

ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ МЕТОДИЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ З ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗКРИТТЯ БУРОВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ

Проведен анализ вскрытия и подготовки к эксплуатации глубоких горизонтов буровугольных месторождений. На примере Ново-Дмитровского месторождения рассмотрены схемы вскрытия карьерного поля. Установлен критерий эффективности вскрытия глубокого обводненного буровугольного месторождения. Обоснованы основные методические положения по формированию системы вскрытия буровугольных месторождений.

Проведено аналіз способів розкриття та підготовки до експлуатації глибоких горизонтів буровугільних родовищ. На прикладі Ново-Дмитрівського родовища розглянуті схеми розкриття кар'єрного поля. Встановлено критерій ефективності розкриття глибокого обводненого буровугільного родовища. Обґрунтовані основні методичні положення з формування системи розкриття буровугільних родовищ.

The ways of mining and preparing for exploitation of deep horizons of lignite deposits are analyzed. On the example of Novo-Dmitrovsky deposit the schemes of mining career fields are considered. The criterion of the efficiency mining of deep watered deposit is set. The main methodical aspects for the sequence of formation system of opening lignite deposits are substantiated.

Вступ. Підготовка кар'єрного поля до експлуатації характеризується певною послідовністю й способом проведення спеціально призначених для цього гірничих виробок розкриття, що обумовлюють доступ кар'єрного транспорту з поверхні до покладу корисної копалини та подальшого його відпрацювання. Залежно від розташування покладів корисних копалин над рівнем земної поверхні, кутом їх залягання, продуктивності кар'єрів із добування гірничої маси, конструктивних особливостей і робочих параметрів виймально-транспортного устаткування та місця знаходження відвалів пустих порід приймаються певний тип виробок розкриття та технологія їх проведення. З метою подальшої експлуатації родовищ устаткування, що було задіяне для проведення виробок розкриття, доцільно ефективно використовувати також і у майбутньому до повного відпрацювання балансових запасів корисних копалин у межах кар'єрного поля.

У загальному випадку для нормального функціонування підприємства відповідно заданому технічним проектом режиму експлуатації родовища розкриття кар'єрного поля здійснюється гірничими виробками, які забезпечують транспортний доступ із земної поверхні до робочих горизонтів у кар'єрі з метою доставки порід розкриття на відвали, а корисної копалини – до пунктів приймання на поверхні. Проведення виробок розкриття починають з поверхні або із вже розкритого проміжного робочого горизонту й закінчують на позначці робочої площадки горизонту, що розкривається.

Актуальність теми. Відпрацювання родовищ з похилим, крутопохилим та крутим заляганням пластів, до яких належать глибокозалягаючі буровугільні поклади, ведеться з систематичним поглибленням дна кар'єрів. Досягнення кінцевої глибини здійснюється через значний проміжок часу від початку експлу-

атації кар'єру, який коливається від 10 – 15 до 40 – 60 і більше років. За таких умов виробки розкриття проводять поступово одна за одною відповідно до потрібного терміну введення до експлуатації чергового нижнього горизонту в кар'єрі. Як правило, в основний період експлуатації кар'єру породи розкриття складають у зовнішніх відвалах. Проте, залежно від потужності вміщуючих порід і пластів корисних копалин, при певних технологіях розробки з'являється можливість організації складування відходів виробництва також і у виробленому просторі [1].

Розкриття робочих горизонтів зазвичай виконується із застосуванням основного гірничотранспортного устаткування, що експлуатується в кар'єрі: виймально-навантажувального у сукупності із автомобільним, залізничним, конвеєрним або гідравлічним транспортом та їх комбінаціями між собою. Доступ до нижньої позначки горизонту, що розкривається, ведеться шляхом проведення виробок розкриття, кут нахилу та ширина по підосві яких регламентується типом рухомого складу кар'єрного транспорту, його габаритами, кількістю смуг руху в вантажному та порожняковому напрямках, проведенням допоміжних транспортних комунікацій для його обслуговування тощо. При цьому кут залягання родовища корисної копалини, потужність порід розкриття та відстань переміщення гірничої маси поверхнею поряд із її фізико-технічними характеристиками та встановленою продуктивністю кар'єру й витратами на придбання гірничотранспортного устаткування у процесі його експлуатації є основними для обґрунтування доцільних параметрів гірничотранспортної системи.

Якщо аналізувати умови розробки глибокозалягаючих покладів буровугільних родовищ над сольовими штоками, то розкриття й підготовка до експлуатації кар'єрного поля для них є актуальним складним завданням, від правильного вирішення якого суттєво залежать основні техніко-економічні показники кар'єру у процесі його експлуатації. У цьому зв'язку **метою роботи** є обґрунтування основних методичних положень з формування послідовності розкриття обводнених горизонтів глибоких буровугільних родовищ.

Викладення основного матеріалу. Досліди показують, що розкриття й підготовку буровугільних родовищ над сольовими штоками до експлуатації доцільно розглянути на прикладі Ново-Дмитрівського родовища, що розташоване в північно-західній частині Донбасу. Поклади родовища залягають на глибині до 360 м від денної поверхні. Розкриття його можливо проводити як у поперечному так і поздовжньому напрямках (рис. 1). При поперечному розкритті довжина фронту робіт на кожному із горизонтів змінюється від 2536 до 1260 м відповідно до зниження глибини кар'єру від 50 до 250 м. Для потужних роторних екскаваторів таке значення довжини фронту робіт недостатнє й не відповідає Нормам технологічного проектування. Крім того, висота кожного із уступів по 50 м для будівництва кар'єру з річною інтенсивністю по вийманню вугілля 9 млн т потребує експлуатації чотирьох екскаваторів типу СРС-6300, що не дозволяє повністю використовувати їх технічну продуктивність [2].

При поздовжньому напрямку розкриття уступів уздовж південно-західної границі кар'єрного поля довжина фронту для тих же глибин збільшується до 3460 – 2000 м. Це дозволяє більш продуктивно використовувати потужну виїмальну техніку в робочій зоні. При цьому з'являється можливість відпрацьовувати два уступи висотою по 50 м з навантаженням породи на один виїльний стрічковий конвеєр. На верхньому уступі порода від роторного екскаватора подається на стрічковий конвеєр через перевантажувач, на нижньому – через відвалоутворювач типу ОШР-10000/190 з верхнім навантаженням.

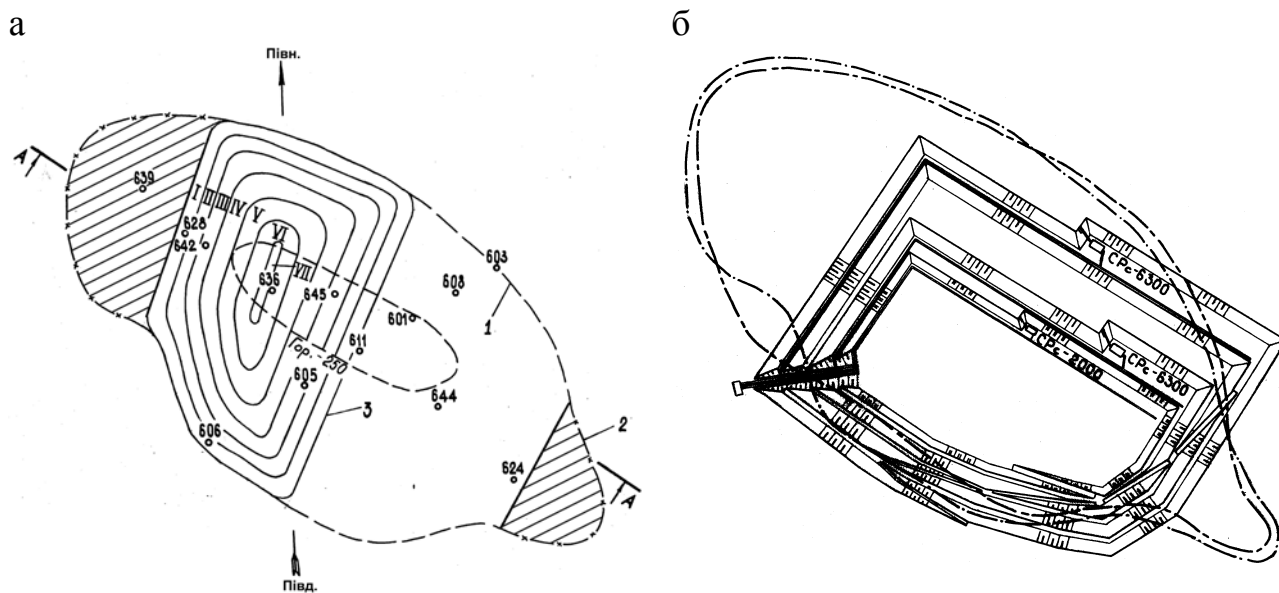


Рис. 1. План кар'єрного поля Ново-Дмитрівського родовища бурого вугілля: при поперечному (а) і поздовжньому напрямку розкриття (б): 1 – границя основної ділянки; 2 – перспективні границі кар'єру; 3 – контури проведення виробок розкриття при досягненні дна кар'єру; I – VII – робочі горизонти кар'єру

За пропозицією інституту УкрНДІпроект розкриття найбільш потужного Ново-Дмитрівського родовища запропоновано здійснити в південно-східній частині груповою траншеєю з переміщенням фронту гірничих робіт у південно-західному напрямку. При цьому траншеєю раціонально обладнати конвеєрним транспортом, розташувати в ній підйомний магістральний, на бермах – збірні, а на робочих площадках горизонтів – виїльні пересувні стрічкові конвеєри.

Слід відмітити, що жодна із запропонованих схем розкриття не враховує значного обводнення продуктивних горизонтів. У цьому зв'язку необхідне застосування нетрадиційних схем розкриття глибоких буровугільних родовищ із поєднанням процесів виїмання та одночасного осушення кар'єрного поля від підземних вод. Застосування засобів гідромеханізації при розкритті обводнених горизонтів дозволить вести підготовку кар'єру до експлуатації упродовж усієї глибини гірничих робіт проти 60 – 100 м – для автосамоскидів і 250 – 300 м – для залізничного транспорту.

Наведені вище схеми розкриття дозволили виділити наступні особливості експлуатації глибоких буровугільних кар'єрів України:

- значна кінцева глибина;
- поступове збільшення глибини гірничих робіт й кількості уступів, що розкриваються;
- мінливість обсягів вантажопотоків;
- необхідність переміщення гірничої маси за межі кар'єру;
- переважна наявність м'яких порід, що потрібно враховувати для забезпечення потрібної стійкості бортів;
- наявність суттєвого обводнення продуктивних горизонтів.

Такі родовища, як правило, розкриваються системою загальних або групових капітальних траншей внутрішнього або змішаного закладення. Параметри підготовки горизонту до експлуатації залежать від конструктивних особливостей виймально-навантажувального устаткування та виду кар'єрного транспорту

У загальному вигляді послідовність розкриття робочих горизонтів у кар'єрі виглядає наступним чином. Для проведення в'їзної й розрізної траншей на першому розкривному горизонті доцільно використовувати драглайн, наприклад, типу ЕШ-6/60 або зворотню лопату ЕГО-8 із навантаженням гірничої маси до автосамоскидів. Цими ж екскаваторами спочатку проходиться нагірна дренажна траншея (рис. 2), плануються площадки для монтажу стрічкових конвеєрів та роторних комплексів.

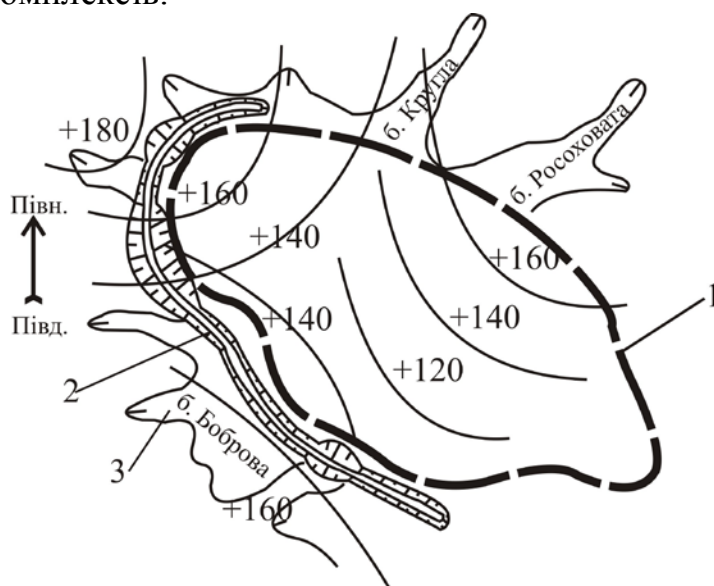


Рис. 2. Схема розташування водовідвідної траншеї на земній поверхні: 1 – контури кар'єрного поля; 2 – водовідвідна траншея; 3 – балки

Захист гірничих виробок від впливу зливових та талих вод здійснюється для запобігання затоплення виробленого простору кар'єру. Задля зниження їх обсягу прийнято рішення відгородити зону підпитки водоносних горизонтів шляхом проведення водовідвідної траншеї у напрямку із північного заходу на південний захід довжиною до 5 км, з якої самопливом буде проводитися відвід поверхневих вод за межі кар'єру.

Після підготовки початкових вибоїв поступово вводяться до експлуатації більш потужні драглайни типу ЕШ-20/90. Їх кількість залежить від обсягів виймання гірничої маси. При досягненні позначки глибини кар'єру –55 м та виявленні рівня підземних вод на дні нижньої із траншей встановлюється земснаряд, який поступово буде поглиблювати їх до проектної глибини й одночасно осушувати виробки розкриття. Надалі, після осушення вищележачих горизонтів, виконується рознос бортів кар'єру екскаваторами ЕШ-20/90 із навантаженням гірничої маси через бункер-перевантажувач до стрічкових конвеєрів. Розширення верхніх осушених горизонтів здійснюється потужними роторними комплексами СРС-6300 до встановлених границь кар'єрного поля.

Оскільки буровугільні родовища північно-західного Донбасу мають складні гідро- та гірничогеологічні умови розробки, для визначення критерію ефективності їх експлуатації слід встановити взаємозв'язок між факторами, що суттєво впливають на термін підготовки та порядок розкриття продуктивних горизонтів. Аналіз гідрогеологічної характеристики Ново-Дмитрівського родовища показав, що основним фактором, який відображає особливості розкриття глибоких буровугільних родовищ, є їх суттєва обводненість. Саме ця особливість передбачає розробку нетрадиційних способів осушення виробок розкриття під час поглиблення розрізної траншеї. Взаємозв'язок факторів і параметрів розкриття наведено на рис. 3.

Слід відмітити, що промислове значення на родовищі мають три вугільні горизонти. При досягненні підшви кожного із них можливо досягти певної виробничої потужності, при якій видобування бурого вугілля буде вважатись економічно вигідним. Вибір типу виймально-навантажувального устаткування та його нормативна продуктивність прямопропорційно впливають на швидкість осушення й темп поглиблення фронту гірничих робіт, що призводить до зменшення часу на розкриття й введення до експлуатації кожного із вугільних горизонтів.

Аналізуючи вищенаведені фактори, у якості основного критерію ефективності у дослідженнях прийнято мінімальний термін розкриття й підготовки до експлуатації обводнених горизонтів глибоких буровугільних родовищ із заданою виробничою потужністю. На підставі цього, для вибору осушувального устаткування необхідно виконати прогнозування притоків підземних вод при розкритті кожного із нижніх горизонтів.

Оскільки гірничо-будівельні роботи складаються з проведення капітальних і розрізних виробок, а також робіт із розносу уступів до меж, обумовлених контуром кар'єру на момент введення його в експлуатацію, сформульовані основні методичні положення, що дозволяють узагальнити послідовність формування системи виробок розкриття глибоких буровугільних родовищ. При цьому обсяг робіт з проведення капітальних і розрізних траншей, утворення робочих площадок і нормативних розкритих запасів корисної копалини, необхідне устаткування, послідовність і термін виконання цих робіт визначають розрахунками й фіксують у графіку будівництва кар'єру.



Рис. 3. Схема щодо визначення терміну ефективності розкриття родовища

Глибина й довжина розрізної траншеї, як правило, відповідають висоті й довжині підготовлюваного до розробки горизонту. Ширина основи розрізної траншеї визначається за умови нормального розташування на ній гірничого й

транспортного устаткування при вийманні порід у межах першої західки. Кут укосу її бортів у напрямку посування фронту робіт приймають рівним куту укосу робочих уступів відповідно до фізико-технічних характеристик розроблюваних порід. Якщо один із бортів розрізної траншеї є частиною неробочого борту кар'єру, то кут його укосу приймається рівним куту укосу неробочого уступу. Об'єм $V_{m.p}$ (м³) розрізної траншеї визначається за формулою

$$V_{m.p} = S_{m.p} \cdot l_{m.p}, \quad (1)$$

де $S_{m.p}$ – площа поперечного перерізу розрізної траншеї, м²; $l_{m.p}$ – довжина розрізної траншеї, м.

При розносі одного борту розрізної траншеї, що прийнятне для умов Ново-Дмитрівського родовища (траншея розташовується по одному із контурів кар'єру), площа її поперечного перерізу $S_{m.po}$ (м²) визначається за формулою

$$S_{m.po} = 0,5H \left[2b_{m.p} + H_{m.p} \left(\operatorname{ctg} \alpha_p + \operatorname{ctg} \alpha_n \right) \right], \quad (2)$$

де $H_{m.p}$ – глибина розрізної траншеї, м; $b_{m.p}$ – ширина підшви розрізної траншеї, м; α_p, α_n – відповідно кут укосу робочого й неробочого бортів розрізної траншеї, град.

Слід відзначити, що конструктивні особливості схем проведення виробок розкриття передбачають подальше відпрацювання гірських порід у межах кар'єрного поля із застосуванням того ж самого устаткування, яке обумовлює використання оптимальної саме для нього технології й організації гірничотранспортних робіт. Оскільки фізико-технічні якості порід розкриття й корисних копалин та глибина їх відпрацювання доволі різноманітні, то визначення параметрів проведення виробок розкриття й подальшої розробки родовища слід вирішувати сумісно із обґрунтуванням доцільної у цілому системи гірничотранспортних робіт.

Так, для Ново-Дмитрівського родовища, розкриття кар'єрного поля та його підготовку доцільно вести тим же устаткуванням, що й у основний період експлуатації. При цьому для проведення нагірної канами та в'їзної траншеї слід використовувати драглайн ЕШ-6/60, що надалі буде застосовуватись для виконання допоміжних операцій у кар'єрі. Система вибійних стрічкових конвеєрів складається із трьох-чотирьох послідовно з'єднаних конвеєрних ставів.

У першу чергу доставляють і наладжують екскаватори ЕШ-6/60, ЕШ-20/90 №1 і №2, СРС-6300№1, а також відповідні їм конвеєри та відвалоутворювачі. Потім, для підвищення мобільності роботи комплексу СРС-6300№1 уводять у дію перевантажувач ПГ-5000/60 №1. Слід відмітити, що для поглиблення розрізної траншеї драглайнами ЕШ-20/90 №1 і №2 необхідно забезпечити посування фронту гірничих робіт при почерговому відпрацюванні відповідних західок. При досягненні позначок +65 – +5 м уводяться у дію два земснаряди та 2 гідромонітори, які збираються за час відпрацювання західок драглайнами на верхніх уступах. Загальний взаємозв'язок роботи гірничотранспортного устаткування у період будівництва кар'єру та почерговість їх уведення до експлуатації показані на рис. 4.

Порядок розрахунку обсягів виймально-навантажувальних робіт виконувався згідно заданих параметрів зон розкриття обводненого родовища з урахуванням стійкості багатощарових уступів. Нормативна продуктивність устаткування прийнята згідно теоретичним розрахункам та корегуванням отриманих практичних досліджень роботи аналогічних екскаваторів в умовах діючих кар'єрів з м'якими породами розкриття. Тривалість монтажних робіт відповідає встановленим нормам.

При розкритті Складного й Основного вугільних горизонтів шляхом відпрацювання відповідних західок, порядок виконання гірничобудівних робіт аналогічний вищевказаному. Земснаряди разом з гідромоніторами ведуть поступове поглиблення розрізної траншеї до проектної глибини кар'єру, одночасно осушуючи кар'єрне поле від підземних вод. Загальна кількість задіяних у роботі драглайнів досягає 10 одиниць. При цьому у певний час виникає можливість утворення внутрішніх відвалів порід розкриття відвалоутворювачами, що працюють у комплексі із драглайнами та роторними екскаваторами.

Оскільки точний час початку робіт не встановлено, тривалість їх виконання представлена у відносному вигляді шляхом сумування тривалості окремих операцій на критичному шляху (див. рис.4). Резерв часу при цьому залежить від роботи, що виконується та досягає максимуму при ув'язуванні основних і допоміжних гірничобудівних операцій. Досягнення Верхнього, Складного та Основного вугільних горизонтів відповідає на графіку 55, 122 та 203 подіям, яким передують роботи із поглиблення траншеї земснарядами 500-60 МН №1 і №2 та заукіски уступів гідромоніторами КУГУ-350. Саме експлуатація цього устаткування лежить на критичному шляху й прямопропорційно впливає на зменшення часу розкриття кожного із буровугільних горизонтів.

Аналіз сітьового графіку будівництва Ново-Дмитрівського показує, що на критичному шляху також розташовані роботи з доставки роторного екскаватора СРС-6300№1, доставка і монтаж відвалоутворювача ОШР-1000/190№1, перевантажувача ПГ-5000/60№1, стрічкових конвеєрів для комплексу СРС-6300№1 та почергове відпрацювання західок на верхньому розкриттєвому горизонті довжиною 2400 м. При нормативній продуктивності роторного екскаватора СРС-6300 128,4 тис. м³/добу, час на відпрацювання західки становить 101 добу. Початковий загальний час робіт на критичному шляху склав біля 20 років, що не відповідає необхідному терміну розкриття та підготовки кар'єру до експлуатації. Тому для скорочення цього терміну запропоновано доставку й монтаж устаткування для роботи комплексу СРС-6300№1 проводити паралельно, а не послідовно, як у початковому варіанті. При цьому найбільш ефективним способом швидшого досягнення проектної глибини кар'єру буде ув'язування у часі відпрацювання відповідних західок роторними комплексами, потужними драглайнами та земснарядами. Комплекс таких паралельних дій призведе до поетапного освоєння виробничої потужності Ново-Дмитрівського родовища.

Висновки. На основі наведеного сформульовані основні методичні положення з формування раціональної системи розкриття обводнених горизонтів буровугільних родовищ:

– надходження підземних вод до виробок розкриття у надвеликих обсягах перешкоджає застосуванню їх розкриття традиційними способами, що призводить до невизначеності порядку формування раціональних зон розкриття буровугільного родовища до кінцевої глибини;

– інтенсивність розвитку депресійної воронки у межах границь розкриття є визначальною при встановленні стійких параметрів уступів й обумовлює вибір виймально-навантажувального і транспортного устаткування для забезпечення мінімального терміну розкриття обводнених горизонтів;

– збільшення обсягів виймання гірничої маси в умовах інтенсивного темпу поглиблення гірничих робіт при формування раціональної системи розкриття обводнених горизонтів досягається шляхом поєднання процесів осушення зони розкриття та посування її верхньої частини уступами підвищеної висоти.

Список літератури

1. Томаков П.И. Технология, механизация и организация открытых горных работ / П.И. Томаков, И.К. Наумов. – М.: МГИ, 1992. – 464 с.
2. Шустов А.А. Технологические схемы отработки мягких обводненных пород на мульдообразных буровугельных месторождениях / А.А. Шустов, А.Ю. Дриженко // Перспектива развития Прокопьевско-Киселевского угольного района как составная часть комплексного инновационного плана моногородов: междунар. науч.-практ. конф., 30 марта 2011 г.: тезисы докл. – Прокопьевск, 2011. – С. 217 – 219.
3. Дриженко А.Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы: моногр. / А.Ю. Дриженко. – Д-ск.: НГУ, 2011. – 542 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Дриженком А.Ю.
Надійшла до редакції 11.12.2014*