



Kryvyi Rih National University



«Екологоорієнтовані технології видобутку залізорудної сировини на шахтах України»



Авторський колектив:

СТУПНІК Микола Іванович – доктор технічних наук, професор



КОВАЛЕНКО Ігор Леонідович – доктор технічних наук, професор

КОРОЛЕНКО Михайло Костянтинович

ПОЛТОРАЩЕНКО Сергій Петрович

КАРАПА Ігор Андрійович



ШЕВЧИК Дмитро Володимирович



КІЯЩЕНКО Дмитро Володимирович



НЕБОГІН Валерій Захарович





Мета роботи:

Технології добування корисних копалин, базуються на процесах що відбуваються у безпосередньому масштабному контакті з основними компонентами довілля: повітрям, ґрунтами, підземними та поверхневими водами та літосферою, тобто гірничодобувна галузь має чи не найбільш масштабний дестабілізуючий вплив на довілля.

За 135 років експлуатації залізорудних родовищ України видобуто понад 6 млрд. тонн залізорудної сировини (ЗРС), що призвело до негативної трансформації навколишнього середовища:

- у відвалах накопичено близько 13 млрд. тонн гірських порід;
- площа, зайнята відвалами та хвостосховищами складає понад 63 тис. га;
- 60 тис. га земель знаходяться в зоні підтоплення;
- у надрах сформовано сотні мільйонів кубічних метрів порожнин, що спричиняє катастрофічні порушення денної поверхні з провалами та зонами обвалення.

Перспективи зменшення дестабілізуючого впливу гірництва на довілля пов'язані з розвитком підземного видобутку корисних копалин за каскадним принципом відходності при реалізації технології закладки виробленого простору, зниження скидів високомінералізованих вод і токсичних викидів у атмосферу.

Метою роботи є: Розробка й впровадження екологоорієнтованих технологій підземного видобутку руд за каскадним принципом відходності, які спрямовані на відвернення негативного впливу на довілля, розв'язують проблему утилізації відходів гірничодобувної промисловості і забезпечують раціональне використання сировинних ресурсів України

Ідея роботи: полягає у використанні переваг системи розробки підземних родовищ із закладенням виробленого простору за каскадним принципом відходності у поєднанні із застосуванням новітніх безпечних безтротилових вибухових речовин, сучасної бурової та змішувально-зарядної техніки, яка виключає безпосередній контакт гірників з вибуховими речовинами.

Комплекс природоощадних технологій видобутку

Система розробки:

- врахування напружено-деформованого стану геомасиву;
- закладення виробленого простору;
- каскадний принцип відходності;

- збереження стійкого стану рудного масиву, цілісності денної поверхні та водоносних горизонтів;
- зменшення втрат руди;
- масова утилізація у складі твердіючої закладочної суміші промислових відходів металургійного виробництва, гірських порід відвалу, вторинних ресурсів промисловості і системи осушення родовища;
- очистка та аккумуляція зворотних вод з виключенням скидів у відкриті водотоки прісних вод

Безпечні буровибухові технології:

- Відмова від токсичного тротилу та високонебезпечних тротилвмісних вибухових речовин (ВР);
- Створення емульсійних та гранульованих ВР з максимальною безпекою у поводженні та застосуванні;
- Розробка сучасних технологій застосування безтротилових ВР та оптимізація паспортів буропідривних робіт;

- Мінімізація шкідливих газових викидів в атмосферу;
- Виключення несанкціонованих вибухів;
- Зниження витрат ВР та негативного впливу, спричиненого вибухом, при підвищенні ефективності видобутку;
- Максимальне зниження шкідливого навантаження на здоров'я працівників

Комплексна механізація видобутку:

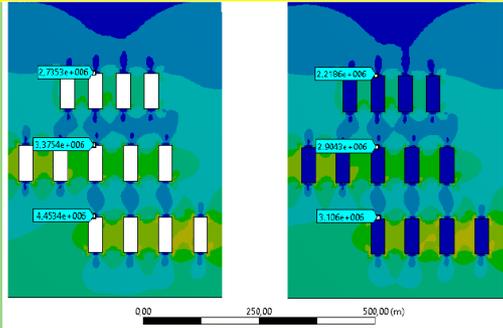
- Створення та впровадження сучасної вітчизняної змішувально-зарядної, доставкової та допоміжної техніки (самохідної та переносної);
- Розробка схем логістики доставки невибухових компонентів ВР до місця застосування.

- Максимальне виключення контакту працівників з вибуховими матеріалами;
- Збільшення продуктивності та ефективності видобутку;
- Зменшення загальношахтних витрат людських, матеріальних ат енергетичних ресурсів;

Система розробки:

- створено наукові засади розробки потужних рудних покладів з урахуванням напружено-деформованого стану геомасиву;

Здійснено розрахунок напружень та деформацій для відпрацьованих пустих та заповнених твердіючою закладкою очисних камер. Встановлено, що рівень напружень при заповненні відпрацьованих камер знижується на 11-16%, а просідання гірського масиву в 2,2 рази



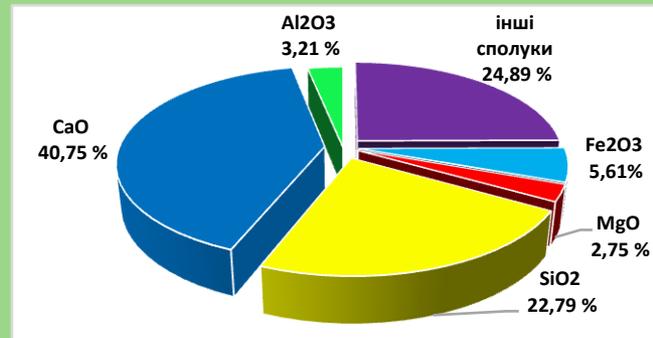
Ізолінії напружень центральної частини блока із зазначеними величинами в стеліні камер: а – порожні камери, б – камери із закладкою.

Розроблено методику визначення стійкості очисних камер при видобутку багатих залізних руд на великих глибинах, яку впроваджено на шахтах ПрАТ «Суха Балка» та «Родіна» (ПАТ «Кривбасзалізрудком»), що дозволило на 6-7% знизити втрати глибоких свердловин у стелинах.

Науково обґрунтовані технологічні схеми комбінованої розробки залізних руд Криворізького басейну на значних глибинах, що дозволяє:

- на 40% знизити обсяги відкритих гірничих робіт;
- використатовувати як закладку твердіючі суміші, які в стані об'ємного стиснення забезпечують високу несучу здатність при мінімальному вмісті в'язучого.

Встановлено оптимальне співвідношення компонентів для забезпечення необхідної міцності закладки при зростанні глибини видобутку. Доведена ефективність утилізації гірських порід відвалу й високомінералізованих шахтних вод та промислових відходів металургійного виробництва у складі твердіючої закладки виробленого простору – щорічно у складі закладних сумішей виробленого простору утилізується понад 4,4 млн. тонн промислових відходів



За весь період реалізації технології утилізовано у виробленому просторі близько 55 млн. тонн відходів та порід відвалу;

Діаграма розподілу хімічних сполук складу закладочної суміші, що застосовується в технологічному циклі ПрАТ «ЗЗРК».

Запропоновано технологічні схеми комбінованого відпрацювання рудних покладів Криворіжжя, які дозволяють підвищити показники вилучення магнетитових кварцитів при їх підземному видобутку та зменшити собівартість закладки виробленого простору.

Забезпечено збереження денної земної поверхні та цілісність водоносних горизонтів;

Зменшені втрати руди в міжкамерних ціликах;

Знижена ймовірність обвалень порід лежачого та висячого боків покладів;

Підвищена герметичність шахтної вентиляційної мережі

Збереження водних ресурсів

Розроблені та впроваджені на ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» схеми відведення, очистки та акумуляції зворотних вод, є ефективними та екологообґрунтованими:

Високомінералізовані шахтні води

Господарсько-побутові стічні води

Ставок –випаровувач

У результаті реалізації підходу
забезпечується:

- система оборотного водопостачання
на заводському комплексі;

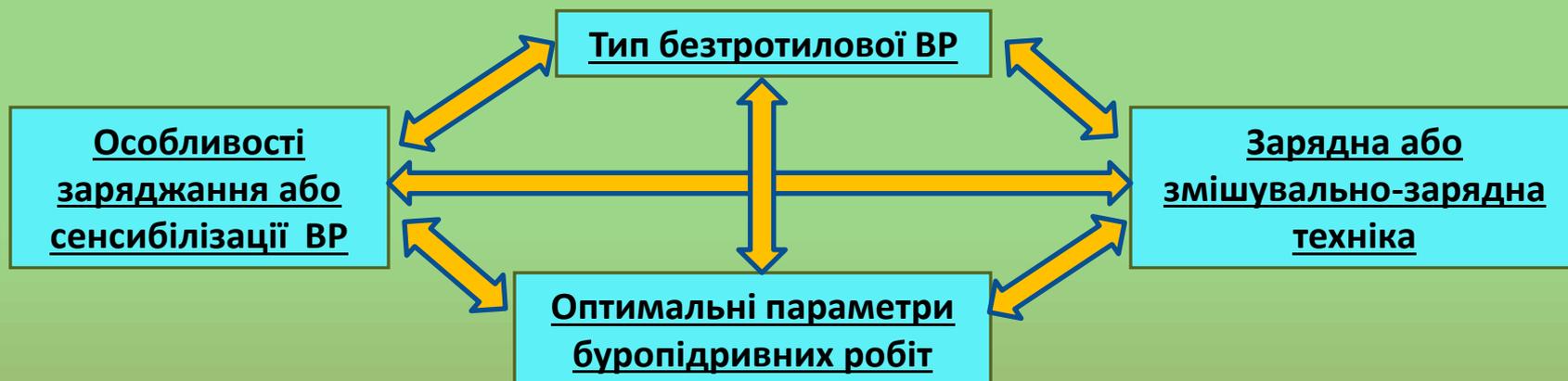
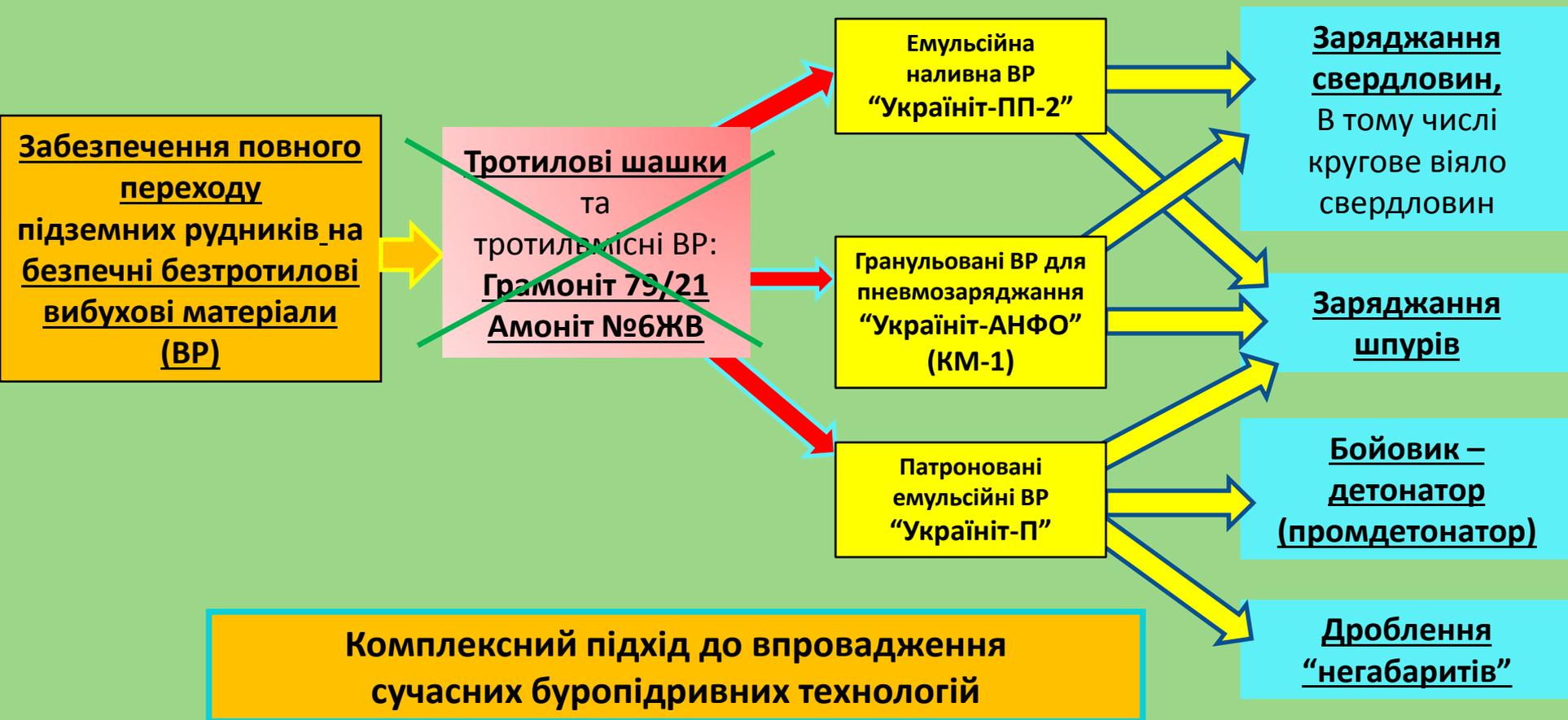
Поля фільтрації

- мінімальний вплив на осідання земної поверхні і, як наслідок, усувається підтоплення земель і подальший негативний вплив на техногенне середовище;
- мінімальний вплив на гідрогеологічні умови водоносних горизонтів; запобіжні цілики під водоносними горизонтами осадою товщі за всіма критеріями перебувають в стійкому стані.
 - здатність розробки родовища з більшими залишковими гідростатичними напорами;
- Відсутність необхідності осушення водоносних шарів верхнього гідродинамічного комплексу, що дало можливість зберегти ці горизонти для водопостачання району;
- використання шахтної води для заводської суміші та для зрошення полів фільтрації.

ПрАТ «ЗЗРК» повністю виключив скиди у відкриті водотоки прісних вод!!!

Отримані результати дозволяють підприємству при подальшому розвитку освоїти шахтні води для питного та господарського водокористування при застосуванні очисних споруд та відмовитися від постачання вод від КП «Облводоканал» ЗОР ТЕЦВВ. Об'єм відкачуваної технологічної води також дозволяє освоїти рибогосподарський промисел. Це призведе до практично замкнутого циклу при використанні шахтних вод, та значного поліпшення екологічного стану в районі видобутку залізних руд.

Безпечні вітчизняні буровибухові технології:



Україніт-АНФО

спеціально створена для безпечного пневмозаряджання в підземних умовах

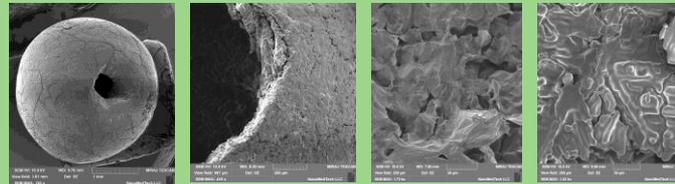
Стабільність та збалансованість



- ✓ Розроблено і реалізовано фізико-хімічний принцип одержання ВР, в якій кожна гранула збалансована у співвідношенні “Аміачна селітра(АС)/паливна фаза” ;
- ✓ Створена сучасна технологія одержання гранул ВР, що забезпечує її стабільність понад 3 місяців - без втрати детонаційних та технологічних характеристик;
- ✓ Забезпечення максимальної реалізації вибухового перетворення у кожній окремої заряду ;
- ✓ Зниження критичного діаметру детонації до 40-45 мм;
- ✓ Пневмозаряджання відбувається без евакуації “палива” з гранул, без утворення пожежо- та вибухонебезпечних пароповітряних сумішей, без забивання зарядних шлангів.
- ✓ Детонаційні характеристики та працездатність забезпечують повну заміну тротилвмісному Грамоніту 79/21 у сухих шпурах та свердловинах

Характеристики Україніт-АНФО (КМ-1)

Показник	Норма
Насипна щільність (20 ± 10) °С, кг/м ³	750 – 950
Кисневий баланс(розр), %	- 0,1 – - 1,7
Теплота вибуху (розр), кДж/кг	3760 – 3820
Тротильовий еквівалент (за теплою вибуху)	0,9
Об’єм газів вибуху (розр), л/кг	980 – 990
Швидкість детонації, км/с: – відкритого заряду – в сталевій трубі	2,3 – 2,5 3,2 – 3,8
Критичний діаметр детонації відкритого заряду, мм	40 – 45
Рекомендована щільність заряджання, кг/м ³	950 – 1100
Кількість шкідливих газів вибуху (в перерахунку на умовне СО), л/кг	27-38



Електронні фотографії модифікованих гранул АС

Вперше для моделювання хіміко-технологічних процесів застосовано проектування штучних математичних нейронних мереж, що дозволило оптимізувати технологічні параметри одержання АНФО



Безпечність та надійність



- ✓ Не містить токсичних речовин, дизельного палива та нафтопродуктів, а також алюмінієвої пудри;
- ✓ Базується на високотехнологічній модифікації аграрної АС за “методом жорсткого каркасу” та її надійним сполученням з продуктами переробки жирів рослинного походження;
- ✓ За рахунок забезпечення стехіометричності та збільшення повноти перетворення утворюється мінімальна кількість шкідливих газів вибуху;
- ✓ Перехід на використання Україніт-АНФО дозволило в 2-2,5 рази скоротити час провітрювання забою після вибуху у порівнянні з тротильовими ВР, що дозволяє збільшити продуктивність праці;
- ✓ За даними вимірів шахтної атмосфери газоаналітичної лабораторії Державного воєнізованого гірничорятувального загону, що дає дозвіл на роботу в забої, концентрація шкідливих газів (умовне СО) після вибуху Україніт-АНФО не перевищує 0,0063 % об.

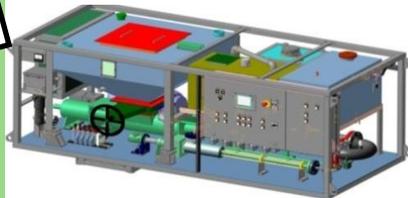
Наливна емульсійна ВР марки Україніт-ПП-2

технологія безпечного виготовлення, поводження та заряджання в умовах шахт

НЕВИБУХОВА

та нетоксична
емульсійна композиція
(ЕК)

Змішувально-зарядний пристрій



НЕВИБУХОВА

та нетоксична
Газогенеруюча добавка
(ГГД)

Зарядний
шланг

Шпур або
свердловина

Емульсійна ВР

✓ Відсутність контакту персоналу з ВР - утворення вибухівки відбувається з невибухових компонентів в процесі заряджання свердловини або шпuru;

✓ Високий рівень безпеки при виготовленні і застосуванні (низька чутливість емульсії до удару, тертя, теплових впливів);

✓ Максимальна безпека застосування в агресивних породах (породи, що можуть містити включення піриту та піротину);

✓ Мінімізація токсичних продуктів вибуху за рахунок збалансованості складу, технології виготовлення і, як наслідок, практично 100% завершеності хімічних реакцій вибуху ВР;

✓ Утворення в продуктах вибуху парів води і мікрочастинок оксиду кальцію, які нейтралізують шкідливі викиди, що особливо актуально для підземних умов

✓ Можливість керування детонаційними параметрами в широкому інтервалі щільності від 800 до 1350 кг/м³ - в породах будь-якої міцності (для міцності порід понад 20 вихід негабариту менше 0,1%);

✓ Висока швидкість детонації (понад 5000 м/с) та параметри працездатності

✓ Науково обгрунтована технологія одержання емульсійних композицій з керованими параметрами для заряджання як шпурів, так і свердловин діаметром 105 мм

Характеристики наливної ЕВР Україніт-ПП-2, призначеної для підземних рудників

Параметр	Значення для ЕВР марки	
	Н	В
Кисневий баланс, % (розр)	від – 0,18 до – 2,15	
Теплота вибуху, кДж/кг (розр.)	3000-3100	3100-3200
Об'єм газів вибуху, л/кг (розр.)	760-840	760-840
Критичний діаметр відкритого заряду, мм	30-35	35-40
Швидкість детонації, м/с, в сталевій оболонці d= 50 мм при щільності 1250 кг/м ³	5100-5400	5100-5300
Працездатність відносно Амоніту №6ЖВ	1,05	
Кількість токсичних газів вибуху (в перерахунку на умовне СО), л/кг	до 15	до 14

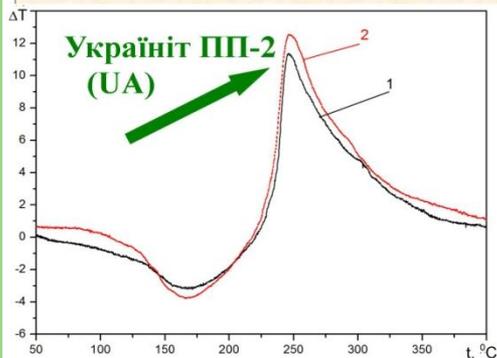
(Н - для заряджання шпурів ; В – свердловин)

Наливна емульсійна ВР марки Україніт-ПП-2

Безпека застосування ЕВР Україніт-ПП-2 в сульфідвмісних породах

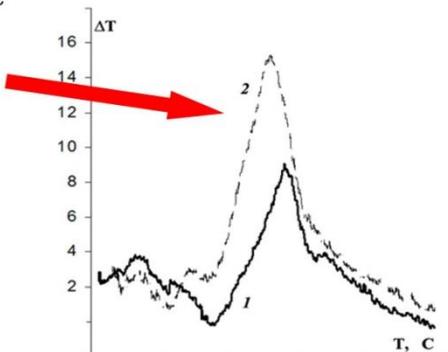
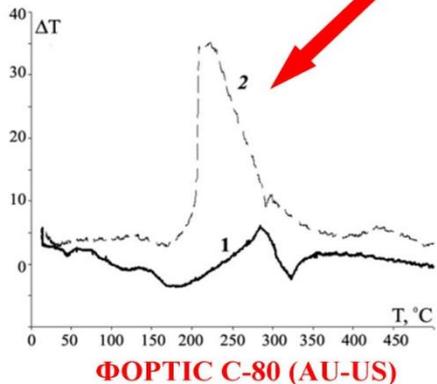
Технологія ЕВР Україніт цілеспрямовано створювалась відповідно до вимог безпечності застосування вибухових речовин у хімічно агресивних породах, і передбачає:

- 1) хімічну газогенерацію слабколужної (рН = 7,8-8,4) емульсії розчинами H_2O_2 при шахтних температурах;
- 2) відсутність гранульованої селітри та натрій нітриту у складі ВР;
- 3) наявність у складі ЕВР депресорів піриту



Висока стійкість ЕВР Україніт до агресивних сульфідних порід підтверджена у порівняльних термічних випробуваннях з кращими світовими зразками ЕВР: Фортіс С-80 и Тован-60

Термічна поведінка ЕВР (кр. 1) в присутності 5% подрібненого піриту (кр.2)



ТОВАН-60 (CA)

Комплексне дослідження

хімічної стійкості Україніту ПП-2 (марка В)

Результати ампульно-хроматографічного методу дослідження довели

відсутність газовиділення та оксидів нітрогену при контакті та витриманні протягом 6 годин Україніту з сульфідними породами при температурі 60°C (співвідношення емульсійна ВР/порода – 90/10).

Тривале витримування Україніту ПП-2 в присутності сульфідних порід (15 діб, співвідношення ЕВР/порода – 90/10) **не спричиняє зміни рН та втрати маси емульсійної ВР**

Час, доба	рН систем ЕВР/порода			
	Україніт ПП-2	ПП-2/ЗК	ПП-2/СЦР	ПП-2/СР
1	7,5	7,5	8,0	8,0
5	7,6	7,5	8,0	7,5
10	7,7	7,5	8,0	7,5
15	7,5	7,4	7,3	7,7
Час, доба	Маса експериментальних складів, %			
	Україніт ПП-2	ПП-2/ЗК	ПП-2/СЦР	ПП-2/СР
1	100,00	100,00	100,00	100,00
5	100,00	99,99 1	99,99	99,99
10	100,00	99,99	99,98	99,98
15	100,00	99,98	99,98	99,98

Зразки порід: залізісті-кварцити (ЗК) з вмістом піриту 30-70% мас; свинцевої руди (С), що містить понад 50% галеніту; свинцево-цинкової руди (СЦР), що має сфалерит в зрощенні з галенітом (до 50%) в сидеритових породах.

Патроновані емульсійні ВР марки Україніт-П

надійні та потужні безтритилові ВР заводського виготовлення

Склад та технологія патронованих емульсійних ВР Україніт-П забезпечує повну заміну тритилових шашок та патронів штатного Амоніту №6ЖВ при використанні в підземних рудниках України.

УКРАЇНІТ-П



Ізольовані в полімерну оболонку твердоподібні циліндри діаметром 32...90 мм.

Порівняльні випробування бризантності патронів 32 мм (пробиття сталеві пластины товщиною 4 мм)



Амоніт №6ЖВ (тритилвмісний)



Україніт ПС-А (безтритиловий)

Показники	Марки ЕВР Україніт-П		
	П-С	П-СА	П-П
Кисневий баланс (розр), %	- (0,3-0,5)	- (0,5-0,15)	- (0,3-1,5)
Теплота вибуху (розр), кДж/кг	3400-3500	3900-4300	3150-3200
Об'єм газів вибуху (розр), дм ³ /кг	840-860	820-830	840-860
Швидкість детонації заряду, м/с	4900-5100	4900-5100	4400-4900
Критичний діаметр відкритого заряду, мм	20-24	20-23	35-40
Кількість шкідливих газів вибуху (перерахунок на CO), л/кг	До 15,0	До 25,0	До 20,0

ЗАСТОСУВАННЯ

- марки «П-С» і «П-СА» – як основний заряд та проміжний детонатор для ініціювання наливних емульсійних і гранульованих ВР у свердловинах і шпурах будь-якого діаметру;
- марка «П-СА» - для подрібнення «негабаритів»;
- марка «П-П» - як основний заряд (вторинна ВР).



Потужності створеного промислового виробництва Україніту-П здатні повністю задовільнити потреби підземних рудників України у патронованих безтритилових ВР



Порівняльні характеристики працездатності та газової шкідливості вибуху ВР, призначених для шахтного застосування

Назва ВР	Теплота вибуху, кДж/кг	Об'єм газів вибуху, л/кг	Швидкість детонації, м/с	Критичний діаметр, мм	Безпека в сульфідних породах
штатні - тротилвмісні					
Грамоніт 79/21	4291	895	3200-3600	50-70	ні
Амоніт №6 ЖВ	4312	895	3600-4800	10-13	ні
<i>Штатна гранульована - для пневмозарядження (містить алюмінієвий порошок)</i>					
Грануліт АС-4	4522	847	3000-3600	80-100	ні
безтротилові - марки Україніт					
Україніт-ПП-2	3000-3100	760-840	5100-5400	30-35	так
Україніт П-СА	3900-4300	820-830	4900-5100	20-23	так
Україніт-АНФО	3760-3820	980-990	3200-3800	40-45	ні

Назва ВР	NO _x , л/кг	СО, л/кг	Сумарна кількість шкідливих газів вибуху (у перерахунку на умовне СО), л/кг
штатні - тротилвмісні			
Грамоніт 79/21	9,8	28	91,8
Амоніт №6 ЖВ	4,0-4,6 20,5-22,8	34-35 30-35	60-65 (167-189) у картонній оболонці
<i>штатна гранульована - для пневмозарядження (містить алюмінієвий порошок)</i>			
Грануліт АС-4	40,2	35	296
безтротилові - марки Україніт			
Україніт-ПП-2	до 0,1 до 0,2	14,4 27,1	до 15 (до 33) у картонній оболонці
Україніт П-СА	до 0,1	24,4	до 25
Україніт-АНФО	до 0,2	23,5-28,4	27-38

Визначення раціональних параметрів буропідривних робіт при застосуванні емульсійних ВР



Україніт-ПП-2

Високі параметри працездатності емульсійних ВР забезпечуються практично повною реалізацією (92-98%) теоретичної енергії вибуху ВР, у порівнянні з гранульованими та порошкоподібними ВР (ступінь реалізації теоретичної теплоти вибуху не більше 30-67%), що підтверджується відповідними значеннями швидкості детонації ВР та натурними випробуваннями

Порівняльні випробування за методом СхідНДІ - обтиснення свинцевих стовпчиків (аналог методу балістичного маятника)

Тип ВР	№	Осадження мм	Обтиснення, мм	Qv, кДж/кг	D, м/с	ρ Заряду г/см ³
Ігданіт	1	2,4	9,1	3700	2711	1,05
Грануліт А 3	2	5,3		4200	3076	1,05
Грануліт А 6	3	5,6	12,5	4550	3500	1,10
ЕВР Україніт	4,5	13,0/13,3	31,3/32,3	3100	5100	1,25
Амоніт №6 ЖВ	6	7,6	16,2	4312	4200	1,10
Амонал ВС	7	6,8	14,5	4940	4100	0,95

Головним недоліком віялового способу підривання є нерівномірний розподіл ВР за площею віяла і, як наслідок, нерівномірне дроблення масиву породи.

Запропонований спосіб диференційованого недозаряду емульсійної ВР Україніт-ПП-2 по відбуреним віялам свердловин, без зміни основних параметрів БПР: лінії найменшого опору і відстані між свердловинами.

Оптимізовані параметри буропідривних робіт з урахуванням повноти реалізації енергії вибуху емульсійних ВР,

для чого 1) скореговано довжину лінії найменшого опору з урахуванням працездатності ЕВР; 2) змінено розташування свердловин в контурах виділеної ділянки; 3) вся площа віяла поділена на окремі радіальні ділянки, площа яких визначена за допомогою програми «Компас V14»; 4) по кожній ділянці і по всьому віялу визначений відповідний об'єм гірничої маси.

Без зміни параметрів БПР:

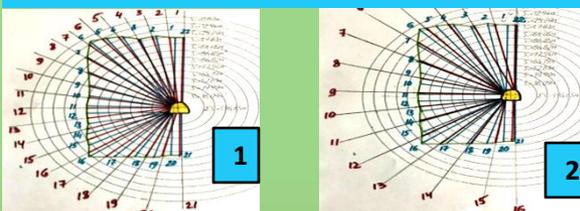
(лінія найменшого опору $W = 3,0$ м; $a = 2,8$ м)

Питомі витрати ВР по віялу = **0,521 кг/т**

В тому числі по окремих ділянках:

$S_1=0$	$S_2=0,489$	$S_3=0,842$	$S_4=0,773$	$S_5=0,613$
$S_6=0,525$	$S_7=0,462$	$S_8=0,424$	$S_9=0,432$	$S_{10}=0,429$

Розрахунок віяла ВЗпд гор.775м.



З оптимізацією параметрів БПР:

(лінія найменшого опору $W = 3,7$ м; $a = 4,0$ м)

Питомі витрати ВР по віялу = **0,272 кг/т**

В тому числі по окремих ділянках:

$S_1=0$	$S_2=0,308$	$S_3=0,317$	$S_4=0,310$	$S_5=0,308$
$S_6=0,317$	$S_7=0,375$	$S_8=0,258$	$S_9=0,244$	$S_{10}=0,204$

Віяла свердловин з різною відстанню між кінцями свердловин (а): 1) $a=2,8$ м; 2) $a=4,0$ м.

При оптимізації параметрів буропідривних робіт з урахуванням переваг емульсійних ВР суттєво зменшено:

- кількість свердловин у віялі (з 22 до 16); - довжина свердловин (з 381 м до 278 м); - питомі витрати ВР.

Технологія заряджання емульсійних ВР та сучасна вітчизняна техніка:

➤ Розроблена унікальна технологія механізованого формування та надійного утримання зарядів емульсійних безтритлових ВР у круговому віялі свердловин, зокрема крутовисхідних свердловин великого діаметру, що **НЕ МАЄ АНАЛОГІВ У СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ** підземних робіт

➤ Розроблено, сконструйовано та промислово впроваджено понад 45 одиниць вітчизняної переносної самохідної та модульної змішувально-зарядної техніки для реалізації безпечної емульсійної технології у підземних рудниках України;

➤ Загальна кількість впровадженої сучасної енергоощадної бурової, зарядної та допоміжної техніки на шахтах Запорізького залізорудного комбінату перевищує 140 одиниць;

Переносна та самохідна техніка для механізованого заряджання шпурів за емульсійною технологією

Самохідний зарядник ЗЕВС-1



Мобільна установка УБМ-1 для заряджання віяла свердловин на відкотних горизонтах



Переносний зарядник ЗЕП-10



Самохідна та модульна техніка для заряджання віяла свердловин:

➤ **ВПЕРШЕ У СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ** на шахті ім. Орджонікідзе (ПрАТ «Центральний ГЗК») **здійснено механізоване заряджання висхідних свердловин наливною емульсійною ВР з перекачуванням емульсії на відстань до 500 м** (по горизонталі) за допомогою спеціально сконструйованого вітчизняного підземного модульного комплексу **ПЗМК-500**



Дозуючий модуль комплексу ПЗМК-500

Впроваджена технологія заряджання емульсійних ВР з різницею висот до 40 м від зарядного пристрою до віяла свердловин при довжині зарядного шлангу до 300 м.

Підземний зарядний модуль **ПЗМК-500** призначений для транспортування невибухових компонентів ЕВР по підземним виробкам, виготовлення високов'язких емульсійних ВР Україніт-ПП-2 і заряджання її в підземних умовах в свердловини діаметром до 105мм, розташовані під будь-яким кутом, включаючи вертикальні, на відстані до 500 м (по горизонталі) від зарядних блоку.

➤ На основі розробленої технології спільно з «Explominetech» (Німеччина) та «Ruda» (Польща), виготовлені та впроваджені **самохідні змішувально-зарядні машини RTCh-23** для механізованого та автоматизованого заряджання віяла свердловин наливним емульсійним ВР Україніт-ПП-2



Змішувально-зарядна машина RTCh-23

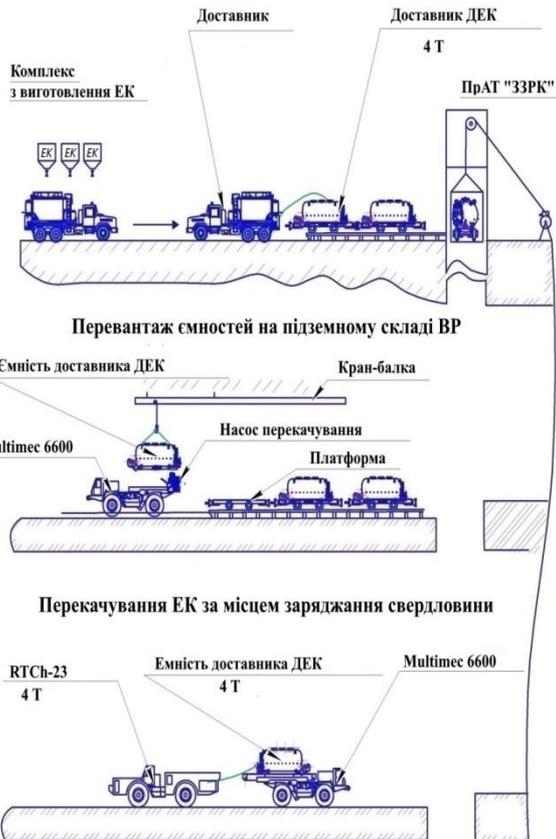
Доставкова техніка та логістика доставки невибухових компонентів



Касета КЕК-3 для внутрішньошахтного перевезення, перевантаження і зберігання компонентів ЕВР

Об'єм ємності ЕК (цистерни МТЗ-3), м ³ , не менше	2,4
Маса перевезеної ЕК при 90% завантаженні, кг, не більше	35 00
Продуктивність перекачувального насоса, м ³ /год, не менше	2,0
Габаритні розміри касети, мм, не більше:	3600x1250x1700
Маса порожньої касети, кг, не більше	2000
Повна маса (з номінальним вантажем), кг, не більше	6000

Приклади схем логістики доставки невибухових компонентів ВР



Вагон доставник ВДЕК-3

Об'єм бункера, м ³ , не більше	3,0
Маса ЕК, кг, не більше	4000
Маса вагона, кг, не більше	4000
Повна маса вагона (з номінальним вантажем), кг, не більше	8000
Коля, мм, не більше	750
Габаритні розміри вагона, мм, не більше:	
- довжина по буферам	3950
- ширина	1350
- висота від головки рейок	1600

Створено та активно працюють 4 нових виробництва безтритилових ВР та їх невибухових компонентів.
Проектні потужності створених заводів здатні **повністю задовільнити потреби підземних рудників та вирішити загальнодержавну проблему** переходу рудників України на безпечні буропідривні технології та безтритилові ВР



Україніт-АНФО
ПрАТ «Промвибух»
(м. Запоріжжя)



**Невибухові компоненти
емульсійних ВР України:
промислові емульгатори та
газогенеруючої добавки**
ТОВ «Антрацит»,
(Дніпропетровська обл.)



Патроновані Емульсійні ВР
марки Україніт-П
ПрАТ «Промвибух»
(м. Запоріжжя)



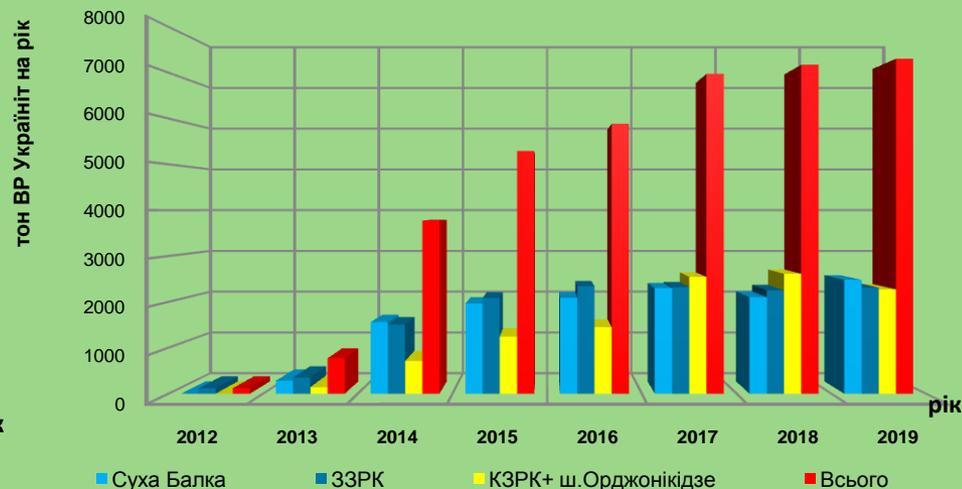
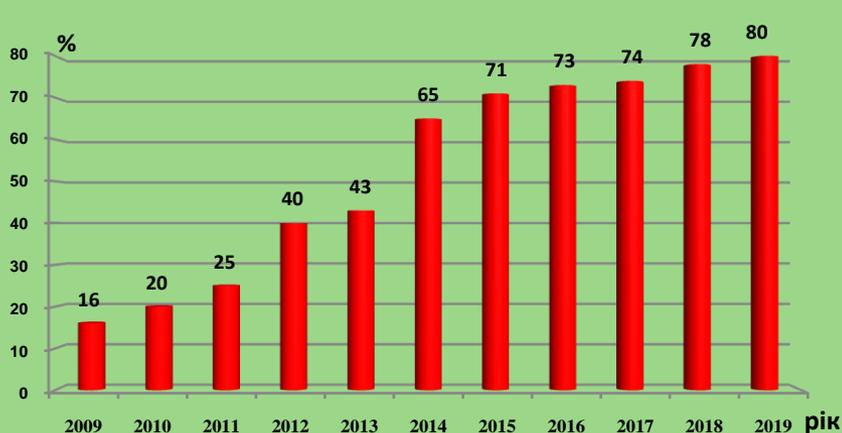
**Невибухова емульсійна
композиція ЕК**
для підземних рудників:

-комплекс «Інгулецький»
(КФ ТОВ «УВТ»)
-ПрАТ «Промвибух»
(м. Запоріжжя)

Загальний економічний ефект впровадження екологоорієнтованих технологій на шахтах Кривого Рогу та ПрАТ «ЗЗРК» склав 468 млн.грн., в тому числі за 2019 рік – понад 51,5 млн. грн.

Найбільш масштабне впровадження розроблених природоощадних технологій видобутку із застосуванням створених безпечних ВР здійснено на Запорізькому залізорудному комбінаті

Починаючи з 2009 року ПрАТ «ЗЗРК» **використано понад 13 тис. тонн безтритилових вибухових матеріалів, частка яких у загальному обсязі ВР досягла 80%**



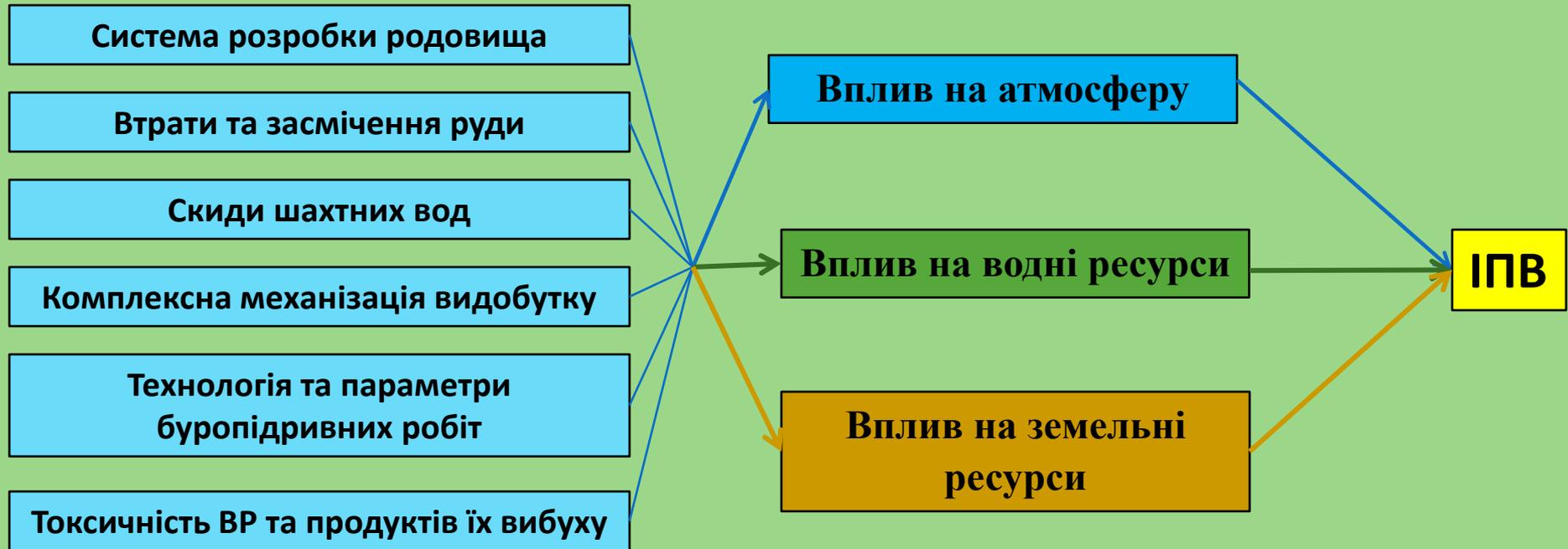
Динаміка переходу ПрАТ «ЗЗРК» на застосування безпечних безтритилових ВР (% від загальної кількості ВР)

Споживання безтритилових ВР України на залізорудних шахтах України

З 2013 року розроблені технології широко впроваджуються в Кривбасі: на шахтах ПАТ «Кривбасзалізрудком» застосовано **понад 9 тис. тонн безтритилових ВР**; на шахтах ПрАТ «Суха Балка» - **понад 12 тис. тонн.**

В результаті вилучення з природного середовища будь-яких ресурсів порушуються різною мірою усі компоненти довкілля

Ефективність технологічних процесів видобутку та заподіяна при цьому шкода довкіллю комплексно може бути визначена за показником інтегрального екологічного впливу (ІПВ)



Розрахований за показником інтегрального впливу екологічний ефект від впровадження на ПрАТ “ЗЗРК” комплексу інноваційних природоощадних технологій як вартісний показник відвернутої шкоди (реабілітації пошкоджених земель) склав у 2019 році понад 260,5 млн. грн, а за період 2009-2019 рр. сягає суми **2,18 млрд. грн.**



Значимість та ефективність впровадження роботи

Для реалізації мети були успішно розв'язані такі науково-технічні задачі:

- створено наукові засади розробки потужних рудних покладів з урахуванням напружено-деформованого стану геомасиву;
- розроблено наукові основи одержання безпечних енергоконденсованих систем (ЕКС) та відповідних вибухових речовин (ВР) на основі досліджень механізмів і кінетики взаємодії нітратних солей із відновниками органічної та неорганічної природи;
- створені безтротилові ВР за вибуховими характеристиками не поступаються кращим світовим зразкам провідних фірм США, Канади, Австралії, а за безпечністю застосування не мають аналогів:
- впроваджено комплекс екологоорієнтованих технологій буропідривних робіт (БПР) з використанням безпечних ЕКС на заміну тротилових ВР;
- створені промислові виробництва новітніх безпечних ЕКС з оптимізацією технологічних процесів за допомогою нейронних мереж;
- сконструйовано та впроваджено новітню вітчизняну самохідну і модульну змішувально-зарядну техніку з високим рівнем автоматизації, що в сукупності із застосуванням сучасної бурової техніки мінімізує негативний вплив на працівників і забезпечує дистанційне керування БВР за допомогою цифрової інфраструктури;
- досліджено фізико-хімічні процеси, які реалізуються в твердіючих закладках виробленого простору на основі відходів гірничо-металургійного виробництва;
- успішно впроваджено технології з каскадним принципом відходності, що забезпечило стійкий стан рудного масиву, збереження цілісності водоносних горизонтів, утилізацію техногенних відходів у підземному просторі.



Комплексне впровадження розроблених екологоорієнтованих технологій на Запорізькому залізорудному комбінаті за останні 11 років забезпечило:

- виключення просідання земної поверхні завдяки реалізації технології видобування за каскадним принципом відходності – щорічно у складі закладних сумішей виробленого простору утилізується понад 4,4 млн. тонн промислових відходів металургійного виробництва, гірських порід відвалу комбінату, вторинних ресурсів гірничовидобувної промисловості і системи осушення родовища.
- За весь період реалізації технології утилізовано у виробленому просторі близько 55 млн. тонн відходів та порід відвалу;
- виключення скидів високомінералізованих шахтних вод у відкриті водотоки прісних вод (відвернуто шкідливого скиду понад 900 тис. м³/рік;
- зменшення втрат та засмічення руди, введення в експлуатацію нових горизонтів з запасами руди 60 млн. т. Середньорічна продуктивність 1 гірника на 33РК у 1,45 рази вище, ніж на шахтах Кривбасу, рентабельність більша у 4,6 рази .
- зменшення навантаження на довкілля - відвернута екологічна шкода складає понад близько 2,18 млрд. грн