

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

ТИМОШЕНКО ЄВГЕН ВІКТОРОВИЧ

УДК 622.063.542.016.62

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИЙМАННЯ
ТОНКИХ ПОЛОГИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ СТРУГОВИМИ
КОМПЛЕКСАМИ**

Спеціальність 05.15.02 - підземна розробка родовищ корисних копалин

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2014

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, доцент, начальник науково-дослідної частини Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ)

**ДИЧКОВСЬКИЙ
Роман
Омелянович**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри гірництва Антрацитівського факультету гірництва та транспорту Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (м. Антрацит, Луганська обл.)

**ГРЕБЬОНКІН
Сергій
Семенович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу вібропневмотранспортних систем Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ)

**РЯБЦЕВ
Олег
Вікторович**

Захист відбудеться «___» _____ 2014 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19).

Автореферат розісланий «___» _____ 2014 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03
кандидат технічних наук, доцент

В.І. Тимошук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основна частина промислових запасів кам'яного вугілля в Україні до глибини 1500 м оцінюється в 117,3 млрд т. Однак 70 – 80 % з них знаходяться в тонких (до 1,2 м) і вельми тонких (менш 0,7 м) пластах. Фактично, у всіх передових вугледобувних країнах такі пласти відносяться до забалансових і не розробляються. Середня глибина розробки становить понад 700 м. Понад 15% шахт ведуть гірничі роботи на глибинах від 1000 до 1400 м.

Останнім часом техніко-технологічна ситуація на шахтах України змінюється. Передові виробничі підприємства нашої держави широко впроваджують техніку нового технічного рівня. Це призводить до підвищення концентрації гірничих робіт та інтенсифікації процесу видобування. Збільшення обсягів видобутку забезпечується адекватною зміною довжини лави, очисних стовпів та швидкості посування очисних вибоїв. Найбільш повно вимогам високошвидкісного видобування вугілля з вийманням вугілля із тонких вугільних пластів відповідає стругова комплексно-механізована технологія.

Саме на вирішення актуального завдання управління гірничотехнічною ситуацією в очисному вибої при впровадженні стругової техніки шляхом управління режимами роботи механізованих комплексів спрямовані основні дослідження даної роботи. При тому проблема збільшення обсягів видобутку вугілля повинна забезпечуватися підвищенням безпеки виконання робіт.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» відповідно до плану найважливіших держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України на період до 2014 року: тема ГП-410 «Геомеханічне обґрунтування підземної технології інтенсифікації видобутку вугілля з урахуванням особливостей геологічного середовища» (№ держреєстрації 0108U000541); тема ГП-440 «Фізико-технічні основи енергозберігаючої технології підземної розробки тонких і вельми тонких вугільних пластів (№ держреєстрації 0111U002810), в яких автор брав участь як виконавець. Вона відповідає Стратегії розвитку вугільної промисловості України до 2030 р. та Енергетичній програмі розвитку України до 2030 року.

Мета роботи – обґрунтування раціональних параметрів технології ведення очисних робіт при застосуванні стругової техніки на базі встановлених залежностей зміни напружено-деформованого стану гірського масиву.

У дисертаційній роботі поставлені наступні наукові завдання:

1. Проаналізувати параметри управління гірським тиском при струговому вийманні тонких вугільних пластів.
2. Встановити особливості перерозподілу напружень та деформацій підроблюваної товщі порід при швидкості посування очисного вибою понад 5 м/добу.

3. Встановити вплив форми очисного вибою на напружено-деформований стан масиву гірських порід.

4. Розробити науково обґрунтовані заходи щодо ефективної роботи виїмкової дільниці та визначити економічну доцільність при струговому вийманні тонких вугільних пластів.

Об'єкт дослідження – процеси технології виймання тонких вугільних пластів струговими комплексами.

Предмет дослідження – залежність напружено-деформованого стану вміщуючих порід від зміни швидкості посування та форми дуги очисного вибою при струговому вийманні тонких вугільних пластів.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети у роботі використаний комплексний підхід, який містить обробку й узагальнення літературних і патентних джерел, проведення аналітичних, експериментальних досліджень і шахтну апробацію отриманих результатів.

Наукові положення, які захищаються в дисертації:

1. Ефективна робота стругових комплексів на тонких пологих вугільних пластах визначається реакцією секцій механізованого кріплення (R_{mk}), що змінюється за логарифмічною залежністю від швидкості посування очисного вибою та емпіричних коефіцієнтів (k_1, k_2), які враховують особливості зміни гірничо-геологічних і технологічних умов. Це дає можливість прогнозувати навантаження на очисний вибій та коригувати технологічні параметри.

2. При струговому вийманні форма лінії очисного вибою впливає на навантаження секцій механізованого кріплення (P_c) за експоненціальною залежністю від радіуса кривизни (α) та емпіричних коефіцієнтів (k_3, k_4), що визначають просторове положення вибою та швидкість його посування. Це дає можливість коригувати швидкість струга та дотримуватися раціональної кривизни лінії вибою.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше отримано математичні залежності зміни напружено-деформованого стану масиву гірських порід за межами достовірності «методу НГУ»;

- вперше проведено визначення характеру навантажень на секції механізованого комплексу за допомогою варіації методу групового обліку аргументів та встановлено доцільні межі його застосування;

- вперше встановлено залежності зміни напружено-деформованого стану масиву та силових параметрів механізованого кріплення від радіуса дуги лінії очисного вибою;

- вперше визначено й обґрунтовано залежності необхідної реакції секцій механізованого комплексу від швидкості посування очисного вибою та навантаження на секції кріплення;

- запропоновано наукові принципи управління станом гірського масиву способом варіації режимами роботи складових елементів механізованого комплексу при зміні абсолютної величини швидкості посування очисного вибою.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується застосуванням основних положень теорії деформації пластичних і пружно-пластичних систем; достатнім обсягом виконаних експериментів і високим ступенем відповідності результатів теоретичних і експериментальних досліджень (розбіжність отриманих результатів не перевищує 25%). Шахтна апробація з впровадженням технології високошвидкісного виймання підтверджує відповідність наукових результатів, висновків і рекомендацій та можливість їх промислового використання.

Наукове значення роботи полягає у встановленні залежностей силових параметрів секцій механізованого кріплення та характеру поведінки бічних порід від пріоритетності чинників напруженості гірського масиву й обґрунтування раціональних параметрів технології очисних робіт при відпрацюванні тонких вугільних пластів струговими комплексами зі швидкістю посування очисних вибоїв понад 5 м/добу.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблено методику визначення технологічних параметрів і напружень навколо очисної виробки при швидкості посування понад 5 м/добу;
- запропоновано математичний механізм оцінки напружено-деформованого стану при змінних швидкостях посування очисного вибою;
- запропоновано технологічну схему ведення гірничих робіт при високих швидкостях посування очисного вибою;
- запропоновано методику прогнозу розподілу полів напружень в масиві гірських порід при вибраній технологічній схемі ведення очисних робіт.

Реалізація висновків і рекомендацій роботи. Розробки автора впроваджені у технологічні проекти при застосуванні високошвидкісного виймання при відпрацюванні тонких вугільних пластів в умовах шахт Красноармійського вугленосного регіону, зокрема ПАТ «Шахтоуправління «Покровське».

Особистий внесок автора полягає у формулюванні мети, завдань дослідження і наукових положень; розробці методик; обробці, узагальненні й аналізі отриманих результатів; обґрунтуванні технологічних параметрів виймання тонких вугільних пластів струговими комплексами; впровадженні технічних рішень безпосередньо в шахтних умовах.

Апробація роботи. Матеріали дисертаційної роботи доповідались й обговорювались на наукових конференціях: «Школа підземної розробки» (2009, 2010, 2011, 2012 рр., Дніпропетровськ – Ялта); VII конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (2009 р, ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ); VIII Международный форум-конкурс молодых ученых «Проблемы недропользования» (2011 г., Санкт-Петербург, Российская Федерация); Krakowska konferencja mlodych uczonych (2011, 2012, AGH, Kraków, Polska)

Публікації. Основні наукові і практичні результати досліджень опубліковано у 16 наукових роботах, в тому числі 1 колективна монографія, 6 робіт опубліковано у спеціалізованих виданнях, 9 - у збірниках міжнародних

конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел із 120 найменувань на 15 сторінках; містить 140 сторінок машинописного тексту, 37 рисунків, 27 таблиць і додатків на 62 сторінках, загальний обсяг роботи 205 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** виконано аналіз наявних розробок за напрямом досліджень, обґрунтовано актуальність вибраної теми, розглянуто зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету, ідею та завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладено основні наукові положення, новизну та значення отриманих результатів, наведено інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів та структуру роботи.

Перший розділ дисертації присвячений розгляду питань застосування стругової технології при вийманні тонких пологих вугільних пластів. На сьогодні стругове виймання застосовується на шахтах ПАТ «ДТЕК» та «Донецьксталь – металургійний завод». Причому перевага надається техніці закордонного виробництва, зокрема міжнародної корпорації «Cat Mining». З огляду на закордонний досвід застосування даної технології можна зробити висновок, що стругова технологія дозволяє високоякісно та повноцінно розробляти тонкі пологі вугільні пласти.

Серед переваг даної технології є можливість роботи в повністю автоматизованому режимі, максимальна безпека роботи у очисному вибої, надійна робота, навіть за наявності хвилястої гіпсометрії і перешкод та максимальне зменшення кількості пустої породи у вугіллі.

Дослідженню впливу швидкості посування очисного вибою на характер формування напружень масиву порід при вийманні тонких пологих вугільних пластів присвячені праці багатьох вчених, зокрема: Бондаренка В.І., Власенка В.П., Гребьонкіна С.С., Дичковського Р.О., Дудукалова В.П., Колоколова О.В., Кольчика Є.І., Кузьменка О.М., Кукліна В.Ю., Медведчука М.Д., Мустафіна М.Г., Назимка І.В., Рябцева О.В., Савостьянова О.В., Симановича Г.А., Сулаєва В.І., Халимендика Ю.М., Халимендикова Є.М. та ін. У цих наукових працях велику увагу приділено питанням формування зон опорного тиску, встановленню навантажень на секції механізованого кріплення, технологічним схемам управління гірським тиском та іншим питанням гірничого виробництва при збільшенні швидкості посування очисних вибоїв. Проте обґрунтування раціональних параметрів технології стругового виймання вугілля із тонких пластів, а також встановлення ефективних режимів роботи гірничодобувної техніки виходячи із зміни напружено-деформованого стану гірського масиву недостатньо опрацьоване і вимагає уточнення.

За результатами виконаного аналізу сформульовані мета роботи, завдання досліджень й обґрунтовані методи їх вирішення.

У **другому розділі** розглянуто сучасні методів оцінки напружено-деформованого стану масиву. На практиці отримали визнання два методи – зрушення на поверхні Землі (схема ВНДМІ) і зсув порід на контурі виробки (схема ДПІ – ДонНТУ). Перший метод використовується при розрахунку параметрів зсуву денної поверхні, а другий – для розрахунку зсуву порід на контурі підготовчих і капітальних виробок. Результати прогнозу не до кінця мають можливість відтворити складність гірничо-геологічної будови масиву та динамічні зміни гірничо-технологічної ситуації під час руху стругового комплексу та найчастіше не збігаються з реальними величинами зрушення шаруватого порідного масиву. Це пов'язано із тим, що у згаданих методах розглядається розвиток зрушення масиву гірських порід в процесі деформацій, що утворилися, коли лава набула повну динаміку руху, а не по етапах послідовного формування виробленого простору до стійкого обвалення шарів породи безпосередньої покрівлі. Також можна зазначити, що наведені схеми зрушення масиву гірських порід характеризують загальну закономірність, але в них не врахований часовий характер формування навантаження при відході лави від розрізної печі і під час її руху.

Зміна параметрів напружено-деформованого стану масиву від швидкості посування очисного вибою може бути встановлена при використанні методу, що розроблений в Національному гірничому університеті О.В. Савостьяновим. Цей метод враховує вплив геологічних, гірничотехнічних і виробничих факторів на стан гірського масиву в процесі ведення очисних робіт, що дозволяє вирішувати цілу низку технологічних завдань, зокрема при різних способах управління покрівлею. В цьому методі модель надвугільної товщі представлена у вигляді пакету тонких плит, нежорстко затиснених по контуру очисної виробки і навантажених нерівномірно розподіленим навантаженням від маси підроблених порід. Проте, основним недоліком цього методу та побудованого на його основі програмного забезпечення є неможливість дослідження технологічних параметрів і напружень при швидкостях посування очисного вибою понад 5 м/добу.

Для вирішення задачі визначення напружень та деформаційних характеристик масиву при швидкостях посування вибою понад 5 м/добу пропонується застосувати обробку статистичних даних за допомогою методу групового обліку аргументів, який оснований на рекурсивному селективному відборі моделей. Виходячи з практичної реалізації, в роботі використано поліном Колмогорова-Габора. Вибір поліномів обумовлений тим, що згідно теореми Вейерштрассе будь-яку безперервну на кінцевому інтервалі функцію можна як завгодно з високою точністю представити у вигляді полінома.

При виконанні розрахунків за даною методикою для напружено-деформованого стану масиву гірських порід при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів, а саме опускання, переміщення і деформації при швидкостях посування понад 5м/добу залежності матимуть наступний вигляд:

$$y = f(K_1, \dots, K_4, x_1, \dots, x_9), \quad (1)$$

де K_1 – коефіцієнт просторового розташування очисного вибою;
 K_2 – коефіцієнт геологічної будови;
 K_3 – геомеханіко-технологічний коефіцієнт;
 K_4 – технологічний коефіцієнт;
 x_1 – товщина стружки, мм;
 x_2 – радіус форми дуги лінії очисного вибою, град;
 x_3 – швидкість посування очисного вибою за зміну, м/зм;
 x_4 – довжина відходу очисного вибою від монтажного хідника, м;
 x_5 – виймана потужність пласта, м;
 x_6 – потужність шару порід безпосередньої покрівлі, м;
 x_7 – межа міцності на стиск порід безпосередньої покрівлі, 10^5 МПа;
 x_8 – потужність шару порід основної покрівлі, м;
 x_9 – межа міцності на стиск порід основної покрівлі, 10^5 МПа.

Дана функція вирішується на основі складання квадратичних матриць, що вказують на кількість кроків довжин очисного вибою та швидкостей його посування. Визначені рівняння дають можливість з високим ступенем збіжності встановлювати деформаційні характеристики бічних порід.

У третьому розділі наведено результати шахтних експериментальних досліджень впливу швидкості посування та форми дуги лінії очисного вибою. Визначено, що швидка зміна технологічної ситуації в очисному вибої фактично унеможливує внесення додаткових елементів кріплення в секції стругового комплексу. Виключенням є аварійні ситуації з вивалами порід з покрівлі та необхідністю заповнення «куполів» викладанням дерев'яного клітьового та кострового кріплення. Встановлено, що забезпечення стабільної роботи стругового очисного вибою за фактором кріплення забезпечується при дотриманні наступної нерівності:

$$R_{\text{м.к}} \geq \frac{K_1 x_4 + K_2 x_5 x_6 - K_3 x_2 x_9 - K_4 x_3 x_4}{\eta}, \quad (2)$$

де $\eta = 0,9 - 0,94$ – коефіцієнт запасу стійкості системи.

Перевірка отриманої залежності проводилася шляхом визначення межі підвищення інтенсивності відпрацювання тонких пологих вугільних пластів для гірничо-геологічних умов Красноармійського вугленосного регіону при постійних показниках радіусу форми дуги лінії очисного вибою, виймальної потужності пласта, потужності шару безпосередньої покрівлі та межі міцності на стиск шару основної покрівлі.

Також було проведено дослідження поведінки гірського масиву та визначення впливу форми дуги лінії очисного вибою на напружено-деформований стан гірського масиву при різних швидкостях посування очисного вибою. Було визначено положення зміни форми дуги очисного вибою при вийманні вугілля, що представлені на рис. 2 – 5.

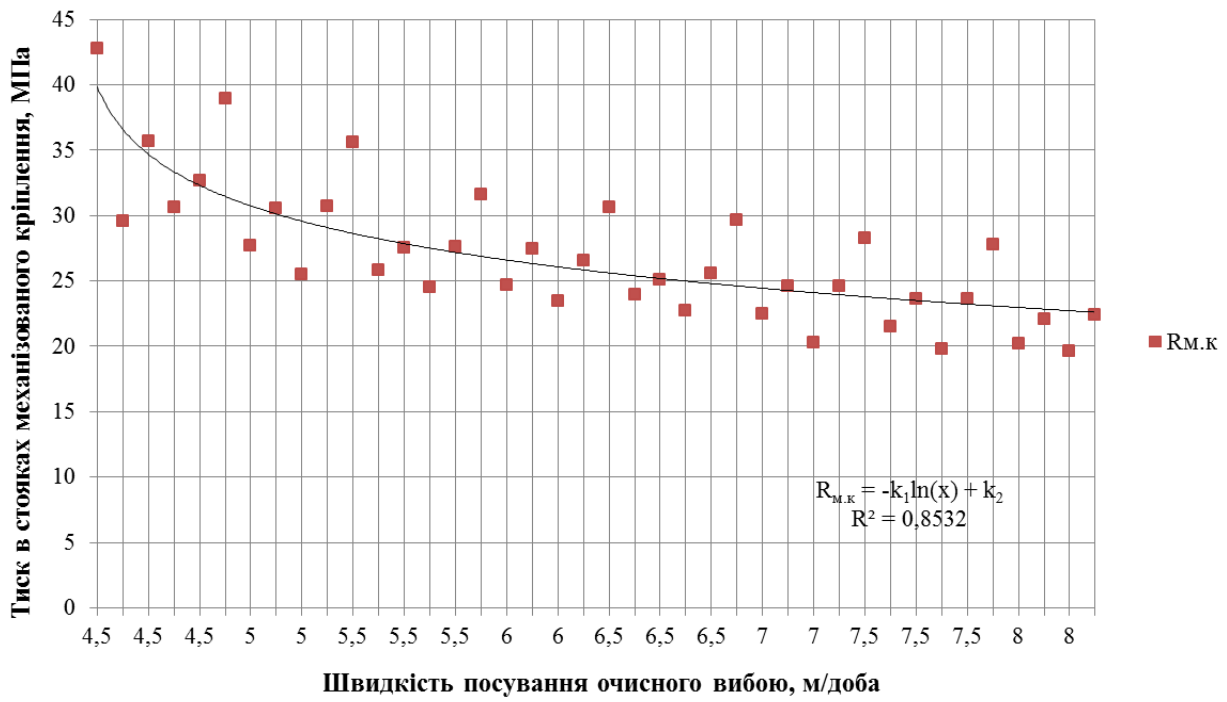


Рис. 1. Графік залежності реакції секції механізованого кріплення $R_{m.k}$ від швидкості посування та заданої форми лінії очисного вибою

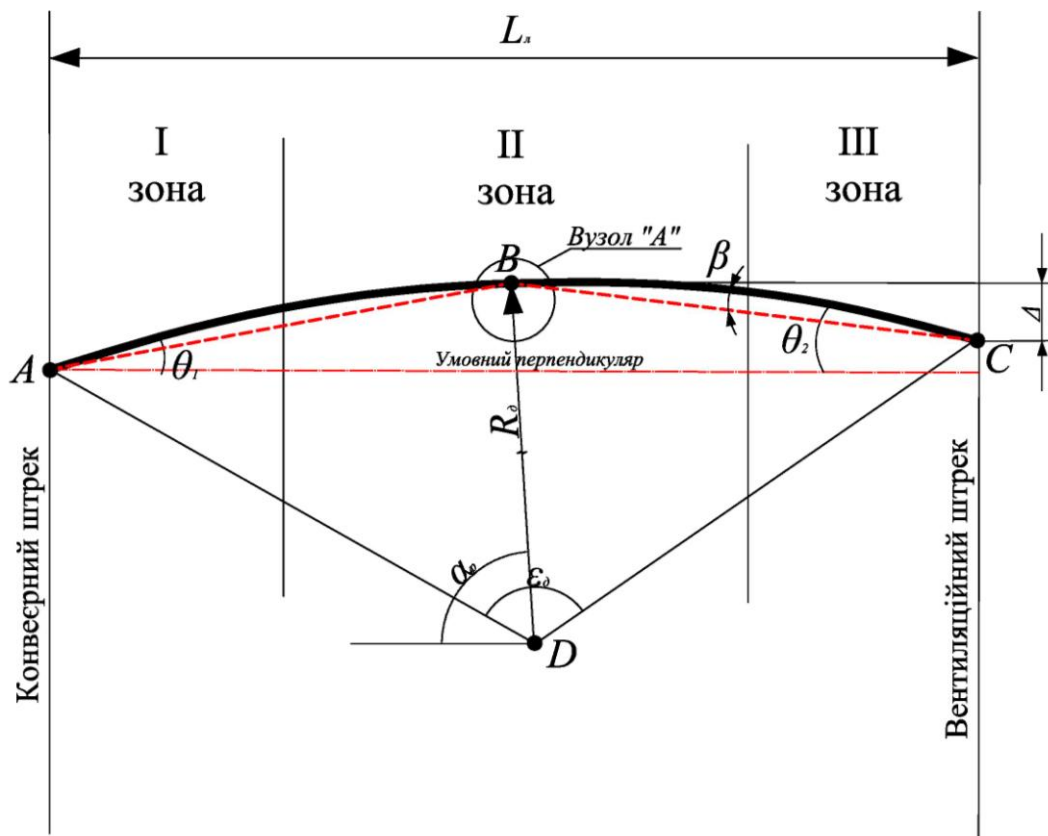


Рис. 2. Схема форми дуги лінії очисного вибою при нормальному положенні

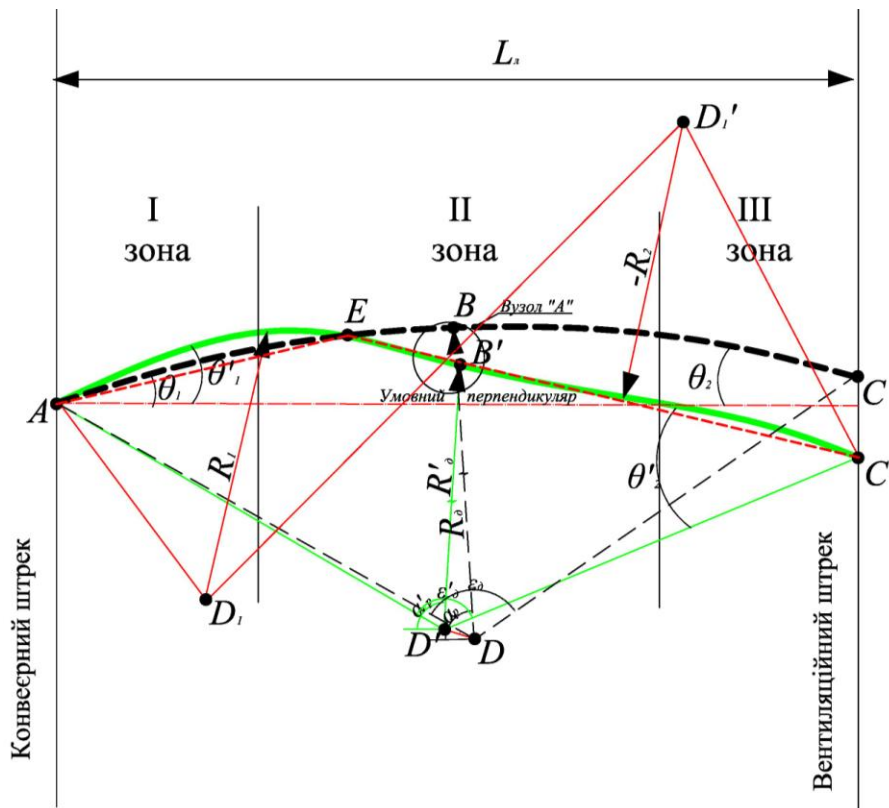


Рис. 3. Схема форми дуги лінії очисного вибою при – збільшенні радіуса дуги лінії вибою

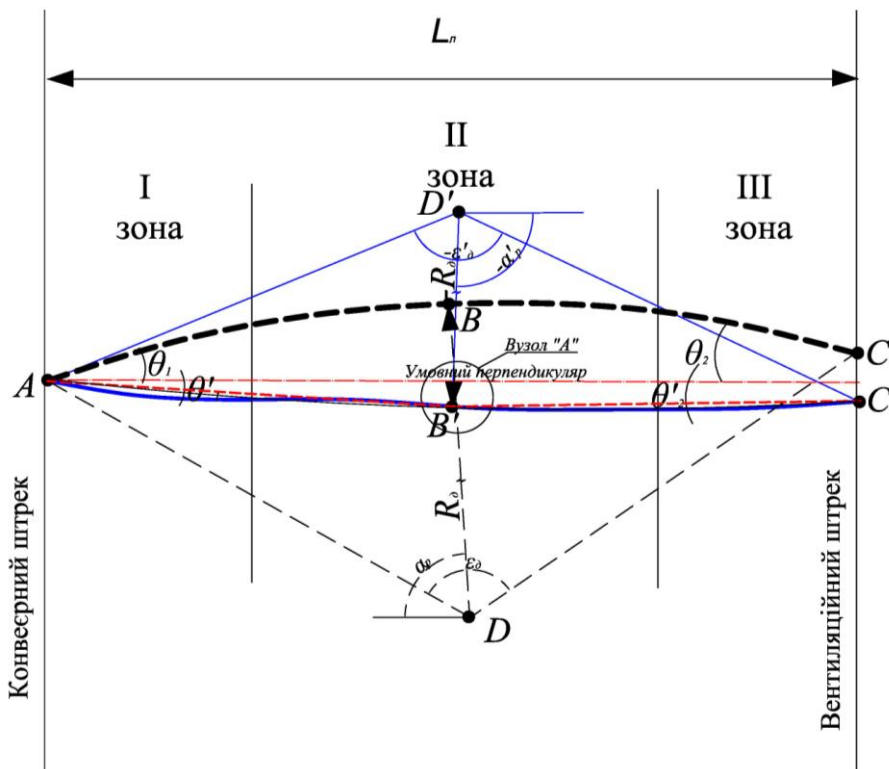


Рис. 4. Схема форми дуги лінії очисного вибою при зменшенні радіуса дуги лінії вибою до відносно прямолінійної форми

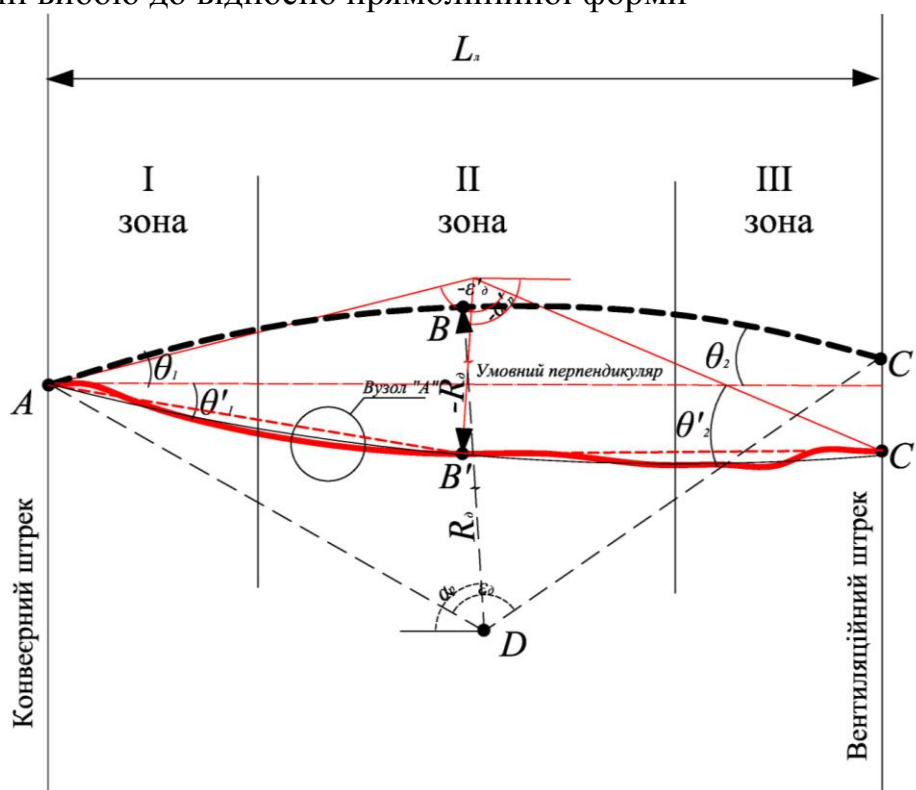


Рис. 5. Схема форми дуги лінії очисного вибою при створенні форми «від вибою»

Одним з основних напрямів проведених досліджень є визначення меж збільшення або зменшення кута дуги лінії очисного вибою, що не вплине на ефективність ведення очисних робіт за допомогою стругового комплексу. Для цього в роботі було проведено розрахунок параметрів зміни дуги очисного вибою, результати якого наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

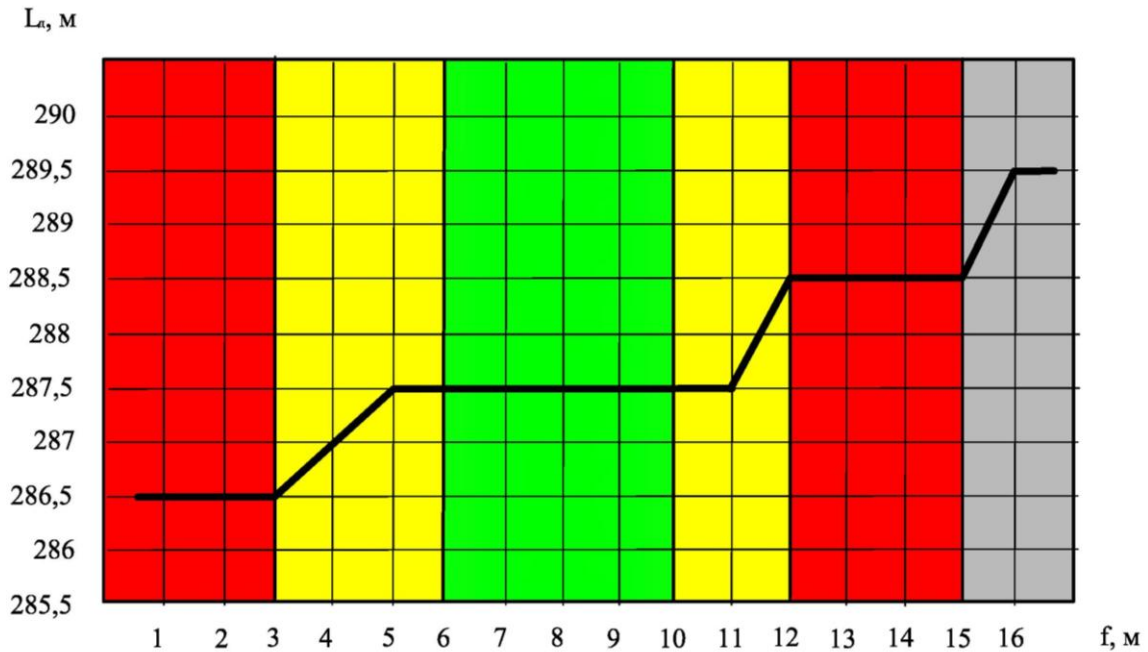
Геометричні параметри очисного вибою, який обладнаний струговим комплексом

$L_d, м$	$f, м$	$R, м$	$L, м$	$L_d/I^\circ, м$	$\alpha, рад$	$\alpha, град$	$L_0, м$	Δ
287	1	10296,6	64662,8	179,62	0,028	1,60	286,86	0,9995
287	2	5149,1	32336,1	89,82	0,056	3,19	286,89	0,9996
287	3	3433,5	21562,6	59,90	0,084	4,79	286,94	0,9998
287	4	2576,0	16177,5	44,94	0,111	6,39	287,00	1,0000
287	5	2061,7	12947,6	35,97	0,139	7,98	287,09	1,0003
287	6	1719,0	10795,5	29,99	0,167	9,58	287,19	1,0007
287	7	1474,4	9259,1	25,72	0,195	11,17	287,31	1,0011
287	8	1291,0	8107,6	22,52	0,223	12,76	287,45	1,0016
287	9	1148,5	7212,7	20,04	0,251	14,36	287,61	1,0021

Продовження таблиці 1

$L_n, м$	$f, м$	$R, м$	$L, м$	$L_0/I^\circ, м$	$\alpha, рад$	$\alpha, град$	$L_0, м$	Δ
287	10	1034,6	6497,4	18,05	0,278	15,95	287,78	1,0027
287	11	941,5	5912,7	16,42	0,306	17,53	287,98	1,0034
287	12	864,0	5426,0	15,07	0,334	19,12	288,19	1,0041
287	13	798,5	5014,6	13,93	0,361	20,71	288,42	1,0050
287	14	742,4	4662,5	12,95	0,389	22,29	288,67	1,0058
287	15	693,9	4357,7	12,10	0,417	23,87	288,94	1,0068
287	16	651,5	4091,5	11,37	0,444	25,45	289,23	1,0078
287	17	614,2	3856,9	10,71	0,472	27,02	289,53	1,0088

На основі проведених розрахунків (таблиця 1) можна побудувати графік залежності зміни довжини дуги від відстані по нормалі від стояків механізованого кріплення до площини очисного вибою.



- зона ефективної роботи стругового комплексу:
- при $f = 6 - 10 \Delta = 1,00 - 1,002$
- зона критичної роботи стругового комплексу:
- при $f = 3 - 6 \Delta = 0,99 - 1,00$
- при $f = 10 - 12 \Delta = 1,002 - 1,004$
- зона аварійної роботи стругового комплексу:
- при $f = 0 - 3 \Delta = 0,99$
- при $f = 12 - 15 \Delta = 1,004 - 1,006$
- зона недопустимої роботи стругового комплексу:
- при $f < 15 \Delta < 1,006$

Рис. 6. Графік залежності зміни довжини дуги від відстані по нормалі від стояків механізованого кріплення до площини очисного вибою

З отриманих розрахунків та графіка можна зробити висновок, що робота стругового комплексу за фактором кривизни дуги при коливанні значень коефіцієнта Δ в межах від 0,99 до 1,01 буде ефективною при значенні $\Delta = 1,00 - 1,002$.

За результатами аналізу даних геометричних параметрів форм очисного вибою та маючи велику кількість інформації по шахтних спостереженнях для кожної з зон будуються графіки залежностей зміни навантаження на секції механізованого кріплення від кута дуги форми очисного вибою.

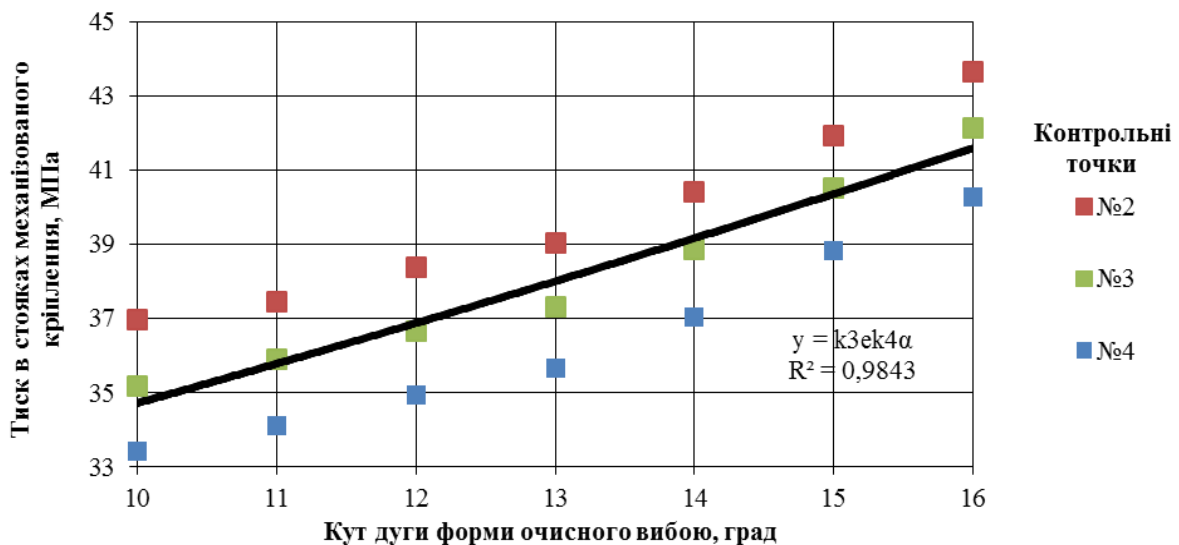


Рис. 7. Графік залежності зміни тиску на секції механізованого кріплення від кута дуги форми очисного вибою для трьох зон

З отриманого графіка можна зробити висновок, що за фактором кривизни дуги форми очисного вибою зона ефективної роботи стругового комплексу знаходиться в межах при $\alpha = 9 \div 14^\circ$ з кутом максимально ефективної роботи 12° .

Проведені дослідження переконливо свідчать про існування залежності між зміною кривизни очисного вибою та проявами гірського тиску в робочий простір лави. Зміна форми очисного вибою призводить до негативних наслідків управління станом гірського масиву. При варіації зміни радіуса чи його центра на 25% і більше відбувається зростання навантажень на секції механізованого кріплення приблизно на 60%. Подальше збільшення цих параметрів призводить до неконтрольованих проявів гірського масиву та аварійних режимів роботи механізованого комплексу.

У четвертому розділі наведено результати промислового впровадження дисертаційної роботи. На основі проведених досліджень впливу форми очисного вибою, яка має форму дуги, на прояв гірського тиску в очисному вибої при інтенсивному вийманні вугілля та визначення діапазону збільшення

або зменшення кута радіуса форми вибою для оптимальної роботи очисного вибою розроблена номограма для визначення оптимальних параметрів роботи стругового комплексу при видобуванні тонких вугільних пластів.

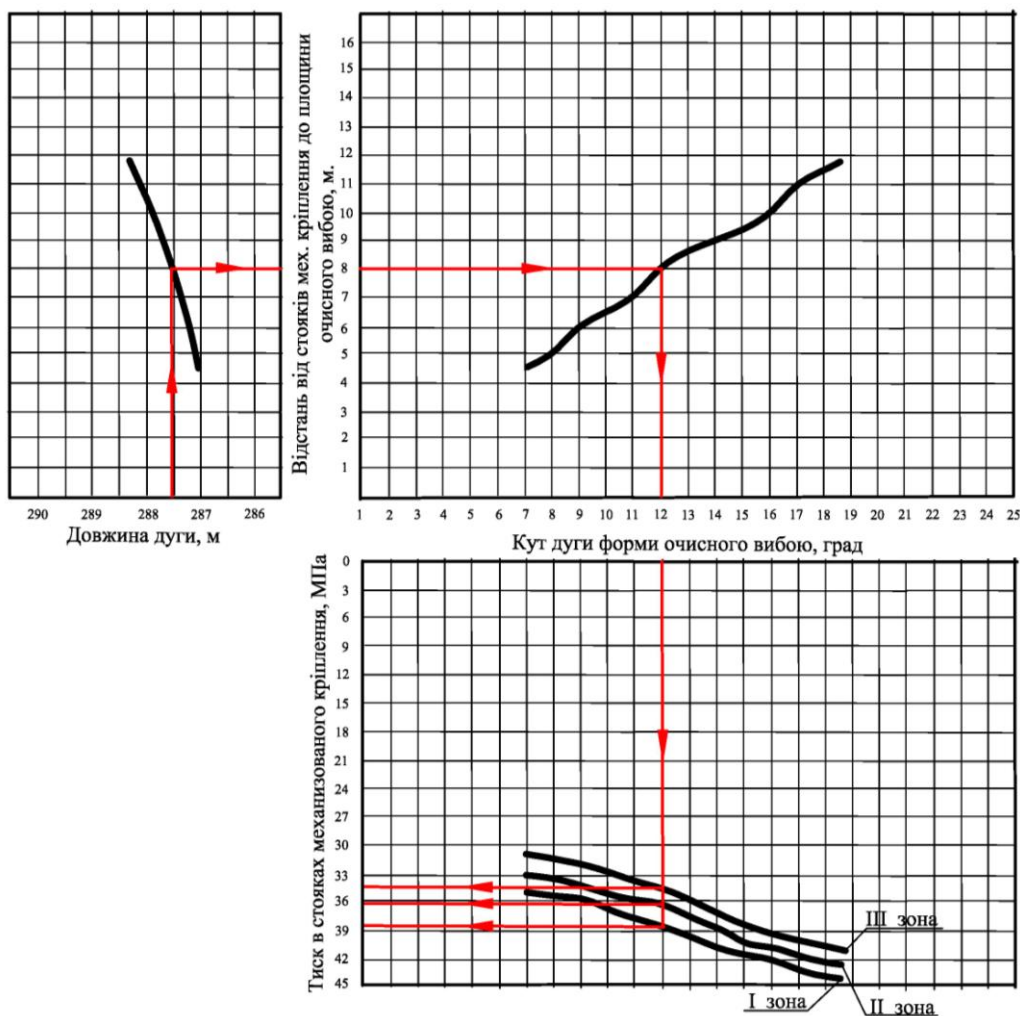


Рис. 8. Номограма для визначення оптимальних параметрів роботи стругового комплексу при вийманні тонких вугільних пластів

На основі розробленої номограми було виконано розрахунок параметрів очисного виймання тонких вугільних пластів струговими комплексами, побудовано планограму ведення гірничих робіт та визначено хронометраж роботи очисного вибою.

На основі проведених розрахунків та побудованої планограми, хронометражу та вибраної схеми управління гірським тиском розроблені наступні рекомендації:

1. Впродовж доби роботи з видобутку вугілля розподілити таким чином, щоб найбільше навантаження на очисний вибій припадало у другу зміну, а найменше – в четверту зміну. Виконання такої умови забезпечує більш рівномірне навантаження на секції очисного вибою впродовж тривалості робочих змін з виймання вугілля.

2. Наприкінці ремонтно-підготовчої зміни (приблизно за годину до закінчення) проводити тестування обладнання «під навантаженням». Це дає можливість не тільки перевірити робочу здатність обладнання, але і поступово знизити тиск на секції механізованого кріплення.

3. Згідно з розробленою планограмою ведення очисних робіт при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів виконувати пересування конвеєрної перевантажувальної станції через кожні 3 метри посування очисного вибою. Це пояснюється двома чинниками: з одного боку конвеєрний штрек має хвилясте розташування, тому немає можливості пересувати перевантажувальну станцію на повне висування штоку домкрата пересування (6 м). З другого боку виконання цих робіт потребує зупинки робіт з видобутку вугілля, тобто в масиві гірських порід має місце часткова релаксація напружень та може відбуватися осідання порід безпосередньої (приблизно кожні 3 м) та основної (приблизно 10 – 15 м) покрівель.

Згідно з виконаним аналізом отриманих даних прогнозування розподілу полів напружень в масиві гірських порід можна зробити прогноз навантажень при вибраній технологічній схемі ведення очисних робіт.

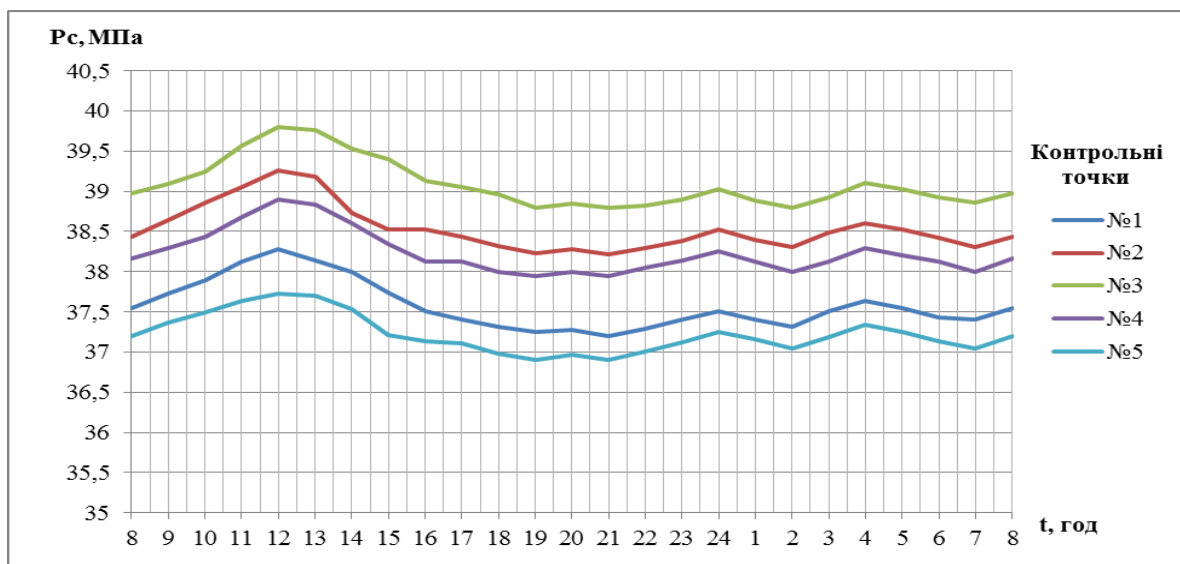


Рис. 9. Графік розподілу навантажень у часі при високій швидкості посування очисного вибою

При застосуванні загально визнаної методики визначення економічної ефективності впровадження технологічних рішень встановлено, що повний ефект від реалізації результатів дисертаційних досліджень складе 11 431 800 грн за місяць або 254,04 грн/т.

Економічна ефективність підтверджує доцільність застосування запропонованих технологічних рішень при впровадженні високошвидкісного виймання тонких вугільних пластів в умовах ПАТ «Шахтоуправління «Покровське». Однак використання конкретних технологічних рішень повинно

ґрунтуватися на всебічному вивченні гірничо-геологічних умов та технічних можливостей обладнання, що використовується.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішена актуальна науково-практична задача з обґрунтування технологічних параметрів виймання тонких пологих вугільних пластів струговими механізованими комплексами, як швидкість посування та кут дуги лінії очисного вибою.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Проведено аналіз сучасних методів оцінки напружено-деформованого стану масиву, більшість з яких розглядають статичні системи зрушення масиву гірських порід у процесі деформацій, коли лава набула повну динаміку руху, а не по етапах послідовного формування виробленого простору до сталого обвалення порід безпосередніх шарів покрівлі.

2. Запропоновано методику оцінки зрушення гірських порід при швидкості посування очисного вибою понад 5 м/добу за допомогою методу групового обліку аргументів, який ґрунтується на рекурсивному селективному відборі моделей.

3. Встановлено, що на перерозподіл напружень і деформацій у надвугільній товщі разом із швидкістю посування велику роль відіграє форма очисного вибою, незначна варіація призводить до збільшення навантаження з боку бічних порід. Причому спостерігаються не тільки підвищені обвалення порід покрівлі, але й значно збільшується підняття підшви.

4. Встановлено, що при збільшенні швидкості посування очисного вибою реакція секцій механізованого кріплення R_{mk} змінюється за логарифмічною залежністю від швидкості посування очисного вибою й емпіричних коефіцієнтів (k_1 , k_2), що враховують особливості зміни гірничо-геологічних і технологічних умов.

5. З'ясовано, що при зміні радіуса або його центра на 2° і більше відбувається підвищення навантажень на секції механізованого кріплення приблизно на 60% – у середньому на 10 – 15 МПа. Подальше збільшення цих параметрів призводить до неконтрольованих проявів гірського масиву і аварійних режимів роботи механізованого комплексу.

6. Розроблено номограму визначення оптимальних параметрів роботи стругового комплексу та технологічні рекомендації при вийманні тонких вугільних пластів. Виконання даних умов забезпечує більш рівномірне навантаження на секції механізованого кріплення протягом тривалості робочих змін з виймання вугілля.

7. Визначено, що при дотриманні розроблених заходів з ефективного ведення очисних робіт швидкість посування очисного вибою складає $V_n = 13,3$ м/добу, а видобуток – 4500 т/добу. Повний економічний ефект від впровадження запропонованих заходів складе 11431800 грн на місяць або 254,04 грн/т.

8. Результати дисертаційної роботи враховані при відпрацюванні запасів вугілля тонких пластів, що дозволило збільшити навантаження на очисний вибій на 25 %, знизити собівартість вугілля на 17%, підвищити ефективність використання гірничодобувного обладнання і рівень техніки безпеки в очисному вибої.

Основні положення і результати дисертації викладені у наступних роботах:

1. Тимошенко Є.В. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України: монографія / [Півняк Г.Г., Бешта О.С., Табаченко М.М. та ін.]; під заг. ред. Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 334 с.

2. Тимошенко Є.В. До питання визначення навантажень на кріплення механізованого комплексу при високих швидкостях посування очисного вибою / Р.О. Дичковський, Є.В. Тимошенко // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. – Д., 2009. – Вип. 81. – С. 67 – 74.

3. Тимошенко Є.В. До питання визначення напружень при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів / Р.О. Дичковський, В.В. Руських, Є.В. Тимошенко // Зб. наук. праць НГУ. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – №35. – Т.2 – С. 225 – 234.

4. Тимошенко Є.В. До питання моделювання та прогнозу стану порід при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів / Є.В. Тимошенко // Зб. наук. праць НГУ. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – №36, т.2. – С. 43 – 50.

5. Тимошенко Є.В. Досвід застосування методу групового обліку аргументів для визначення НДС масиву при високих швидкостях посування очисного вибою / Р.О. Дичковський, Д.В. Бабець, Є.В. Тимошенко // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Д.: ІГТМ НАН України, 2011. – № 94. – С. 41 – 46.

6. Тимошенко Є.В. Прогнозування напружено-деформованого стану порід при зміні форми очисного вибою / Є.В. Тимошенко // Зб. наук. праць НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2012. – №37. – С. 76 – 80.

7. Тимошенко Є.В. Методи аналітичних досліджень впливу швидкості посування та форми дуги лінії очисного вибою на напружено-деформований стан масиву гірських порід / Р.О. Дичковський, Є.В. Тимошенко, Д.О. Астаф'єв // Науковий вісник НГУ. – 2014. – № 1. – С. 11–16. (науково-метрична база Scopus)

8. Тимошенко Є.В. До питання підвищення ефективності відпрацювання тонких вугільних пластів / Є.В. Тимошенко // Школа підземної розробки – 2009: міжнар. науково-практич. конф. 13 – 19 вер. 2009 р. – Дніпропетровськ-Ялта, 2009. – С. 583 – 588.

9. Тимошенко Є.В. Система імітаційного відтворення процесів високомеханізованого виймання тонких вугільних пластів / Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський, В.В. Руських [та ін.] // Школа підземної розробки – 2010: міжнар. науково-практич. конф. 11 – 18 вер. 2010 р. – Дніпропетровськ-Ялта, 2010. – С. 583 – 588.

10. Тимошенко Е.В. Характер поведінки горного масива при високоскоростній виемке тонких угольних пластів / Р.Е. Дычковский, Е.В. Тимошенко // Проблемы недропользования: материалы VIII междунар.

форума-конкурса. – С.Пб.: СПГИ им. Г.В. Плеханова, 2011. – Ч. 1. – С. 104 – 106.

11. Тимошенко Є.В. Моделювання стану порід при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів / Є.В. Тимошенко // Школа підземної розробки – 2011: міжнар. науково-практич. конф. 02 – 08 жовт. 2011 р. – Дніпропетровськ–Ялта, 2011. – С. 423 – 427.

12. Тимошенко Е.В. Опыт эксплуатации струговой выемки в условиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское» при отработке тонкого пласта d_4 / [В.В. Русских, Е.В. Тимошенко, Е.Н. Халимендииков, А.С. Янжула] // Materiały Krakowskiej konferencji młodych uczonych. – Kraków: AGH, 2011. – S. 513 – 519.

13. Tymoshenko Ie.V. Application of plow mining in Ukraine / R.O. Dychkovski, Ie.V. Tymoshenko, V.S. Tenia // New Techiques and Techologies in Thin Coal Seam Exploitation: International Mining Forum. – 2011. – P. 75 – 84.

14. Tymoszenko E.W. Zastosowanie kompleksów strugowych w górnictwie ukraińskim / R.O. Dyczkowski, E.W. Tymoszenko, W.S. Tenia // Nowe spojrzenie na technikę i technologię eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego. – LW „Bogdanka”. – 2011. – S 89 – 98.

15. Тимошенко Є.В. Аналітичне визначення технологічних параметрів та напружень при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів / Д.В. Бабець, Є.В. Тимошенко // Школа підземної розробки – 2012: міжнар. науково-практич. конф. 24 – 28 вер. 2012 р. – Дніпропетровськ-Ялта, 2012. – С. 259 – 264.

16. Тимошенко Е.В. Применение метода группового учета аргументов для определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород при высокой скорости подвигания очистного забоя / Е.В. Тимошенко // Materiały Krakowskiej konferencji młodych uczonych. – Kraków: AGH, 2012. – S. 511 – 518.

Особистий внесок автора в наукові праці, опубліковані в співавторстві:
[3, 15] – проведення аналітичних досліджень, обробка результатів; [2, 5, 9] – ідея, постановка задач; [12] – збір даних, обробка результатів.

АНОТАЦІЯ

Тимошенко Є.В. Обґрунтування технологічних параметрів виймання тонких пологих вугільних пластів струговими комплексами. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», МОН України, Дніпропетровськ, 2014.

У дисертації вирішена актуальна задача з обґрунтування технологічних параметрів (швидкість посування очисного вибою, кут дуги лінії очисного вибою) виймання тонких пологих вугільних пластів.

Встановлено, що при збільшенні швидкості посування очисного вибою тиск робочої рідини в секціях механізованого кріплення зменшується за логарифмічною залежністю. Це свідчить про зростання потенційної енергії в масиві гірських порід. Вперше отримана залежність, що є основою при виборі режимів роботи механізованого комплексу. Це дає можливість визначати необхідну реакцію секцій механізованого кріплення та дозволяє ефективно провадити відпрацювання тонких вугільних пластів зі швидкостями понад 5 м/добу.

Результати дисертаційної роботи враховані при відпрацюванні малопотужної частини пласта d_4 в умовах ПАТ «Шахтоуправління «Покровське», що дозволило збільшити навантаження на очисний вибій на 25 %, знизити собівартість вугілля на 17%, підвищити ефективність використання гірничодобувного обладнання і рівень техніки безпеки в очисному вибої. Повний економічний ефект від впровадження запропонованих заходів складе 11431800 грн на місяць або 254,04 грн/т.

Ключові слова: тонкі пологі вугільні пласти, стругова технологія, швидкість посування очисного вибою, кут дуги форми очисного вибою.

АННОТАЦІЯ

Тимошенко Е.В. Обоснование технологических параметров выемки тонких пологих угольных пластов струговыми комплексами. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02 - подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2014.

В диссертации решена актуальная задача по обоснованию технологических параметров (скорость подвигания очистного забоя, угол дуги линии очистного забоя) выемки тонких пологих угольных пластов.

Установлено, что при увеличении скорости подвигания очистного забоя, давление рабочей жидкости в секциях механизированной крепи уменьшается по логарифмической зависимости. Это свидетельствует о росте потенциальной энергии в массиве горных пород. Впервые получена зависимость, которая является основой при выборе режимов работы механизированного комплекса. Это дает возможность определять необходимую реакцию секций механизированной крепи и позволяет эффективно проводить отработку тонких угольных пластов со скоростями более 5 м/сутки.

Установлена зависимость между изменением кривизны очистного забоя и проявлениями горного давления в рабочее пространство лавы. Изменение формы очистного забоя приводит к негативным последствиям при управлении состоянием горного массива. При вариации изменения радиуса или его центра на 25 % и более происходит повышение нагрузки на секции механизированной крепи примерно на 60 %. Дальнейшее увеличение этих параметров приводит к

неконтролируемым проявлениям горного массива и аварийным режимам работы механизированного комплекса.

В диссертационной работе предлагается технологическая схема ведения очистных работ при выемке тонких угольных пластов струговыми комплексами. Соблюдение данной схемы обеспечивает наибольшую нагрузку на очистной забой во вторую смену, а наименьшую – в четвертую смену. Выполнение такого условия обеспечивает более равномерную нагрузку на секции очистного забоя в течение продолжительности рабочих смен по выемке угля.

Разработанные технологические решения обеспечивают нагрузку на очистной забой на уровне 4500 т/сутки, при скорости подвигания очистного забоя $V_n = 13,3$ м/сутки.

Результаты диссертационной работы учтены при отработке маломощной части пласта d_4 в условиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское», что позволило увеличить нагрузку на очистной забой на 25%, снизить себестоимость угля на 17%, повысить эффективность использования горнодобывающего оборудования и уровень техники безопасности в очистном забое. Полный экономический эффект от внедрения предложенных мероприятий составит 11431800 грн в месяц или 254,04 грн/т.

Ключевые слова: тонкие пологие угольные пласты, струговая технология, скорость подвигания очистного забоя, угол дуги формы очистного забоя.

ABSTRACT

Tymoshenko E.V. Substantiation of technological parameters of thin flat coal seams extraction by plow complexes. – Manuscript.

Candidate of technical sciences dissertation on specialty 05.15.02 – underground mining of mineral deposits. State higher educational institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, 2014.

In dissertation vital task from substantiation of technological parameters (advance rate of stoping face, angle of arc line of stoping face) of thin flat coal seam extraction is solved. It is established that during increasing of advance rate of stoping face pressure of power fluid in mechanized support units decreases by logarithmic dependence. It proves about increasing of potential energy in rock massif. For the first time received dependence that is a basis at choosing operating modes of mechanized complex. It gives an opportunity to determine necessary reaction of mechanized support units and allows effectively extract thin coal seams with velocities more than 5 m/day.

Results of dissertation work are taking into account during extraction of low-thickness part of seam d_4 in conditions of PJSC “Mine management Pokrovs’ke” that allows to increase load on stoping face on 25%, decrease prime cost of coal on 17%, increase application efficiency of mining equipment and level of labour protection in stoping face. Full economic effect from improvement of proposed measures is equal to 11431800 UAH per month or 254,04 UAH/t.

Keywords: thin flat coal seams, plow technology, advance rate of stoping face, angle of arc line of stoping face.

Тимошенко Євген Вікторович

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИЙМАННЯ
ТОНКИХ ПОЛОГИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ СТРУГОВИМИ
КОМПЛЕКСАМИ**

(Автореферат)

Підп. до друку 06.05.2014. Формат 60×90/16
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 пр. Зам. №

ДВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19

