

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.063.4

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.5/26>

Малашкевич Д.С.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Петльований М.В.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Сай К.С.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Козій Є.С.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

КІЛЬКІСНО-ЯКІСНА ОЦІНКА ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЇХ СЕЛЕКТИВНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ

Стаття присвячена необхідності проведення попередньої кількісно-якісної оцінки запасів вугільних пластів для обґрунтування доцільності застосування їх для селективного відпрацювання з розміщенням порід присікання у виробленому просторі. Висвітлено та поставлено проблему відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів (0,70 – 1,0 м) з необхідністю присікання вміщуючих порід, що призводить до погіршення якості видобутого вугілля та додаткових обсягів утворення відходів. Акцентовано увагу на відсутності на даний момент ефективних технологій відпрацювання тонких та надтонких вугільних пластів. Обґрунтовано вибір вугільної шахти «Самарська» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» як об'єкт дослідження раціоналізації застосування селективного виймання у зв'язку з високим рівнем зольності вугілля (47%). Надано кількісну характеристику розподілу запасів вугілля за геологічною потужністю пластів, що розробляються, та показниками материнської зольності. Виявлено, що вугілля більшості робочих пластів є малозольним (середні значення материнської зольності – від 6,2 до 9,0%), а експлуатаційна зольність у лавах, що відпрацьовуються, – у 3–5 разів більше материнської. Встановлено, що більше половини балансових запасів шахти (54,3%) знаходиться в пластах потужністю від 0,55 до 0,80 м, які неможливо відпрацьовувати традиційною технологією і технікою без присікання бічних порід, а також вимагаються додаткові витрати на транспорт і збагачення високозольного вугілля. Визначено, що в цих умовах потенційною областю застосування технології селективного виймання вугілля можуть стати вже розкриті й підготовлені пласти, в яких залягає понад 9 млн т вугілля. Отримано аналітичні залежності величини прогнозованої експлуатаційної зольності вугілля залежно від корисної потужності пластів та технології їх відпрацювання – традиційної валової та селективної. Рекомендовано для резерву підвищення ефективності й ресурсного потенціалу шахти «Самарська» запровадити реалізацію маловідходної технології селективного видобутку вугілля з пласта С₁, що дасть можливість вилучити з надр понад 6,0 млн т вугілля з показником зольності не більше 25%.

Ключові слова: вугільний пласт, балансові запаси, материнська зольність, експлуатаційна зольність, присікання порід, селективне виймання, залишення порід, очисний вибій.

Постановка проблеми. Останнім часом спостерігається світова тенденція до підвищення якості товарного вугілля, особливо у зв'язку з введенням у багатьох країнах жорстких екологічних норм для теплових електрогенерацій. Водночас, незважаючи на переваги виробництва

електроенергії з поновлюваних джерел, частка вугілля в глобальному енергетичному балансі залишається, як і раніше, значною – 26% [1–3] і, за словами експертів [4–6], буде займати цю ключову позицію протягом довгого періоду часу. На користь викопного вугілля впливає використання

в передових країнах нових теплових електростанцій з технологіями, що забезпечують практично нульові викиди вуглекислого газу, що вимагають для їх роботи вугілля високої якості [7–9]. Тому для споживачів енергетичного вугілля, в умовах мінімізації шкоди навколишньому середовищу, якісні показники вугілля, що видобувається, мають першорядне значення.

Серед багатьох різних показників якості вугілля, що істотно впливають на витрати виробництва та конкурентоспроможність вугільної продукції, є вміст золи у видобутій гірничій масі. Так, наприклад, за існуючої системи надбавок до ціни вугілля, за зниження зольності на 1% відпускна ціна видобутого вугілля в середньому збільшується на 2,5% [10]. З оцінкою цих даних у масштабах вугільної промисловості України зниження зольності вугілля на 1% призведе до збільшення вартості реалізованої продукції більш ніж на 65 млн доларів США на рік. При цьому отриманий додатковий дохід від збуту продукції може бути направлений на модернізацію вуглевидобувних та енергогенеруючих підприємств нашої країни.

Однак під час розроблення вугільних родовищ України якість вугілля, що видобувається, істотно знижується, зважаючи на постійне збільшення його експлуатаційної зольності. Ця негативна тенденція передусім викликана повсюдним залученням у розробку пластів, що відносяться за потужністю до категорії не лише тонких, але й вельми тонких (менше 0,71 м). Застосовувана при цьому очисна технологія і техніка не дозволяють розробляти такі пласти без попутного вилучення шару породи, що присікається, на величину, яка забезпечує необхідну для виймання потужність задля безпечної та безаварійної роботи механізованого комплексу в очисному вибої.

При цьому, як показує практика експлуатації механізованих комплексів у гірничо-геологічних умовах Західного Донбасу, мінімальна потужність у лавах, що виймається, повинна становити не менше 1,05 м. Ця величина забезпечує необхідний перетин у лаві для її провітрювання, дозволяє створити прийнятні умови праці робітників у очисному вибої та допускає необхідну піддатливість кріплення, що виключає його посадку на «жорстку базу». Водночас середня геологічна потужність пластів на шахтах даного регіону становить 0,81 м. Таким чином, середня величина присікання в очисних вибоях становить 0,24 м або 22,8% від потужності пласта, що виймається.

У результаті такої виробничої діяльності значно збільшується експлуатаційна зольність вугілля,

що сягає 42–45%, а на деяких шахтах – навіть 52% [11; 12]. Внаслідок валового виймання вугілля й порід, що присікаються, збільшуються експлуатаційні затрати на видобуток, транспортування та перероблення високозольного вугілля, забруднюється природне середовище поблизу шахт і збагачувальних фабрик відходами гірничого виробництва [13–15]. Зазначені фактори суттєво зменшують техніко-економічні показники функціонування гірничих підприємств.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У контексті цієї проблеми багатьма науковими школами по всьому світу ведуться роботи з розроблення «зелених» технологій видобутку вугілля, спрямованих на зменшення обсягів утворення відходів і виділення в атмосферу забруднюючих речовин та підвищення енергетичної якості вугільної продукції. Зокрема, низку публікацій останніх років присвячено поліпшенню якості вугілля, що видобувається, і зниженню його втрат [16; 17]. Роботи авторів [18–21] спрямовані на пошук більш досконалої технології очисних робіт. У роботах [22; 23] пропонується застосування процесів збагачення гірничої маси під землею. Особливо слід виділити низку робіт, спрямованих на створення прогресивних технологій селективного видобутку вугілля, що виключають засмічення вугілля породами присікання в процесі видобутку [24–26].

Для відпрацювання тонких вугільних пластів запропоновано нову прогресивну технологію селективного виймання вугілля з розміщенням порід присікання у виробленому просторі лави [27], яка є найбільш відповідною для умов розробки малопотужних пластів. Однак доцільність застосування селективної технології разом з обґрунтуванням її параметрів багато в чому залежить від якісних і кількісних характеристик запасів вугілля, що у свою чергу вимагає проведення додаткового вивчення та аналізу конкретних гірничо-геологічних умов вугільних шахт.

Постановка завдання. Селективна технологія виймання вугілля з розміщенням порід присікання у виробленому просторі лави дозволяє вирішити два найважливіших завдання гірничого виробництва: підвищення якості вугільної продукції та збільшення терміну служби шахт шляхом залучення запасів вугілля потужністю 0,55–0,80 м до відпрацювання, які раніше перебували в категорії позабалансових.

У даному дослідженні вирішується перше завдання – встановлення доцільної придатності вугільних пластів до селективного виймання з метою

підвищення якості вугілля, що видобувається. Як критерій оцінки прийняті основні кількісні та якісні характеристики родовища, що визначають можливість застосування технології на балансових шахтопластах, до яких відносяться такі: геологічна потужність пласта, його витриманість за площею поширення шахтного поля; зольність вугілля з урахуванням засмічення внутрішньопластовими породами та технологічними присіканнями; кількість запасів по пласту; фізико-механічні властивості порід покрівлі й підшви пласта; гірничотехнічні умови експлуатації родовища; інші особливості геологічної будови (аномалії), які зумовлюють потенційну небезпеку для ведення підземних гірничих робіт.

Як приклад для досліджень вибрано гірничо-геологічні умови шахти «Самарська» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля». Вибір шахти як об'єкта досліджень зумовлений високими показниками експлуатаційної зольності видобутого вугілля серед

10-ти шахт ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля». Рейтинговий ряд шахт Західного Донбасу за показником загальношахтної зольності видобутого вугілля станом на 2018 рік наведено на рисунку 1.

Далі оцінюються якісні та кількісні показники запасів вугілля й параметри видобутку по шахті, а саме: структура вугільних пластів, що мають промислове значення, їх запаси, материнська зольність, показники роботи діючих очисних вибоїв.

Мета статті – детальне вивчення досягнутих гірничотехнічних параметрів видобутку, якісних і кількісних показників запасів вугілля в шахтному полі шахти «Самарська» для оцінки їх придатності до технології селективного виймання вугілля із залишенням порід у виробленому просторі очисних вибоїв.

Виклад основного матеріалу дослідження. Прогресивна технологія селективного виймання вугілля з розміщенням порід присікання у виробленому просторі лави базується на використанні нових технологічних ланок у складі високопродуктивного механізованого комплексу. Технологія передбачає виймання вугільної пачки потужністю 0,55–0,80 м, подальше виймання порід підшви, що присікаються, величиною 0,40–0,65 м, доставку і розміщення останньої у виробленому просторі [27; 30]. На рисунку 2 зображена комп'ютерна модель візуалізації очисного вибою, обладнаного механізованим комплексом для селективної технології видобування вугілля.

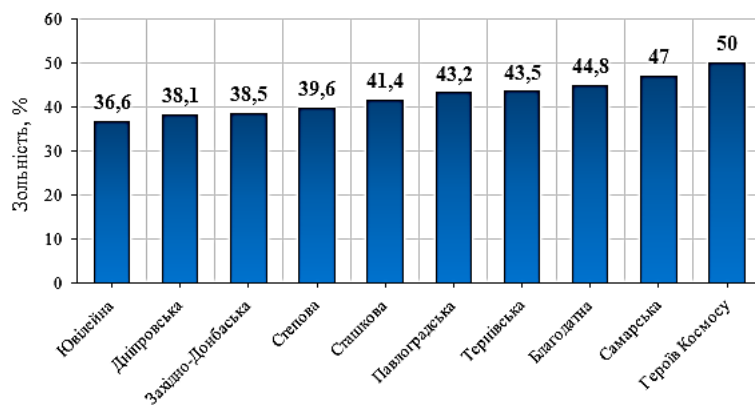


Рис. 1. Загальношахтна зольність вугілля, що видобувається на шахтах Західного Донбасу

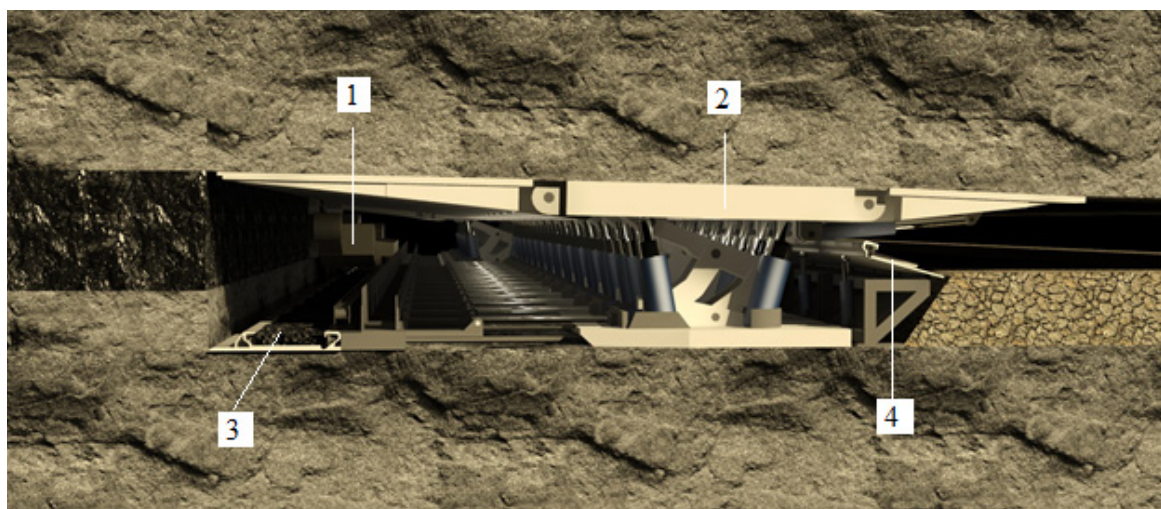


Рис. 2. Комп'ютерна модель візуалізації очисного вибою, обладнаного механізованим комплексом, для селективної технології видобутку вугілля: 1 – очисний комбайн; 2 – механізоване закладне кріплення; 3, 4 – горизонтально-замкнутий скребокний конвеєр, що включає вибійну та закладну гілки відповідно

Проведемо аналіз якісного та кількісного складу вугільних пластів, а також гірничотехнічних умов роботи шахти «Самарська». Балансові запаси поля шахти «Самарська» становлять 57%, а позабалансові – 43% від загальних запасів (115,2 млн т). Робоча потужність вугільних пластів варіюється в межах від 0,60 до 1,30 м. Промислові запаси вугілля в пластах потужністю менше 0,80 м становлять 18,2 млн т, із них у пластах: 0,50–0,59 м – 31,8%; 0,60–0,80 м – 39,3% (рис. 3.1, а). Промислове значення мають пласти C_6 , C_5 , C_4^2 , C_4^1 , C_4 і C_1 . Натепер шахтою розробляються пласти C_5 , C_4^2 і C_1 , в яких знаходиться до 32% усіх загальних промислових запасів.

Розподіл запасів вугілля по розроблювальним пластам виглядає таким чином:

- по пласту C_5 є близько 1,5 млн т вугілля, з яких більша частина (80%) зосереджена в межах площі з геологічною потужністю понад 0,8 м, інша частина запасів залягає в інтервалі потужностей 0,71–0,8 м (рис. 3.1, б);

- по пласту C_4^2 в межах площі шахтного поля знаходиться до 6 млн т вугілля, з яких 66,3% запасів – з потужністю більше 0,80 м (верхнє значення – 1,14 м). В інтервалах геологічних потужностей запаси розподіляються в таких відношеннях: 0,71–0,80 м – 4,8%; 0,60–0,70 м – 13,7%; 0,50–0,59 м – 15,2%. Відповідно, на площі поширення пласта з потужністю менше 0,80 м знаходиться близько 2 млн т вугілля (рис. 3.1, в);

- по пласту C_1 в межах шахтного поля розміщено 11,8 млн т, з них 37,9% – з переважною геологічною потужністю більше 0,80 м (верхнє значення – 1,05 м). Решта (62,1%) розподілені в таких відношеннях: 0,71–0,80 м – 2,9 млн т; 0,60–0,70 м – 2,5 млн т; 0,55–0,59 – 1,3 млн т; 0,50–0,55 – 0,4 млн т (рис. 3.1, г).

Вугілля пластів C_5 , C_4^2 , C_4^1 , C_4 відносяться до марки ДГ, пластів C_6 і C_1 – до марок ДГ + Г(Г1). Вугілля пластів C_5 , C_4^2 , C_4^1 , C_4 – малозольне (середнє значення A^d від 6,2 до 9,0%), C_1 – середньозольне (середнє значення 10,7%). Масова частка загальної сірки варіюється від 0,5 до 4,7%.

Пласт C_6 відносно витриманий, як за будовою, так і за потужністю, яка змінюється в межах 0,55–1,16 м (середнє значення – 0,77 м). Будова пласта в основному проста.

Пласт C_5 є одним з основних пластів промислового значення і залягає на 30 м нижче вугільного пласта C_6 . Глибина пласта варіюється в межах від 64 до 220 м. Пласт відносно витриманий, як за будовою, так і за потужністю, яка змінюється в межах 0,72–1,30 м (середнє значення – 0,94 м).

У деяких випадках пласт має складну будову, розділяється на дві пачки прошарком аргіліту потужністю 0,06–0,15 м. У покрівлі пласта залягають аргіліти, рідше – алевроліти, в підшві – алевроліти та аргіліти.

Пласт C_4^2 залягає на 10 м нижче пласта C_5 . На великій частині площі пласт повністю розмитий. Кондиційну потужність 0,64–1,10 м пласт зберігає у східній частині площі шахтного поля. На цій ділянці вугільний пласт відносно витриманий, як за будовою, так і за потужністю. В окремих випадках пласт має складну двошаркову будову і розділений прошарками аргілітів потужністю до 0,4 м. У покрівлі вугільного пласта залягає обводнений пісковик.

Пласт C_4^1 залягає на 14 м нижче пласта C_4^2 на глибині від 60 до 235 м. На всій площі шахтного поля переважає потужність 0,45–0,80 м (середнє значення – 0,52 м). Будова пласта проста, тільки в деяких випадках простежується пропласток вуглисто аргіліту потужністю до 0,25 м, який розділяє вугільну пачку на дві частини. У покрівлі пласта залягають в основному алевроліти, рідше – аргіліти і пісковики, в підшві – аргіліти, рідше – алевроліти.

Пласт C_4 залягає на 18 м нижче пласта C_4^1 на глибині від 62 до 280 м. Пласт відпрацьований практично на всій площі шахтного поля. Невідпрацьованими залишилися ділянки на сході, півдні й частково на півночі шахтного поля. Пласт має просту будову і повсюдне поширення з потужністю, яка змінюється в широких межах від 0,55 до 1,27 м. У покрівлі та підшві залягають в основному аргіліти, рідше – алевроліти.

Пласт C_1 залягає на 46 м нижче вугільного пласта C_4 і є одним з основних пластів промислового значення. Глибина залягання пласта змінюється в межах від 65 до 310 м. Потужність його коливається в межах 0,8–1,5 м (середня – 0,87 м) і витримується практично на всьому шахтному полі. Характерним для пласта є наявність у покрівлі потужного (до 28 м) водонасиченого пісковика, який ускладнює гідро- та гірничо-геологічні умови експлуатації родовища в разі залягання пісковика безпосередньо над пластом вугілля.

Вуглевмісні породи представлені чергуванням аргілітів, алевролітів, рідше – пісковиків. Середні значення меж міцності за одноосового стискання змінюються для аргілітів від 21,6 до 34,3 МПа, для алевролітів – від 25,2 до 41,4 МПа, для пісковиків – від 49,1 до 51,8 МПа.

Материнська зольність вугільних пластів, що мають промислове значення, змінюється в значних межах від 1,3 до 35,0%, становлячи

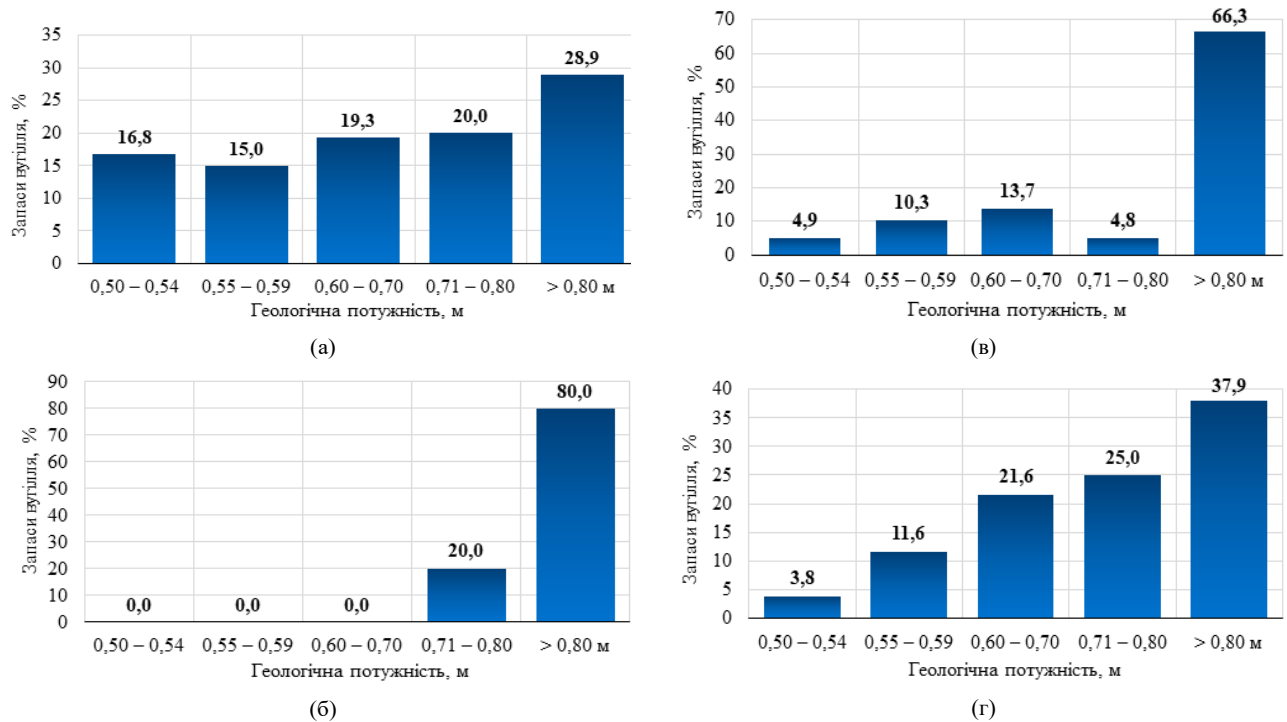


Рис. 3. Гістограма розподілу запасів вугілля шахти «Самарська» за потужністю: а – загальна кількість запасів; б – по пласту C_5 ; в – по пласту C_4^2 ; г – по пласту C_1

в середньому 6,2–10,7%. Експлуатаційна ж зольність пластів, що розробляються, коливається від 32,5 до 45,2%. Настільки висока експлуатаційна зольність пояснюється значною величиною присікання бічних порід, яка, наприклад, у разі відпрацювання пласта C_4^2 може сягати 0,35 м.

Нині видобувні дільниці шахти «Самарська» обладнані механізованими комплексами ІМКД-80, до складу яких входять очисні комбайни КА-200. Нижня межа потужності, що виймається, в лавах становить 1,05 м за середньої геологічної потужності пластів, що відпрацьовуються, – 0,81 м.

Наприклад, корисна потужність, що виймається, в межах виїмкової дільниці 178 лави пласта C_5 становить 0,89 м; 551 лави пласта C_4^2 – 0,86 м; 4204 лави пласта C_4^2 – 0,78 м. Середня зольність гірничої маси, що видавалась із лав, у 2018 році становила 39,1%, а загальношахтна – 47,0%. Фактичні виробничі показники роботи очисних вибоїв шахти «Самарська» представлені в таблиці 1.

Ускладнюючим фактором під час ведення очисних робіт (як результат – зниження продуктивності видобувних дільниць) є наявність у покрівлі водовмісних пластів. Так, у зонах з підвищеною тріщинуватістю в разі обвалення основної покрівлі не рідкісні випадки посадки на «жорстку базу» механізованих кріплень і збільшення водотоків в очисну виробку.

Виходячи з проведеного аналізу гірничо-геологічної та гірничо-технічної характеристик шахти, можна стверджувати, що умови експлуатації родовища є складними: наявність у надвугільній товщі слабких обводнених порід, розмокання та здимання порід підшви, підвищена тріщинуватість вуглевмісного масиву.

Вугілля пластів C_6 , C_5 , C_4^2 , C_4^1 малозольне (середні значення пластової зольності коливаються від 6,2 до 9,0%), вугільний пласт C_1 є середньозольним (середнє значення – 10,7%), при цьому експлуатаційна зольність у лавах пластів C_5 , C_4^2 , C_1 , що відпрацьовуються, в 3–5 разів більше материнської і може сягати 45,2% (4204 лави пласта C_1).

Обробка статистичної інформації показує, що більше половини промислових запасів шахти (54,3%) знаходиться в пластах потужністю від 0,55 до 0,80 м, які неможливо відпрацьовувати традиційною технологією і технікою без присікання бічних порід, а також вимагаються додаткові фінансові затрати на транспорт і збагачення високозольного вугілля. Відмова від розробки таких запасів істотно скоротить термін служби підприємства (за поточного рівня видобутку – на 11 років).

Таким чином, потенційною областю застосування технології селективного виймання вугілля можуть стати вже розкриті й підготовлені пласти C_5 , C_4^2 , C_1 , в яких залягає понад 9 млн т вугілля

на площі поширення з геологічною потужністю 0,55–0,80 м (рис. 4).

Розрахунки показують, що відпрацювання традиційною, валовою технологією пласта С₅ (за материнської зольності 6,2%) істотно погіршить показники якості вугілля, що видобувається. Так, прогнозна експлуатаційна зольність по пласту становить: 39,0% – за потужності пласта 0,80 м; 43,4% – за 0,75 м; 47,7% – за 0,70 м; 51,7% – за 0,65 м; 59,1% – за 0,60 м; 62,3% – за 0,55 м (рис. 5).

У разі валового відпрацювання пласта С₄² (за материнської зольності 7,3%) показники експлуатаційної зольності очікуються такими: 39,7% – за потужності пласта 0,80 м; 44,1% – за 0,75 м; 48,2% – за 0,70 м; 52,2% – за 0,65 м; 59,5% – за 0,60 м; 62,7% – за 0,55 м.

За валового відпрацювання пласта С₁ зольність видобутої гірничої маси змінюється в межах від 41,7 до 63,8% залежно від корисної потужності та величини порід, що присікаються.

Істотно знизити зольність можливо за селективного (роздільного) виймання вугілля порід, що присікаються. Технологія дозволяє у 2 рази знизити засмічення вугілля.

Так, за відпрацювання пласта С₅ очікувана експлуатаційна зольність вугілля становить 17,1% за потужності пласта 0,80 м; 18,5% – за 0,75 м; 19,3% – за 0,70 м; 19,3% – за 0,65 м; 20,2% – за 0,60 м; 21,2% – за 0,55 м. Під час відпрацювання пласта С₄² зольність вугілля, що видобувається, змінюється від 18,1 до 24,9% за потужностей від 0,80 до 0,55 м відповідно. За відпрацювання пласта С₁ експлуатаційна зольність вугілля не перевищить 24,9%.

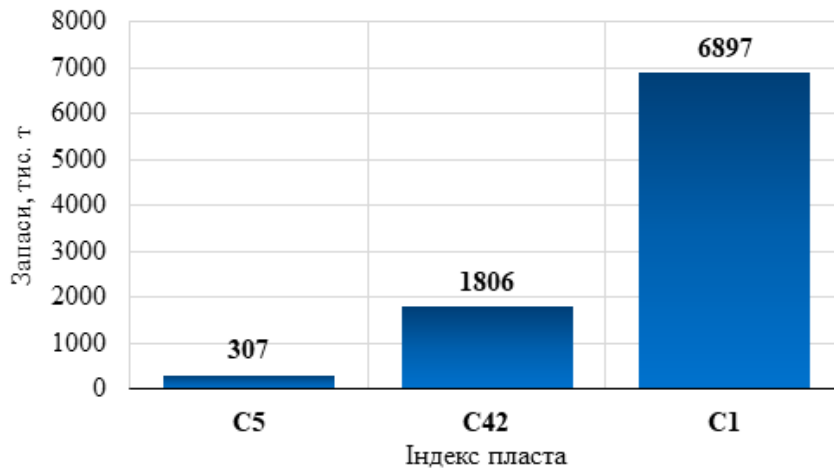


Рис. 4. Розподіл промислових запасів, потенційно придатних до відпрацювання селективною технологією

Таблиця 1

Виробничі показники роботи очисних вибоїв шахти «Самарська»

Лава	Пласт	Механізація (кріплення, комбайн, конвеєр)	Потужність пласта, м		Навантаження на лаву, т/добу	Зольність, %	Запаси виймкового стовпа, тис. т
			Геологічна	Що виймається			
176 лава	C ₁	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,89	1,05	2333	37,7	649,2
178 лава	C ₁	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,89	1,05	2476	33,5	612,1
547 лава	C ₅	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,88	1,05	2420	35,3	462,3
551 лава	C ₅	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,86	1,05	2168	36,7	353,5
555 лава	C ₅	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,85	1,05	2034	38,6	226,5
4201 лава	C ₄ ²	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,78	1,05	2416	45,8	353,2
4204 лава	C ₄ ²	КД-80, 1КА-200, СП-251	0,75	1,05	2150	46,2	337,7

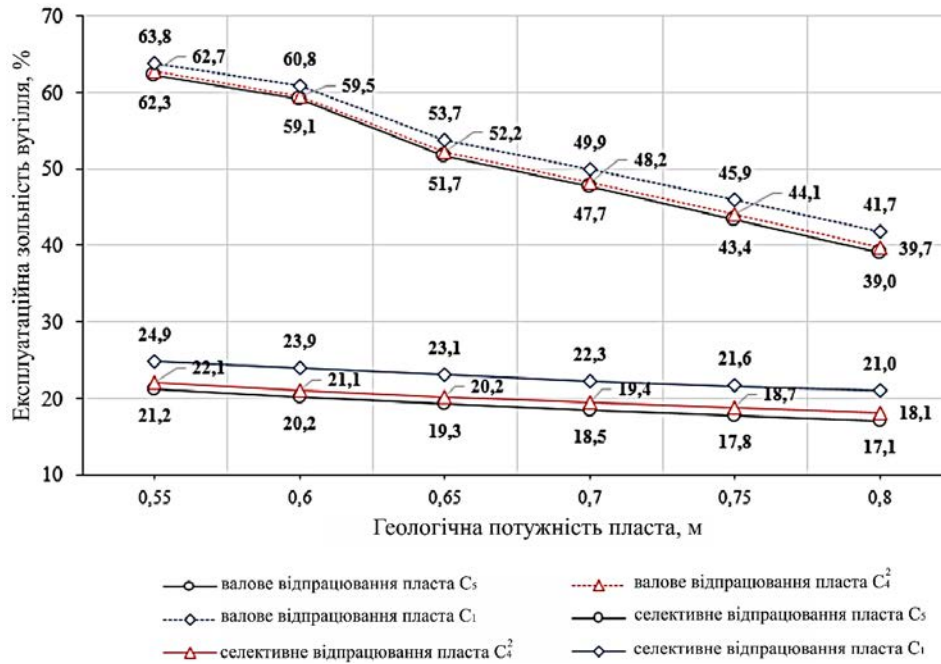


Рис. 5. Прогнозна зольність по пластах залежно від їх корисної потужності та технології відпрацювання

Висновки. Внаслідок проведеного дослідження встановлено, що істотним резервом підвищення ефективності та ресурсного потенціалу шахти «Самарська» є можливість реалізації маловідходної технології селективного видобутку вугілля із пласта C₁. Технологія надасть можливість вилу-

чити з надр понад 6 млн т вугілля із зольністю не більше 25%. Залишення попутно видобутої породи у виробленому просторі лави дозволить скоротити негативний прояв гірського тиску і знизить імовірність посадки механізованих комплексів на «жорстку базу» в умовах слабких обводнених порід.

Список літератури:

1. Coal Information. Paris : IEA, 2019. URL: <https://www.iea.org/reports/coal-information-2019>
2. Spencer D. BP Statistical Review of World Energy Statistical Review of World. *World Energy*. 2019. Vol. 68. P. 1–69.
3. Cornot-Gandolphe S. Status of global coal markets and major demand trends in key regions. Paris : French Institute of International Relation, 2019.
4. Wang Q., Song X., Liu Y. China's coal consumption in a globalizing world: Insights from multi-regional input-output and structural decomposition analysis. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 711. P. 134790. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134790>
5. Kamiński P.K., Kamiński J. Coal demand and environmental regulations: a case study of the polish power sector. *Energies*. 2020. Vol. 13. Is. 6. P. 1521. URL: <https://doi.org/10.3390/en13061521>
6. The globalization of the world coal market—contradictions and trends / Y. Sribna et al. *E3S Web of Conferences*. 2019. Vol. 123. P. 01044. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301044>
7. Wen Ling. Shenhua's evolution from coal producer to clean energy supplier. *Cornerstone Mag*. 2015. March 16.
8. Wiatros-Motyka M. An overview of HELE technology deployment in the coal power plant fleets of China, EU, Japan and USA. London : IEA Clean Coal Centre, 2016.
9. Wang S. Near-zero air pollutant emission technologies and applications for clean coal-fired power. *Engineering*. 2020. In Press, Corrected Proof. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.10.018>
10. Писаренко М.В. Горно-геометрическое обеспечение оценки подготовленности месторождения к освоению по показателю зольности угля. *Горная промышленность*. 2016. Том 1. Вып. 125. С. 62–64.
11. Snihur V., Malashkevych D., Vvedenska T. Tendencies of coal industry development in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2016. Vol. 10. Is. 2. P. 1–8. URL: <https://doi.org/10.15407/mining10.02.001>
12. Modern experience of low-coal seams underground mining in Ukraine / M.V Petlovanyi et al. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2018. Vol. 28. Is. 6. P. 917–923. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2018.05.014>

13. Петльований М.В., Гайдай О.А. Аналіз накопичення і систематизація породних відвалів вугільних шахт, перспективи їх розробки. *Геотехнічна механіка*. 2017. Вип. 136. С. 147–158.
14. Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine / M.V Petlovanyi et al. *Mining of Mineral Deposits*. 2019. Vol 13. Is. 1. P. 24–38. URL: <https://doi:10.33271/mining13.01.024>
15. Bini C., Maleci L., Wahsha M. Mine waste: assessment of environmental contamination and restoration. *Assessment, Restoration and Reclamation of Mining Influenced Soils*. 2017. P. 89–134. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809588-1.00004-9>
16. Ali Bahri Najafi, Golam Reza Saeedi, Mohammad Ali Ebrahimi Farsangi. Risk analysis and prediction of out-of-seam dilution in longwall mining. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2014. Vol. 70. P. 115–122. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2014.04.015>
17. Ermekov T.E., Issabek T.K., Issabekov E.T. Mining robotic complex with adaptive control software (MRCACS). *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2016. Is. 4. P. 23–30.
18. Косарев И.В. Инновационные направления в создании горно-шахтного оборудования, обеспечивающего повышение эффективности добычи угля. *Вестник Донецкого национального технического университета*. 2016. Вып. 6. С. 12–18.
19. Limits to economic viability of extraction of thin coal seams in Ukraine. Technical, technological and economical aspects of thin-seams coal mining / I. Pavlenko et al. *International Mining Forum*. 2007. P. 129–132. URL: <https://doi:10.1201/noe0415436700.ch16>
20. Kuzmenko O., Petlovanyi M. Substantiation the expediency of fine gridding of cementing material during backfill works. *Mining of Mineral Deposits*. 2015. Vol. 9. Is. 2. P. 183–190. URL: <https://doi:10.15407/mining09.02.183>
21. Surface subsidence prediction method of backfill-strip mining in coal mining X. Zhu et al. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. 2019. Vol. 78. Is. 8. P. 6235–6248. URL: <https://doi:10.1007/s10064-019-01485-3>
22. Соколов А.С., Потапов В.В. Технично-економічна ефективність технології підземного углеобогачення. *Горний журнал*. 2014. Вып. 1. С. 42–46.
23. Технологічні схеми управління якістю угля при підземній добычі по фрикційним характеристикам / В.В. Потапов. *Горний інформаційно-аналітичний бюлетень*. 2006. Вып. 5. С. 193–195.
24. Технологічна схема і обладнання для селективної добычі угля довгими очистними забоями / В.И Бондаренко и др. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2017. № 2. Вип. 41. С. 19–24.
25. Resource-saving technology of selective mining with gob backfilling / V. Byzylo et al. *New Developments in Mining Engineering*. 2015. P. 485–491. URL: <https://doi:10.1201/b19901-84>
26. Koshka O., Yavors'kyu A., Malashkevych D. Evaluation of surface subsidence during mining thin and very thin coal seams. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*. 2014. P. 229–233. URL: <https://doi:10.1201/b17547-41>
27. Бондаренко В.І., Малашкевич Д.С. Спосіб селективної виїмки корисних копалин із закладкою виробленого простору. Патент України №133713. Опубліковано 25.04.2019. Бюлетень № 8. 4 с.
28. Varabash M., Cherednichenko Y.Y. Transformation SHC “Pavlogradvugillia” in the world class coal-mining company – PJSC “DTEK Pavlogradvugillia.” *Mining of Mineral Deposits*. 2015. Vol. 9. Is. 1. P. 15–23. URL: <https://doi:10.15407/mining09.01.015>
29. Обработка тонких и весьма тонких пластов с оставлением пустых пород в шахте / А.Г. Кошка и др. *Геотехнічна механіка*. 2013. Вип. 110. С. 79–88.
30. On the question of rock leaving in worked-out area of coal mines / V. Bondarenko et al. *Mining of Mineral Deposits*. 2014. Vol. 8. Is. 1. P. 19–24. URL: <https://doi:10.15407/mining08.01.019>

Malashkevych D.S., Petlovanyi M.V., Sai K.S., Kozii Ye.S. QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ASSESSMENT OF COAL RESERVES AS AN IMPORTANT STAGE THEIR SELECTIVE MINING JUSTIFICATION

The need for a preliminary quantitative and qualitative assessment of coal seams to justify the feasibility of their use for selective mining with the placement cut rocks in the mined-out space is devoted in the article. The problem of mining thin and very thin coal seams (0.70–1.0 m) with cutting wall rocks, which leads to a deterioration the coal production quality and additional waste volumes generation is covered and posed. Emphasis is placed on the lack of effective mining technologies for thin and very thin coal seams. The choice of the Samarska coal mine PJSC “DTEK Pavlohradvuhillia” as an object of research on the rationalization the selective extraction application due to the high level of coal ash content (47%) is substantiated. The quantitative characteristic of coal reserves distribution by geological thickness of developed seams and

maternal ash content is given. The coal of most working seams is low-ash (average values of maternal ash content – 6.2 to 9.0%), and the operational ash content in the longwalls is 3 – 5 times higher than the maternal were found. More than half of the mine's balance reserves (54.3%) are in formations with a thickness of 0.55 to 0.80 m, which cannot be worked out by traditional technology and equipment without cutting side rocks, and require additional costs for transport and enrichment of high ash coal are established. The potential application area of selective coal mining technology is capable of being accessed and developed reserves that contain more than nine mln t of coal is determined for these conditions. Analytical dependences of the value of the predicted operational ash content of coal depending on the useful seam thickness and the technology of their development (traditional gross and selective) are obtained. The ash content indicators for the working seams depending on their useful ash content and mining technology (gross and selective) are predicted. It is recommended to introduce the implementation of low-waste technology of selective coal mining from C₁ seam for the reserve to increase the efficiency and resource potential of the Samarska mine, which will eliminate more than 6.0 mln t of coal with an ash content of not more than 25%.

Key words: rock formation, balance reserves, mother ash, exploitation ash content, rock cutting, selective mining, working face.