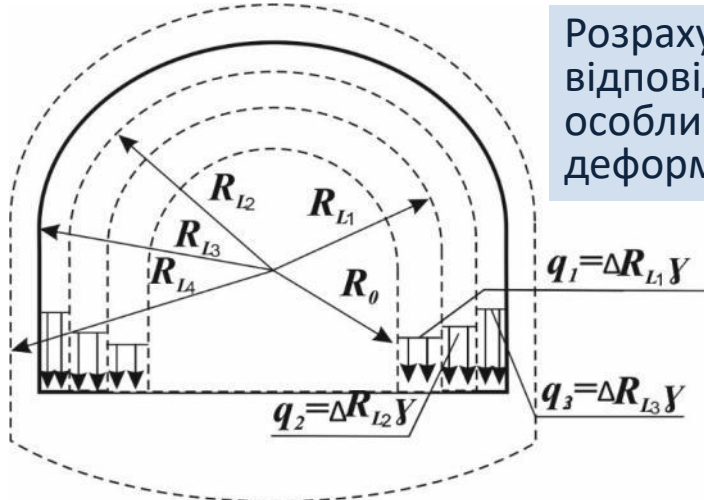


Схема деформування приконтурних порід; 1 - шпури для тампонажу, 2 - порожнечі

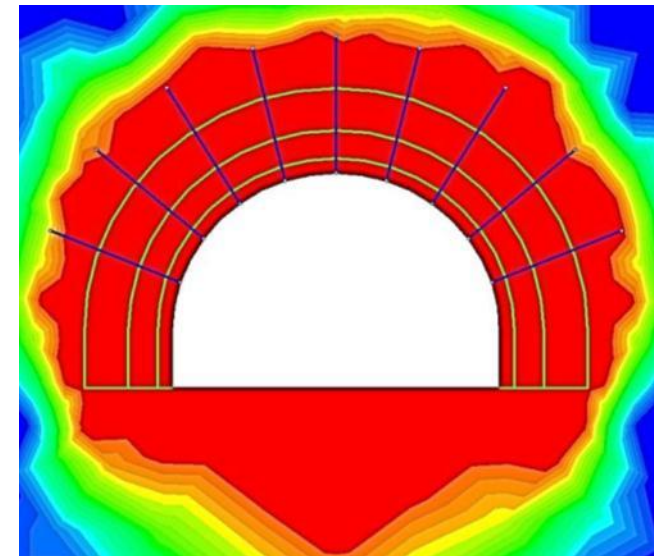


Графік зміщень порід підоснови (1) і швидкості зміщень (2) для квершлягу №3 ш. ім. Героїв космосу



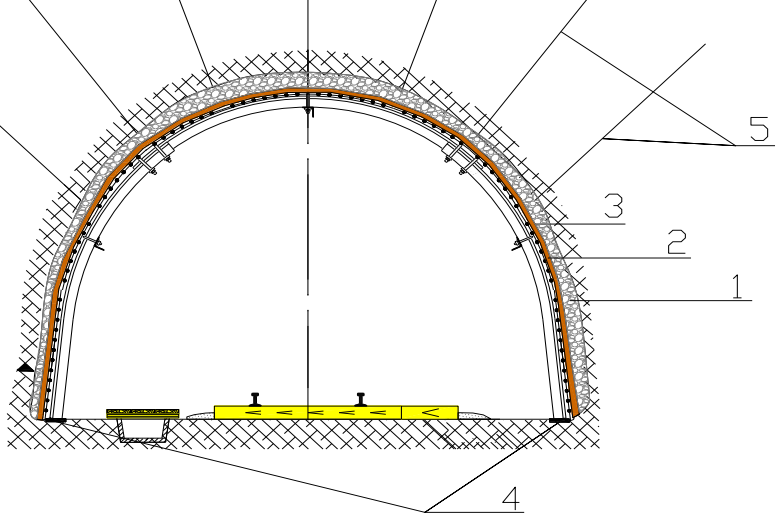
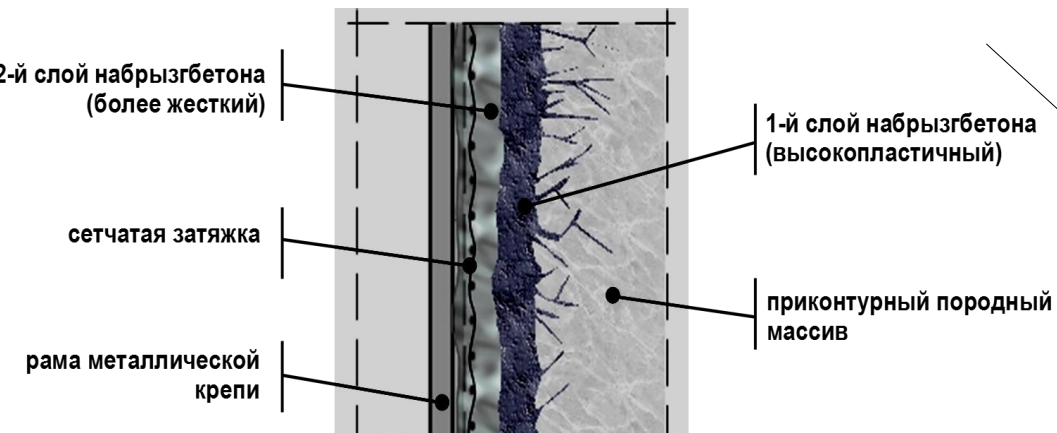
Розрахункова схема відповідно до особливостей деформування порід

Визначення параметрів комбінованого кріплення

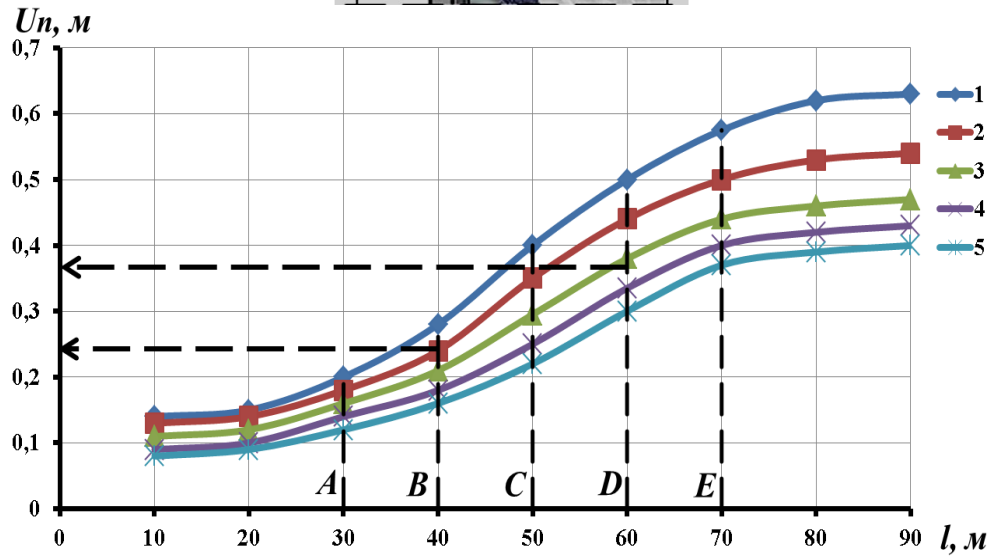


ВДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТА РОЗРОБКА НОВИХ РЕСУРСО-ЗБЕРІГАЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ КРІПЛЕНЬ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК

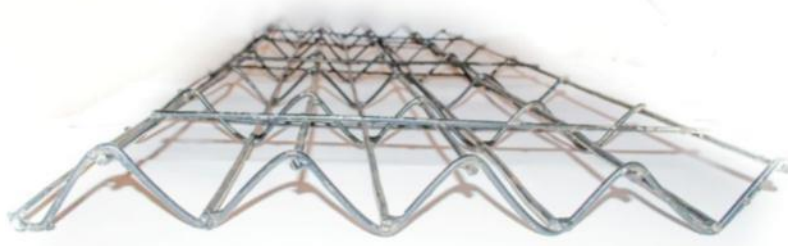
Обґрунтування нової конструкції та технології зведення кріплення АСН+А



1 - перший шар набрызгбетону (пластичний, податливий), 2 - другий шар набрызгбетону (жорсткий, несучий), 3 - металева просторова затяжка, 4 - під'ятники, 5 - анкери



Залежність зміщень порід підшови від відстані між місцем виконання набрызгбетонних робіт та вибоєм виробки: 1 - без анкерів; 2 - з встановленням анкерів відповідно - 3-х; 3 - 5-ти; 4 - 7-ми; 5 - 9-ти



Просторова решітчаста затяжка

Впровадження вдосконалених і нових конструкцій та технологій



Нанесення торкрет-бетонної суміші на стіни виробки



Торкрет-машина АС-1П (АТ "Альпсервіс", м. Харків)



Якість поверхні виробки після торкретування

Результати:

Протягом 1985-2016 рр. на шахтах Західного Донбасу і «ДТЕК ЕНЕРГО» комбінованими конструкціями кріплення з тампонажем закріплено понад 600 кілометрів виробок.

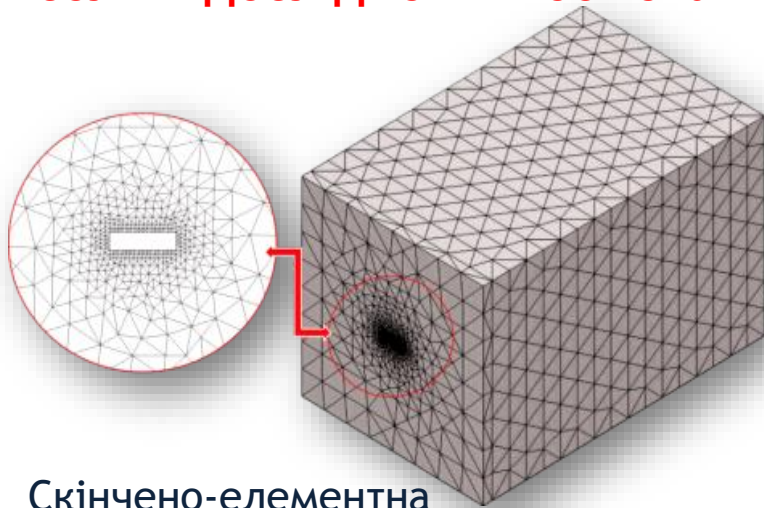
Економічний ефект від застосування розроблених конструкцій кріплення та технологій замість металевого рамного зі зворотнім склепінням складе 6 153 грн./м.

В цілому для шахт ПАО «ДТЕК Павлоградвугілля» загальна сума очікуваного економічного ефекту складе 280...300 млн. грн. на рік.

У 2017 р. за напрямом вдосконалення конструкцій комбінованого кріплення запропоновані: нове металеве арочне кріплення; міжрамне огороження з профнастилу взамін залізобетонного, впроваджена металева просторова сітчаста затяжка в комбінації з торкретбетоном та ін.

ВПРОВАДЖЕННЯ СТРУГОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Чисельні дослідження геомеханічної системи «породний масив-стругова лава»



Скінчено-елементна модель області, що досліджується

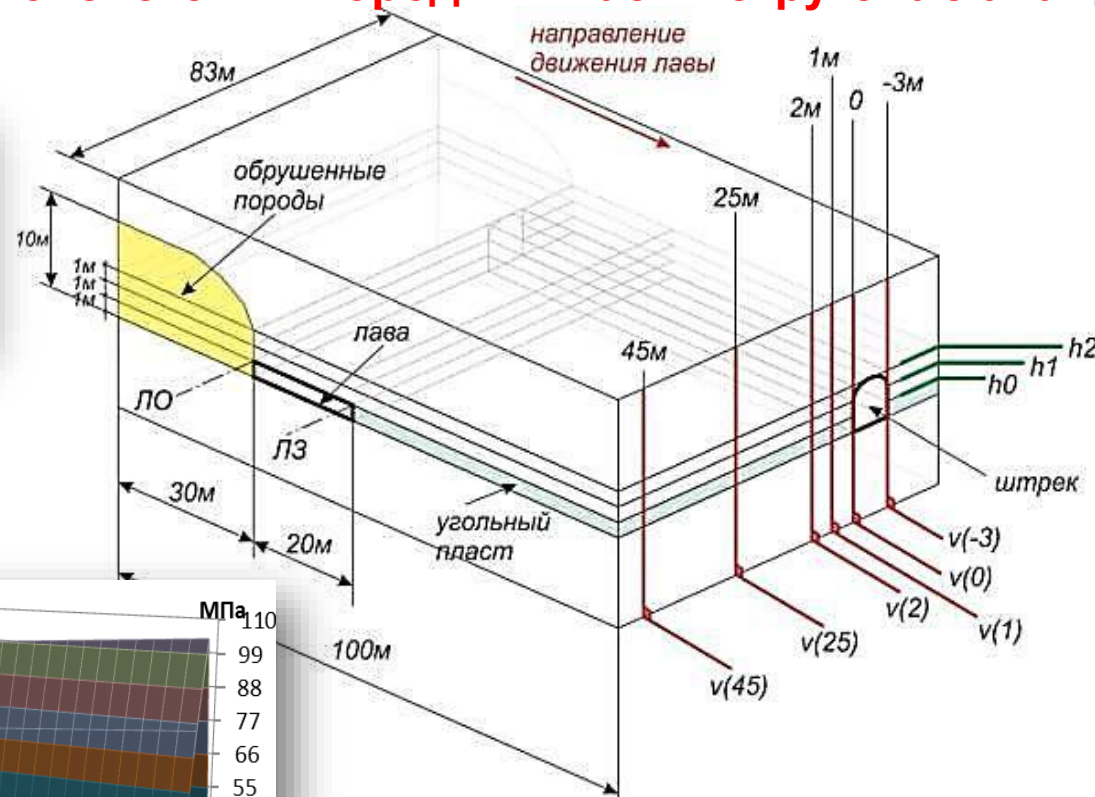
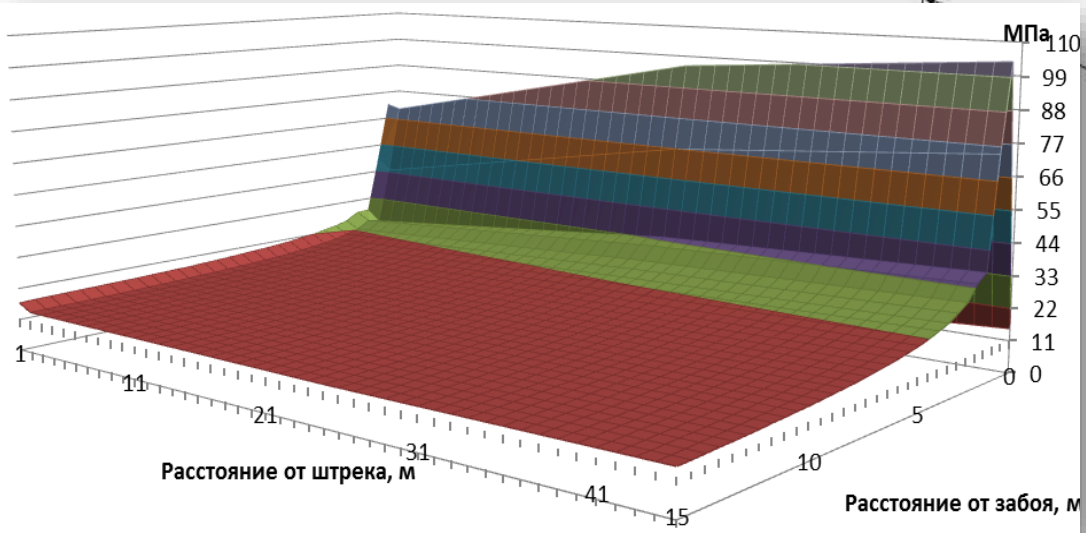


Схема розташування контрольних перерізів моделі: червоні - вертикальні перетини; зелені - горизонтальні перетини; ЛВ - лінія обвалення; ЛЗ - лінія вибою



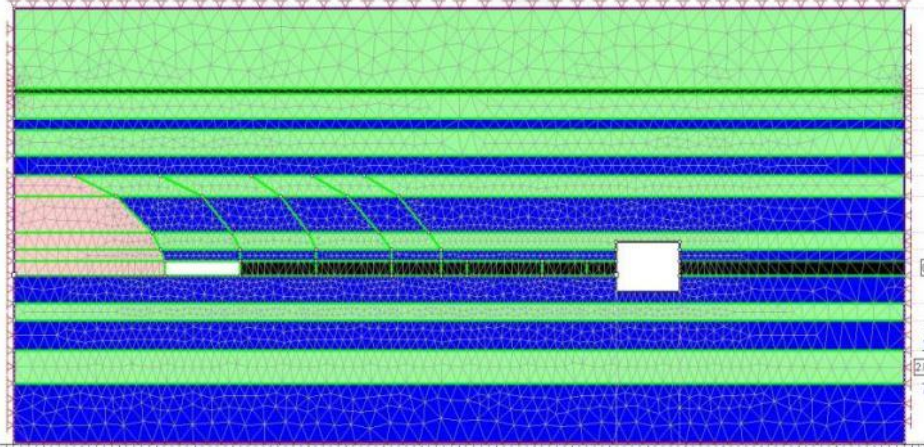
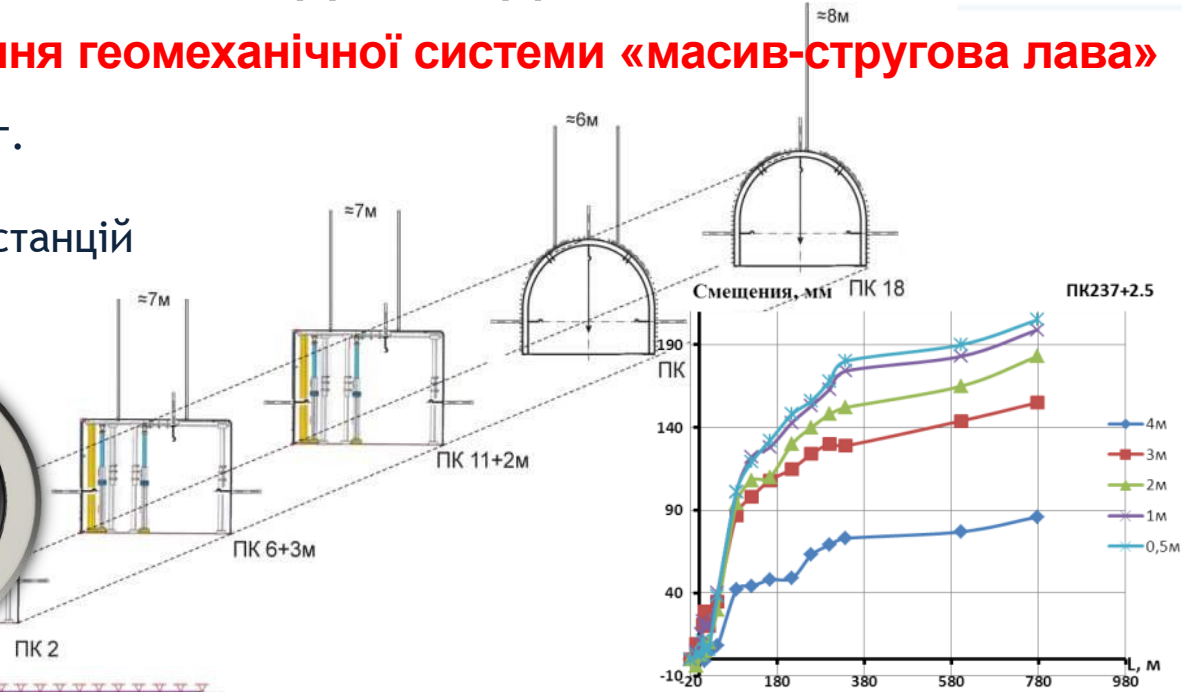
Просторовий розподіл напружень в породному масиві при очисній виїмці вугілля струговим устаткуванням

ВПРОВАДЖЕННЯ СТРУГОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

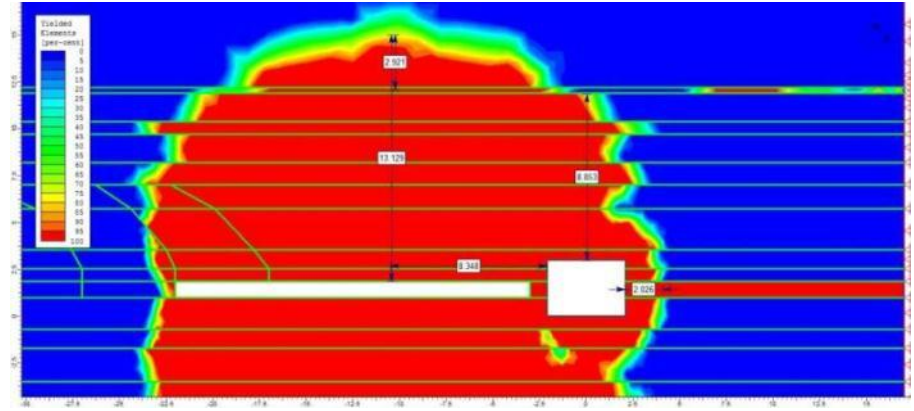
Натурні та чисельні дослідження геомеханічної системи «масив-стругова лава»



Моніторинг.
Установка
реперних станцій



Розрахункова схема для чисельних досліджень з використанням ліцензійної програми «Phase 2» компанії Rocscience.



Зона руйнування при підході лави до демонтажної камери на відстань 1 м

ВПРОВАДЖЕННЯ СТРУГОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДПРАЦЮВАННЯ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Впровадження конструкції демонтажної камери

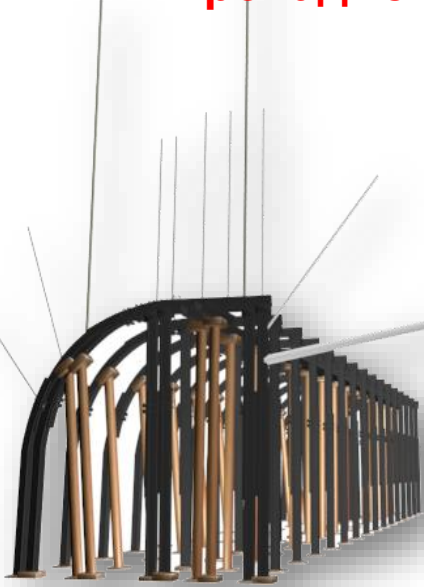


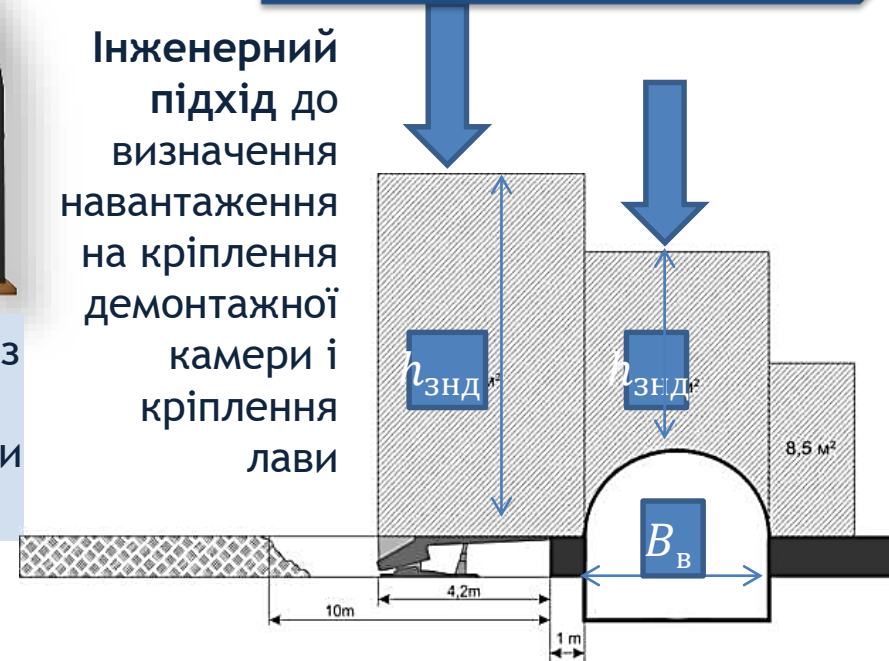
Схема кріплення з системою анкерів



Проектна форма кріплення з підсиленням жорсткими (дерев'яними) і податливими (СВП) стійками

Інженерний підхід до визначення навантаження на кріплення демонтажної камери і кріплення лави

$$P = h_{\text{ЗНД}} \cdot B_{\text{В}} \cdot \gamma \cdot K_{\text{Д}}$$



Результати:

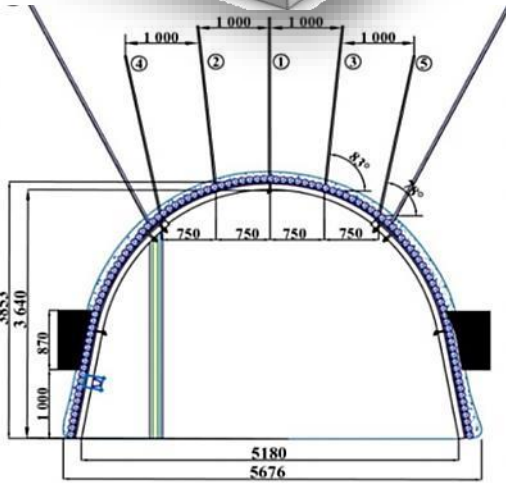
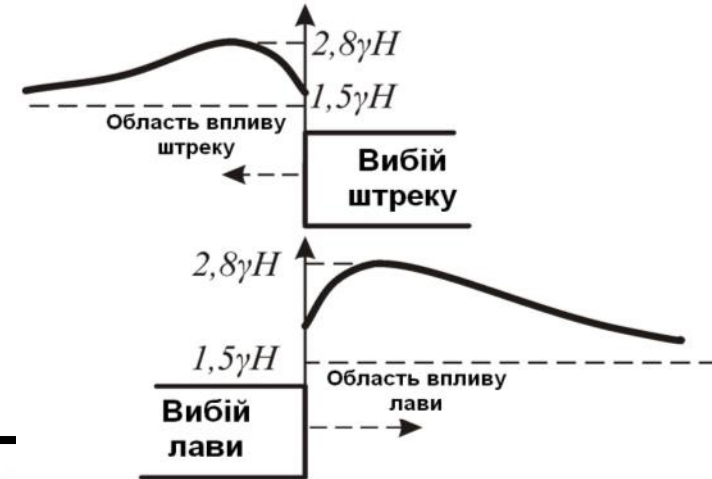
Завдяки використанню демонтажної камери, час монтажу обладнання стругової лави скорочено з 90 днів до 55.

За рахунок скорочення термінів простою стругового комплексу збільшено видобуток вугілля зі зниженням його зольності.

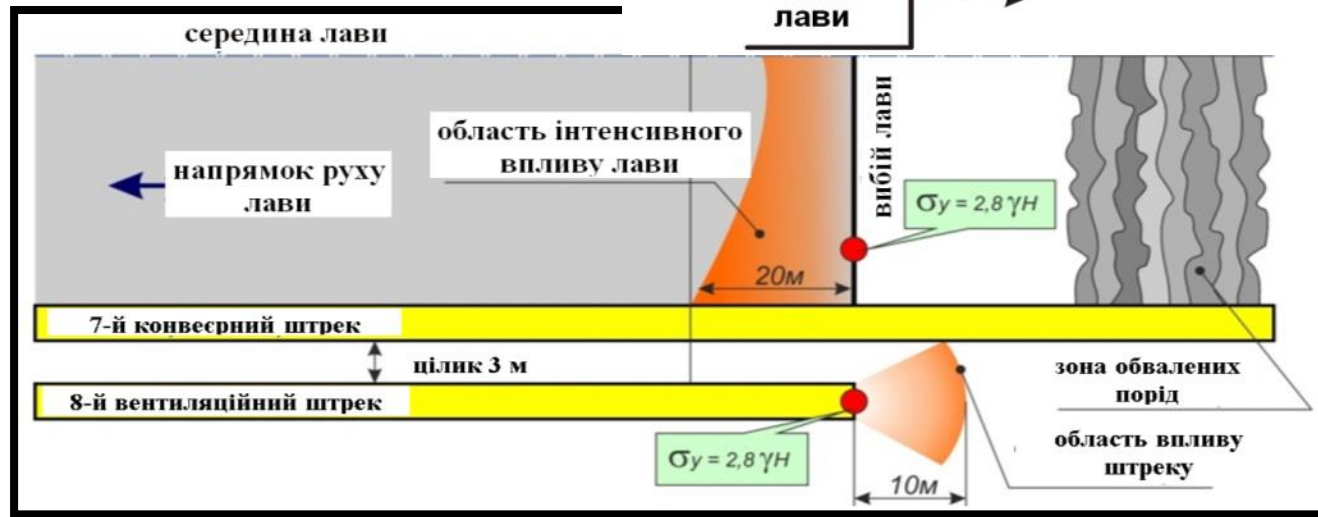
Економічний ефект з кожної окремої стругової лави сягає 100...120 млн. грн.

СПОРУДЖЕННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК ЗУСТРІЧНИМИ ЗАБОЯМИ З МЕТОЮ ЇХ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Розрахункова схема 3D-задачі:
 1 - вироблений простір; 2 - напрям руху лави; 3 - збірний штрек; 4 - бортовий штрек; 5 - напрям проходки бортового штреку



Запропонована схема кріплення бортового штреку

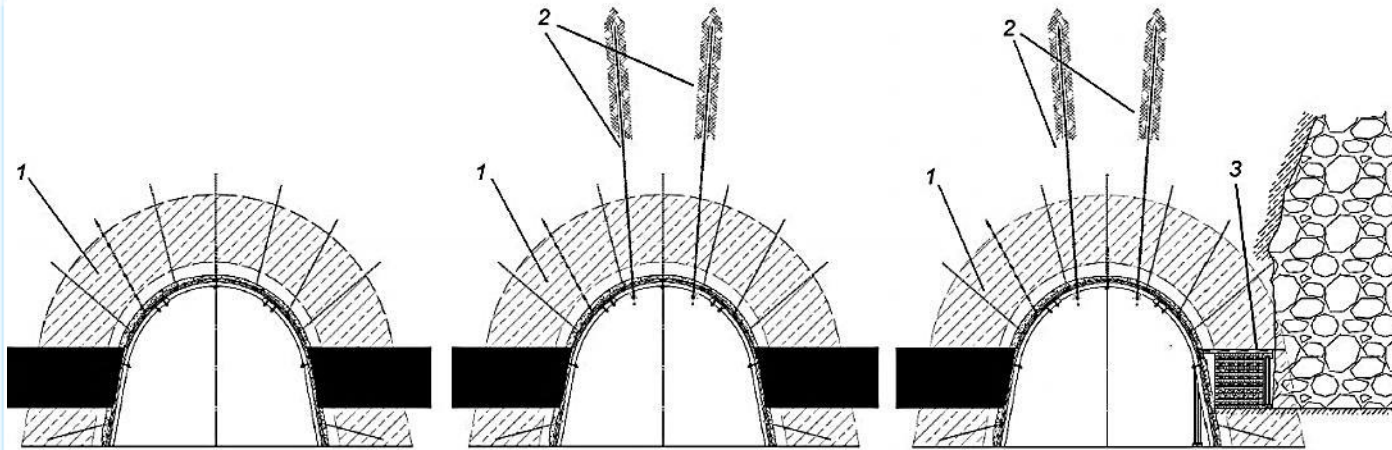


Розподіл вертикальних напружень в момент, коли вибій лави і вибій штреку попадають в одну площину

Результати:

Економічний ефект, отриманий на ПСП «Шахта Тернівська» при проведенні бортових штреків для дострокового вводу в експлуатацію 520 і 524 лав, склав 23.2 млн.грн., а при проведенні 163-го і 167-го бортового штреків на ПСП «Шахта Степова» - 125.9 млн.грн.

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ДІЛЬНИЧНИХ ВИРОБОК, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПОВТОРНО



Технологічні етапи реалізації системи забезпечення стійкості дільничних виробок, що повторно використовуються

1 - стійке породне склепіння; 2 - система активного посилення; 3 - жорстка накатна смуга



Експлуатаційний стан 1168-го збірного штреку ш. «Дніпровська»:
а - до впровадження нової системи підтримки; б - після

Результати:

Зменшені необхідні обсяги проведення дільничних виробок та поточні витрати на їх ремонти, підвищена безпека гірників при виконанні очисних робіт при одночасному підвищенні продуктивності праці.

Фактичний економічний ефект склав:

в 2016 р. - 74,33 млн. грн.;

в 2017 році - 75,52 млн. грн.

ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНОЇ ПОРОДИ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК

Лабораторні дослідження властивостей породобетонних матеріалів в лабораторії кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки



Визначення міцності зразків матеріалу на пресі «Tescnotest KL 200 / CE» (виробн. Італія)

ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНОЇ ПОРОДИ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ КАПІТАЛЬНИХ ВИРОБОК

Впровадження підземного дробильного комплексу

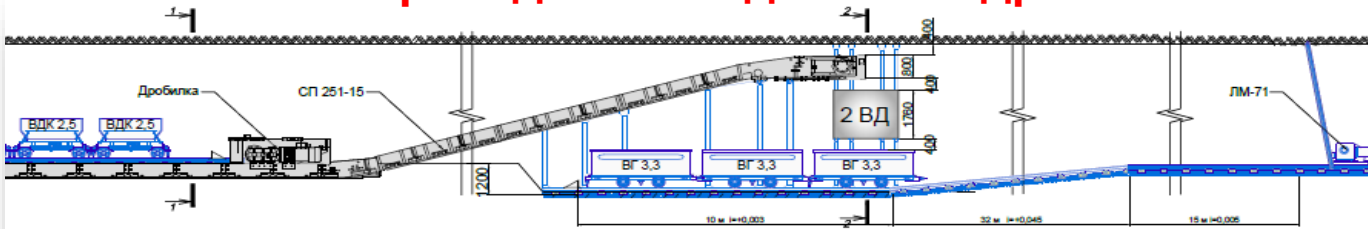
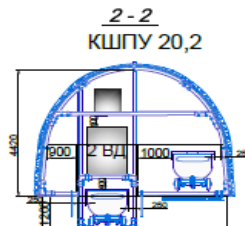
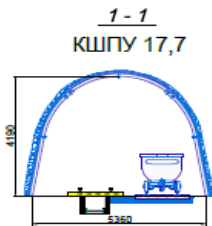
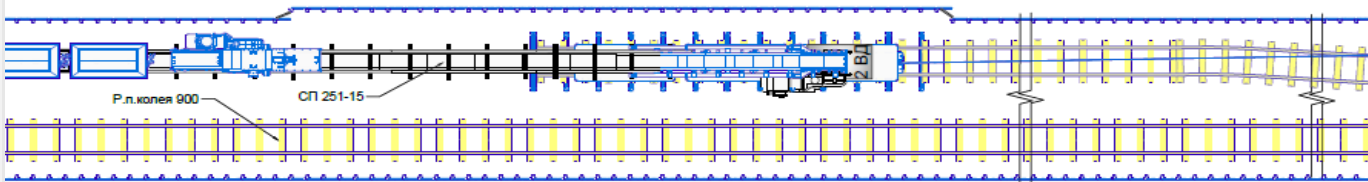
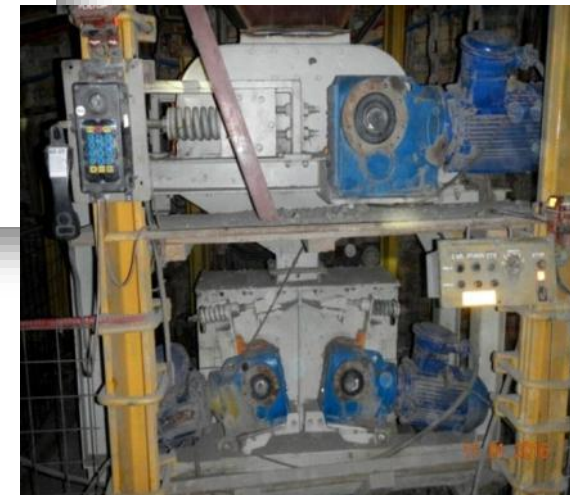


Схема розташування обладнання підземного дробильного комплексу у виробці



Дворівнева валкова дробарка 2ВД



Дробарка, у виробці



Вагони з донним розвантаженням з породою, що надходить на дробарку

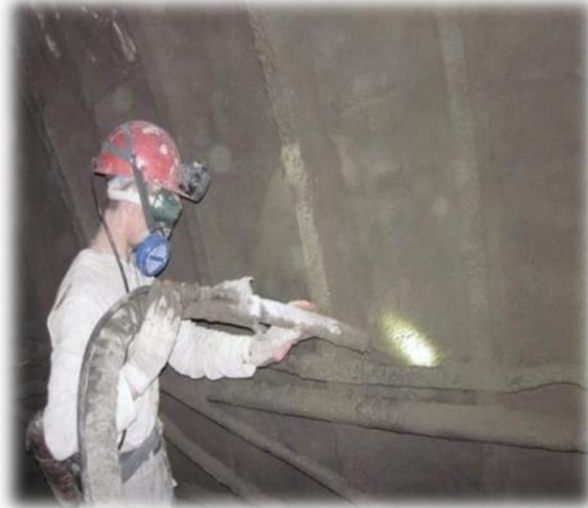


Вузол завантаження подрібненої породи

Впровадження твердіючих сумішей на основі породи для кріплення виробок



Доставка подрібненої породи



Нанесення торкрет-бетонної суміші



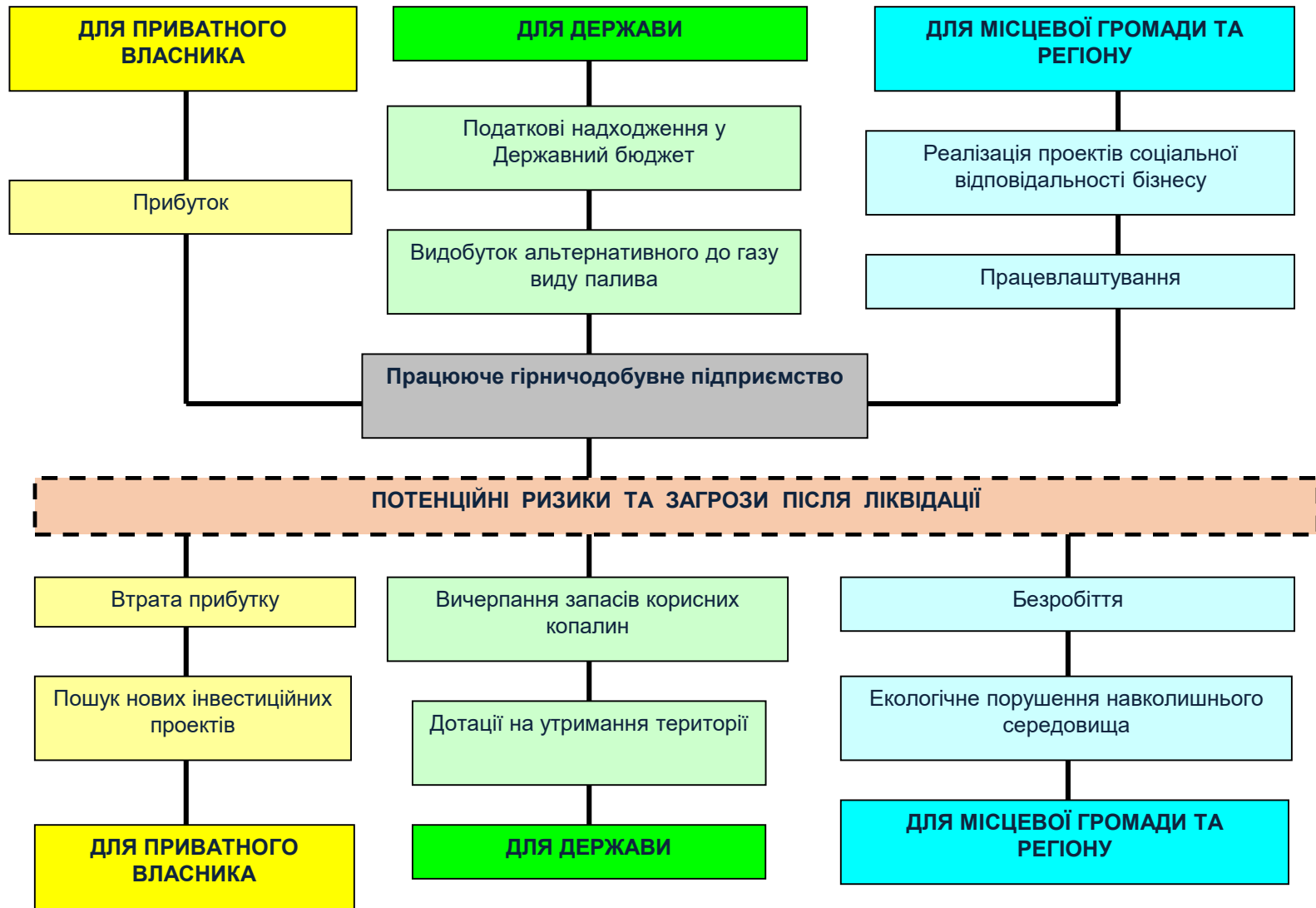
Якість поверхні виробки

Результати:

Обґрунтовані рецептури твердіючих сумішей на основі шахтних порід Західного Донбасу для використання їх в технології кріплення виробок. Вперше в Україні запропоновані технологічні схеми підземного дробильного комплексу, призначеного для подрібнення і класифікації порід, що надходять з підготовчих вибоїв, і потім використовуються для кріплення капітальних гірничих виробок.

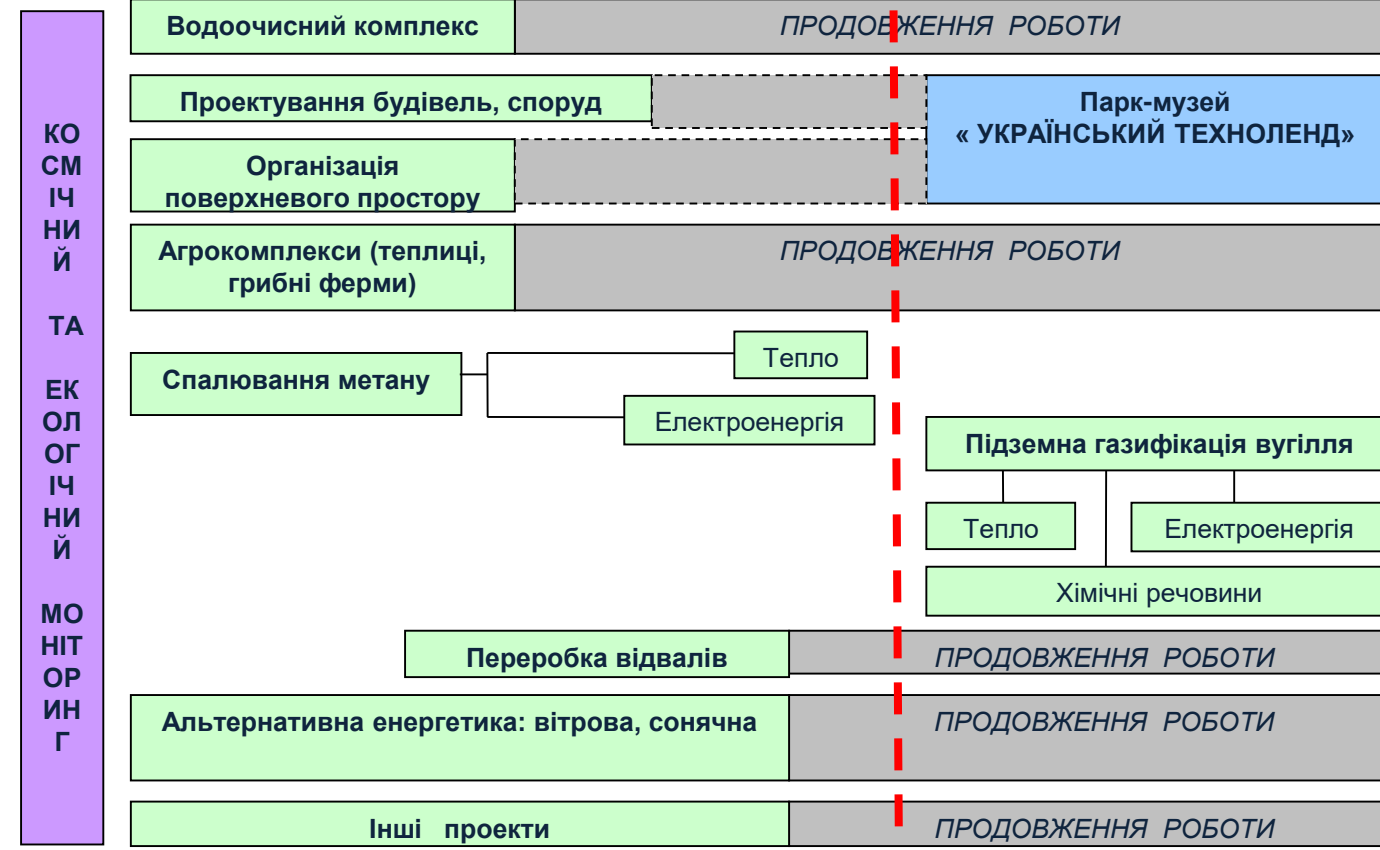
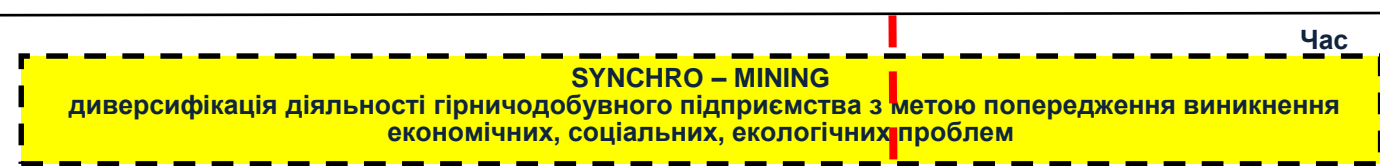
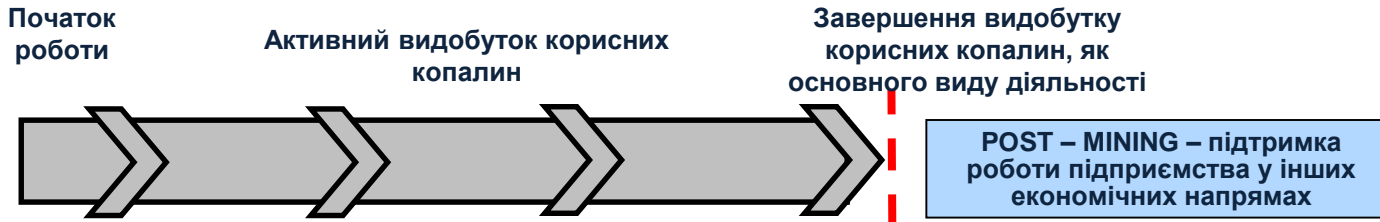
Очікуваний економічний ефект від використання дробленої шахтної породи, тільки для тампонажу капітальних виробок на ВСП «Шахта ім. Героїв космосу» складатиме 804,6 тис. грн. на рік, без урахування покращення екологічної ситуації за рахунок зниження обсягів породи, що видається з шахти на земну поверхню.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТЕРИТОРІЙ, ПОРУШЕНИХ ГРНИЧИМИ РОБОТАМИ, ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ ШАХТ, ЯКІ ЗАКРИВАЮТЬСЯ (SYNCHRO-MINING)



Гірничодобувне підприємство: до та після ліквідації

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ГІРНИЧОДОБУВНОГО ПІДПРИЄМСТВА ЗГІДНО КОНЦЕПЦІЇ SYNCHRO-MINING



Результати:

Протягом 2007-15 рр в рамках концепції synchro-mining за напрямом соціального партнерства **реалізована низка проектів загальною вартістю 80,0 млн грн** вкладень в інвестиційні проекти за напрямом енергозбереження та охорони навколишнього середовища, виконаних за програмою synchro-mining **на шахтах ПАО «ДТЕК Павлоградвугілля»** протягом 2010-2015 рр., склав **близько 70 млн. грн**