

# ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

---

УДК 622.232

**В.М. МАКАРОВ,**  
Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172,  
м. Київ, 03680, Україна

---

## МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ ВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ШАХТИ

*Розроблено методику порівняння альтернативних варіантів технічних рішень при проведенні модернізації підприємств вугільної промисловості України, яка дозволяє за допомогою порівняння чисельних значень інтегральних критеріїв якості обґрунтовано прийняти рішення про вибір найбільш перспективного варіанта оснащення лави високопродуктивною видобувною і транспортною технікою, яка максимально відповідає гірничо-геологічним умовам конкретної лави при максимальній ефективності і надійності її експлуатації.*

*Ключові слова:* шахта, модернізація, методика, критерій, видобувне обладнання, лава.

---

У останні десятиліття у вугільній промисловості провідних вугледобувних країн світу посилюються процеси концентрації виробництва, росте продуктивність праці, підвищується якість, потужність і надійність устаткування, у все більшому ступені вдається забезпечувати безперебійність виробничих процесів, покращувати умови праці і техніку безпеки (останнє особливо актуально на тлі постійного збільшення глибин розробки родовищ). Продовжується технічне переозброєння вугільних підприємств, вдосконалення тієї, що існує, і впровадження нової високопродуктивної техніки. Від замінюваних аналогів її відрізняють збільшена енергоозброєність; наявність автоматизованих систем управління на сучасній елементній базі з використанням мікропроцесорної техніки, включаючи ефективні засоби діагностики; застосування прогресивних конструкційних матеріалів. Найбільшу увагу

© В.М. МАКАРОВ, 2015

машинобудівники приділяють підвищенню продуктивності і надійності машин.

Аналіз стратегічних задач, які робилися при виведенні з кризового стану вугільних галузей Великої Британії, Німеччини і Польщі, свідчить про те, що в основу процесу концентрації робіт і інтенсифікації підземного виробництва був покладений принцип ефективного використання сучасної техніки і технології. При цьому технологія постійно орієнтувалася на повне використання потенціалу техніки сучасного рівня, а техніка, у свою чергу, удосконалювалася з урахуванням максимальної адаптації під гірничо-геологічні і гірничо-технічні умови шахт.

В Україні підняти вуглевидобування на новий рівень можна тільки одним шляхом — технічним переозброєнням галузі. Нове устаткування повинно стабільно працювати в складних горно-геологічних умовах шахт, а його ресурс, надійність і продуктивність — в 2–3 рази перевищувати аналогічні показники того, що існує. Інтенсифікація виробництва

при концентрації гірничих робіт можлива тільки у разі комплексної механізації всіх технологічних процесів, максимальному скороченні ручної праці, обов'язковому забезпеченні безпечних і відповідних санітарним нормам умов роботи обслуговуючого персоналу.

Аналіз гірничо-геологічних умов всіх КМЗ України [1] показує, що в 70 відсотках лав кріплення застарілих комплексів не відповідають області застосування по вміщуючих бічних породах, що є основним стримуючим чинником стабільної і безвідмовної роботи очисних забоїв. Субсидії на технічне переоснащення значною мірою перетворилися на звичайні дотації для заміни зношеного обладнання таким самим або аналогічним, що не дає ніякого економічного ефекту.

За останні роки українськими машинобудівними заводами освоєно виробництво всіх базо-

вих видів очисного, прохідницького і транспортного устаткування, що відповідає сучасним вимогам по продуктивності, безпеці, ергономіці і надійності (розрахунковий ресурс нових моделей становить 15–40 тис. годин, тобто як мінімум в 3 рази вище, ніж у аналогів, що замінюються) [1]. Проте, для досягнення максимального економічного ефекту від використання цієї техніки необхідний системний підхід до вирішення проблем її впровадження.

Мета статті – розробка методики порівняння варіантів технічних рішень при проведенні модернізації видобувних дільниць шахт.

Модернізація вуглевидобувних дільниць шахт повинна проводитись переважно на основі втілення передових технологій видобутку вугілля з використанням сучасної техніки вітчизняного виробництва: кріплень 1КД-90 для пластів потужністю 0,85–1,25 м, 2КД-90 і 2КД-

**Таблиця 1 – Комплектація очисних комплексів сучасним обладнанням вітчизняного виробництва**

Конвеєр	Комбайн						
	РКУ-10	РКУ-13	КА-200	УКД-200-250	УКД-300	КДК-400	КДК-500
КСД-26	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8			1, 2, 3, 6, 7			
КСД-26В					1, 2, 3, 6, 7, 9		
КСД-27		2, 3, 4, 5, 8, 10				2, 3, 4, 5, 8, 10	4, 5, 8, 10
СП-26	1, 2, 3, 6, 7		1, 6, 7	1, 2, 3, 6, 7			
СП-26У	1, 2, 3, 6, 7		1, 6, 7	1, 2, 3, 6, 7			
СПЦ-26			1, 6, 7				
СП-36	2, 3, 7, 8, 9, 10		1, 6	1, 2, 3, 6, 7, 9	1, 2, 3, 6, 7, 9		8, 10
СП-250			1, 6	1, 2, 3, 6			
СП-251	2, 3, 7		1, 6, 7	1, 2, 3, 6, 7			
СПЦ-163М				1, 6			
СП-301М		2, 3, 4, 5, 8, 10					
СП-326		2, 3, 4, 5, 8, 10					
СПЦ-230		2, 3, 4, 5, 8, 10					

Примітка: 1 – 1МКД-90; 2 – 2МКД-90; 3 – 2МКД-90Т; 4 – 3МКД-90; 5 – 3МКД-90Т; 6 – МДМ; 7 – 1МКДД; 8 – 2МКДД; 9 – 1МДТ; 10 – 2МДТ.

90Т – потужністю 1,1–1,5 м, 3КД-90 і 3КД-90Т – потужністю 1,35–2,0 м, ДМ – потужністю 0,85–1,5 м, 1КДД – потужністю 1,0–1,6 м, 2КДД – потужністю 1,35–2,4 м, 1ДТ – потужністю 0,95–1,8 м, 2ДТ – потужністю 1,45–2,5 м; комбайнів РКУ-10, РКУ-13, УКД-200-250, УКД-300, КДК-400, КДК-500; стругів УСТ-2М, УСТ-4, СО-75М, УС-3; конвеєрів КСД-26, КСД-26В, КСД-27, СП-26, СП-26У, СПЦ-26, СП-36, СП-250, СП-251, СП-301М, СП-326, СПЦ0163М, СПЦ-230.

Варіанти комплектації очисних комплексів сучасною технікою вітчизняного виробництва наведено в табл. 1.

При визначенні пріоритетних напрямів технологічного розвитку вугільної промисловості необхідно орієнтуватись на комплексну механізацію і автоматизацію робіт в очисних вибоях, передбачаючи використання найбільш прогресивних видів обладнання, яке забезпечує високі техніко-економічні показники при мінімальній трудомісткості робіт і безпеці праці.

Для обґрунтованого порівняння альтернативних варіантів технічних рішень під час проведення модернізації вугільних підприємств необхідно сформулювати критерій порівняння.

Кожен  $i$ -й одиничний критерій  $x_i$  відображає техніко-економічний рівень порівнюваних варіантів по одному з основних чинників, що визначають ефективне, надійне і безпечне функціонування даного об'єкта.

При порівнянні декількох конкуруючих варіантів комплектації видобувних комплексів, а також окремих їх складових в числі критеріїв  $x_i$  були прийняті:

### I. Кріплення:

1. Відповідність потужності пласта  $x_1$ .
2. Відповідність характеристикам покрівлі і ґрунту  $x_2$ .
3. Питома вартість секції кріплення  $x_3 = W_{KP}$  визначається за формулою:

$$W_{KP} = C_{KP} / M_{KP}, \text{ грн/т}, \quad (1)$$

де  $C_{KP}$  – ціна секції кріплення, грн;

$M_{KP}$  – вага секції кріплення, т.

### II. Комбайн:

1. Можливість спільної роботи з кріпленням  $x_4$ .

2. Відповідність потужності пласта  $x_5$ .

3. Технічна продуктивність впровадженого обладнання  $x_6 = V_{\Gamma}$ , яка обчислюється за формулою [2]:

$$V_{\Gamma} = 60 \times b \times m_p \times V_{\Pi} \times K_M \times \gamma, \text{ т/год}, \quad (2)$$

де  $b$  – ширина захоплення робочого органу, м (для вітчизняних комбайнів дорівнює 0,63–0,8 м);

$m_p$  – потужність пласта, м;

$V_{\Pi}$  – середня швидкість руху комбайна, м/хв.;

$K_M$  – коефіцієнт машинного часу (прийнятий для розрахунків – 0,45 нормативний – 0,6, рекомендований – 0,4 – 0,45) [3];

$\gamma$  – об'ємна вага вугілля, т/м<sup>3</sup>. В розрахунках приймається для вугілля марок: Д – 1,23; Г – 1,24; Ж – 1,25; К – 1,28; ОС – 1,29; П – 1,31; А – 1,55 [4].

4. Зольність видобутого вугілля  $x_7 = A_e^d$ , %.

Розрахунки експлуатаційної зольності вугілля  $A_e^d$ , видобутого в  $i$ -й лаві шахти, у відсотках проводяться за формулою [5]:

$$A_{ei}^d = \frac{\left( A_{nl.i}^d \times M_{nl.i} \times d_{nl.i}^d + A_{покp.i}^d \times M_{покp.i} \times d_{покp.i}^d + A_{зр.i}^d \times M_{зр.i} \times d_{зр.i}^d \right)}{\left( M_{nl.i} \times d_{nl.i}^d + M_{покp.i} \times d_{покp.i}^d + M_{зр.i} \times d_{зр.i}^d \right)}, \%, \quad (3)$$

де  $A_{nl.i}^d$ ,  $A_{покp.i}^d$ ,  $A_{зр.i}^d$  – зольність пласта, порід покрівлі, ґрунту  $i$ -ї лави, %;

$M_{nl.i}$ ,  $M_{покp.i}$ ,  $M_{зр.i}$  – потужність пласта, потужність засмічення від покрівлі, потужність засмічення від ґрунту  $i$ -ї лави, м;

$d_{nl.i}^d$ ,  $d_{покp.i}^d$ ,  $d_{зр.i}^d$  – дійсна густина вугільного пласта, порід покрівлі, порід ґрунту  $i$ -ї лави, т/м<sup>3</sup>;

5. Ефективність видобутку 1 т ресурсного вугілля (частка вартості видобувної машини в 1 т вугілля, видобутого до капітального ремонту видобувної машини)  $x_8 = E_B$ , визначається за формулою:

$$E_B = C_B / R_B, \text{ грн/т}, \quad (4)$$

де  $C_B$  – ціна видобувної машини (комбайна, струга), грн;

$R_B$  – середній ресурс видобувної машини до капітального ремонту, т.

6. Енергоозброєність видобувної машини  $x_9 = P_B$  визначається за формулою:

$$P_B = N_B / M_B, \text{ кВт/т}, \quad (5)$$

де  $N_B$  – потужність приводу видобувної машини, кВт;

$M_B$  – вага видобувної машини, т.

### III. Конвеєр:

1. Можливість спільної роботи з кріпленням і комбайном  $x_{10}$ .

2. Відповідність конвеєра з комбайном по продуктивності  $x_{11}$ .

3. Ефективність транспортування по лаві 1 т ресурсного вугілля (частка вартості конвеєра в 1 т вугілля, видобутого до капітального ремонту конвеєра)  $x_{12} = E_T$ , визначається за формулою:

$$E_T = C_K / R_K, \text{ грн/т}, \quad (6)$$

де  $C_K$  – ціна скребкового конвеєра, грн;

$R_K$  – середній ресурс конвеєра до капітального ремонту, т.

Критерії  $x_1, x_2, x_4, x_5, x_{10}, x_{11}$  відносяться до групи одиничних якісних критеріїв, оцінка яких формується на основі антонімів абсолютного характеру типу «ТАК» і «НІ» ( $x_1 \equiv x_{KA1}, x_2 \equiv x_{KA2}, x_4 \equiv x_{KA4}, x_5 \equiv x_{KA5}, x_{10} \equiv x_{KA10}, x_{11} \equiv x_{KA11}$ ). На основі цих критеріїв формуються варіанти комплектації очисних комплексів (кріплення – комбайн – конвеєр) для конкретних гірничо-геологічних умов виїмкової ділянки шахти.

До групи одиничних кількісних критеріїв ( $x_K$ ) відносяться такі критерії якості, для яких по кожному варіанту порівняння можуть бути визначені їх абсолютні чисельні значення. В нашому випадку до цих критеріїв відносяться критерії  $x_3 \equiv x_{K3}, x_6 \equiv x_{K6}, x_7 \equiv x_{K7}, x_8 \equiv x_{K8}, x_9 \equiv x_{K9}$  і  $x_{12} \equiv x_{K12}$ . За допомогою цих критеріїв проводиться порівняння і визначення найкращого варіанта комплектації очисного комплексу для проведення технічного переоснащення шахти.

Після формування пакета одиничних критеріїв і одержання їх конкретних оцінок викону-

ється порівняння конкуруючих варіантів і у ряді випадків відразу вдається прийняти рішення про відсіювання неперспективних варіантів і вибрання найбільш раціонального варіанта.

Якщо оцінки вибраних одиничних критеріїв якості проявляють антагоністичність, то виконується ранжування по рівню значимості за допомогою інтегрального критерію якості.

Безрозмірний інтегральний критерій якості визначається по залежності:

$$K = \sum_{i=1}^m (\bar{x}_i \times a_i), \quad (7)$$

де  $m$  – кількість одиничних критеріїв якості;

$\bar{x}_i$  – чисельне значення  $i$ -го одиничного критерію, приведеного до співставного вигляду;

$a_i$  – безрозмірний коефіцієнт значимості  $i$ -го одиничного критерію якості, який відображує ступінь важливості цього критерію з позицій його впливу на техніко-економічний рівень техніки. Значення  $a_i$  визначається експертами.

Для розрахунків прийняті такі значення безрозмірних коефіцієнтів значимості:  $a_3 = 7; a_6 = 10; a_7 = 9; a_8 = 8; a_9 = 6; a_{12} = 8$ .

Приведення абсолютних численних значень кількісних критеріїв  $x_{Ki}$  до співставного вигляду здійснюється згідно з однією з залежностей:

$$\bar{x}_i = \frac{x_{Ki}}{x_{KBi}}, \quad (8)$$

$$\bar{x}_i = \frac{x_{KBi}}{x_{Ki}}, \quad (9)$$

де  $x_{KBi}$  – абсолютне чисельне значення  $i$ -го кількісного критерію для варіанта, вибраного в ролі базового.

Залежність (8) використовується, якщо бажаним є підвищення значень  $x_{Ki}$  ( $x_{K6}, x_{K9}$ ), а (9) – пониження ( $x_{K3}, x_{K7}, x_{K8}, x_{K12}$ ) значень критеріїв цієї групи.

При визначенні інтегрального критерію якості  $K_n$  ( $n$  – номер порівнюваного варіанта) в ролі базового вибирається варіант оснащення очисного комплексу, який на даний час експлуатується на шахті і потребує модернізації, або заздалегідь відомий найгірший варіант (при оснащенні нової лави).

У результаті порівняння чисельних значень інтегральних критеріїв якості приймається рішення про вибір найбільш перспективного варіанта, який має найбільше значення  $K_n$ .

**Приклад порівняння варіантів технічних рішень при проведенні модернізації видобувної дільниці.**

Порівняння варіантів технічних рішень при проведенні технічного переоснащення (модернізації) видобувної дільниці розглянемо на прикладі лави 1ВОСТ пласту Н10В шахти «Холодна Балка» ДП «Макіїввугілля», яка видобуває енергетичне вугілля марки П.

Гірничо-геологічна характеристика лави наведена в табл. 2. Річна продуктивність встановленого видобувного комплексу (кріплення – 1КД-80, комбайн – 1К-101У, конвеєр СП-250) становить 250 тис. т, при зольності видобутого вугілля 43%. Розробка ведеться по суцільній системі, при цьому довжина лави дорівнює 240 м. Лава загрозна за раптовими викидами вугілля і газу.

Для переоснащення лави 1ВОСТ шахти «Холодна Балка» ДП «Макіїввугілля» за потужністю пласта (критерій  $x_{KA1}$ ) можуть використовуватись кріплення нового технічного рівня (НТР) 1КД-90 (0,8–1,4 м) та ДМ (0,85–1,5 м), але за міцністю порід покрівлі і ґрунту (критерій  $x_{KA2}$ ) підходить кріплення 1КД-90. Технічна характеристика кріплень наведена в табл. 3.

З цим кріпленням (критерій  $x_{KA4}$ ) в даних гірничо-геологічних умовах (критерій  $x_{KA5}$ ) можуть експлуатуватись очисні комбайни: застарілого типу 1К-101У (0,95–1,3 м), яким нині обладнана лава; сучасні – РКУ-10 (1,1–1,9 м) та УКД-200-250 (0,85–1,3 м). Технічна характеристика цих комбайнів наведена в табл. 4.

Очисний комбайн РКУ-10 може працювати в комплексі з сучасним конвеєром СП-26У, а

**Таблиця 2 – Гірничо-геологічна характеристика лави 1ВОСТ шахти «Холодна Балка» ДП «Макіїввугілля»**

Пласт	Марка вугілля	Кут падіння пласта, градус	Викидно-небезпечність пласта	Довжина лави, м	Потужність, м		
					пласта вугілля	пласта, що виймається	хвиної покрівлі
Н10В	П	2	Загрозливий	240	0,95	1,15	0,05

Продовження табл. 2

Літологічний склад і міцність		Густина, т/м <sup>3</sup>			Зольність, %			
покрівлі	ґрунту	вугільного пласта	порід покрівлі	порід ґрунту	пластово-промислова	експлуатаційна	порід покрівлі	порід ґрунту
Ар4	Ар4	1,60	2,60	2,60	32	43	87	85

Продовження табл. 2

Волога, %	Сірка, %	Вихід летких речовин, %	Вища теплота згорання, ккал/кг	Склад очисного комплексу			Система розробки	Видобуток, тис. т
				кріплення	комбайн	конвеєр		
2,8	4,4	13,9	7750	1КД-80	1К-101У	СП-250	Суцільна	250

**Таблиця 3 – Технічна характеристика механізованих кріплень**

Тип кріплення	Потужність пласта, м	Питомий опір на 1 м <sup>2</sup> площі, кН/м <sup>2</sup>	Крок встановлення секції, м	Ширина секції, м	Вага секції, т	Ціна за секцію, грн
1КД-80	0,85-1,25	500	1,35	1,3	5,25	198094
1КД-90	0,8-1,4	434-530	1,5	1,42	7,2	242214
ДМ	0,85-1,5	385-505	1,5	1,44	7,4	352913

**Таблиця 4 – Технічна характеристика очисних комбайнів**

Тип комбайну	Потужність пласта, м	Ширина захоплення робочого органу, м	Швидкість подачі, м/хв.	Потужність приводу, кВт	Вага, т	Ресурс до капітального ремонту, тис. т	Ціна, грн
1К-101У	0,95-1,3	0,63	4,4	110	10,4	290	2921145
РКУ-10	1,1-1,9	0,63	5	200	19,1	560	3543461
УКД-200-250	0,85-1,3	0,63	5	330	14,4	600	5677687

**Таблиця 5 – Технічна характеристика конвеєрів**

Тип конвеєра	Потужність пласта, м	Продуктивність, т/хв. (т/год)	Потужність приводу, кВт	Ресурс до капітального ремонту, тис. т	Ціна, грн
СП-26У	0,8-1,5	7,6	110	1100	4200000
СП-250	0,71-2,0	7,1 (430)	220	1000	1472208
СПЦ-163	0,75	6,65 (400)	220	1500	5304000

**Таблиця 6 – Варіанти технічних рішень оснащення лави 1ВОСТ шахти «Холодна Балка» ДП «Макіїввугілля»**

Варіант	Комплекс	Комбайн	Конвеєр
I (Базовий)	1МКД-80	1К-101У	СП-250
II	1МКД-90	РКУ-10	СП-26У
III		УКД-200-250	СП-26У
IV			СП-250
V			СПЦ-163

Таблиця 7 – Кількісні критерії конкуруючих варіантів

№ вар., п	Значення критеріїв $x_i$							Ефективність транспортування, грн/т
	Питома вартість кріплення, грн/т	Технічна продуктивність, т/год	Зольність, %	Ефективність видобутку, грн/т	Енергозоброєність видобувної машини, кВт/т	Ефективність транспортування, грн/т		
	$x_{K3}$	$x_{K6}$	$x_{K7}$	$x_{K8}$	$x_{K9}$	$x_{K12}$		
I	37732,19	56,38	46,33	10,07	10,58	1,47		
II	33640,83	64,06	43,56	6,33	10,47	3,82		
III	33640,83	64,06	36,33	9,46	22,92	3,82		
IV	33640,83	64,06	36,33	9,46	22,92	1,47		
V	33640,83	64,06	36,33	9,46	22,92	3,54		

Таблиця 8 – Результати порівняння конкуруючих варіантів

№ вар., п	Значення параметрів $\bar{x}_i$ і $a_i$												Значення $K_n$
	$\bar{x}_3$	$a_3$	$\bar{x}_6$	$a_6$	$\bar{x}_7$	$a_7$	$\bar{x}_8$	$a_8$	$\bar{x}_9$	$a_9$	$\bar{x}_{12}$	$a_{12}$	
I	1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		48,00
II	1,12		1,14		1,06		1,59		0,99		0,38		50,48
III	1,12	7	1,14	10	1,27	9	1,06	8	2,17	6	0,38	8	55,21
IV	1,12		1,14		1,27		1,06		2,17		1,00		60,17
V	1,12		1,14		1,27		1,06		2,17		0,42		55,53

комбайн УКД-200-250 – з конвеєрами СП-26У, СП-250 та СПЦ-163 (критерії  $x_{KA10}$ ,  $x_{KA11}$ ). Технічна характеристика конвеєрів наведена в табл. 5.

Для порівняння технічних рішень при проведенні модернізації лави 1ВОСТ пласту Н10В шахти «Холодна Балка» ДП «Макіїввугілля», за критеріями  $x_{KA1}$ ,  $x_{KA2}$ ,  $x_{KA4}$ ,  $x_{KA5}$ ,  $x_{KA10}$ ,  $x_{KA11}$ , вибрані варіанти комплектації механізованого комплексу 1МКД-90 наведені в табл. 6. В ролі базового варіанта виступає механізований комплекс, який експлуатується в даний час на шахті.

Результати розрахунків чисельних значень кількісних критеріїв конкуруючих варіантів наведено в табл. 7. Результати порівняння конкуруючих варіантів наведено в табл. 8.

За результатами розрахунків найвищий рейтинг має варіант IV – комплекс 1МКД-90, оснащений комбайном УКД-200-250 і конвеєром СП-250. Цей комплекс забезпечує видобуток вугілля з найвищою серед розглянутих варіантів продуктивністю (64 т/год) і меншою на 10%, в порівнянні з базовим варіантом, зольністю (36%).

## ВИСНОВОК

Розроблена методика вибору обладнання при проведенні технічного переоснащення (модернізації) видобувних дільниць підприємств вугільної промисловості дозволяє за допомогою порівняння чисельних значень інтегральних критеріїв якості обґрунтовано прийняти рішення про вибір найбільш перспективного варіанта оснащення лави високопродуктивною видобувною і транспортною технікою, який максимально відповідає гірничо-геологічним умовам конкретної лави при максимальній ефективності та надійності її експлуатації.

1. *Косарев В.В.* Комплексное техническое переоснащение шахт современным горношахтным оборудованием – радикальная мера в увеличении объемов добычи угля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/comptech/index.html>.
2. *Топчиев А.В., Солод В.И.* Расчет производительности выемочных комплексов и агрегатов. – М.: Недра, 1966.
3. *Пирский А.А.* Эффективность подземной добычи угля. – К.: Вища школа, 1982. – 184 с.
4. *Справочник по обогащению углей /* Под ред. И.С. Благова. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 612 с.
5. *Вугілля буре, кам'яне та антрацит.* Методика розрахунку показників якості: СОУ 10.1.00185755.001-2004. [Чинний від 2004-12-09]. – Мінпаливенерго України, 2004. – 39 с. – (Стандарти Мінпаливенерго України).

Надійшла до редколегії 02.11.2015