

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

МАЛАШКЕВИЧ Дмитро Сергійович



УДК 622.232.72.031.2

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
СХЕМИ СЕЛЕКТИВНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ ПЛАСТІВ
ІЗ ЗАЛИШЕННЯМ ПОРОДИ У ВИРОБЛЕНОМУ ПРОСТОРІ
(НА ПРИКЛАДІ ШАХТ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ)**

Спеціальність 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпро).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри підземної розробки родовищ Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпро)

БОНДАРЕНКО
Володимир
Ілліч

Офіційні опоненти:

чл.-кор. НАН України, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпро)

КРУКОВСЬКИЙ
Олександр
Петрович

кандидат технічних наук, керівник департаменту з виробництва Дирекції з видобутку вугілля ТОВ «ДТЕК Енерго» (м. Київ)


ВІВЧАРЕНКО
Олександр
Васильович

Захист відбудеться «25» червня 2019 р. об 11³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 при Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19, тел. (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України (49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19).

Автореферат розісланий «24» травня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03,
кандидат технічних наук



М.В. Петльований

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В умовах високої інтенсифікації розробки тонких та вельми тонких вугільних пластів Західного Донбасу ефективним напрямом підвищення якості видобувного вугілля є розробка технологічної схеми, яка дозволяє селективно виймати вугілля і породу, що присікається, із залишенням останньої у виробленому просторі. Розміщення породи у виробленому просторі лави дозволить знизити негативні прояви гірського тиску і створити сприятливі умови для безперебійної та безпечної роботи очисного вибою. Це істотно знизить трудові та матеріальні витрати, пов'язані з ремонтом та експлуатацією механізованого комплексу, підвищить якість вугілля, що видобувається, скоротить обсяги транспортування пустих порід на поверхню та їх складування у відвали, а також поліпшить стан довкілля вугледобувного регіону. Однак питання залишення і розміщення породи у виробленому просторі лави залишаються недостатньо вивченими, що вимагає пошуку нових технічних рішень у даному напрямі. Відсутність наукових обґрунтувань, параметрів технологічної схеми та конструктивних особливостей механізованого комплексу для відпрацювання вугільних запасів селективним способом перешкоджає її широкому поширенню.

Тому обґрунтування параметрів конструктивно-технологічної схеми відпрацювання вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі є актуальним науковим завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності зі «Стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року» (Вугільна промисловість), Програми «Українське вугілля» і планів держбюджетних робіт Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», в яких автор брав участь як виконавець: ГП-469 «Розробка засад синтезу інформаційних і геомеханічних систем керування процесами підземних гірничих робіт» (№ ДР 0114U006105), ГП-487 «Наукове обґрунтування та розробка енергоефективних маловідходних технологій видобування вуглеводневої та мінеральної сировини» (№ ДР 0116U008041), ГП-493 «Теоретичні та практичні основи управління нестійкими геомеханічними системами «масив – кріплення» підземних виробок» (№ ДР 0117U001131), ГП-497 «Ресурсозберігаюча геотехнологічна і гідродинамічна параметризація видобутку малопотужних запасів мінеральної сировини у техногенно навантаженому середовищі» (№ ДР 0117U006753); госпдоговірних робіт як відповідальний виконавець: «Розробити технологічну модель селективного виймання вельми тонких пологих вугільних пластів Західного Донбасу на прикладі умов ВСП ШУ «Тернівське»» (№010197/294-ПУ-ШУтр), «Провести кількісну та якісну оцінку тонких і вельми тонких вугільних пластів шахт Західного Донбасу та встановити доцільність їх відпрацювання селективною технологією» (№010109-17/423-ПУ-ШУТр).

Мета роботи – обґрунтування раціональних параметрів конструктивно-технологічної схеми селективного відпрацювання вугільних пластів з урахуванням закономірностей зміни напружено-деформованого стану гірського масиву при присіканні порід і їх залишенні у виробленому просторі лави.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені та вирішені такі завдання:

1. Виконати аналіз технологічних схем селективного відпрацювання пластів та способів залишення породи у виробленому просторі.
2. Розробити технологічну схему й обґрунтувати основні параметри селективного відпрацювання вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі лав.
3. Обґрунтувати геомеханічну модель вуглевмісного масиву при селективному відпрацюванні та встановити закономірності геомеханічних процесів, що відбуваються у породах навколо очисної та виїмкової виробок.
4. Встановити закономірності силових та деформаційних параметрів навантаження механізованого кріплення від параметрів зведення породної смуги.
5. Обґрунтувати конструктивно-технологічну схему кріплення збірною штреку з урахуванням гірничотехнічних особливостей застосування селективної технології виймання вугілля із залишенням породи у виробленому просторі.
6. Обґрунтувати техніко-економічну ефективність технологічної схеми селективного відпрацювання вугільних пластів на прикладі шахт Західного Донбасу.

Ідея роботи полягає у врахуванні закономірностей зміни напружено-деформованого стану порід для обґрунтування раціональних параметрів технологічної схеми селективного виймання вугілля.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виймання тонких та вельми тонких вугільних пластів із розміщенням породи у виробленому просторі лави.

Предмет дослідження – закономірності формування конструктивних елементів технологічної схеми селективного виймання малопотужних вугільних пластів та напружено-деформованого стану гірського масиву при залишенні породи у виробленому просторі лави.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань у роботі використано комплексний підхід, що містить у собі аналіз і узагальнення наукових праць та розробок у досліджуваній області, аналітичні й експериментальні методи визначення технологічних параметрів, розрахунок і аналіз напружено-деформованого стану (НДС) породного масиву чисельними методами, економіко-математичне моделювання з використанням пакета прикладних програм.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. Концентрації інтенсивності напружень вуглевмісного масиву в зоні фронтального опорного тиску змінюються за логарифмічною залежністю від величини потужності породної смуги, що знижує їх максимуми у 1,7 – 2 рази при збільшенні відношення потужності породної смуги до виймальної потужності пласта з 0,35 до 0,5. Урахування цієї залежності дає можливість прогнозувати зниження гірського тиску в очисному вибої та виїмкових штреках при селективному вийманні вугілля із залишенням порід присікання у виробленому просторі.

2. Відносні показники навантаження на секцію механізованого кріплення й опускання її перекриття знаходяться в експоненціальній залежності від величини відношення потужності породної смуги, що формується у виробленому просторі, до виймальної потужності пласта. Встановлена закономірність обґрунтовує вибір

потужності формування породної смуги у виробленому просторі, що забезпечує безаварійну роботу очисного комплексу.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше встановлено кількісний взаємозв'язок між відносною потужністю породної смуги Δm_{nn} і показником інтенсивності прояву гірського тиску σ_{max} , який кількісно виражається логарифмічною залежністю і дозволяє прогнозувати зниження гірського тиску в очисному вибої та виїмкових штреках.

2. Вперше встановлено закономірності зміни силових $P_{від}$ та деформаційних параметрів навантаження $U_{від}$ механізованого кріплення від параметрів зведення породних смуг і варіантів міцнісних характеристик прилеглого породного масиву, які виражаються експоненціальною залежністю і дозволяють вибрати раціональні параметри зведення породної смуги у виробленому просторі.

3. Встановлено, що ступінь заповнення виробленого простору K_3 прямо пропорційно залежить від конструктивної висоти встановлення закладної конвеєрної лінії $h_{всм}$, кута укосу породи γ та обернено пропорційно від виймальної потужності вугільного пласта $m_{e\ min}$, що дозволяє встановити технологічні параметри селективного виймання.

4. Встановлено, що розташування закладної конвеєрної лінії за висотою $h_{всм}$ знаходиться в прямій залежності від виймальної потужності пласта $m_{e\ min}$, ширини поставу риштака b_p , фракції порід, що транспортуються, та їх фізико-механічних властивостей.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується коректною постановкою й рішенням задач із використанням положень механіки гірських порід, будівельної механіки, порівнянням аналізів з нормативними документами й результатами досліджень опускання порід в очисних вибоях, проведенням обчислювальних експериментів на науково-обґрунтованих моделях методом скінченних елементів і порівнянням з аналітично-розрахунковими методами з урахуванням емпіричних залежностей, отриманих експериментальним шляхом і підтверджених науковими роботами багатьох авторів, де розбіжність складає 10 – 12%.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей зміни геомеханічних процесів та опускань порід покрівлі від технологічних параметрів зведення породної смуги у виробленому просторі при ефективному відпрацюванні вугільного пласта із застосуванням технологічної схеми селективного виймання вугілля.

Практичне значення отриманих результатів:

1. Розроблено конструктивно-технологічну схему селективного виймання вугілля із застосуванням горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра для здійснення потокової технології селективного виймання вугілля і розміщення порід присікання у виробленому просторі.

2. Обґрунтована геомеханічна модель вуглевмісного масиву при селективному відпрацюванні вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі, реалізованою із застосуванням пакета сучасних комп'ютерних програм.

3. Розроблено конструктивно-технологічні рішення селективної технології з урахуванням напружено-деформованого стану навколо очисної та виїмкової виробок, що дає можливість підвищити техніко-економічні показники шахти і безпеку праці.

4. Розроблено методику розрахунку параметрів конструктивно-технологічної схеми відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі.

Реалізація результатів роботи. На основі отриманих результатів роботи розроблено «Методику розрахунку параметрів конструктивно-технологічної схеми відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі (для умов шахт Західного Донбасу)», яка впроваджена на шахтах ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля». Отримано патент на винахід № 105458. Спосіб селективної розробки вугільних родовищ із закладкою виробленого простору. Автори: В.І. Бондаренко, О.Г. Кошка, Д.С. Малашкевич. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 12.05.2014.

Особистий внесок здобувача. Полягає у формулюванні мети і завдань, об'єкта і предмета досліджень, ідеї роботи і наукових положень, аналізу особливостей селективного відпрацювання вугільних пластів, включаючи конструктивні особливості обладнання, розробки геомеханічної моделі, аналізу напружено-деформованого стану масиву й обґрунтування схеми кріплення, встановлення нових закономірностей, проведення економіко-математичного аналізу й визначення очікуваного економічного ефекту.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на всеукраїнських і міжнародних науково-технічних конференціях і форумах: XI та XII Міжнародні форуми студентів і молодих вчених «Розширюючи обрії» (Дніпро, 2016 – 2017); III Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» (Дніпро, 2015); «Школа підземної розробки» (Бердянськ, 2014 – 2018); Szkoła Eksploatacji Podziemnej (Krakow, Poland, 2015, 2019); «Геотехнічна механіка» ІГТМ НАН України (Дніпро, 2014 – 2015, 2017).

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано 23 наукові праці, у тому числі 7 статей у фахових наукових виданнях з переліку МОН України, 3 статті у виданнях, що індексовані у наукометричній базі даних Scopus, 2 статті у виданнях, що індексовані у наукометричній базі даних Web of Science, 10 публікацій у матеріалах закордонних і всеукраїнських конференцій та 1 патент на винахід.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, списку літературних джерел (165 джерел) та 3 додатків. Робота містить 138 сторінки основного тексту, 69 рисунків і 9 таблиць, загальний обсяг – 211 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми дисертаційної роботи, розглянуто зв'язок роботи з науковими програмами, темами, сформульована мета, ідея і завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладено основні наукові положення, наукова новизна і практичне значення

отриманих результатів, наведено інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів роботи.

У **першому розділі** виконано аналіз сучасних тенденцій відпрацювання вугільних пластів у Західному Донбасі який показав, що незважаючи на використання сучасних технічних засобів ведення очисних робіт та збільшення навантаження на очисні вибої, неухильно збільшується потужність порід присікання. Це призводить до зростання зольності гірничої маси, що видається на поверхню шахт, яка перевищує 50%. Видобуток гірничої маси з підвищеною зольністю викликає додаткові витрати на внутрішній шахтний транспорт, підйом, збагачення, складування та ін. Відзначено, що виключення в лавах на тонких та вельми тонких пластах збіднення вугілля пустими породами можливо шляхом селективного виймання вугілля та породи присікання із розміщенням останньої у виробленому просторі.

Виконано аналіз вивченості питань селективного відпрацювання вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі. Теоретичні та експериментальні роботи у даному напрямі виконувало багато науково-дослідних і проектних інститутів (НГУ, ДонВУГІ, ІГТМ НАН України, ІГД ім. О.О.Скочинського, Дніпродіпрошахт, КузНДВІ). Провідна роль у розробці технології належить таким вченим як: О.В. Антипов, В.І. Бондаренко, В.І. Бузило, В.В. Вистороп, О.В. Вівчаренко, В.Є. Жуков, І.А. Кіяшко, Ю.І. Кіяшко, О.Г. Кошка, О.П. Круковський, О.М. Кузьменко, М.П. Овчинніков, В.І. Сулаєв та ін. Із зарубіжних вчених це: І. Валгма, Х. Джианг, Х. Денг, Я. Жанг, Ф. Жу, Ж. Фенг та ін.

Однак, незважаючи на велику кількість досліджень і значні досягнення, обґрунтування параметрів конструктивно-технологічної схеми селективного відпрацювання пластів із залишенням породи у виробленому просторі є актуальним. На підставі проведеного аналізу сформульовані мета і поставлені завдання, які були вирішені в процесі виконання дисертаційної роботи.

У **другому розділі** сформульовано основні та специфічні вимоги для забезпечення надійного та безпечного функціонування комплексу машин і обладнання з очисними виробничими процесами при механізованому розміщенні порід присікання за секціями кріплення. Виконано обґрунтування технологічних параметрів селективного відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів, конструктивного виконання елементів механізованого комплексу, що дозволило, за результатами досліджень, розробити технологічні схеми селективного відпрацювання вугільних пластів із розміщенням породи у виробленому просторі.

Враховуючи особливості технологічної схеми очисних робіт із розміщенням породи у виробленому просторі встановлено мінімальну виймальну потужність пластів $m_{e\ min}$ за конструктивними, технологічними параметрами та параметрами взаємодії механізованого кріплення з породами покрівлі. Отримано степеневі залежності виймальної потужності пласта $m_{e\ min}$ від опору кріплення P , швидкості подачі очисного комбайна V , ширини робочого простору R та довжини лави L , за умови максимальних зміщень і опускань покрівлі на рівні зворотної консолі секції кріплення $\Delta h_{кр}$. Характерні залежності наведено на рис. 1.

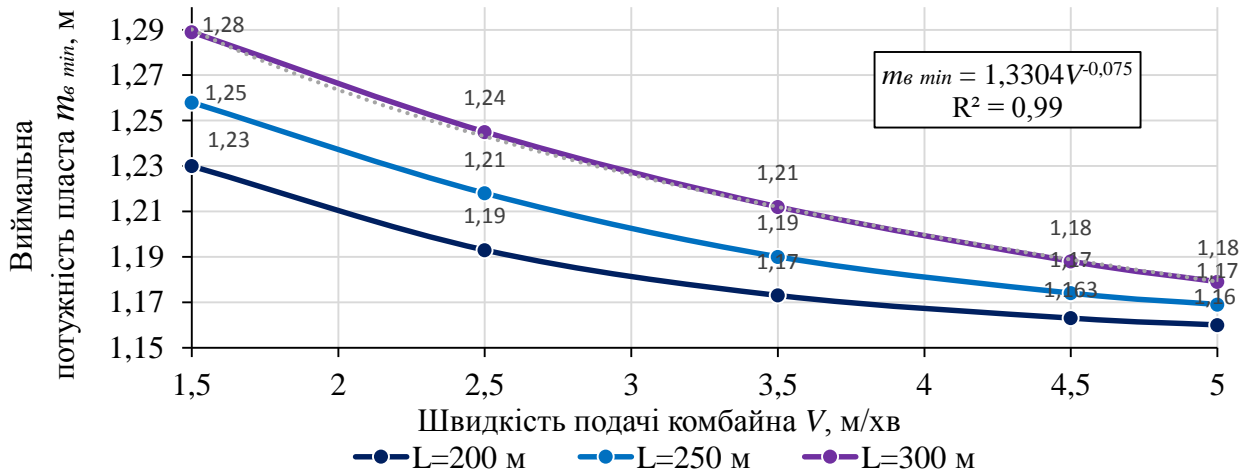


Рисунок 1 – Залежність мінімальної виймальної потужності пласта $m_{e min}$ від швидкості подачі очисного комбайна V та довжини лави L (при $P = const = 250$ кПа та $R = const = 6,0$ м)

За результатами аналізу отриманих даних встановлено, що зі зменшенням швидкості подачі очисного комбайна V та опору кріплення P збільшується мінімальна виймальна потужність пласта $m_{e min}$, причому це зростання тим більше, чим більша ширина R та довжина лави L . При роботі очисного вибою з присіканням порід і подальшим їх розміщенням у виробленому просторі, мінімальна виймальна потужність пласта $m_{e min} \geq 1,16$ м, при цьому зберігається допустима мінімальна висота ходового відділення h_{min}^3 за другим рядом гідростояків та необхідний простір для розміщення закладного конвеєрного постапу h_{mex} під перекриттям зворотної консолі у завальній частині лави.

Для встановлення максимальних величин присікання m_{np} і ступеня заповнення виробленого простору K_z визначено основні конструктивні параметри розміщення закладного конвеєрного постапу.

Виходячи із проведених досліджень, встановлено, що розташування конвеєрного постапу за висотою $h_{вст}$ знаходиться в прямій залежності від виймальної потужності пласта, ширини риштачного постапу b_p , кута нахилу, фракції порід, що транспортуються, та їх фізико-механічних властивостей і описується рівнянням вигляду

$$h_{вст} = m_{e min} - ((b_p \sin(-0,33\omega^2 + 4,79\omega + 7,49) + d_n + h_p + h_{зв.к} + \Delta h_{кр}), \text{ м}, \quad (1)$$

де $m_{e min}$ – мінімальна виймальна потужність пласта, м; b_p – ширина риштачного постапу, м; ω – вологість породи, %; d_n – крупність фракції породи, м; h_p – запас гідравлічного розсунення для розвантаження стояків кріплення, м; $h_{зв.к}$ – товщина перекриття зворотної консолі, м; $\Delta h_{кр}$ – величина конвергенції порід покрівлі на рівні зворотної консолі, м.

Відповідно, враховуючи встановлені залежності, визначено величини максимальних присікань порід m_{np} , які обмежуються об'ємом виробленого простору для розміщення з урахуванням виймальної потужності $m_{e min}$, геологічної потужності $m_{еуз}$, висоти встановлення $h_{вст}$, кута нахилу закладного конвеєрного постапу β та схеми відпрацювання пласта.

Визначено, що при селективному відпрацюванні вугільного пласта за один прохід комбайна у діапазоні виймальної потужності $m_{e \min} = 1,16 - 1,22$ м весь обсяг порід присікання, що виймається в очисному вибої може бути розміщений у повному обсязі у виробленому просторі. При цьому кут нахилу закладного конвеєрного поставу повинен складати $\beta \leq 15^\circ$ у разі відпрацювання вугільного пласта з геологічною потужністю $m_{e_{yz}} = 0,65 - 0,7$ м; $\beta \leq 20^\circ$ при $m_{e_{yz}} = 0,75$ м; $\beta \leq 25^\circ$ при $m_{e_{yz}} = 0,8$ м. При селективному відпрацюванні пластів з геологічною потужністю $m_{e_{yz}} = 0,7 - 0,8$ м за два проходи комбайна, забезпечується залишення повного обсягу порід присікання у виробленому просторі. У разі відпрацювання пласта з геологічною потужністю $m_{e_{yz}} \leq 0,7$ м утворюється надлишок породи, який необхідно вивозити за межі очисної ділянки.

З урахуванням отриманих даних встановлено ступінь заповнення виробленого простору K_3 , який прямо пропорційно залежить від конструктивної висоти встановлення закладної конвеєрної лінії h_{ecm} , кута укосу породи γ та обернено пропорційно від виймальної потужності вугільного пласта $m_{e \min}$ і описується рівнянням

$$K_3 = \frac{h_{ecm} k_d - 0,25 \sin \gamma}{m_{e \min}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

Так, максимальний ступінь заповнення виробленого простору без дозакладання пустот між покрівлею і розміщеною у масиві породною смугою складає 50,3%, що забезпечується при висоті розташування закладного поставу 0,78 м з кутом нахилу до горизонтальної площини $\beta = 12^\circ$ і відпрацюванні пласта з присіканням порід потужністю 0,56 м.

На наступному етапі досліджень для трьох варіантів схем відпрацювання пластів – при валовому та селективному за один і два проходи комбайна – визначались основні параметри виймання і показники якості гірничої маси (навантаження на вибій Q , експлуатаційна зольність вугілля A_d).

За результатами аналізу даних, встановлено лінійний зв'язок між величиною присікання порід з експлуатаційною зольністю вугілля і навантаженням на очисний вибій. Допустиме навантаження на очисний вибій при селективному відпрацюванні за один прохід комбайна змінюється в межах від 1082 ($m_{e_{yz}} = 0,65$ м) до 1340 т/добу ($m_{e_{yz}} = 0,8$ м), за два проходи комбайна відповідно 1047 та 1314 т. У діапазоні зміни величин присікання порід експлуатаційна зольність вугілля при селективному відпрацюванні пласта за один і два проходи комбайна відповідно не перевищує 29,7% та 21,3% ($m_{np} = 0,55$ м).

Обґрунтовано конструктивне виконання елементів механізованого очисного комплексу, який відрізняється від відомих аналогів застосуванням горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра, що дозволяє здійснити організацію потокової технології селективного виймання і розміщення породи у виробленому просторі.

На підставі проведених досліджень розроблено технологічні схеми селективного відпрацювання вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі, які відрізняються порядком виймання і доставкою породи у вироблений простір. Технологічна схема селективного відпрацювання вугільних пластів за один прохід комбайна, яка передбачає одночасне виймання вугілля і породи підошви, наведена на рис. 2.

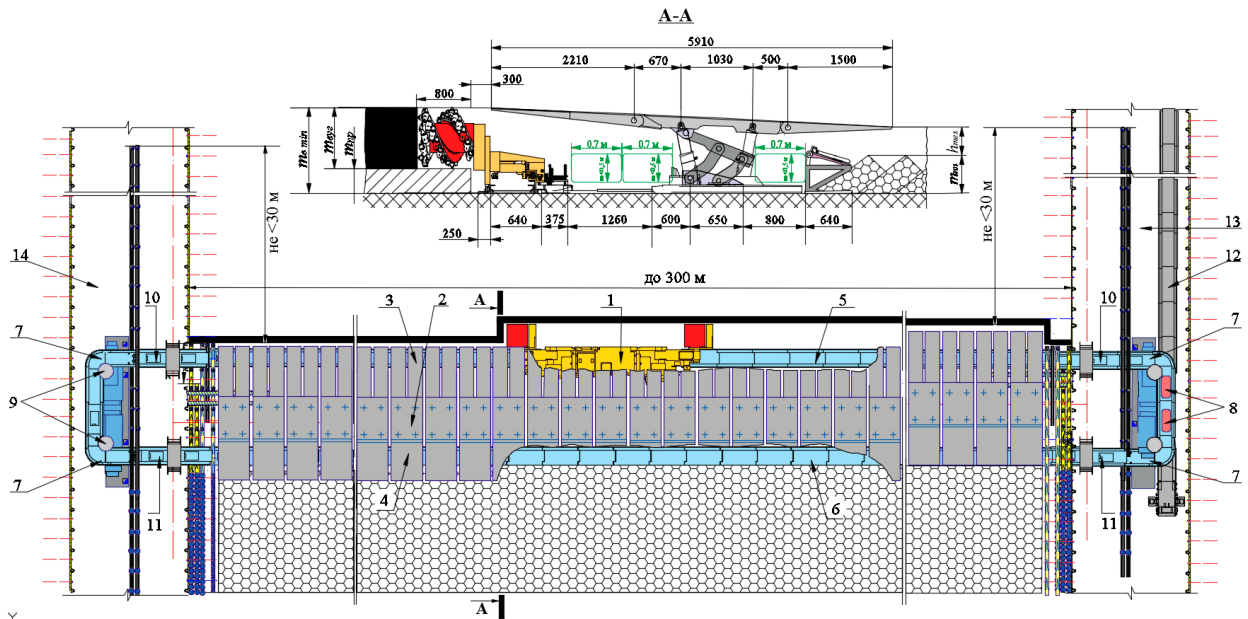


Рисунок 2 – Технологічна схема селективного відпрацювання вугільних пластів за один прохід комбайна: 1 – очисний комбайн; 2 – секція механізованого кріплення; 3, 4 – відповідно передня і зворотна консолі секції кріплення; 5, 6 – відповідно вибійний і закладний постави горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра; 7 – поворотний блок; 8 – перевантажувальні вікна; 9 – привідні зірки конвеєра; 10 і 11 – перехідні секції; 12 – штрековий скребковий перевантажувач; 13 – збірний штрек; 14 – бортовий штрек

Технологічна схема селективного відпрацювання вугільних пластів за один прохід комбайна передбачає одночасне виймання вугілля і породи підшви. У вихідному положенні механізоване кріплення 2, вибійний 5 і закладний 6 постави горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра присунені до вибою, секції кріплення 2 розтиснені, комбайн 1 зарублений у пласт зі сторони збірного штреку 13. В міру руху комбайна 1 від збірного штреку 13 до бортового штреку 14 виконують одночасне селективне виймання вугілля і породи. Передній за ходом руху виконавчий орган очисного комбайна 1 виконує виймання і навантаження вугілля на вибійний постав 3, задній виконавчий орган налаштовано тільки на виймання породи. Відбите від масиву вугілля доставляють до збірного штреку 13, далі через перевантажувальні вікна 8 у поворотному блоці 7 горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра подають на штрековий перевантажувач 12, після чого на загальношахтний ланцюг і видають на поверхню. Відбита порода присікання після проходу комбайна 1 розташовується на підшві пласта між вибоєм і вибійним поставом 5 конвеєра.

Після виймання вугілля виконують навантаження породи на вибійний постав 5 конвеєра при його одночасному фронтальному або хвилеподібному пересуванні на нову дорогу. Під час пересування конвеєра виконують одночасно у неперервному процесі доставку і розміщення породи. Породу з очисного вибою транспортується до виїмкової виробки 13 далі через поворотний блок 7 подається на закладний постав 6, який має заданий кут нахилу для розвантаження породи.

Залишення породи у виробленому просторі виконують в єдиному безперервному технологічному процесі шляхом саморозвантаження породи по похилому закладному поставу формуючи породну полосу із заданим ступенем заповнення виробленого простору K_3 з урахуванням величини присікання порід m_{np} .

Третій розділ присвячений дослідженню НДС породного масиву навколо очисної та підготовчої виробок від параметрів технологічної схеми селективного відпрацювання пласта.

На першому етапі досліджень виконано обґрунтування і побудова геомеханічних моделей поведінки гірського масиву при селективному відпрацюванні пласта із залишенням породи у виробленому просторі та традиційним відпрацюванням з повним обваленням порід покрівлі з урахуванням зміни геометричних параметрів очисної виробки, механічних параметрів кріплення очисної та підготовчої виробок, граничних умов їх взаємодії для проведення максимально адекватного розрахунку. Для проведення обчислювальних експериментів використано програмний комплекс ANSYS на базі скінченно-елементного аналізу. Геомеханічну модель побудовано для гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов шахти «Західно-Донбаська».

У результаті обчислювального експерименту отримані поля розподілу концентрацій вертикальних, горизонтальних та інтенсивності напружень навколо очисного вибою та виїмкової виробки при різних значеннях технологічних параметрів породних смуг у найбільш характерних зонах прояву гірського тиску. Так, при відносній потужності породної смуги $\Delta m_{mn} = 50\%$, в області дії фронтального опорного тиску концентрації вертикальних напружень рівня $\sigma_y / \gamma H = 3,34 - 3,75$ знижуються в 2,1 рази за висотою вуглевмісної товщі, поширення концентрацій величиною $\sigma_y / \gamma H = 4,17 - 4,58$ зменшуються в 1,73 рази та $\sigma_y / \gamma H \geq 5,0$ знижуються в 1,69 рази в порівнянні з повним обваленням порід покрівлі у виробленому просторі. Область розтягальних горизонтальних напружень σ_x у шарах покрівлі скорочуються в основному діапазоні на 25 – 60%. Також відбувається зменшення розмірів дії концентрації стискаючих горизонтальних напружень σ_x у середньому на 40 – 75%.

Досліджено закономірності зміни концентрацій інтенсивності максимальних напружень σ_{max} при різних варіантах відносної потужності породної смуги Δm_{mn} (від 10% до 50%) та при її відсутності у виробленому просторі (рис. 3).

Аналіз отриманих даних показав, що концентрації інтенсивності напружень вуглевмісного масиву в зоні фронтального опорного тиску змінюються за логарифмічною залежністю від величини потужності породної смуги, що знижує їх максимуми у 1,7 – 2 рази при збільшенні відношення потужності породної смуги до виймальної потужності пласта з 0,35 до 0,5. Урахування цієї залежності дає можливість прогнозувати зниження гірського тиску в очисному вибої та виїмкових штреках при селективному вийманні вугілля із залишенням порід присікання у виробленому просторі.

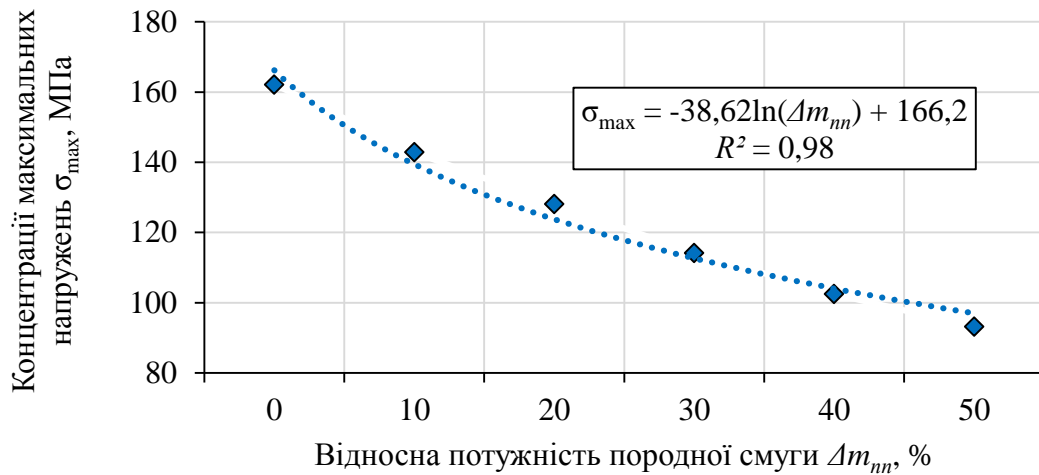


Рисунок 3 – Залежність зміни концентрацій максимальних напружень σ_{max} породних шарів у зоні фронтального опорного тиску від відносної потужності породної смуги Δm_{nn}

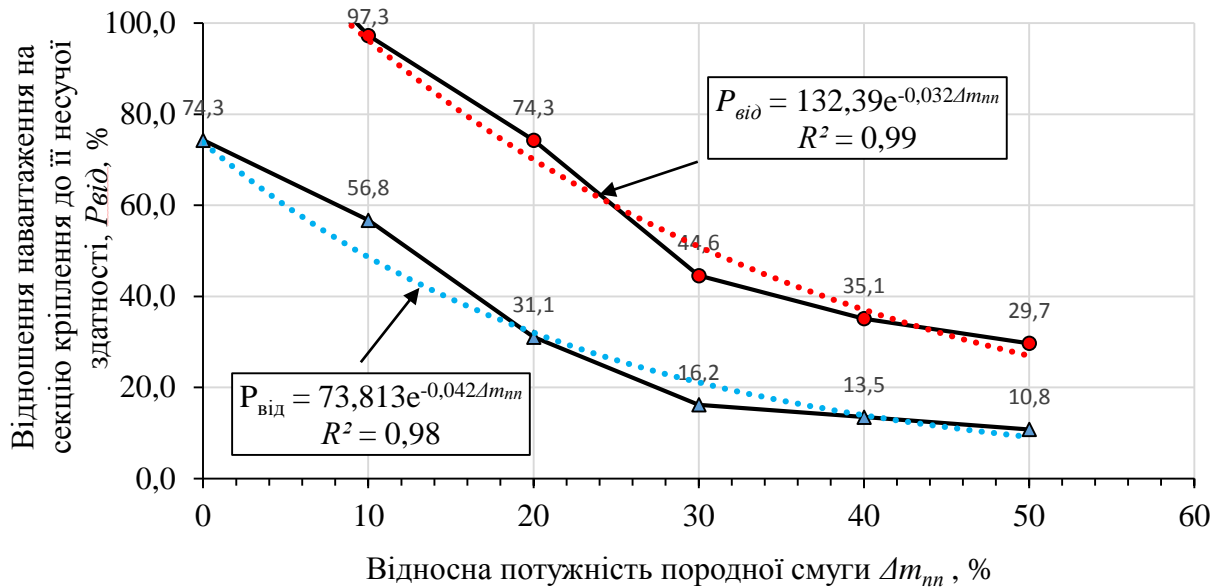
На другому етапі досліджень проведено багатоваріантні обчислювальні експерименти з розрахунку силових та деформаційних параметрів навантаження на механізоване кріплення при різних параметрах зведення породних смуг у виробленому просторі і варіантах гірничо-геологічних умов (рис. 4).

За результатами обчислювального експерименту встановлена стійка тенденція зниження навантаження на механізоване кріплення при збільшенні потужності породної смуги залежно від ступеня складності гірничо-геологічних умов відпрацювання вугільних пластів. Більш інтенсивне зниження навантаження відбувається в складних гірничо-геологічних умовах. При розробці вельми тонких пластів навантаження на механізоване кріплення прогнозується до 24% (у складних умовах) і до 10% (у сприятливих умовах) від несучої здатності, при відносній потужності породної смуги $\Delta m_{nn} = 50\%$. При відпрацюванні пластів потужністю 0,65 – 0,7 м з присіканням порід величиною 0,55 – 0,6 м і подальшим їх розміщенням у виробленому просторі навантаження на секції механізованого кріплення стабілізуються на рівні від 7 – 8% до 16 – 17,5% від її несучої здатності.

Також виявлена закономірність зниження величини опускання (необхідної податливості) перекриття кріплення при збільшенні відносної потужності породної смуги Δm_{nn} . У сприятливих гірничо-геологічних умовах при роботі секції кріплення не прогнозується зміщення гідростояків і, відповідно, спрацьовування запобіжних клапанів. Абсолютні значення опускання знижуються на 37 – 45% у діапазоні зміни $\Delta m_{nn} = 35 – 50\%$. В складних гірничо-геологічних умовах досить до 50 мм (8,5% розсунення секції кріплення) для максимального розвантаження секції кріплення, що забезпечується при $\Delta m_{nn} = 22 – 25\%$.

Таким чином, встановлено, що відносні показники навантаження на секцію механізованого кріплення й опускання її перекриття знаходяться в експоненціальній залежності від величини відношення потужності породної смуги, що формується у виробленому просторі, до виїмкової потужності пласта. Встановлена закономірність обґрунтовує вибір потужності формування породної смуги у виробленому просторі, що забезпечує надійну і безаварійну роботу очисного комплексу.

а



б

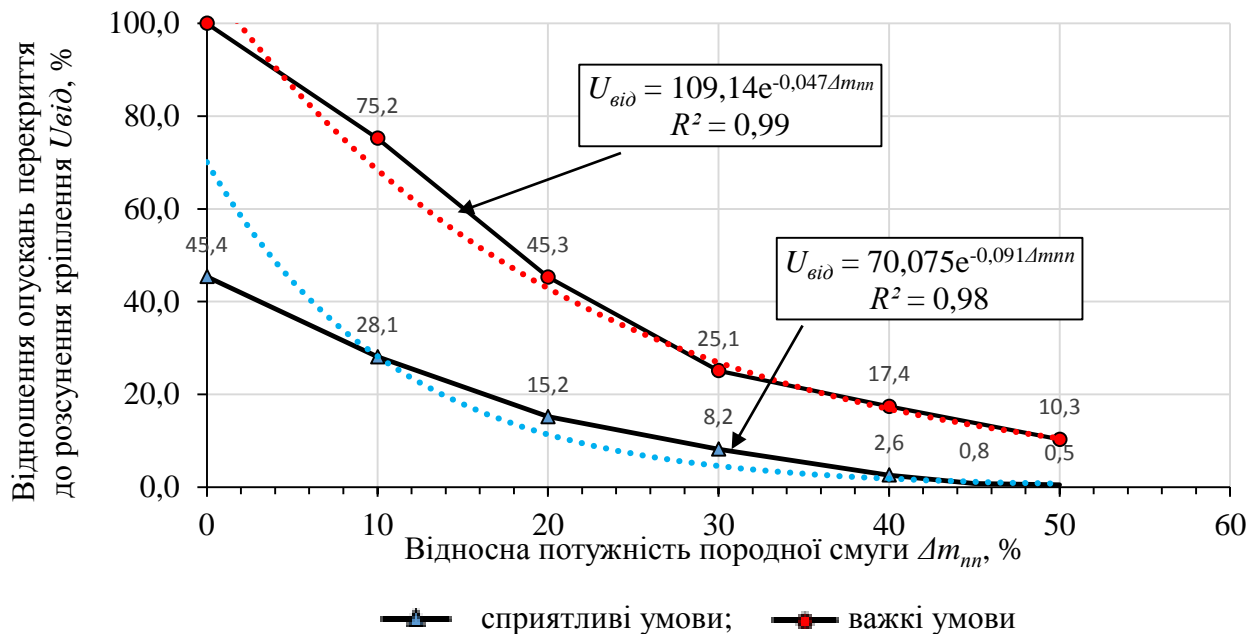


Рисунок 4 – Закономірності зміни силових (а) та деформаційних параметрів (б) навантаження механізованого кріплення від відносної потужності породної смуги у виробленому просторі

На третьому етапі досліджень виконано обґрунтування конструктивно-технологічної схеми кріплення виїмкової виробки з урахуванням геомеханічних та технологічних особливостей селективного відпрацювання із залишенням породи у виробленому просторі. Проведені серії обчислювальних експериментів дозволили встановити закономірності зміни параметрів фронтального опорного тиску та переміщень породного контуру від відстані до очисного вибою та схеми відпрацювання пласта (рис. 5).

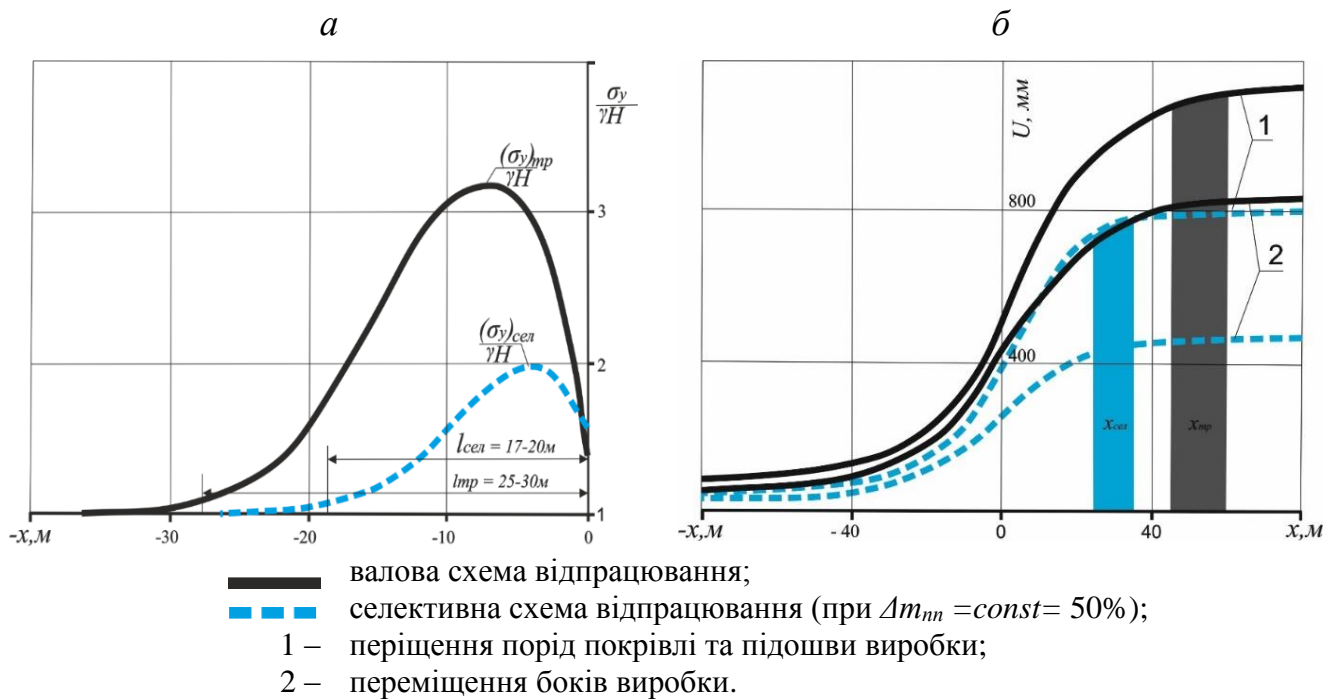


Рисунок 5 – Параметри (а) фронтального опорного тиску $\sigma_y / \gamma H$ та закономірності (б) розвитку переміщень U породного контуру виробки від відстані x до очисного вибою та схеми відпрацювання пласта

Встановлено, що при збільшенні відносної потужності породної смуги Δm_{nm} до 50% довжина зони фронтального опорного тиску при селективному відпрацюванні пласта $l_{сел}$ знижується у 1,45 – 1,6 рази у порівнянні з довжиною зони при валовій (традиційній) схемі відпрацювання. В абсолютних значеннях зазначені параметри складають $l_{сел} = 17 - 20$ м проти $l_{mp} = 25 - 30$ м (рис. 5, а).

Отримано закономірності переміщень контурів виробки U від відстані x до очисного вибою. Визначено, що при селективному відпрацюванні пласта, у міру відходу лави, зближення покрівлі, підосви і боків виробки загасають зі стабілізацією їх величини на відстані $x_{сел} = 25 - 35$ м. Величина зближень порід покрівлі та підосви зменшується у 1,42 рази, не перевищуючи 790 мм при селективному відпрацюванні пласта (опускання покрівлі – 330 мм; підняття підосви – 460 мм). Зближення боків штреку знижується у 1,84 рази, не перевищуючи 450 мм (рис. 5, б).

Отримані результати досліджень використані при обґрунтуванні схеми підтримання збірного штреку. Розроблено два варіанти «посилений» та «ресурсозберігаючий», які передбачають використання комбінованого рамно-анкерного кріплення (поєднання сталеполімерних та канатних анкерів). Основні відмінності ресурсозберігаючого варіанта від посиленого полягають у технічних рішеннях зі встановлення центральних стояків кріплення та канатних підхватів верхняка рами, за рахунок чого виключається необхідність відновлення стояків рамного кріплення зі сторони лави у проміжку між вибійним і закладним поставами горизонтального-замкнутого скребкового конвеєра.

У розділі 4, використовуючи економіко-математичне моделювання, виконано дослідження економічної ефективності застосування технологічних схем

селективного відпрацювання вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі. Побудова економічної моделі виконана для технологічних ланцюгів виробництва «шахта – споживач», «шахта – збагачувальна фабрика – споживач». Як кінцевий споживач розглянута теплоелектростанція, яка обладнана пиловугільними котлоагрегатами, розрахованими на зольність 23%.

Визначено межі економічно доцільної області застосування технологічної схеми селективного відпрацювання вугільних пластів. Межею переходу очисного вибою з валового видобутку на селективний була нижня мінімальна геологічна потужність вугільного пласта $m_{\text{вуг}}$, при якому валова технологічна схема поступається селективній за економічними показниками. Встановлено, що для умов шахт Західного Донбасу економічно ефективно переходити на селективну схему виймання вугілля при геологічній потужності пласта $m_{\text{вуг}} \leq 0,8$ м і відповідно величині порід присікання $m_{\text{пр}} \geq 0,25$ м. Прибуток підприємства при переході очисних вибоїв на селективну схему відпрацювання збільшується на 46% у порівнянні з валовою, при цьому експлуатаційна зольність видобутого вугілля складає не більше 23,7%.

Аналіз техніко-економічних показників раціональних обсягів використання технологічних схем в очисних вибоях показав, що найбільший економічний ефект досягається при роботі одночасно трьох очисних вибоїв з селективним вийманням вугілля потужністю $m_{\text{вуг}} = 0,6$ м, $0,7$ м і $0,8$ м та двох інших вибоїв з валовим видобутком вугілля і порід присікання при $m_{\text{пр}} = 0,05$ м та $0,15$ м. Очікуваний економічний ефект від застосування рекомендованих раціональних обсягів використання технологічних схем виймання для умов шахт ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» складе 143,8 млн грн/рік.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішено актуальне нове наукове завдання, що полягає в обґрунтуванні параметрів технології, що формують конструктивно-технологічну схему селективного відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів, враховуючи закономірності зміни геомеханічних процесів у гірському масиві.

Основні наукові і практичні результати полягають у наступному:

1. Виконано аналіз технологічних схем селективного відпрацювання пластів та способів залишення порід у виробленому просторі. Сформульовано основні та специфічні вимоги для забезпечення надійного та безпечного функціонування комплексу машин і обладнання з очисними виробничими процесами при механізованому розміщенні порід присікання за секціями кріплення. Встановлено, що в умовах високоінтенсивного відпрацювання малопотужних вугільних пластів Західного Донбасу застосування традиційних способів розміщення порід є досить складним через недостатню продуктивність виконання робіт і компонування обладнання у складі сучасних механізованих комплексів. Запропоновано механічний спосіб, який передбачає використання горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра, що забезпечує поточність всього технологічного процесу виробництва очисних робіт.

2. Розроблено інноваційну технологічну схему та обґрунтовано основні параметри селективного відпрацювання вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі, що дозволило встановити оптимальні параметри зокрема: мінімальну виймальну потужність пласта $m_{e\ min}$, максимальну величину порід присікання m_{np} , опір кріплення P , ширину робочого простору лави R , потужність породної смуги m_{nn} , ступінь заповнення виробленого простору K_3 , висоту встановлення $h_{вст}$ і кут нахилу закладного конвеєрного постапу β , що забезпечує видобуток вугілля із зольністю 21% і підвищує техніко-економічні показники на 46% у порівнянні з традиційним валовим видобутком.

3. Встановлено конструктивну висоту розташування закладного конвеєрного постапу $h_{вст}$, яка знаходиться в прямій залежності від ширини постапу риштака b_p , фракції транспортованих порід та їх фізико-механічних властивостей. Визначено, що ступінь заповнення виробленого простору K_3 , який прямо пропорційно залежить від конструктивної висоти встановлення закладної конвеєрної лінії $h_{вст}$, кута укосу породи γ та обернено пропорційно від виймальної потужності вугільного пласта $m_{e\ min}$, дозволяє встановити технологічні параметри селективного виймання.

4. Обґрунтована та побудована геомеханічна модель вуглевмісного масиву при селективному відпрацюванні вугільного пласта із залишенням породи у виробленому просторі. Встановлено зниження концентрацій інтенсивності напружень вуглевмісного масиву за логарифмічною залежністю в зоні фронтального опорного тиску в 1,7–2 рази при збільшенні відношення потужності породної смуги m_{nn} до виймальної потужності пласта $m_{e\ min}$ з 0,35 до 0,55, що дозволяє прогнозувати зниження гірського тиску в очисному вибої та виїмкових штреках.

5. Встановлено зниження вертикальних напружень у 2,1 рази в зоні фронтального опорного тиску, зменшення максимальних горизонтальних напружень у 1,5 рази, а також області їх розповсюдження в 1,6 рази при селективному відпрацюванні пласта із залишенням породи у виробленому просторі на основі порівняльного аналізу дослідженого напружено-деформованого стану масиву.

6. Виявлено закономірності зміни напружень та опускань покрівлі з урахуванням робочого опору кріплення та потужності породної смуги у виробленому просторі, які характеризуються тим, що зі збільшенням опору кріплення P з 150 кПа до 370 кПа і створенням породної смуги з відносною потужністю $\Delta m_{nn} = 50\%$ опускання покрівлі знижуються в 1,4–1,5 рази за логарифмічною залежністю, що забезпечує надійну і безперебійну роботу механізованого комплексу.

7. Встановлено, що при залишенні породи у виробленому просторі зі збільшенням відносної потужності породної смуги Δm_{nn} до 50% знижуються відносні навантаження $\Delta P_{від}$ на механізоване кріплення на 48%; величина зближень порід покрівлі та підшви виїмкової виробки зменшується на 44%, зближення боків штреку знижується на 42%. Це дає можливість підвищити техніко-економічні показники шахти і безпеку праці.

8. Обґрунтовано конструктивно-технологічну схему кріплення збірною шпурею з урахуванням розміщення елементів горизонтально-замкнутого конвеєра шляхом використання комбінованого рамно-анкерного кріплення, що забезпечує експлуатаційний стан виробки.

9. Розроблено методику розрахунку параметрів конструктивно-технологічної схеми відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі, яка дозволяє сформулювати технічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності виробництва очисних робіт за рахунок забезпечення раціональної кількості та якості вугілля.

10. Проведені економічні розрахунки дозволили визначити потенційну область застосування технології селективного відпрацювання вугільних пластів із залишенням порід присікання у виробленому просторі. Для умов шахт Західного Донбасу область застосування технології розповсюджується на пласти геологічною потужністю від 0,63 до 0,8 при селективній схемі відпрацювання вугільного пласта за один прохід комбайна та від 0,71 до 0,8 м відповідно за два проходи комбайна.

11. Обґрунтовано раціональні області й обсяги застосування технології селективного виймання і рекомендовано в трьох очисних вибоях селективно відпрацьовувати пласти потужністю $m_{\text{вгз}} = 0,6 \text{ м}$, $0,7 \text{ м}$ і $0,8 \text{ м}$, а два інших відповідно за валовою схемою з присіканням порід $m_{\text{пр}} = 0,05 \text{ м}$ та $0,15 \text{ м}$. Очікуваний економічний ефект від застосування рекомендованих раціональних обсягів використання технологічних схем виймання для умов шахт ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» складе 143,8 млн грн/рік або 47,9 грн/т.

СПИСОК РОБІТ АВТОРА, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях

1. Отработка тонких и весьма тонких пластов с оставлением пустых пород в шахте / А.Г. Кошка, А.В. Яворский, Д.С. Малашкевич, Е.А. Яворская. *Геотехнічна механіка*. 2013. Вип. 110. С. 79 – 88.

2. К вопросу оставления породы в выработанном пространстве угольных шахт / В.И. Бондаренко, В.В. Русских, А.И. Яркович, Д.С. Малашкевич. *Розробка родовищ*. 2014. С. 19 – 24.

4. Ресурсосберегающие технологии при отработке тонких и весьма тонких угольных пластов / В.И. Бузило, А.Г. Кошка, С.Н. Пойманов, Д.С. Малашкевич, А.И. Яркович. *Розробка родовищ*. 2014. С. 55 – 60.

5. Кошка А.Г., Малашкевич Д.С., Щелканов Р.Р. Исследование углов самотечного движения и коэффициентов трения скольжения шахтной породы. *Геотехнічна механіка*. 2014. Вип. 118. С. 157 – 167.

6. Соцков В.А., Малашкевич Д.С., Русских В.В. Анализ влияния частичной закладки выработанного пространства на НДС углевмещающего массива при селективной отработке тонких угольных пластов. *Геотехнічна механіка*. 2016. Вип. 129. С. 54 – 64.

7. Технологическая схема и оборудование для селективной добычи угля длинными очистными забоями / В.И. Бондаренко, В.В. Русских, Д.С. Малашкевич, В.А. Соцков. *Вісті Донецького гірничого університету*. 2017. №2 (41). С. 19 – 24.

Статті у виданнях, що індексовані у наукометричних базах даних

8. Koshka O., Yavors'kyu A., Malashkevych D. Surface subsidence during mining thin seams with waste rock storage. *Progressive Technologies of coal, coalbed methane and ores mining*. 2014. P. 229 – 234.

9. Resource-saving technology of selective mining with gob backfilling / V. Byzilo, O. Koshka, S. Poymanov, D. Malashkevych. *New developments in mining engineering. Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*. 2015. P. 485 – 492.

10. Snihur V., Malashkevych D., Vvedenska T. Tendencies of coal industry development in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2016. Vol. 10 (2). P. 1 – 8.

11. Substantiating the criteria for applying selective excavation of coal deposits in the Western Donbass / V. Sotskov, O. Podvyhina, N. Dereviahina, D. Malashkevych. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. Vol. 26(1). P. 158 – 164. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/111817>

12. Integrated evaluation of the worked-out area partial backfill effect of stress-strain state of coal-bearing rock mass / D. Malashkevych, V. Sotskov, V. Medyanyk, D. Prykhodchenko. *Solid State Phenomena*. 2018. Vol. 277. P. 213 – 220. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.277.213>

Патенти

13. Спосіб селективної розробки вугільних родовищ із закладкою виробленого простору: пат. 105458 Україна: МПК E21F 15/06, E21C 41/18. № а 2013 07611; заявл. 17.06.2013; опубл. 12.05.2014, Бюл. №9.

Публікації у закордонних та всеукраїнських конференціях

14. Koshka O., Malashkevych D. Experimental research of mine rock gravity motion regularities. *Szkola Eksploatacji Podziemnej: XXV International scientific – practical conf.*, Feb. 18 – 24. 2015. Krakow: KGHGM, 2015. P 68 – 73.

15. Черватюк В., Малашкевич Д., Русских В. Обоснование конструктивных особенностей выемочно-закладочного комплекса машин для технологии селективной выемки угольных пластов. *Школа підземної розробки 2016: тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конф.*, 15 – 18 серп. 2016 р. Бердянськ: НГУ, 2016. С. 29 – 30.

16. Симанович Г., Малашкевич Д., Демченко Ю. Анализ напряженно-деформированного состояния элементов схемы поддержания штрека при селективной выемке пласта с частичной закладкой выработанного пространства. *Школа підземної розробки 2016: тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конф.*, 15 – 18 серп. 2016 р. Бердянськ: НГУ, 2016. С. 31 – 32.

17. Снигур В., Малашкевич Д., Русских В. Особенности технологии селективной отработки тонких и весьма тонких угольных пластов. *Школа підземної розробки 2016: тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конф.*, 15 – 18 серп. 2016 р. Бердянськ: НГУ, 2016. С. 23 – 24.

18. Бондаренко В., Чередниченко Ю., Малашкевич Д. Альтернативное использование угля. *Школа підземної розробки 2017: тези доп. XI Міжнар. наук.-практ. конф.*, 4 – 8 вер. 2017 р. Бердянськ: НГУ, 2017. С. 3 – 4.

19. Кошка О., Малашкевич Д., Тацуля К. Оцінка раціональної області та обсягів селективного відпрацювання запасів вугілля шахт Західного Донбасу. *Школа підземної розробки 2017: тези доп. XI Міжнар. наук.-практ. конф.*, 4 – 8 вер. 2017 р. Бердянськ: НГУ, 2017. С. 23 – 24.

20. Бондаренко В., Чередниченко Ю., Малашкевич Д. Нові тренди альтернативного використання вугілля. *Форум гірників 2017: Міжнар. наук.-техн. конф.*, 4 – 7 жовт. 2017 р. Дніпро: НГУ, 2017. С. 20 – 24.

21. Malashkevych D.S., Zinchuk M.O. Substantiation of the efficiency and expediency of selective coal mining technology. *Widening our horizons: The 12th International forum for students and young researches*, April 20 – 21. 2017. Dnipro: NMU, 2017. P. 85.

22. Malashkevych D.S., Kuznetsov S.A. Substantiation of Technological Parameters of Selective Coal Mining Technology. *Widening our horizons: The 12th International forum for students and young researches*, April 20 – 21. 2017. Dnipro: NMU, 2017. P. 79.

23. The conceptual foundation of harmonization of dimensional design solution while planning and working out of coal-gas deposits by underground methods / V. Medyanyk, D. Malashkevych, V. Pochevov, O. Mamaikin, V. Lapko. *Physical & Chemical Geotechnologies: materials of the International Scientific & Practical Conference*. Oct. 10 – 11. 2018. Dnipro: NTUDP, 2018. P. 57 – 59.

Особистий внесок автора в роботи, опубліковані в співавторстві, полягає в наступному: [1, 7, 18, 20, 23] – аналіз літературних джерел; [3] – опрацювання та систематизація даних з виходу шахтних порід і їх накопичення в породних відвалах; [10] – проведення аналізу промислових запасів вугілля шахт Західного Донбасу [2, 5] – визначення впливу повноти заповнення виробленого простору на опускання порід покрівлі; [6, 13] – встановлення залежності кута нахилу самопливного руху зразків породи від класу її крупності і вологості; [8] – обґрунтування геомеханічної моделі поведінки вуглевмісної товщі при селективному відпрацюванні пласта; [11, 16] – проведення аналізу напружено-деформованого стану виїмкової виробки при залишенні породи у виробленому просторі лави; [4, 14, 22] – обґрунтування технологічних параметрів селективного виймання вугілля і розміщення породи у виробленому просторі; [9, 15] – обґрунтування основних елементів конструктивного виконання механізованого комплексу для селективного виймання вугілля і розміщення порід присікання у виробленому просторі; [12, 14, 17] – розробка технологічної схеми селективного виймання корисних копалин; [19, 21] – проведення економічної оцінки раціональних обсягів застосування технологічної схеми селективного виймання на шахтах Західного Донбасу.

АНОТАЦІЯ

Малашкевич Д.С. Обґрунтування параметрів конструктивно-технологічної схеми селективного відпрацювання пластів із залишенням породи у виробленому просторі (на прикладі шахт Західного Донбасу). – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, 2019.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального наукового завдання з обґрунтування параметрів конструктивно-технологічної схеми селективного відпрацювання пластів із залишенням породи у виробленому просторі, яка вирішена шляхом використання виявлених закономірностей зміни напружено-деформованого стану вуглевмісного масиву, параметрів навантаження кріплення очисної та виїмкової виробок, впливу визначальних технологічних параметрів породних смуг, що зводяться механічним способом.

Обґрунтовано конструктивне виконання елементів механізованого очисного комплексу, який відрізняється від відомих аналогів застосуванням горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра, що дозволяє здійснити організацію потокової технології селективного виймання і розміщення породи у виробленому просторі.

Встановлено, що інтенсивність напружень у зоні фронтального опорного тиску знижується за логарифмічною залежністю зі збільшенням відносної потужності породної смуги, що зводиться у виробленому просторі. У діапазоні змін відношення потужності породної смуги до виймальної потужності пласта 0,35 – 0,5 концентрації інтенсивності напружень знижуються у 1,7 – 2 рази.

Виявлено, що відносні показники навантажень на секцію механізованого кріплення й опускання її перекриття експоненціально залежать від величини відносної потужності породної смуги. Встановлена закономірність обґрунтовує вибір потужності породної смуги, що забезпечує безаварійну роботу механізованого комплексу і високоефективну роботу очисного вибою.

Ключові слова: залишення породи, економічна ефективність, механізований комплекс, напружено-деформований стан, обчислювальний експеримент, технологічні параметри, селективне відпрацювання.

АННОТАЦІЯ

Малашкевич Д.С. Обоснование параметров конструктивно-технологической схемы селективной отработки пластов с оставлением породы в выработанном пространстве (на примере шахт Западного Донбасса). – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.15.02 – подземная разработка месторождений полезных ископаемых. – Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Днепро, 2019.

Диссертация посвящена решению актуальной научной задачи по обоснованию параметров конструктивно-технологической схемы селективной отработки пластов с оставлением породы в выработанном пространстве, которая решена путем использования выявленных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния углевмещающего массива, параметров нагружения крепления очистной и выемочной выработок, влияния определяющих технологических параметров породных полос, возводимых механическим способом.

Для решения поставленных в работе задач выполнено обоснование конструктивных особенностей компоновки оборудования механизированного комплекса, отличающегося от известных применением горизонтально-замкнутого скребкового конвейера с целью осуществления организации поточной технологии селективной выемки и размещения породы в выработанном пространстве. На основании современных требований к технологическим схем отработки тонких пологих угольных пластов, выполнено обоснование технологической схемы селективной отработки пласта, способа и технологии размещения пород в выработанном пространстве путем расчета параметров выемки угля и породы, установления зависимостей технологической зольности от величин присечки и принятой схемы выемки, объема размещаемой породы и степени заполнения выработанного пространства.

Сформулированы основные и специфические требования для обеспечения надежного и безопасного функционирования комплекса машин и оборудования с очистными производственными процессами при механизированном размещении пород присечки за секциям крепи.

Определена конструктивная высота расположения закладочного конвейерного става, которая находится в прямой зависимости от ширины става рештака, фракций транспортируемых пород и их физико-механических свойств. Определено, что степень заполнения выработанного пространства прямо пропорционально зависит от конструктивной высоты установки закладочной конвейерной линии, угла откоса породы и обратно пропорционально от вынимаемой мощности угольного пласта и позволяет установить технологические параметры селективной отработки пласта.

Обосновано конструктивное исполнение элементов механизированного очистного комплекса, который отличается от известных аналогов применением горизонтально-замкнутого скребкового конвейера, позволяющего осуществить организацию поточной технологии селективной отработки и размещение породы в выработанном пространстве.

Для проведения вычислительного эксперимента разработаны и обоснованы геомеханические модели поведения горного массива при селективной отработке пласта с оставлением породы в выработанном пространстве и традиционной отработке с полным обрушением пород кровли с учетом изменения геометрических параметров очистной выработки, силовых параметров крепления очистной и выемочной выработок.

Установлено, что интенсивность напряжений в зоне фронтального опорного давления снижается по логарифмической зависимости с увеличением относительной мощности породной полосы, которая возводится в выработанном пространстве. В диапазоне изменений отношения мощности породной полосы к вынимаемой мощности пласта $0,35 - 0,5$ концентрации интенсивности напряжений снижаются в $1,7 - 2$ раза.

Многовариантный вычислительный эксперимент по расчету силовых и деформационных параметров нагружения механизированной крепи с разными параметрами возведения породных полос и вариантами сочетаний прочностных характеристик литотипов, характерных для условий Западного Донбасса, позволил установить, что относительные показатели нагрузок на секцию механизированной

крепи и опускания ее перекрытия имеют экспоненциальную зависимость от величины относительной мощности породной полосы. Установленная закономерность обосновывает выбор мощности породной полосы, обеспечивающей безаварийную работу механизированного комплекса и высокоэффективную работу очистного забоя.

Ожидаемый экономический эффект от реализации рациональных объемов применения технологической схемы селективной отработки пластов с оставлением породы на шахтах ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» составит 143,8 млн грн/год.

Ключевые слова: оставление породы, экономическая эффективность, механизированный комплекс, напряженно-деформированное состояние, вычислительный эксперимент, технологические параметры, селективная выемка.

ABSTRACT

Malashkevych D.S. – Substantiation of the parameters of the design and technological selective seam mining scheme with leaving rocks in the goaf (on the example of Western Donbass mines). – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript. Qualifying research paper manuscript copyright.

Thesis of the scientific degree of the Candidate of the Technical Sciences (Ph.D.) in specialty 05.15.02 – Underground mining of mineral deposits. – Dnipro University of Technology, Dnipro, 2019.

The thesis is devoted to the solution of the current for coal mining industry the scientific and technical problem of substantiation of the design and technological selective seam mining scheme with leaving rock in the goaf, which is solved by using the revealed relationships of the stress-strain state changes in the coal-bearing massif, the parameters of stope and excavation roof support loadings, influence of determining technological parameters of rock strips constructed by mechanical method.

On the basis of current requirements for technological schemes for mining thin flat coal seams, a justification of the selective mining technological scheme, the method and technology of placing rock in the worked out space have been carried out by computation of coal and wall rock undercut extraction parameters, establishing the dependencies of the technological ash content on the values of the wall rock undercutting and the adopted seam extraction scheme, the volumes of leaving rocks and density of worked out filling space.

The executed analysis the state of the art view of geomechanical processes occurring in the rock massif while longwall work maintains, operation of rock leaving in the goaf, made it possible to develop the multifaceted approach to determining the rational parameters of systems interaction “coal-bearing massif – mechanized roof support – rock strip” providing high-efficiency work of the longwall mining operations.

Keywords: rock leaving, efficiency, mechanized set of equipment, stress-strain state, computational experiment, technological parameters, selective mining.

МАЛАШКЕВИЧ Дмитро Сергійович

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
СХЕМИ СЕЛЕКТИВНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ ПЛАСТІВ
ІЗ ЗАЛИШЕННЯМ ПОРОДИ У ВИРОБЛЕНОМУ ПРОСТОРИ
(НА ПРИКЛАДІ ШАХТ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ)**

(Автореферат)

Підписано до друку 17.05.19. Формат 60х90/16.
Папір офсет. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 0,9.
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. №1705

Видавництво і друкарня ТОВ «ЛізуновПрес»
49000, м. Дніпро, просп. Сергія Нігояна, 55
тел.: +38 056 7850274, 7890510
e-mail: lizunoffpress@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
серія ДК №3597 від 06.10.2009 р.