

Д.С. Малашкевич<sup>1</sup>, М.В. Петльований<sup>1</sup>, Н.О. Постол<sup>1</sup>, М.О. Постол<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

## АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВИДОБУТОГО КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ НА ШАХТАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

D. Malashkevych<sup>1</sup>, M. Petlovanyi<sup>1</sup>, N. Postol<sup>1</sup>, M. Postol<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

### ANALYSIS OF THE MINED COAL QUALITY AND WAYS OF ENHANCEMENT IT IN THE WESTERN DONBAS MINES

**Мета.** Аналіз показників якості видобутого вугілля та тенденцій їх змін у взаємозв'язку із параметрами очисних робіт у складних гірничо-геологічних умовах шахт Західного Донбасу.

**Методика досліджень.** Для досягнення поставленої мети використовувались статистичні дані щодо показників об'єму видобутку та експлуатаційної зольності шахт Західного Донбасу. Використовувались дані гірничо-геологічних прогнозів, показників очисних вибоїв та досягнуті на шахтах сучасні гірничотехнічні параметри систем розробки вугільних пластів.

**Результати досліджень.** Визначено тенденцію підвищення обсягів видобутку та погіршення показників середньої експлуатаційної зольності та величини присікання, що обумовлено збільшенням кількості введення в експлуатацію малопотужних вугільних пластів (менше 1,0 м). Обґрунтовано фактори, що впливають на підвищення зольності видобутого вугілля. Досліджено вплив прийнятої технологічної схеми виймання пласта та величини присікання на формування показника експлуатаційної зольності. Визначено, що у геологічних умовах пластів С<sub>9</sub>, С<sub>10</sub><sup>В</sup> і С<sub>11</sub> ш. ім. Героїв Космосу перехід очисних вибоїв з валового на селективне виймання вугілля дозволить знизити експлуатаційну зольність відповідно до 22%, 14,8% і 19,3% при послідовній схемі відпрацювання пласта.

**Наукова новизна.** Аналітично визначено та обґрунтовано тенденції зміни показників якості видобутого вугілля по шахтах Західного Донбасу. Виявлено аналітичні залежності зміни експлуатаційної зольності видобутого вугілля від прийнятої схеми відпрацювання пласта і величини присікання на прикладі шахти ім. Героїв космосу.

**Практичне значення.** Отримані результати доводять з практичної точки зору погіршення показників якості видобутого вугілля, що спонукає на розробку нових прогресивних технічних рішень видобутку чистого вугілля в очисних вибоях із мінімізацією виходу порід на денну поверхню.

**Ключові слова:** вугільний пласт, видобуток, експлуатаційна зольність, пусті породи, присікання порід, породи підшви, селективне виймання вугілля.

**Вступ.** За даними International Energy Agency [1], загальносвітові запаси вугілля становлять 861 млрд т, з яких 194,5 млрд т або 22,6% зосереджено у пластах потужністю менше 1,2 м. У надрах України з 33,9 млрд т вугілля (4% світових запасів) – 80% або 27,1 млрд т зосереджено у пластах потужністю менше 1 м (рис. 1.1). Це найнижчий показник серед вугільних родовищ, які експлуатуються в інших вугледобувних країнах світу [2]. Досвід роботи вітчизняних вугільників у цих умовах унікальний для світової практики.

З огляду на інтенсивний розвиток альтернативної енергетики в світі, частка теплової енергетики в Україні в найближче десятиліття, як і раніше, буде залишатись однією з пріоритетних. Однак видобуток з надр стає все більш складним і проблематичним. Це пов'язано перш за все з малою потужністю пластів, високою газоносністю, низькою стійкістю гірських порід, збільшенням глибини розробки. Незважаючи на ці аспекти в Україні на ряді гірничих підприємств накопичено достатній досвід розробки пластів в зазначених умовах, а впроваджені технологічні рішення дозволяють видобувати вугілля з прийнятними техніко-економічними показниками.

У даний час ключову роль у розвитку вуглевидобувної промисловості України та економіки держави займає Західний Донбас. Понад 70% усього видобутку вугілля в країні поставляється вугледобувними підприємствами цього регіону, які представлені 10 шахтами ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» [3]. Однак за час інтенсивної роботи шахт Західного Донбасу були відпрацьовані продуктивні запаси з відносно сприятливими умовами та на сьогодні показники видобутку значно погіршились, що обумовлено високою експлуатаційною зольністю, спричиненою геологічними та технологічними факторами.

**Основна частина.** Проведений аналіз геологічної бази [4] – [6] показує, що балансові запаси вугілля в межах полів шахт Західного Донбасу складають 669 млн т з яких на частку пластів з геологічною потужністю 0,55 м – 0,59 м припадає 17,2%; 0,6 м – 0,7 м – 18,5%; 0,71 м – 0,8 м – 14,7%; 0,81 м – 0,9 м – 12,8%; 0,91 м – 1,0 м – 9,3%; лише 3% або 23,2 млн т вугілля залягає в пластах потужністю понад 1 м (рис. 1).

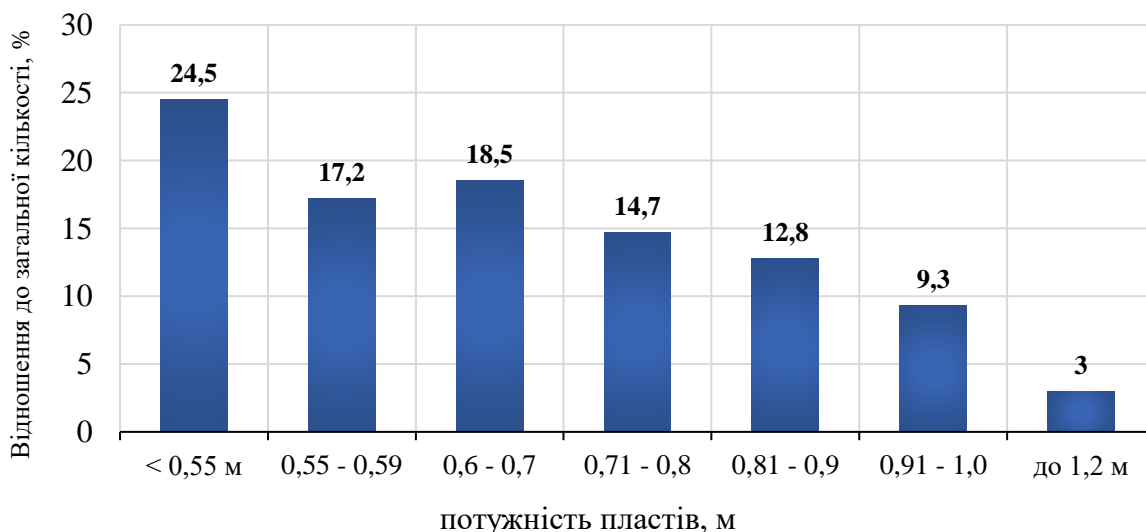


Рис. 1. Розподіл балансових запасів вугілля у Західному Донбасі за потужністю

Таким чином, більше половини запасів – 50,4% припадають на пласти з геологічною потужністю 0,55 м – 0,80 м. Особливо гостро проблема відпрацювання тонких і вельми тонких пластів спостерігається на шахтах «Західно-Дон-

баська», «Ювілейна», ім. М.І. Сташкова, «Степова», де частка запасів вугілля зосереджених у пластах потужністю 0,55 м – 0,8 м становить відповідно 51%, 67% і 80% до їх загального об'єму [7]. Розподіл балансових запасів шахт Західного Донбасу наведено на рис. 2

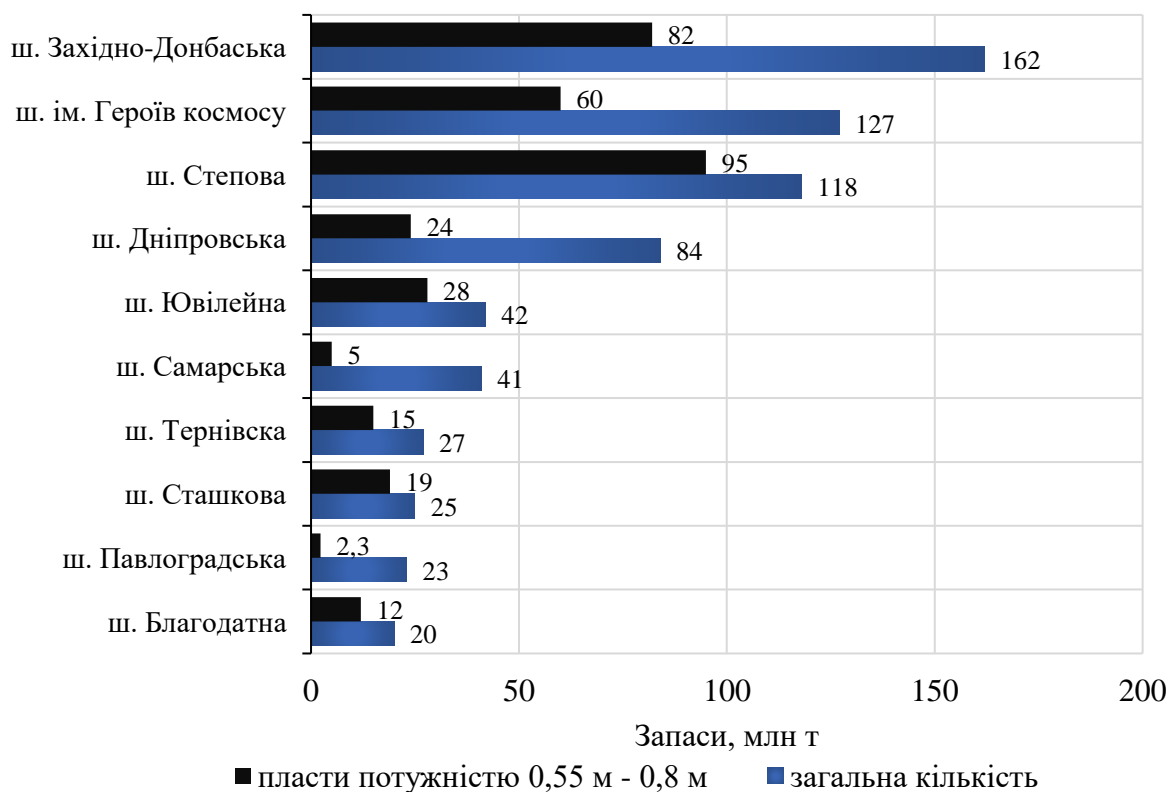


Рис. 2. Розподіл балансових запасів вугілля на шахтах Західного Донбасу

На шахтах Західного Донбасу широке поширення набула стовпова система розробки з керуванням покрівлі повним обваленням. Видобуток вугілля ведеться у 26-ти діючих очисних вибоях. Найбільше застосування отримали комплекси 1МКД80 – 12 лав, 7 лав обладнані комплексами 1МКД90, три лави оснащені сучасними комплексами чеського виробництва OSTROJ, дві лави комплексами 1МДМ, одна лава комплексом 1МКД99 і один струговий комплекс, який складається з механізованого кріплення DBT (Німеччина) та струга Cat GH800 (США). Для виймання вугілля застосовуються очисні комбайни зі шнековими виконавчими органами типу УКД – 11 лав, комбайни барабанного типу КА-200 – 8 лав, інші очисні вибої, оснащені комбайнами MB444, MB410, PKY10 і стругом Cat GH800 [8].

Незважаючи на важкі гірничо-геологічні умови (присутність у покрівлі та підшвах пластів, що відпрацьовуються, слабких порід  $f = 1,5 - 2,5$ , наявність міцного і в'язкого вугілля, що має високу опірність різанню  $A_p = 250 - 520$  кН/м, високу газоносність пластів) навантаження на очисні вибіи щорічно зростають та досягають 2,0 – 3,0 тис. т/добу [8]. Проте технічні засоби, що використовуються

для ведення очисних робіт на шахтах Західного Донбасу, не в змозі відпрацювати пласти потужністю менше 1,05 м без присікання бічних порід (рис. 3). Це обумовлено габаритами механізованих комплексів і необхідністю дотримання необхідної правилами безпеки висоти вільного проходу по лаві для обслуговуючого персоналу (не менше 0,5 м), великою конвергенцією вміщуючих порід (0,16 м – 0,22 м на межі робочого простору) та іншими причинами [9].



Рис. 3. Ілюстрація присікання порід підосви в очисному вибої ш. ім. Героїв космосу

Проведені дослідження статистичних даних виймальної та геологічної потужностей по очисних вибоях шахт «ДТЕК Павлоградвугілля» показують, що середньорічна геологічна потужність пластів за останні 10 років зменшилась з 0,92 м до 0,82 м (– 0,13 м), при цьому виймальна потужність досягла нижньої граничної висоти розсунення механізованих комплексів – 1,05 м [10].

Оскільки пласти Західного Донбасу переважно простої будови, то різниця між виймальною та геологічною потужністю є величиною присікання порід. У 2008 р. середня величина порід, що присікалась, становила 13 см або 12% від потужності пластів, що виймались, а у 2018 р. – 24 см або 23% відповідно. Близько 85% всіх очисних вибоїв об'єднання працювало з присіканням порід, що досягало 0,35 м (968-ма лава пласта  $C_9$  шахти ім. Героїв космосу).

У результаті такої виробничої діяльності значно погіршується якість видобутого вугілля, основним показником якого є його зольність. За 2018 р. середня зольність гірничої маси по об'єднанню склала 43,5% (+6,7% по відношенню до 2008 р). Так, найбільше засмічення видобутого вугілля спостерігалось на таких шахтах: ім. Героїв Космосу – 50,0%, «Самарська» – 47,0%, «Благодатна» – 45,1%, «Західно-Донбаська» – 40,5%. При цьому зберігається тенденція збільшення зольності видобутого вугілля і відповідно збільшення утворення вуглевідходів на денній поверхні [11].

Основні відомості про виймальну та геологічну потужності, величини порід присікання та експлуатаційної зольності вугілля, що видобувається на шахтах Західного Донбасу за період 2007 – 2018 рр., наведено на рис. 4.

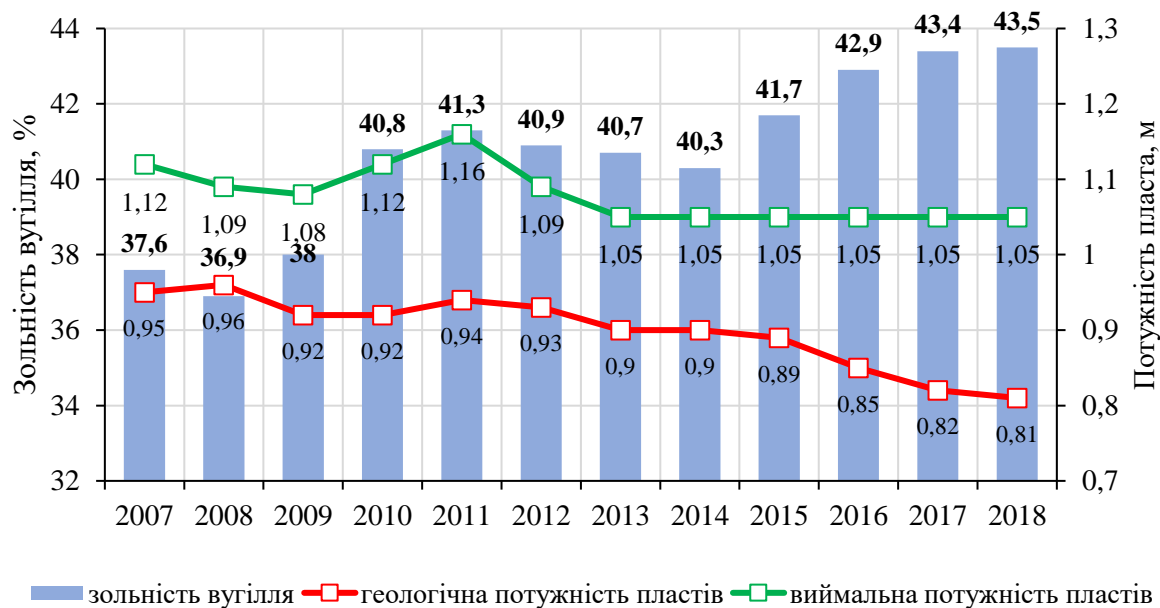


Рис. 4. Динаміка зміни середніх показників виймальної та геологічної потужностей, зольності вугілля, що видобувається на шахтах Західного Донбасу

Однак виробникам навіть вигідно штучне перемішування вугілля і породи в очисному вибої через додаткове присікання бічних порід, тому що це дає можливість відзвітувати за нові «мільйони» тон видобутку.

Результати виробничої діяльності шахт Західного Донбасу показують, що за 2018 р. було видобуто 20,1 млн т вугілля (+ 38,5% по відношенню до 2008 р.), при цьому обсяг складованої породи у відвали склав 4,6 млн т. Із цього випливає, що щорічний обсяг видачі порід на поверхню дорівнює виробничій потужності трьох шахт «ДТЕК Павлоградвугілля». Це баласт, який щорічно вилучається з надр разом із вугіллям, видається на поверхню, перевозиться на збагачення, а потім складається в породні відвали та шламонакопичувачі [12].

За 2019 рік було відпрацьовано 26 виїмкових стовпа. Дослідження роботи очисних вибоїв показали, що 6 лав працювали в діапазоні геологічної потужності 0,60-0,79 м, 8 лав відпрацьовували пласти з потужністю 0,80-0,89 м, 5 лав на пластах з потужністю 0,90-0,99 м, і решта 7 лав здійснювали практично «чисте» виїмання вугільної пачки на пластах від 1,0 до 1,22 м. Найбільшою геологічною потужністю характеризувався пласт С<sub>6</sub> з потужністю 1,22 м, який відпрацьовувався шахтою «Ювілейна». Фактична експлуатаційна зольність вугілля, що видавалась з очисного вибою становила 13,6%.

Слід зазначити, що основний діапазон виймальної потужності в лавах припадає на величини від 1,0 до 1,09 м. У інтервалах таких потужностей було відпрацьовано 18 лав. Решта 8 лав працювали з виймальною потужністю від 1,1 до

1,3 м. Причому на шахті «Павлоградська» при відпрацюванні пласта  $C_4 + C_4^H$  з геологічною потужністю 0,9 м виймальна потужність в лаві сягала 1,3 м. Збільшення виймальної потужності було викликане конвергенцією слабких порід покрівлі в очисному вибої.

Також до характерних причин засмічення вугілля в лавах слід віднести обвалення порід покрівлі, які найчастіше відбуваються під час пересування секцій механізованого кріплення, переходах геологічних порушень, а також відпрацювання вугільних пластів, що мають породні прошарки і включення. У загальній структурі формування загальношахтної експлуатаційної зольності ці фактори займають до 15%, однак вони мало піддаються якісному управлінню відомими технічними засобами і організаційними методами [13].

Найбільш простіше в технічному плані зменшити відсоток присікання і керувати цією величиною можливо використовуючи прогресивну технологію селективного виймання вугілля і порід присікання, що забезпечує «чистий видобуток вугілля» з експлуатаційної зольністю близькою до материнської [14 – 16].

Як показав проведений аналіз, при розробці вельми тонких вугільних пластів Західного Донбасу до 40% обсягу порід утворюється від присікання в очисних вибоях. Таким чином є істотний резерв для зниження засмічення вугілля, що видобувається і відповідно утворення порід в процесі роботи очисних вибоїв.

Крім того, на території Західного Донбасу розташовано 11 породних відвалів, з яких діючих – 8. За свою діяльність шахтами регіону було вивезено в них понад 40 млн т породи [17, 18]. При цьому зі сфери виробництва виведено близько 200 га орних земель, які надмірно забруднюють повітряний басейн і русла річок. У перспективі планується відведення додаткових земель для розширення трьох відвалів і спорудження одного нового [19]. З огляду на кількість породи, яка щорічно видається з шахт на поверхню, а також беручи до уваги їх негативний вплив на екологію, стає зрозумілим значення проблеми зменшення підняття породи на поверхню. Застосування таких способів видобутку вугілля, при яких кількість піднятої на поверхню породи зменшується до мінімуму, надзвичайно важливо.

Підвищення якості вугілля, що видобувається і підвищення рівня залишення порід в шахті можливо шляхом застосування прогресивних технологічних схем селективного виймання вугілля і порід присікання. Застосування технології селективного відпрацювання вугільних пластів, вибір її раціональних параметрів і виробничих процесів оцінюється наступними характеристиками: геологічною потужністю вугільних пластів  $m_{геол}$  і висотою присікання  $h_{пр}$  бічних порід; опірністю вугілля різанню  $A_p$ ; стійкістю безпосередньої покрівлі і міцністю підосви. Цей перелік використовується, наприклад, при виборі порядку виймання вугільної пачки і шару порід присікання (сумісний або послідовний порядок виймання), визначення раціонального розташування присікання щодо пласта (в покрівлі або пласта пласта) та ін.

Далі наводяться теоретичні дослідження ефективності застосування зазначеної технології в умовах шахти ім. Героїв космосу ДТЕК Павлоградвугілля.

На балансі шахти знаходяться 14 вугільних пластів. Запаси вугілля в пластах потужністю менше 0,80 м складають майже 190 млн. т, з них в пластах: 0,5 – 0,59 м – 5,1%; 0,60 – 0,80 м – 39,8% (рис. 7). Промислове значення мають 7 вугільних пластів  $C_{11}$ ,  $C_{10}^B$ ,  $C_9$ ,  $C_8^H$ ,  $C_7^H$ ,  $C_5$ ,  $C_1$ . Гірничі роботи на шахті ведуться на пластах  $C_{11}$ ,  $C_{10}^B$  і  $C_9$ . Вугільні пласти мають полого залягання (3-4 °), марка вугілля, що видобувається ДГ. Будова пластів проста. Основна покрівля представлена аргілітом, алевролітом і пісковиком. Хибна покрівля при відпрацюванні пласта має поширення на всій площі потужністю до 0,15 м. Підшва пласта представлена аргілітом, потужністю до 0,5 – 2 м, з межею міцності на стиснення до 10 МПа. Нижче аргіліту залягають алевроліти і пісковики. Межа міцності на стиснення  $\sigma_{сж}$  аргіліта в середньому становить 18,0 МПа, алевроліта  $\sigma_{сж}$  – 18,5 МПа, піско-вика  $\sigma_{сж}$  – 32 МПа.

Аналіз вуглевміщуючих порід шахти ім. Героїв космосу показав, що в покрівлі вугільних пластів залягають нестійкі породи, складені в основному аргілітом та алевролітом. Тому для зменшення обвалення порід селективне відпрацювання пластів необхідно проводити з присіканням порід підшви. Середня величина присікання порід по пласту  $C_{11}$  становить – 0,16 м; по пласту  $C_{10}^B$  і  $C_9$  відповідно 0,21 і 0,26 м. Вугілля пласта  $C_{11}$  має середню опірність різанню 275 кН/м, пластів  $C_{10}^B$  і  $C_9$  відповідно 390 і 420 кН/м.

Беручи до уваги перераховані геологічні характеристики для відпрацювання запасів пласта  $C_{11}$  більш раціональна схема виймання, яка передбачає першочергове виймання вугільної пачки на всю її потужність і подальше виймання породи присікання. З огляду на те, що вугілля пластів  $C_{10}^B$  і  $C_9$  має високу опірність різанню, тому більш раціонально здійснити первинне виймання порід підшви меншою опірності різанню і подальше виймання міцнішого вугілля, який буде ослаблено наявністю двох порожнин відслонення у вибої.

У разі застосування комбайна з рознесеними шнековими виконавчими органами (типу УКД200, МВ280Е, LWS40/102 або їх аналогів) доцільне відпрацювання пласта з одночасним вийманням вугілля і породи. В цьому випадку, в умовах відпрацювання лави пласта  $C_{11}$ , доцільно проводити відбивання і навантаження вугілля на конвеєр переднім шнеком, а заднім шнеком – виймання породи, залишаючи її на підшві пласта.

Повертаючись до іншої виділеної групи пластів  $C_{10}^B$  і  $C_9$ , в цих геологічних умовах має сенс виконувати першочергове виймання і навантаження породи підшви переднім шнеком, а заднім одночасно здійснювати відбивання вугільної пачки (в покрівлі).

На рис. 5 представлені графіки залежності прогнозованої експлуатаційної зольності вугілля, що видобувається в залежності від прийнятої схеми відпрацювання пласта і величини присікання в очисному вибою.

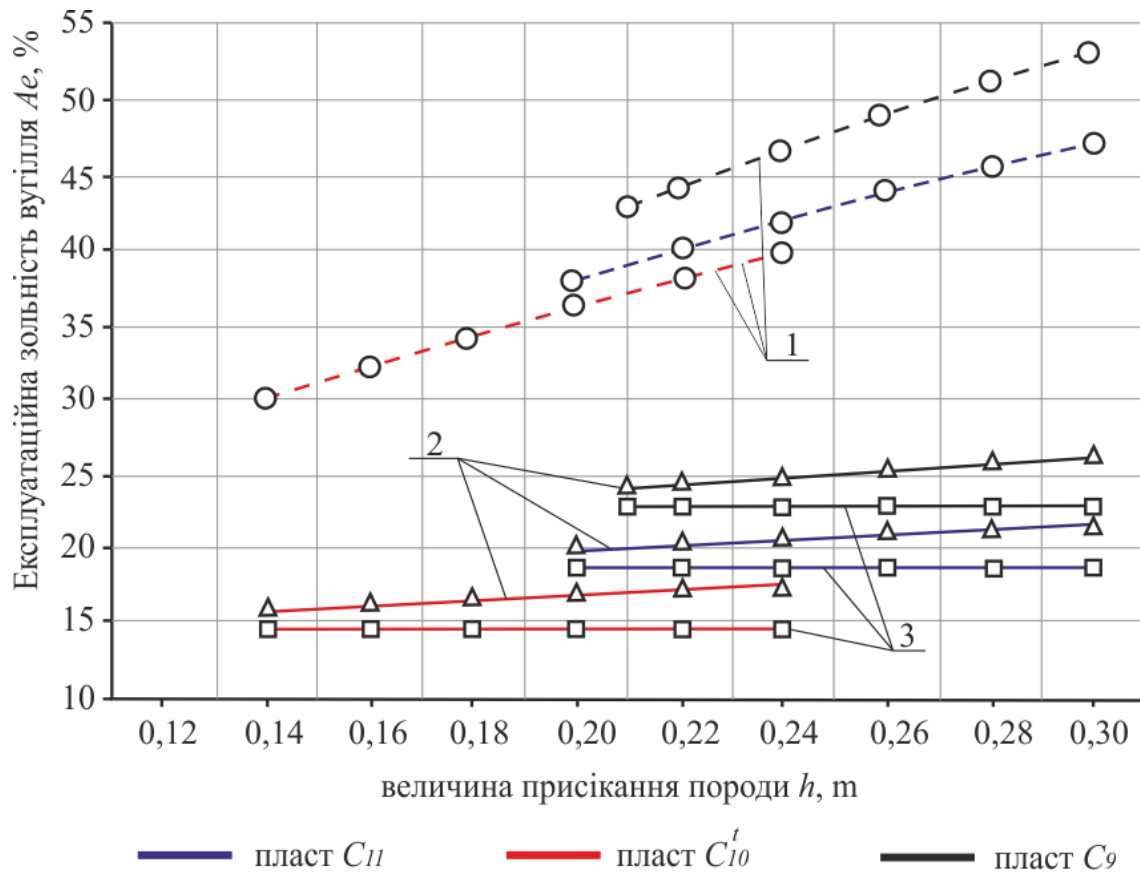


Рис. 5. Залежність експлуатаційної зольності вугілля від прийнятої схеми відпрацювання пласта і величини присікання на пластах шахти ім. Героїв космосу: 1 – валова схема виймання; 2 – сумісна селективна схема виймання; 3 – послідовна селективна схема виймання

З представлених даних випливає, що в геологічних умовах пласта  $C_9$  перехід очисного вибою з валового на селективне виймання вугілля і порід присікання дозволить знизити експлуатаційну зольність з 51,4 до 25,2% (при сумісній схемі селективного відпрацювання пласта) і до 22% (при послідовній схемі). Аналогічно при відпрацюванні пластів  $C_{10}^B$  і  $C_{11}$  зольність вугілля, що видобувається можливо скоротити відповідно до 14,8 і 19,3% при реалізації послідовної селективної схеми виймання. Разом з тим, порівнюючи отримані значення прогнозованої експлуатаційної зольності вугілля при різних схемах відпрацювання пласта, зростання величини присікання на 0,1 м, при валовій схемі виймання, призводить до збільшення зольності в середньому на 5%, при сумісній селективній схемі на 1,0 – 1,5%, а при послідовній селективній схемі виймання за два проходи комбайна збільшення величини присікання практично не впливає на зростання зольності вугілля, що видобувається в очисному вибої. Таким чином, при валовому відпрацюванні пласта засмічення вугілля породами присікання більш ніж в два рази вище, ніж при селективній схемі відпрацювання пластів.

Таким чином, наведений аналіз експлуатаційної зольності свідчить про те, що в умовах сучасного виробництва шахт Західного Донбасу є значний резерв до підвищення якості вугілля, що видобувається.



**Висновки.** У даній роботі виконано детальний аналіз якості вугілля, що видобувається на шахтах Західного Донбасу. Проаналізовано ефективність роботи очисних вибоїв, виявлені тенденції зміни експлуатаційної та материнської зольності вугілля, кількості лав, які працюють з присіканням і обсяги видобування, що призводять до погіршення якості видобутого енергетичного вугілля.

В ході виконаних досліджень виявлено ряд особливостей і результатів:

– визначено, що у 2008 р. середня величина порід, що присікалась, становила 13 см або 12% від потужності пластів, що виймались, а 2018 р. – 24 см або 23% відповідно. Близько 85% всіх очисних вибоїв об'єднання працювало з присіканням порід, що досягало 0,35 м;

– визначено, що за 2018 р. було видобуто 20,1 млн т вугілля (+ 38,5% по відношенню до 2008 р.) із середньою зольністю гірничої маси 43,5% (+6,7% по відношенню до 2008 р.), при цьому обсяг складованої породи у відвали склав 4,6 млн т;

– за минулий 2019 рік відпрацьовано 26 виїмкових стовпа, при цьому лише 7 лав здійснювали виїмання практично без присікання порід на пластах з потужністю від 1,0 до 1,22 м;

– виявлені аналітичні залежності зміни експлуатаційної зольності видобутого вугілля від прийнятої схеми відпрацювання пласта і величини присікання на пластах шахти ім. Героїв Космосу;

– встановлено, що в геологічних умовах пласта С<sub>9</sub> перехід очисного вибою з валового на селективне виїмання вугілля дозволить знизити експлуатаційну зольність з 51,4 до 25,2% (при сумісній схемі селективного відпрацювання пласта) і до 22% (при послідовній схемі). Аналогічно при відпрацюванні пластів С<sub>10</sub><sup>В</sup> і С<sub>11</sub> зольність вугілля, що видобувається можливо скоротити відповідно до 14,8 і 19,3% при реалізації послідовної селективної схеми виїмання.

**Подяка.** Результати роботи отримані в рамках виконання науково-дослідної роботи ГП-502 «Розробка прогресивних технологій повноцінного вилучення енергетичного вугілля з акумуляцією пустих порід у підземному просторі» (№ 0120U101099).

#### Перелік посилань

1. Coal Information 2017. (2017). *Coal Information*  
<https://doi.org/10.1787/coal-2017-en>
2. Cornot-Gandolphe, S. (2019). Status of Global Coal Markets and Major Demand Trends in Key Regions.
3. *Курс на енергонезависимость: Шахтеры ДТЭК Энерго добыли больше 22 млн тонн угля за 2019 год.* (2020). Retrieved 18 November 2020, from <https://energo.dtek.com/ru/media-center/press/kurs-na-energonezavisimost-shakhtery-dtek-energo-dobyli-bolshe-22-mln-tonn-uglya-za-2019-god/>
4. Baker Tilly. (2013). Retrieved from [www.bakertilly.ua/media/Baker%20Tilly%20-%20Report%20coal%20industry%20eng.pdf](http://www.bakertilly.ua/media/Baker%20Tilly%20-%20Report%20coal%20industry%20eng.pdf)
5. ДТЭК. *Интегрированный отчет 2017. Финансовые и нефинансовые результаты* (2018). Retrieved from [https://dtek.com/content/files/dtek\\_ar\\_2017\\_ru1.pdf](https://dtek.com/content/files/dtek_ar_2017_ru1.pdf)
6. Денисов, С.Л., Мамайкин, А.Р., & Яворский, А.В. (2010). Особенности отработки маломощных пластов в условиях Западного Донбасса. *Научный вестник Национального горничного*

- університету, № 7(8), 18-21. <http://nv.nmu.org.ua/index.php/ru/sotrudnichestvo/partnery/631-ruscat/arkhiv-zhurnala/2010/soderzhanie-7-8-2010/razrabotka-mestorozhdenij-poleznykh-iskopaemykh/1754-osobennosti-otrabotki-malomoshchnykh-plastov-v-usloviyakh-zapadnogo-donbassa>
7. Sotskov, V., Podvyhina, O., Dereviahina, N., & Malashkevych, D. (2018). Substantiating the criteria for applying selective excavation of coal deposits in the Western Donbass. *Вісник Дніпропетровського Університету. Геологія, Географія*, 26(1), 158-164. <https://doi.org/10.15421/111817>
  8. Smirnov, A., & Piliugin, V. (2015). Evolution of modern mining systems of longwall thin flat coal seams. *Mining Of Mineral Deposits*, 9(1), 7-14. <https://doi.org/10.15407/mining09.01.007>
  9. Петльований, М.В., Халимендик, О.В. & Шерстюк Є.А. (2020). Проблемні аспекти відпрацювання малопотужних вугільних пластів Західного Донбасу. *Сучасний рух науки: тези доп. Х міжнар. наук.-практ. конф.* (с. 199-204). [https://www.researchgate.net/profile/Volodymyr\\_Parchenko/publication/340619201\\_Way\\_Science-2020/links/5e954b5c299bf13079979d11/Way-Science-2020.pdf#page=199](https://www.researchgate.net/profile/Volodymyr_Parchenko/publication/340619201_Way_Science-2020/links/5e954b5c299bf13079979d11/Way-Science-2020.pdf#page=199)
  10. Snihur, V., Malashkevych, D., & Vvedenska, T. (2016). Tendencies of coal industry development in Ukraine. *Mining Of Mineral Deposits*, 10(2), 1-8. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.001>
  11. Malashkevych, D., Poimanov, S., Shypunov, S., & Yerisov, M. (2020). Comprehensive assessment of the mined coal quality and mining conditions in the Western Donbas mines. *E3S Web Of Conferences*, 201, 01013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020101013>
  12. Petlovanyi, M., & Malashkevych, D. (2020). Ecological consequences of underground mining thin coal seams in the Western Donbass. *International Scientific Conference: Priority development fields of the European research area*, 66-69. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-84-6-19>
  13. Bondarenko, V., Russkikh, V., Malashkevich, D., & Sotskov, V. (2017). Technological scheme and equipment for selective extraction of coal with long clearing faces. *Journal of Donetsk mining institute*, (2), 19-24. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2017-2-19-24>
  14. Byzylo, V., Koshka, O., Poymanov, S., & Malashkevych, D. (2015). Resource-saving technology of selective mining with gob backfilling. *New Developments in Mining Engineering 2015*, 485-491. <https://doi.org/10.1201/b19901-84>
  15. Buzilo, V.I., Koshka, O.H., Yavorsky, A.V., Yavorska, E.A., Tokar, L.A., Sulaev, V.I., & Serdyuk, V.P. (2015). *Selective mining technique for thin coal seams*. National Mining University.
  16. Li, J., Yin, Z., Li, Y., & Li, C. (2019). Waste rock filling in fully mechanized coal mining for goaf-side entry retaining in thin coal seam. *Arabian Journal Of Geosciences*, 12(16). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4650-3>
  17. Bondarenko, V., Ruskykh, V., Yarkovych, A., & Malashkevych, D. (2014). On the question of rock leaving in worked-out area of coal mines. *Mining Of Mineral Deposits*, 8(1), 19-24. <https://doi.org/10.15407/mining08.01.019>
  18. Петлёваный, М.В., & Гайдай, А.А. (2017). Аналіз накопичення і систематизація породних відвалів вугільних шахт, перспективи їх розробки. *Геотехнічна механіка*, (136), 147-158 <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/158621/14-Petlevany.pdf?sequence=1>
  19. Дмитриенко, С. А., Кузуб, Л. М., & Руденко, В. Н. (2014). О складировании шахтной породы. *Уголь Украины*, (7), 35-36 [http://www.irbis-nbuu.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuu/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/ugukr\\_2014\\_7\\_11.pdf](http://www.irbis-nbuu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ugukr_2014_7_11.pdf)

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Анализ показателей качества добытого угля и тенденций их изменений во взаимосвязи с параметрами очистных работ в сложных горно-геологических условиях шахт Западного Донбасса.

**Методика исследований.** Для достижения поставленной цели использовались статистические данные о показателях объема добычи и эксплуатационной зольности по шахтах Западного Донбасса. Использовались данные горно-геологических прогнозов, показателей очистных забоев и достигнутые на шахтах современные горнотехнические параметры систем разработки угольных пластов.

**Результаты исследований.** Установлена тенденция повышения объемов добычи и ухудшения показателей средней эксплуатационной зольности и величины присечки, что обусловлено увеличением количества ввода в эксплуатацию маломощных угольных пластов (менее 1,0 м). Обоснованно факторы, влияющие на повышение зольности добытого угля. Исследовано влияние принятой технологической схемы выемки пласта и величины присечки на формирование показателя эксплуатационной зольности. Определено, что в геологических условиях пластов С<sub>9</sub>, С<sub>10</sub><sup>В</sup> и С<sub>11</sub> ш. им. Героев Космоса переход очистных забоев с валовой на селективную выемку угля позволит снизить эксплуатационную зольность соответственно до 22%, 14,8% и 19,3% при последовательной схеме отработки пласта.

**Научная новизна.** Аналитически определены и обоснованы тенденции изменения показателей качества добываемого угля по шахтам Западного Донбасса. Выявлены аналитические зависимости изменения эксплуатационной зольности добытого угля от принятой схемы отработки пласта и величины присечки на разрабатываемых пластах шахты им. Героев космоса.

**Практическое значение.** Полученные результаты доказывают с практической точки зрения ухудшение показателей качества добытого угля, что вызывает необходимость разработки новых прогрессивных технических решений добычи чистого угля в очистных забоях с минимизацией выхода пород на дневную поверхность.

**Ключевые слова:** угольный пласт, добыча, эксплуатационная зольность, пустые породы, присечка пород, породы почвы, селективное извлечение угля.

## ABSTRACT

**Purpose.** Analysis of the mined coal quality indicators and tendencies of their changes in relation to the parameters of longwall operations in difficult mining and geological conditions of Western Donbas mines.

**Methodology.** To achieve this goal, statistical data of production and operational ash content in the Western Donbas mines were used. The data of mining and geological forecasts, indicators of working faces and modern mining technical parameters of coal seam development systems achieved in mines were used.

**Results.** A tendency has been established to increase production volumes and deteriorate indicators of average operational ash content and undercut value, which is due to an increase in the number of commissioning of thin coal seams (less than 1.0 m). The factors influencing the increase in the ash content of mined coal have been substantiated. The influence of the adopted technological scheme of seam extraction and the magnitude of the undercut on the formation of the operational ash content indicator has been investigated. It has been determined that in the geological conditions of the С<sub>9</sub>, С<sub>10</sub><sup>I</sup> and С<sub>11</sub> of Heroiv kosmosu mine, the transition of stope faces from gross to selective coal mining

will reduce the operational ash content to 22%, 14.8% and 19.3%, respectively, with a sequential seam development scheme.

**Original.** Trends in the change in the quality indicators of coal produced in the Western Donbas mines are analytically determined and substantiated. The analytical dependences of the change in the operational ash content of the mined coal on the adopted seam development scheme and the magnitude of the undercut in the developed seams of Heroiv kosmosu mine.

**Practical implication.** The results obtained prove, from a practical point of view, the deterioration of the quality indicators of mined coal, which necessitates the development of new progressive technical solutions for the extraction of clean coal in longwalls with minimization of rock outcrops to the day surface.

**Key words:** *coal seam, mining, production ash content, waste rock, rock cutting, bedrocks, selective coal extraction.*