

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗРОБКИ ОБВОДНЕНИХ ПОРІД РОЗКРИВУ В УМОВАХ БУРОВУГІЛЬНИХ КАР'ЄРІВ

Приведены физико-механические характеристики пород вскрыши Ново-Дмитровского месторождения бурых углей. Обоснованы устойчивая высота уступов, сложенных разнотипными породами и технология отработки их драглайном ЭШ-20/90

Наведені фізико-механічні характеристики порід розкриву Ново-Дмитрівського родовища бурого вугілля. Обґрунтовані стійка висота уступів, складених різнотипними породами і технологія відробки їх драглайном ЕШ-20/90

Physico-mechanical descriptions of breeds stripping of a Novo-Dmitrovsky deposit of brown coals are resulted. Steady height of ledges, built polytypic breeds and technology of working off their dragline of ESH-20/90 are proved

У сучасних умовах реформування економіки України промислове освоєння нових родовищ енергетичної сировини здобуває важливе значення. Нарощування паливно-енергетичного комплексу країни в найближчі десятиліття може здійснюватися переважно за рахунок відкритої розробки й промислового освоєння нових буровугільних родовищ. Після ліквідації ДХК "Олександріявугілля" і основних її структурних підрозділів особливу актуальність здобуває експлуатація одного з найбільш потужних великих – Ново-Дмитрівського родовища бурого вугілля, що розташоване у північно-західній частині Донецького басейну і є новим для України генетичним типом буровугільних родовищ. Гірничо-геологічні умови розробки Ново-Дмитрівського родовища складні. Вони визначаються великою глибиною залягання вугільних шарів, падінням їх на крилах мульди до $14 - 25^\circ$, зниженням потужності покладу на периферії до 2 – 5 м. Родовище є перспективним для розробки відкритим способом. Середній промисловий коефіцієнт розкриву складе $4 \text{ м}^3/\text{т}$, але на першому етапі розробки його величина буде досягати $10 \text{ м}^3/\text{т}$.

Мульдopodobна форма вугільних покладів визначила овальну форму кар'єрного поля Ново-Дмитрівського родовища по поверхні. На замикаючих його ділянках по простяганню вугільні шари виклинцюються. У цьому зв'язку до розрахунку запасів вугілля приймаються шари потужністю більше 2 м. Граничні кути укосів робочих бортів при поглибленні від 50 до 375 м знижуються в межах від 32 до 14° . Кути ж укосів неробочих бортів збігаються з кутом падіння вугільних покладів і витримуються у межах $25 - 15^\circ$. Відповідно до прийнятих положень довжина кар'єрного поля по поверхні становить 5250 м, ширина в центральній частині - 2700 м [1].

Поклади бурого вугілля представлені 5 продуктивними горизонтами (знизу доверху) – I, II, III (Основний), IV (Складний) і V (Верхній). Сумарна їх потужність у центральній частині родовища становить 155 – 157 м, знижуючись до периферії до 8 – 10 м. Найбільший промисловий інтерес представляють 2 горизонти: III – Основний та IV – Складний. Потужність III горизонту змінюється

від 2,0 до 73,8 м, будова родовища проста. До бортів кар'єрного поля потужність його плавно зменшується і під кутом 8...12⁰ виклинцюється повністю. Четвертий горизонт має складну будову і складається з 2 – 3 вугільних пачок. Максимальна потужність 36,6 м. П'ятий вугільний горизонт представлений двома пачками із загальною максимальною потужністю 8,2 м.

Особливість геологічної будови родовища полягає в чергуванні водонасичених і водотривких порід по глибині залягання, що дозволяє виділити наступні водоносні комплекси і горизонти: четвертинних і пліоценових, берексько-полтавських і харківських відкладень; київських пісків і київських піщаників; бучакських відкладень; палеозойських порід. Живлення **водоносного горизонту четвертинних і пліоценових** відкладень здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів через товщу льосовидних суглинків і, частково, за рахунок підземного стоку з вододілів. Водоносний горизонт підстиляється монтморілонітовими глинами, що мають у межах мульди суцільне поширення і потужність від 3 до 6 м. Таким чином, породи на родовищі досить обводнених і вимагають особливі заходів щодо осушення при відкритій розробці.

Необхідно враховувати, що екскавація порід виймально-навантажувальними машинами впливає на стійкість укосів уступів й оцінюється двома факторами: формою укосу в результаті екскавації і величиною привантаження уступу, що викликається масою екскаватора, а також підживленням води з вище розташованих водоносних горизонтів. Гірські породи родовища відносяться до слабких (глинистих) і у своїй структурі досить різноманітні. Згідно вони відносяться до другої групи, мають схильність до пластичних деформацій, зсувам й обваленням в укосах. Вихідними даними для розрахунку кутів укосів уступів і бортів кар'єру в цілому послужили геологічні звіти по дослідженню родовища.

Основні шари, порід розкриття у геологічному перерізі зверху вниз **представлені** суглинками (четвертинні відкладення), у яких глинисті прошарки затримують воду, що просочується у дощові періоди, і будуть утворювати сприятливі умови для оповзання укосів. **Супісі** (пліоценові відкладення) мають обмежене поширення, залягають у вигляді лінз у верхній частині родовища. Нижче залягають глини **піщані** різнокольорові із прошарками піску й друзами гіпсу, а також **монтморілонітові**, по гранулометричному складу піщанисті, піщані й сильно піщані, місцями пилюваті; **піски глинисті** по гранулометричному складу дрібнозернисті, глинисті, пилюваті й, найчастіше, неоднорідні; **глини вуглисті**. **Піски** залежно від вмісту вуглистого матеріалу: кварцові, на контактах з вугіллям частіше вуглисті, з малопотужними прошарками глинистих пісків і піщаних глин. **Глини опоковидні** із прошарками вуглистих глин і вапняків, з вуглефікованим детритом по нашаруванню, гідрослюдисті. **Діатоміти**: складаються із дрібних, слабо й міцно зцементованих часток, зустрічаються різновиди пухкі, міцність яких трохи вище міцності опоковидних глин, і міцні, схожі на породи напівскельного типу.

В зв'язку з похилим падінням крил вугільних шарів на уступах кар'єру будуть розміщені як вугільні, так і розкриті вибої. При невеликій потужності

верхній уступ може спрацьовуватися повністю по висоті у межах одного шару. У той же час вибої по потужним вугільним шарам розподіляються по суміжним 3 – 5 уступам з різною їхньою висотою. У цьому зв'язку при плануванні видобувних робіт повинно передбачатися роздільне виймання вугілля й порід розкриву в одному вибої.

Оскільки основні фізико-механічні показники взяті по геологорозвідувальним свердловинам, виконані попередні розрахунки безпечного стану уступів в умовах відкритої розробки родовища, які засновані на розрахунку коефіцієнта запасу стійкості й на граничній рівновазі сил, що зрушують й утримують породу у межах призми можливого обвалення. При несприятливому впливі різних природних факторів уступ, що складається з декількох шарів порід, може переходити в нерівновагомий стан і зменшувати свою стійкість на контакті між ними. Основними причинами, які приводять до виникнення зсувів і порушення цілісності масиву, є:

- формування кута укосу уступу зі значенням більше стійкого, а також підробка основи його схилу;
- вплив маси зовнішніх навантажень на масив уступу;
- зміна фізико-механічних властивостей і характеристик окремих шарів порід в уступі або гірському масиві при впливі на них води.

Для умов порід Ново-Дмитрівського родовища виконаний розрахунок стійкості уступів, що складаються з декількох шарів без урахування розміщення на площадках гірничого устаткування. Розглянуто наступні породи: суглинки, глини піщані, монтморилонітові, вуглисті, опоковидні, вугілля, діатоміти, піски. Розрахунки виконані з урахуванням капілярного зволоження в природному стані й при введенні в розрахунки коефіцієнта запасу стійкості [3]. По рекомендаціях ВІОГЕМ при виконанні розрахунку стійкості в глинистих породах вводиться коефіцієнт запасу стійкості $K_{зу}$ рівний 2,07.

Найбільші об'єми порід розкриву в границях кар'єру припадають на монтморилонітові глини. Ця група слабких, глинистих порід є найбільш різноманітною і має схильність до пластичних деформацій у гірничих виробітках. Вони являють собою темно-сірі і сірі, переважно монтморилонітового складу, з малопотужними прошарками вуглисті глини, вугілля, слабкі мергелі та мергелеподібні вапняки. Крім цього, суглинки, глини піщані, опоковидні і вуглисті, що також піддані пластичним деформаціям.

Для розрахунків коефіцієнту стійкості укосів уступів прийняте припущення про плоску деформацію, коли поверхня ковзання – циліндрична з утворюючими, що паралельні поверхні схилу, а завдання зводиться до пошуку критичною напрямку, названого лінією ковзання. Такий підхід заснований на припущенні, що просторовість не впливає на величину коефіцієнта запасу стійкості. У розрахунках використовуються різні форми лінії ковзання, в основному дугоподібні. Однак для неоднорідних укосів, таких як на Ново-Дмитрівському родовищі зі складною гідрогеологічною обстановкою, обмеження на вибір поверхні ковзання повинні бути мінімальними. В основі алгоритму розрахунку лежить методика, запропонована в роботі [4] та інших і заснована на методі змінного ступеня мобілізації опору зрушенню шляхом апроксимації геометрії

укошу за допомогою безперервних кусочно-ламаних ліній в окремих відсіках.

Приклад результатів розрахунку виконаний для уступу «глина опоковидна – діатоміти – глина опоковидна», фізико-механічні властивості яких наведені в таблиці. Основні фізико-механічні властивості порід для розрахунків прийняті відповідно до природних умов. По отриманому укошу і ймовірній лінії ковзання коефіцієнт запасу стійкості становить для природних умов – 1,068.

З рис. 1 видно, що поверхня ковзання відносно круглоциліндрична, однак при виконанні розрахунків, пов'язаних із діатомітами, розташованими у вигляді прошарку між глинами, поверхня ковзання по них у профілі виявилася майже вертикальною. Досліджено найнебезпечніші контакти шарів по глибині розробки в природному стані з урахуванням коефіцієнта запасу стійкості. Можливі варіанти контактних шарів розраховані до глибини 150 м. Положення окремих шарів по висоті на оголенні укошу в розрахунках різне. При введенні у фізико-механічні параметри шарів показника K_{3y} коефіцієнт стійкості знижується в 2 – 3 рази.

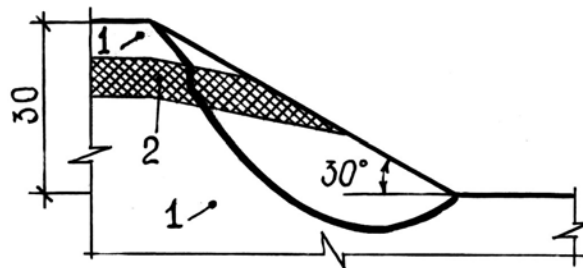


Рис. 1. Схема укошу й можливої лінії ковзання для діатомітів (середній шар) і глин опоковидних при розробці уступів висотою 30 м: 1 - глина опоковидна; 2 - діатоміти

Мульдopodobна будова родовища приводить до того, що вибій екскаватора, який складений по висоті з декількох шарів, у міру посування фронту робіт характеризується зміною їх як по висоті розташування, так і по потужності. Для уступу висотою 30 м з кутом укошу 30° , що складається із шарів глин піщаних і монтморілонітових по висоті h_c щодо нижньої брівки уступу, показані розрахункові значення коефіцієнта стійкості (рис. 2 і 3). Кут падіння шару для розрахунку прийнятий 4° . З урахуванням того, що монтморілонітові глини є водопідпором, а глини піщані на контактні шарів можуть пропускати воду, установлені значення коефіцієнта стійкості при обводненому верхньому шарі. Зменшення потужності обводненого верхнього шару глин піщаних веде до збільшення стійкості загального масиву гірських порід при розташуванні контакту шарів на висоті 6 м від нижньої брівки уступу (див. рис. 3).

Відомо, що підвищення стійкості уступів здійснюється, як правило, шляхом зменшення кута укошу уступу і його висоти, зниження рівня води на підтоплюєній основі або обмеження доступу води до гірничих виробок, зниження впливу маси працюючого устаткування, привантаження укосів зсувних ділянок упорними призмами тощо. Тому для безпечної роботи виймально-навантажувального устаткування в умовах підтоплюємих уступів варто орієнтуватися на застосування потужних драглайнів.

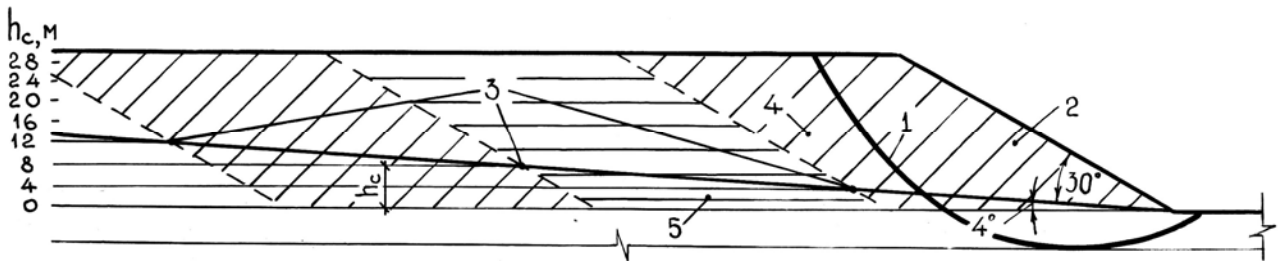


Рис. 2. Схема зрушення укосу уступу для глинистих порід: 1 - лінія ковзання; 2 - укіс уступу; 3 - крапки контакту шарів на укосі по ходу посування фронту робіт; 4 - глини піщані (верхній шар); 5 - монтморилонитові глини (нижній шар)

При підтопленні нижньої площадки уступів кар'єру драглайни виявляються у більше надійному стані у порівнянні з іншими екскаваторами. Так, для потужних драглайнів питоме навантаження на ґрунт становить 0,1 – 0,18, тоді як для роторних екскаваторів 0,1 – 0,22; гідравлічних 0,14 – 0,22 і кар'єрних мехлопат 0,2 – 0,33 МПа. Крім того, драглайни при роботі розташовані на верхній площадці уступу й мають радіус копання до 100 м.

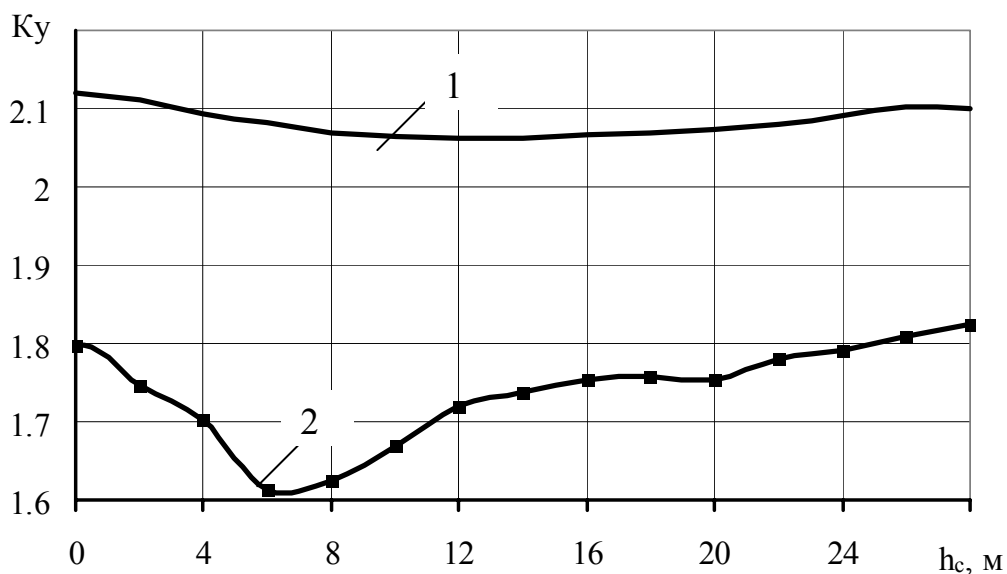


Рис. 3. Графіки зміни коефіцієнта стійкості укосу уступу K_y при зміні висоти контакту шарів h_c (м) глинистих порід щодо нижньої брівки уступу в природних умовах і при обводнюванні верхнього шару: 1 – істотний необводнений стан; 2 – обводнений верхній шар

Так, наприклад, схемою відпрацювання розглядаємих типів уступів передбачається робота драглайна ЕШ-20/90 як верхнім, так і нижнім черпанням з навантаженням у пересувний бункер. Транспортування порід на поверхні, здійснюється стрічковими конвеєрами. Гірнична маса через завантажувальний бункер перевантажується на вибійний конвеєр, після чого направляється на телескопічний і по ньому до магістральних похилих конвеєрів, які видають розкриття або корисну копалину по двом транспортним лініям на поверхню.

Таблиця 1

Значення коефіцієнта стійкості K_y для уступів висотою 30 м, складених різними шарами порід

Кількість шарів (униз). Тип порід	Потужність шару, м/ кут нахилу шару, град.	Кут внутрішнього тертя, град	Питоме зчеплення, т/м ²	Питома вага, т/м ³	Глибина від поверхні, м	Коефіцієнт стійкості	
						У природному стані	У природному стані з урахуванням K_{zu}
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1. Суглинки 2. Монтморилонітові глини	10/5 20/5	6 8	9,9 11,5	1,97 1,74	30	1,932	0,714
1. Глини піщані 2. Монтморилонітові глини	20/4 10/4	14 8	14,6 11,5	2,02 1,74	30	2,064	0,739
1. Монтморилонітові глини 2. Діатоміти	25/9 5/9	8 32	11,5 12	1,74 1,42	60	3,051	1,906
1. Монтморилонітові глини 2. Вугілля (складний горизонт) 3. Монтморилонітові глини	10/9 10/9 10/9	6 31 8	9,9 35 11,5	1,97 1,19 1,74	60	3,406	0,724
1. Глини опоковидні 2. Діатоміти 3. Глини опоко видні	11/11 8/11 11/11	17,5 32 17,5	12,5 12 12,5	1,37 1,42 1,37	90	1,068	0,015
1. Глини опоко видні		17,5	12,5	1,37	90	3,629	1,189
1. Монтморилонітові глини 2. Діатоміти 3. Монтморилонітові глини	10/11 10/11 10/11	8 32 8	11,5 12 11,5	1,74 1,42 1,74	90	0,881	0,361
1. Діатоміти 2. Глини опоковидні 3. Вугілля (основний горизонт)	8/11 10/11 12/11	32 17,5 31	12 12,5 35	1,42 1,37 1,19	120	4,304	3,986
1. Вугілля 2. Піски	15/19 15/19	31 30	35 1,6	1,19 1,92	150	2,694	1,628

Одним драглайном ЕШ-20/90 спрацьовується уступ висотою 40 – 45 м. Нижнім черпанням глибина виймання становить 30 м, верхнім – від 10 до 15 м. Екскаватор човночно рухається уздовж вибою з верхнім (уперед) і нижнім (назад) черпанням. Перехід від верхнього підступу до нижнього здійснюється у районі важкого приводу вибійного конвеєра. Після відпрацьовування чергової частини західки здійснюється пересувка секції вибійного конвеєра, довжина якої становить 300 або 500 м, у напрямку переміщення фронту гірничих робіт і нарощування телескопічного конвеєра на довжину, рівну кроку пересувки вибійної лінії. На приймальному пункті здійснюється перевантаження гірничої маси з телескопічного конвеєра на магістральні підйомні залежно від типу породи.

У процесі відкритої розробки варто передбачати здійснення заходів щодо зниження водопритоків в кар'єр, виконувати роботи і зниження рівня напірних вод. Першочерговим заходом щодо осушення гірського масиву є проведення по периметру кар'єру водознижуючих свердловин, обладнаних глибинними насосами. Визначення кроку проходки свердловин, їхньої глибини й потужності насосів виконують по відомим методикам. На додаток до вертикальних у нижніх брівках верхніх підступів проходять горизонтальні водознижуючі свердловини, а у нижніх (основних) підступів - дренажні канали. У міру посування вибою екскаватор формує водовідвідну канаву уздовж основи укосу підступу. При переміщенні фронту гірських робіт канава засипається бульдозером і по її поверхні переміщують забійний конвеєр.

Геологічна будова Ново-Дмитрівського родовища, а також наявність водонасичених і водотривких порід по глибині залягання буровугільних горизонтів вимагають виконання певних умов для забезпечення безпечної роботи потужного устаткування. Наведені вище гірничотехнічні дані повністю відповідають умовам експлуатації драглайнів на підтоплюємих уступах. При виконанні заходів щодо зниження рівня підземних вод стійкість масиву збільшується й за рахунок цього при відпрацьовуванні підступів, що складаються зі слабких однорідних порід або складених з декількох їхніх шарів, можливо домогтися підвищення безпеки виконання робіт з виїмки розкриття й видобутку корисної копалини.

Список літератури

1. А.Ю. Дриженко, О.А. Анисимов, А.А. Шустов Обоснование параметров открытой разработки Ново-Дмитровского месторождения бурых углей / Збірник наукових праць НГУ №32 – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2009, С. 69 – 75.
2. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров отвалов. – М.: Недра, 1965. – 378 с.
3. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л.: ВНИМИ, 1972. – 162 с.
4. Федоровский В.Г., Курилло С.В. Метод переменной степени мобилизации сопротивления грунта для расчета прочности грунтовых массивов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – Москва, 1998. – № 4-5.– С. 18 – 22.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.
Надійшла до редакції 22.11.10*