

6. Розробка нових технологій комплексного освоєння унікального буровугільного родовища для створення потужного паливно-енергетичного комплексу: звіт по НДР ГП-432 (заключ.) / Державний ВНЗ “НГУ”; керів. А.Ю. Дриженко. – ДР0109U002812. – Дн-ськ, 2010. – 108 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Дриженком А.Ю.
Надійшла до редакції 07.05.2012*

УДК 622.271.33

© О.О. Шустов, П.А. Дьячков

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОВЖИНИ СТІЧКОВИХ ВИБІЙНИХ КОНВЕЄРІВ ПРИ РОЗКРИТТІ ОБВОДНЕНИХ БУРОВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ

Рассмотрены способы передвижки забойных ленточных конвейеров в новую заходку. Установлена взаимосвязь между затратами на эксплуатацию выемочно-погрузочного и транспортно-оборудования и его производительностью. Обоснован оптимальный состав конвейерной линии из 3–4 конвейеров в забое длиной по 600–800 м.

Розглянуті способи переміщення вибійних стрічкових конвеєрів до нової західки. Встановлений взаємозв'язок між витратами на експлуатацію виймально-навантажувального обладнання та його продуктивністю. Обґрунтований оптимальний склад конвеєрної лінії з 3–4 конвеєрів у вибою довжиною по 600–800 м.

The methods of advancing downhole belt conveyors in a new stope is considered. The relationship between the cost of operation and cutter-loading of the transport equipment and its performance. The optimal composition of the conveyor-term bottom-line in a 3-4 pipelines up to 600-800 m is ground.

Вступ. Параметри системи розробки на вугільних розрізах визначаються способом виймання і транспортування порід розкриття, оскільки у загальному об'ємі ці процеси займають провідне місце. Мінімізацію витрат на виймальні роботи необхідно виконувати шляхом інтенсивного посування виробок розкриття до кінцевої глибини кар'єру нахиленими уступами. При цьому для здійснення гірничих робіт у суттєво обводненій частині робочої зони буровугільних кар'єрів слід застосовувати потужні драглайни у комплексі з стрічковими конвеєрами та бункерами перевантажувачами [1].

Актуальність теми. Технологія виробництва відкритих гірничих робіт на верхніх горизонтах із застосуванням стрічкових конвеєрів пов'язана з періодичним їх пересуванням до нового положення у вибої услід за посуванням фронту виймальних робіт. Засоби переміщення вибійних стрічкових конвеєрів доволі різноманітні. Досвід застосування механізованих засобів для пересування конвеєра у нове положення відомий з практики ряду кар'єрів України та зарубіжжя. Натепер застосовуються декілька способів механізованого переміщення стрічкових конвеєрів. Найбільшого поширення серед них набули пересувачі на гусеничному або колісному ході, що відрізняються великою маневреністю і високими швидкостями, що вкрай важливо в умовах частих пересувань конвеєрів. В

умовах відкритої розробки корисних копалин на Україні пересувні роботи здійснюються переважно турнодозерами [2]. Проте на ефективну роботу в комплексі з драглайними вони не розраховані. Звичайно конвеєрна лінія складається з двох конвеєрних ставів довжиною по 900 – 1200 м. Пересув її ведеться відразу після повного відпрацювання виймальної західки роторними екскаваторами. У процесі пересуву конвеєрної лінії екскаватор не працює. Введення до комплексу допоміжного перевантажувача ускладнює процес виймання обводнених порід і підвищує його вартість. У цьому зв'язку актуальним є питання зменшення простоїв виймально-навантажувального і транспортного обладнання по мірі відпрацювання виймальної західки.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні параметрів транспортування обводненої гірничої маси вибійними стрічковими конвеєрами при відпрацюванні західки.

Викладення основного матеріалу. Оскільки продуктивність екскаватора при навантаженні гірничої маси в бункер-перевантажувач залежить від інтенсивності експлуатації транспортної лінії, проведено дослідження щодо встановлення оптимальної довжини окремих конвеєрів в її складі та їх кількості при відпрацюванні західки. Так, при розкритті Ново-Дмитрівського родовища бурого вугілля рекомендовано застосовувати потужні драглайни та роторні комплекси з видаленням гірничої маси із вибоїв стрічковими конвеєрами. При цьому ефективність роботи обладнання в схемі прямопропорційно залежить від простоїв екскаватора під час пересувки конвеєрної лінії, що в свою чергу впливає на загальну втрату його продуктивності у цілому.

Слід відмітити, що глибину кар'єру при досягненні Основного вугільного пласта обґрунтовано розділити на 6 горизонтів потужністю по 60 м кожен. Довжина фронту гірничих при поглибленні кар'єру змінюється від 2400 м (верхній розкривний горизонт) до 900 м (нижній вугільний горизонт). У якості критерія оптимальності прийнято мінімальну собівартість видобутку гірничої маси при відпрацюванні західки встановленої довжини. На двох верхніх горизонтах довжиною 2400 та 2100 м задіяна схема роботи обладнання у складі роторного екскаватора типу СРС-6300, лінії стрічкових конвеєрів, перевантажувача ПГ-5000/60 та відвалоутворювача ОШР-10000/190. Методика розрахунку витрат на експлуатацію обладнання в схемі виглядає наступним чином.

Загальні витрати на експлуатацію обладнання в схемі $Z_{заг}$ (грн./добу) визначаються за формулою

$$Z_{заг} = Z_e + Z_k + Z_{нв} + Z_{нс} \quad (1)$$

де $Z_e, Z_{нв}, Z_k, Z_{нс}$ – витрати на експлуатацію екскаватора і перевантажувача, транспортування гірничої маси конвеєром та пересувку конвеєрної лінії відповідно, грн./добу.

Витрати на експлуатацію екскаватора Z_e (грн./добу) визначаються за формулою

$$Z_e = Z_{з.п.} + A + Z_{ел.} \quad (2)$$

де $Z_{з.н.}$ – заробітна плата бригади роторного екскаватора, грн./добу; A – амортизаційні відрахування на експлуатацію екскаватора (0,14 річних), грн./добу; $Z_{ел.}$ – витрати на електроенергію, грн./добу

Слід відмітити, що заробітна плата працівників бригади вираховувалась згідно тарифних розрядів і преміальних нарахувань за вихідні дні та перепрацювання, які існують на ОГЗК. Амортизаційні відрахування на експлуатацію обладнання приймалися в розрахунку 10 тис. дол. США на 1 т маси і становлять

$$A = C_e \cdot 0,14 \quad (3)$$

де C_e – номінальна вартість екскаватора, млн. грн.

$$C_e = m_e \cdot C_m \quad (4)$$

де m_e – маса екскаватора, т; C_m – вартість однієї тони маси екскаватора, грн.

Витрати на електроенергію обчислюються за формулою

$$Z_{ел.} = 24 \cdot K_e \cdot N_e \cdot C_{квт}, \quad (5)$$

де K_e – коефіцієнт використання екскаватора в часі, ($K_e=0,6$); N_e – встановлена потужність двигунів екскаватора, кВт; $C_{квт}$ – вартість 1 кВт·год споживання електроенергії, ($C_{квт}=0,48$ коп / кВт·год).

Оскільки витрати на амортизаційні відрахування та заробітну плату працівників являються сталою величиною, в подальшому алгоритм розрахунку витрат на експлуатацію обладнання в схемі не змінюється. В свою чергу витрати на пересувку конвеєрів у схемі залежить від їх кількості, а отже і варіації привідних станцій у загальній лінії.

Розглянувши вищесказане, виведено загальній вираз для визначення оптимальної довжини конвеєра в лінії при використанні роторних екскаваторів і потужних драглайнів, що має вид:

$$Z_{заг} = n_m [Z_e + Z_{нв} + k_{пр}(Z_e + Z_{нв}) + Z_k + Z_{нс}n_k + Z_{ел}(n_k - n_{кн})] \rightarrow \min, \text{ грн./добу} \quad (6)$$

де n_m – кількість діб роботи обладнання в лінії при відпрацюванні західки, од.;

$$n_m = \frac{V_{зах}}{Q_e} \quad (7)$$

де $V_{зах}$ – об'єм західки на горизонті, млн. м³;

$$V_{зах} = L_3 \cdot B_3 \cdot h_y \quad (8)$$

де Q_e – добова продуктивність обладнання в схемі з урахуванням простоїв, м³/добу;

$$Q_e = \frac{3600 \cdot EK_H K_3 K_B (T_{зм} \cdot n_{зм} - T_{пр})}{t_{ц} K_p} \quad (9)$$

де $T_{пр}$ – термін простою екскаватора, діб.

$$T_{пр} = n_{зм} (T_{нз} + T_{нн}), \text{ год} \quad (10)$$

де $n_{зм}$ – кількість робочих змін на добу, од.; $T_{нз}$, $T_{нн}$ – час на прийом і здачу зміни та на позаплановий ремонт екскаватора, год; $k_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує витрати при простоях екскаватора і бункера-перевантажувача,

($k_{np}=0,6$); Z_k, Z_{el} – витрати на транспортування гірничої маси та електроенергії працюючих конвеєрів у лінії, грн./добу; $n_k, n_{кн}$ – загальна кількість конвеєрів у лінії та тих, що не працюють.

Собівартість видобутку гірничої маси при вийманні західки $C_{2м}$ (грн./м³) визначається за формулою

$$C_{2м} = \frac{Z_{заг}}{Q_e} \quad (11)$$

Згідно наведеної методики отримано оптимальну довжину конвеєрів на кожному із шести горизонтів при розкритті Ново-Дмитрівського буровугільного родовища. Верхній розкривний горизонт довжиною 2400 м поділено на рівномірну кількість конвеєрів у лінії заданої довжини. Для кожного варіанту розраховано собівартість видобутку гірничої маси, результати чого наведені на рис. 1.

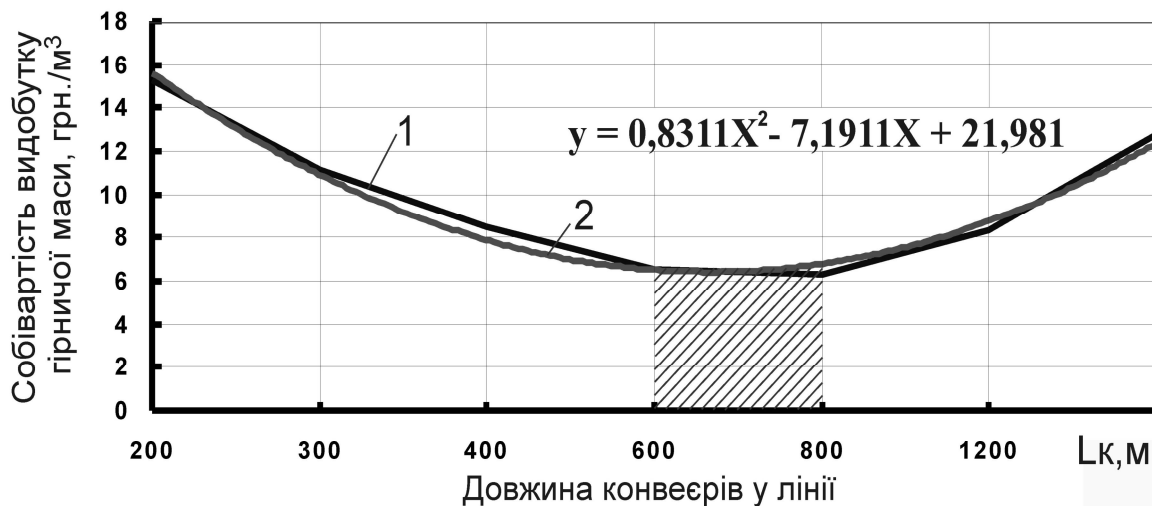


Рис. 1. Графік залежності довжини конвеєрів у лінії від собівартості видобутку гірничої маси при розкритті верхнього горизонту довжиною 2400 м:
1 – теоретична залежність; 2 – поліноміальна залежність

З рис. 1 видно, що оптимальна довжина конвеєрів складає 600 – 800 м, а їх кількість у схемі відповідно становить 3 – 4 одиниці. Перегинання кривої лінії свідчить про зростання витрат на просте виймальне обладнання та на пересувку конвеєрів при збільшенні їх кількості у загальній лінії. Це обумовлено збільшенням числа привідних і натяжних станцій, в наслідок чого зростає їх вартість і час на пересувку. Однак при розрахунках виявлено, що витрати на електроенергію пропорційно зменшуються при збільшенні числа конвеєрів, оскільки встановлена потужність їх двигунів значно нижче ніж конвеєрів великої довжини, а час роботи значно менше.

При розкритті нижніх горизонтів довжиною 1800, 1500, 1200 та 900 м відповідно, у якості основних виймальних екскаваторів на Ново-Дмитрівському кар'єрі пропонується застосовувати драглайни типу ЕШ-20/90 у комплексі з бункерами-перевантажувачами і лініями стрічкових конвеєрів. Дослідження довжини окремих

їх ланок на третьому горизонті показують, що оптимальним числом конвеєрів у схемі буде 3 – 4 одиниці довжиною 450-600 м. Однак із поступовим скороченням довжини горизонту з 1800 до 900 м спостерігається послідовне зменшення числа конвеєрів у лінії до 2 – 3 одиниць (рис. 2).

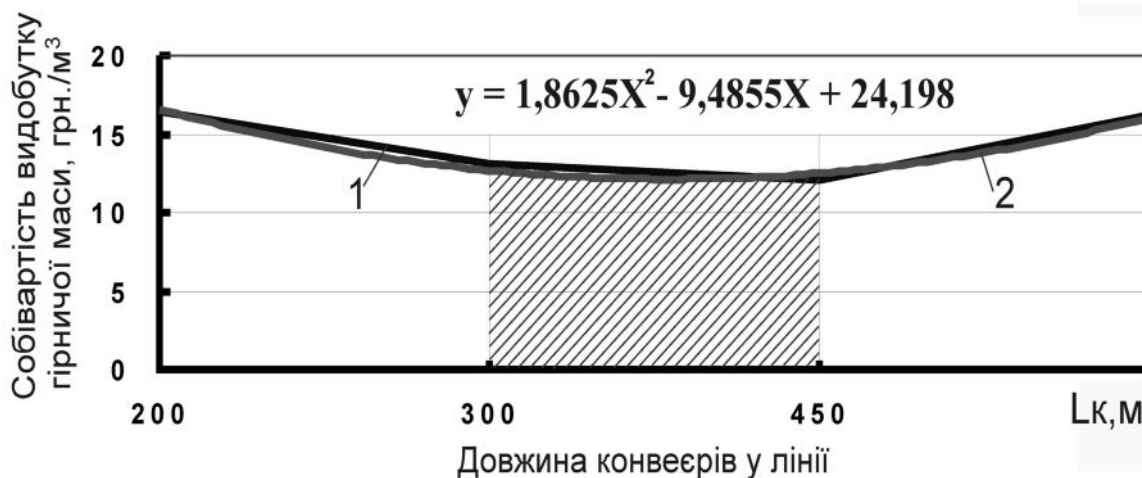


Рис. 2. Графік залежності довжини конвеєрів у лінії від собівартості видобутку гірничої маси при розкритті нижнього горизонту довжиною 900 м:
1 – теоретична залежність; 2 – поліноміальна залежність

Із рис. 2 видно, що перегинання кривої витрат на добування гірничої маси з використанням потужних драглайнів є аналогічним як і при експлуатації роторних комплексів на верхніх горизонтах. При цьому продуктивність екскаваторів має тенденцію зросту, оскільки виникає можливість поступово відпрацьовувати поздовжні західки без холостих перегонів та довгострокового простою виймально-навантажувального і транспортного обладнання. Результати розрахунків для всіх горизонтів Ново-Дмитрівського родовища наведені в таблиці.

Із таблиці чітко видно зміну добової витрати електроенергії на експлуатацію стрічкових конвеєрів у транспортній лінії та варіацію собівартості видобутку гірничої маси при відпрацюванні виймальної західки. Час відпрацювання західки драглайном ЕШ-20/90 у середньому складе 5,5 місяців, що відповідає надійним нормативним показникам роботи одноковшових екскаваторів при вийманні обводнених м'яких корисних копалин [3].

Висновки. Оптимізація довжини стрічкових конвеєрів у транспортній лінії показала, що найбільш ефективним з точки зору роботи виймально-навантажувального обладнання з максимальною її продуктивністю буде використання 3-4 конвеєрів, послідовно розміщених один за одним на всю довжину фронту гірничих робіт кожного горизонту. Це в свою чергу зменшить простой роторних комплексів і драглайнів за рахунок почергової пересувки конвеєрів невеликої довжини. При цьому з'являється можливість безпосереднього навантаження гірничої маси драглайном на торцевий конвеєр, що передбачено конструктивною особливістю бункера-перевантажувача.

Таблиця

Техніко-економічні параметри визначення оптимальної довжини конвеєрів
у схемі

| Параметри | Номер горизонту, що відпрацьовується / довжина фронту гірничих робіт, м | | | | | |
|--|---|-------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | I/2400 | II/2100 | III/1800 | IV/1500 | V/1200 | VI/900 |
| Склад обладнання / (добова продуктивність м ³ /добу) | СРС+конвеєри+ ПГ+ОШР (128478) | - // - | ЕШ+бункер+ко нвеєри+ОШР (19374) | - // - | - // - | - // - |
| Об'єм західки на гори- зонті, млн. м ³ | 13,2 | 11,55 | 3,24 | 2,7 | 2,16 | 1,62 |
| Час відпрацювання західки, діб | 103 | 90 | 167 | 139 | 112 | 84 |
| Схема з'єднання кон- веєрів у лінії / встанов- лена потужність дви- гунів одного конвеєра, кВт | 1×2400 / 2×1040 | 1×2100 / 2×965 | 1×1800 / 2×870 | 1×1500 / 670 | 1×1200 / 520 | 1×900 / 420 |
| | 2×1200 / 520 | 2×1000 / 470 | 2×900 / 420 | 2×700 / 340 | 2×600 / 310 | 2×450 / 250 |
| | 3×800 / 380 | 3×700 / 340 | 3×600 / 310 | 3×500 / 270 | 3×400 / 230 | 3×300 / 160 |
| | 4×600 / 310 | 4×500 / 270 | 4×450 / 250 | 4×350 / 190 | 4×300 / 160 | 4×200 / 130 |
| | 6×400 / 230 | 5×400 / 230 | 6×300 / 160 | 5×300 / 160 | 6×200 / 130 | - |
| Добові витрати на споживання електрое- нергії одного конвеєра в схемі, грн/добу | 8×300 / 160 | 7×300 / 160 | 9×200 / 130 | 7×200 / 130 | - | - |
| | 12×200 / 130 | 10×200 / 130 | - | - | - | - |
| | 14376 | 13340 | 12026 | 4631 | 3594 | 2903 |
| | 3594 | 3248 | 2903 | 2350 | 2142 | 1728 |
| | 2626 | 2350 | 2142 | 1866 | 1589 | 1105 |
| Собівартість видобутку гірничої маси при від- працюванні західки, грн / м ³ | 2142 | 1866 | 1728 | 1313 | 1105 | 898 |
| | 1589 | 1589 | 1105 | 1105 | 898 | - |
| | 1105 | 1105 | 898 | 898 | - | - |
| | 898 | 898 | - | - | - | - |
| | 15,26 | 14,54 | 23,37 | 19,49 | 18,21 | 16,43 |
| Собівартість видобутку гірничої маси при від- працюванні західки, грн / м ³ | 11,16 | 10,45 | 18,25 | 17,31 | 14,54 | 13,11 |
| | 8,47 | 7,95 | 15,19 | 13,97 | 11,83 | 12,07 |
| | 6,54 | 6,17 | 13,44 | 12,44 | 13,48 | 16,2 |
| | 6,29 | 5,48 | 16,49 | 14,29 | 17,37 | - |
| | 8,36 | 7,25 | 21,74 | 18,76 | - | - |
| | 12,79 | 10,34 | - | - | - | - |

Список літератури

1. Шустов О.О. Організація відробки обводнених м'яких порід драглайном у комплексі з бункером-перевантажувачем і стрічковим конвеєром / О.О. Шустов // Форум гірників: міжн. наук.-практ. конф., 13-15 жовт. 2011 р. – Дн-ськ., 2011. – С. 56 – 60.
2. Тартаковский Б.Н. Передвижка ленточных конвейеров на открытых горных работах за рубежом / Б.Н. Тартаковский, В.Н. Коновалов, А.П. Семенов. – М.: Недра, 1966. – 102 с.
3. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых разрезов. – М.: Минуглепром СССР, 1986. – 126 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Дриженком А.Ю.
Надійшла до редакції 07.05.2012*