

2008 року до 31 грудня 2012 року, тобто в період продажу квот за Кіотським протоколом, буде до 1,5 млрд т CO₂. Їх можна буде продати тим країнам, які перевитратили виділену їм кількість. Як очікувалося, залежно від цін на ОУК, Україна зможе виручити від 1,5 до 10 млрд дол.

Договір реалізовуватиметься двома траншами по 15 млн т – у 2009 і 2010 роках. Для отримання цих коштів в Україні, за ініціативою Світового банку та європейського співтовариства, була розроблена схема «зелених інвестицій». Вона складається з низки постанов (більш як 25) уряду і понад 40 наказів самого агентства, що визначають, за якими критеріями ці проекти відбираються. Серед проектів є такі, які спрямовані на скорочення викидів парникових газів, на вирішення проблеми чистої питної води для України, на реабілітацію сміттєвих звалищ, модернізацію газотранспортних мереж.

Таким чином, український уряд, не маючи можливості одержати звичайні кредити на модернізацію, знайшов спосіб через «зелені інвестиції» оновити застарілі підприємства країни.

Що стосується українсько-японських економічних відносин, то сьогодні між Україною й Японією продовжується процес визначення сфер спільних інтересів та пошук нових можливостей для опрацювання перспективних напрямів взаємовигідної співпраці. Зростаюча вага на міжнародній арені України як одного з провідних центрів пострадянського простору, її готовність брати участь у вре-

гулюванні кризових ситуацій в різних регіонах світу поступово привертають серйозну увагу Японії і сприяють реалізації зовнішньополітичних пріоритетів нашої України в Азійсько-тихоокеанському регіоні.

Список літератури

1. Носов М. Япония и внешний мир: вступаю в мировое сообщество // Знакомьтесь – Япония. – 1997. – 6 сентября.
2. Національні економіки в глобальному конкурентному середовищі / Пахомов Ю.М. та ін. – К.: 2008. – 235 с.
3. Ломакин В.К. Мировая экономика: Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2007. – 222 с.
4. Волгин Н.А. Японский опыт решения экономических и социально-трудовых проблем. – М.: Экономика, 1998. – 255 с.
5. Козак Ю.Г., Лук'яненко Д.Г., Макогон Ю.В. Міжнародна економіка. – Одеса, 1998. – 352 с.
6. Соколенко С.І. Глобалізація і економіка України. – К.: Логос, 1999. – 568 с.
7. Statistical Handbook of Japan 2008 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: www.stat.go.jp/345678/
8. Рут Ф., Філіпенко А. Міжнародна торгівля та інвестиції. – К.: Основи, 2007. – 743 с.

Рекомендовано до публікації д.е.н. І.І. Павленко 21.01.10

УДК 330.131:622.261

© О.Г. Вагонова, Т.О. Єрохондіна, О.О. Шашенко, 2010

О.Г. Вагонова, Т.О. Єрохондіна, О.О. Шашенко

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ НА СПОРУДЖЕННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Розглянуто принципи створення економіко-математичної моделі підготовчої виробки вугільної шахти, яка розглядається як багаторівневий об'єкт із стохастичною структурою. Визначений оптимальний крок кріплення для конкретних гірничо-геологічних умов.

Рассмотрены принципы создания экономико-математической модели подготовительной выработки угольной шахты, которая рассматривается как многоуровневый объект со стохастической структурой. Определен оптимальный шаг крепления для конкретных горно-геологических условий.

Principles are considered of creation ekonomiko-mathematical model the preparatory making coal mine which is examined as a multilevel object with a stochastic structure. The optimum step of fastening is certain for concrete mountain-geological terms.

Вступ. Внаслідок складних гірничогеологічних умов, в яких функціонують вугільні шахти Донбасу, собівартість українського вугілля порівняно з іншими країнами досить висока. В її структурі значну частину займають витрати, що пов'язані з проведенням і підтриманням протяжних виробок, за допомогою яких відбувається підготовка до відпрацювання вугі-

льних пластів. Серед сукупності усіх протяжних виробок підготовчі виробки займають близько 90 відсотків їх загального обсягу. Витрати на їх проведення та ремонт у структурі собівартості вугілля складають для різних гірничогеологічних умов від 10 до 28%. Приймаючи до уваги загальний обсяг товарного вугілля, що видобувається в Україні, а це близько

70 млн. т, витрати пов'язані з проведенням та підтриманням у робочому стані підготовчих виробок, є значними, а проблема їх зменшення є актуальною.

Постановка завдання. Суттєвий внесок у системний підхід до вивчення гірничо-прохідницьких робіт внесли такі вчені, як Г.В. Бабіюк, В.С. Верхогуров, В.П. Друцко, О.В. Корчак, І.В. Ляшенко, Е.Е. Нильва, В.В. Першин, П.І. Пономаренко, В.М. Рожинський, Е.І. Рогов, Е.С. Смекалін, Г.І. Хазонович, І.Е. Цейтлін. Ними запропоновані різні варіанти моделей, від найбільш узагальнених детермінованих до глибоко деталізованих стохастичних [1, 2].

Ці моделі торкалися, перш за все, проблем, пов'язаних із оптимізацією робіт на різних етапах спорудження виробок, на темпах їх спорудження. Завдання щодо одночасної мінімізації частки витрат на проведення та ремонт підготовчих виробок, тобто капітальних і експлуатаційних витрат у структурі собівартості видобутку вугілля, в них не ставилась. Принципи складання економіко-математичних моделей з урахуванням капітальних і експлуатаційних витрат для стохастичних моделей розглянуті у роботах Шашенка О.М., Сдвижкової О.О., Єрохондіної Т.О. [4-6], але без урахування можливостей оптимізації робіт всередині циклу.

Питання загальної мінімізації вартості гірничо-прохідницьких робіт не розглядалися. Насправді вона складається з двох етапів: 1) оптимізація витрат на проведення й експлуатацію підготовчих виробок;

2) оптимізація організації робіт всередині прохідницького циклу.

Метою досліджень на першому етапі дослідження є пошук шляхів зменшення частки витрат, пов'язаних з проведенням і підтриманням підготовчих виробок, у собівартості видобутого вугілля.

Шляхи скорочення цих витрат розглянемо на прикладі одного з найсучасніших вугільних підприємств України – шахти «Красноармійська-Західна №1» [7].

Аналіз гірничогеологічної ситуації. Шахта відпрацьовує єдиний вугільний пласт d_4 у складних гірничогеологічних умовах. Основний комплекс проблем виникає при проведенні і підтриманні виїмкових штреків. Їх сумарна довжина на шахті станом на кінець 2009 р. перевищувала 150 км. Щороку близько 10-15% підготовчих виробок фіксуються, як такі, що не відповідають паспорту кріплення. Труднощам з проведенням і підтриманням підготовчих виробок сприяють наступні фактори:

- значна геологічна порушеність масиву, що перетинається гірничою виробкою;
- зростання підземних транспортних витрат;
- зростання вартості металопрокату для рамного кріплення, що суттєво впливає на собівартість спорудження.

Дані стосовно ремонту виробок за період з 2004 до 2009 рр. та витрат на ремонт підготовчих виробок наведено на рис. 1 та у табл. 1.

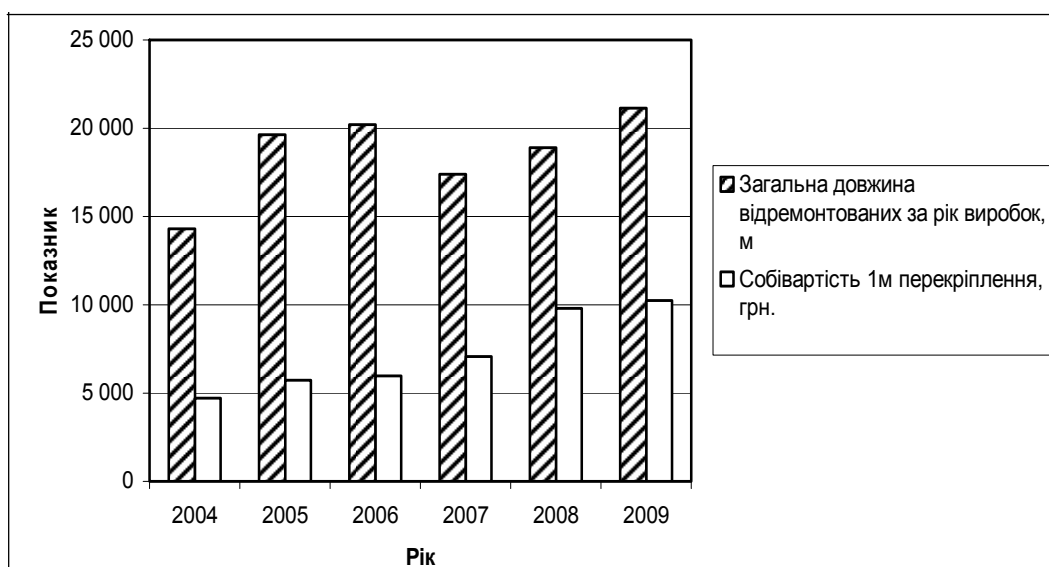


Рис. 1. Динаміка зміни довжини відремонтованих виробок та собівартості перекріплення

Таблиця 1

Витрати на ремонт підготовчих виробок

Показник	Рік					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Загальна довжина відремонтованих за рік виробок, м	14 305	19 641	20 191	17 398	18 905	21 155
Собівартість 1м перекріплення, грн	4 699	5 715	5 972	7 091	9 780	10 250

Аналіз даних, що наведені на рис. 1 і у табл. 1, показує, що і загальна довжина виробок, що ремонтується, і собівартість ремонтних робіт із року в рік зростають. Деяке зниження обсягів проведення підготовчих виробок у 2007-2008 роках викликане загальносвітовою кризою, яка торкалась і вугільної промисловості України. Незалежно від цих обставин темпи зростання вартості ремонтів суттєво перевищують темпи зростання обсягів проведення підготовчих виробок.

Таким чином, загальна вартість підготовчих виробок, що споруджуються на шахті, складається з витрат на їх спорудження, що залежать від різних чинників, у тому числі, в першу чергу, вартості металопрокату і темпів проведення виробок, і з витрат, пов'язаних з подальшою їх експлуатацією.

Обґрунтування економіко-математичної моделі. Підготовчу виробку можна розглядати як самостійний господарський об'єкт, термін експлуатації якого у сучасних умовах, як правило, не перевищує одного року. Витрати на проведення і підтримання протяжних виробок містять, як вже було заявлено, капітальні витрати на спорудження підготовчої гірничої виробки та витрати, пов'язані з підтримкою виробок. Питомі капітальні витрати K_n на спорудження 1 м підготовчої гірничої виробки залежать від гірничо-геологічних умов, способу проведення виробки, площі її поперечного перерізу, виду кріплення, відстані між елементами кріплення, виду затяжки тощо. Для конкретних гірничо-геологічних умов, сталої площі поперечного перерізу та однакового типу підготовчих виробок питомі капітальні витрати в першу чергу пов'язані із щільністю рам кріплення.

Досвід експлуатації підготовчих виробок свідчить, що їх стійкість є функцією величини питомих капітальних витрат, тобто:

$$K_n = K_n \cdot \omega.$$

Витрати, що пов'язані з підтриманням виробки у робочому стані, можуть розглядатись як експлуатаційні – E . Величина експлуатаційних витрат на підтримання 1 м виробки у робочому стані може бути визначена як:

$$E = E_n \omega,$$

де E_n – нормативні витрати на перекріплення 1 м виробки у випадку, коли вона повністю зруйнована, тис. грн; ω – відносний показник стійкості виробки.

Відносний показник стійкості виробки визначається за формулою:

$$\omega = \frac{L - L_p}{L},$$

де L – загальна довжина виробки; L_p – частка довжини виробки, що ремонтується.

Величина ω може змінюватись від 0 (виробки повністю зруйновані) до 1 (виробка не ремонтується). Фактично величина відносного показника стійкості виробки обчислюється для конкретних гірничо-геологічних умов і конкретного типу кріплення виробок за даними маркшейдерських вимірювань. Його значення для різного типу кріплення виробок на шах-

ті «Красноармійська-Західна №1» коливається в межах 0,5-0,9 (рис. 1). Це впливає з рис. 1, що побудований за даними маркшейдерських вимірювань. Як видно з рис. 1, обсяг ремонтних робіт для однотипних виробок приблизно однакового поперечного перерізу, з однаковим типом кріплення (профіль СВП-27) нелінійно зростає зі збільшенням шагу кріплення і відповідним зменшенням капітальних витрат.

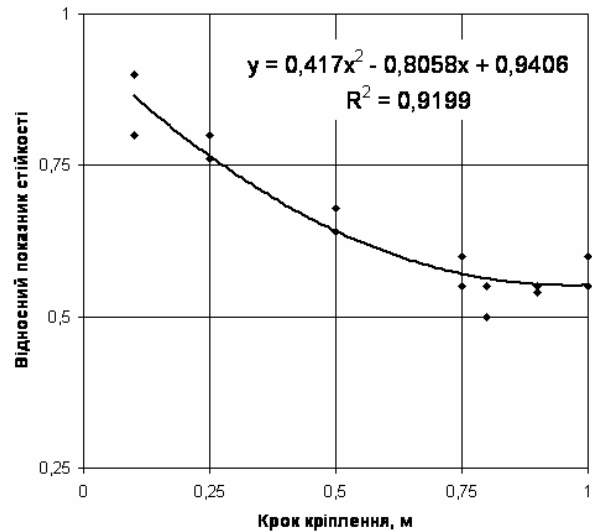


Рис. 2. Залежність стійкості виробки від кроку кріплення (капітальних витрат)

З рис. 2 видно, що капітальні витрати на спорудження виробки можна представити як величину, що пов'язана з показником стійкості виробки. З достатньою точністю цей зв'язок можна записати поліномом другого ступеня

$$K = a\omega^2 + b\omega + c, \tag{1}$$

де a, b, c – коефіцієнти зв'язку.

Для умов шахти «Красноармійська-Західна №1» ці коефіцієнти мають такі значення: $a = 0,42$; $b = -0,8$; $c = 0,94$.

Тоді загальні витрати на спорудження q експлуатацію 1 м виробки складатимуть:

$$B = K_n(a\omega^2 + b\omega + c) + E_n\omega. \tag{2}$$

Аналізуючи формулу (2), слід відзначити, що всі величини, які розташовані у правій її частині, взаємопов'язані. Від того, яка конструкція кріплення прийнята на стадії проектування, суттєво залежать капітальні витрати. При кріпленні підвищеної несучої здатності підвищується його вартість (K), але й одночасно знижується як обсяг ремонтних робіт (ω), так і їх вартість (E). Якщо ж спочатку кріплення у виробці має невисоку несучу здатність при відносно малій його вартості, то ситуація виглядає навпаки: при цьому збільшується вартість ремонтних робіт і їх обсяг [2, 3].

Для зручності аналізу формули (2) розділимо обидві її частини на величину K і отримаємо наступний вираз:

$$\frac{B}{K} = a\omega^2 + b\omega + c + \frac{E_n}{K}\omega,$$

або

$$\frac{B}{K} = a\omega^2 + \left(b + \frac{E_n}{K}\right)\omega + c. \quad (3)$$

Виходячи з (3) задачі мінімізації витрат на спорудження та підтримку підготовчої гірничої виробки має вигляд:

$$\frac{B}{K} = a\omega^2 + \left(b + \frac{E_n}{K}\right)\omega + c. \rightarrow \min.$$

Модель, яка розглядається, є суттєво нелінійною, тобто функція $\frac{B}{K} = \frac{B}{K}(\omega)$ повинна мати екстремум, що відповідає мінімуму витрат на спорудження і експлуатацію виробки, як це відображено на рис. 3. Виходячи з (2) мінімуму витрат відповідатиме значення ω в точці, коли

$$dB/d\omega = 0.$$

Виконавши відповідні обчислення, отримаємо:

$$\omega_{opt} = \frac{-2a}{b + \frac{E_n}{K}}. \quad (4)$$

Якщо у формулі (1) змінити знак перед другим членом на протилежний, то $b = 0,8$, а формула (4) перепишеться у вигляді:

$$\omega_{opt} = \frac{2a}{b + \frac{E_n}{K}}.$$

За інших гірничо-геологічних умов мінімум витрат на спорудження й експлуатацію виробки може зміщуватись, але екстремальний характер залежності вартості спорудження та експлуатації виробки від показника стійкості зберігається, як це відображено на рис. 3.

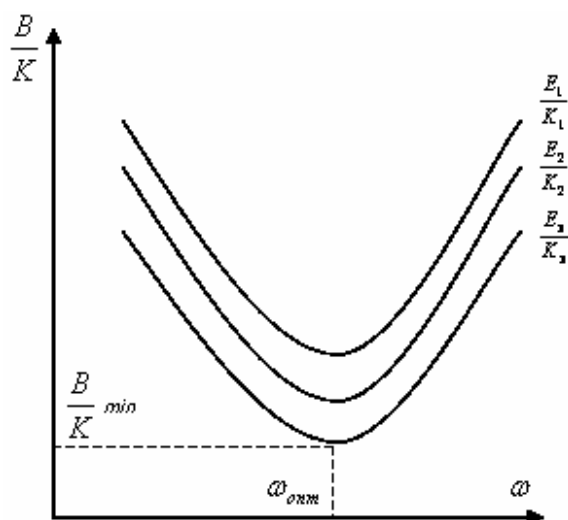


Рис. 3. Залежність вартості спорудження і експлуатації виробки від показника стійкості

Відношення E_n/K для шахти складає, приблизно, 0,5-0,7. Тоді оптимальне значення ω_{opt} для умов, що розглядаються, буде дорівнювати з урахуванням коливань значень E_n/K

$$\omega_{opt} = \frac{2 \cdot 0,48}{0,8 + 0,6} = 0,68 \text{ м.}$$

Це дорівнює, у середньому, кроку кріплення 0,7 м. При цьому загальні витрати на проходку і експлуатацію штреків будуть в умовах шахти «Красноармійська-Західна №1» мінімальні.

Висновки. Мінімізація витрат, пов'язаних з підготовкою вугільних пластів до виїмки, може бути здійснена шляхом побудови і дослідження економіко-математичної моделі підготовчої виробки, що одночасно враховує всі елементи витрат на спорудження та підтримку підготовчих виробок.

Запропонована економіко-математична модель підготовчої виробки відображає суттєво стохастичну природу об'єкта і будується за допомогою сучасних імовірнісно-статистичних методів досліджень. Вона дозволяє не тільки вибрати найбільш раціональний вид кріплення на етапі спорудження виробки, але й прогнозувати обсяги ремонтних робіт, які слід планувати при заданих капітальних та експлуатаційних витратах.

Для гірничо-геологічних умов шахти «Красноармійська-Західна №1» оптимальний крок кріплення становить 0,7 м.

Список літератури

1. Бабиюк Г.В., Смекалин Е.С. Определение продолжительности проходческого цикла с учетом потерь рабочего времени // Сб. научн. докл. ДГГИ, вып. № 15. – Алчевск: ИПЦ «Ладо», 2002. – С. 34-44.
2. Бабиюк Г.В., Смекалин Е.С. Исследования организационно-технического уровня горнопроходческих работ в изменчивых условиях // Науковий вісник НГУ. – 2003. – № 11. – С. 31-34.
3. Шашенко А.Н., Сургай Н.Е., Парчевский Л.Я. Методы теории вероятностей в геомеханике. – К.: Техніка, 1994. – 216 с.
4. Сдвижкова Е.А., Ерохондина Т.А. Анализ полных затрат на обеспечение устойчивости протяженных горных выработок на основе вероятностно-статистических моделей // Економіка: проблеми теорії та практики. – Д.: ДНУ, 2004. – С. 37-42.
5. Салли В.И., Ерохондина Т.А. Анализ структуры стохастической модели угольной шахты // Науковий вісник НГА України. – 1999. – № 4. – С. 18-21.
6. Кильдишев Г.Е., Фремилль А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. – М.: Статистика, 1973. – 102 с.
7. Кожушок О.Д. Обґрунтування параметрів комбінованої охоронної системи зростаючого опору для підтримання виїмкових штреків: Дис. на здобуття наукового ступ. канд. тех. наук. – Донецьк, 2005. – 186 с.

Рекомендовано до публікації д.е.н. Т.Б. Решетіловою 21.12.09