

Н. І. Жукова, ст. викл. НТУУ «КПІ»

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ НА ОСНОВІ КРИТЕРІЮ ЕНЕРГОЄМНОСТІ БУРІННЯ МАСИВІВ ГІРНИЧИХ ПОРІД З ПУСТОТАМИ

N. I. Zhukova, senior lecturer, NTUU «KPI»

DEVELOPMENT OF STRUCTURES HOLE CHARGES BASED ON THE CRITERION OF ENERGY INTENSITY DRILLING MASSIF MOUNTAIN BREEDS WITH HOLLOW

Приведені аналітичні та експериментальні дослідження фізичних процесів при взаємодії бурового інструмента з шарами порід по всій глибині свердловини. Доведено, що ефективність і сейсмобезпечність конструкції свердловинних зарядів сприяє зменшенню викиду негабаритних шматків. В свердловинах з пустотами від 10 до 40 % це дозволяє зменшити сейсмоефект до 30 %.

Ключові слова: свердловина, гірничі породи, енергоємність, вибуховий заряд.

Приведенные аналитические и экспериментальные исследования физических процессов при взаимодействии бурового инструмента со слоями пород по всей глубине скважины. Доказано, что эффективность и сейсмобезопасность конструкции скважинных зарядов способствует уменьшению выброса негабаритных кусков. В скважинах с пустотами от 10 до 40% это позволяет уменьшить сейсмозффект до 30%.

Ключевые слова: скважина, горные породы, энергоемность, взрывной заряд.

The analytical and experimental studies of physical processes in the interaction of the drilling tool with layers of rocks throughout the depth of the well. It is proved that the efficiency and hole charges seismic safety designs reduces emissions of oversized pieces. In boreholes with cavities from 10 to 40% and allows to decrease seismic effects to 30%;

Keywords: chink, the mining breeds, energy intensity, an explosive charge.

Вступ. Одним з основних напрямків в галузі підривних робіт на гірничовидобувних підприємствах України зі складною гірничо-геологічною структурою масивів порід є дотримання безпеки й ефективності вибухових робіт за рахунок розподілу енергії вибуху по всій глибині кожного свердловинного заряду у відповідності з міцністю порід в т.ч. при наявності карстів, шарів м'яких порід та ін. [4]. З огляду на сучасну тенденцію до освоєння на розробку нових родовищ зі складною структурою (наприклад гіпси), вимоги до ефективності й безпеки підривних робіт значно підвищуються. Аналогічні вимоги пред'являються й до розробки конструкцій свердловинних зарядів, здатних максимально реалізувати потенційну енергію вибухового заряду (ВР) в місцях наявності породи і не допустити заряджання в зонах при наявності карстів, глинистих шарів та ін. Це пов'язано з підвищенням виходу негабариту та безпечною дією сейсмічних хвиль на навколишнє

середовище. Дані щодо структури порід в границях блоку, який підривається, можливо в повній мірі одержати від моніторингу процесу енергоємності буріння кожної свердловини.

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності та сейсмобезпеки вибухових робіт на основі розробки конструкцій свердловинних зарядів по критерію енергоємності буріння, відповідно, міцності порід, яку складає колонка свердловини для визначення місць розташування ВР.

Для досягнення зазначеної мети сформульовані наступні **задачі дослідження**:

1. Аналітично та експериментально дослідити фізичні процеси при взаємодії бурового інструмента з шарами порід по всій довжині свердловини, по всій її глибині для встановлення структури порід, яку складає колонка свердловини.

2. Провести оцінку структури порід вздовж свердловини по критерію показника енергоємності буріння.

3. Розробка методів керування процесами розподілу енергією вибуху по глибині кожного свердловинного заряду ВР, які складають блок, що підривається, у відповідності з наявністю корінних порід.

4. Розробити спосіб визначення параметрів необхідних для побудови конструкції свердловинних зарядів комбінованих по колонці з промислових ВР та проміжками, які б відповідали структурі гірничого середовища, через які пройде свердловина.

Ефективність керування процесами розподілу енергії вибуху в свердловинних зарядах ВР, складених з корінних порід та проміжків пов'язана у першу чергу з одержанням паспорту свердловини, на основі енергоємності, витраченої на її буріння, з наступним визначенням конструкції свердловинних зарядів ВР [4]. Останній приділяється особлива увага, оскільки вона має забезпечувати ефективність перетворення енергії вибуху в роботу деформування саме в проміжку свердловини, де є корінні породи та не допустити розміщення ВР в проміжках їх відсутності (місцях карстових пустот, шарах з м'якими породами та ін.).

Поставлена задача вирішується тим, що в способі ведення свердловини вибухових робіт в масивах з пустотами та шарами м'яких порід, який включає визначення в процесі буріння свердловини потужності споживаної обертачем бурового верстата, з послідуєчим створенням комбінованих конструкцій свердловинних зарядів ВР. В межах зон, де енергоємність відповідає міцним корінним породам, розміщують заряди ВР з бойовиками, а з мінімальною енергоємністю - повітряні або інертні проміжки.

Енергоспоживання при бурінні масивів різної міцності порід залежить від цілого ряду природних факторів, таких як міцність гірських порід, вміст карстових пустот, глини та ін.

Розв'язання задачі вибору критерію енергоємності технологічних процесів буріння свердловин можливе тільки за умови оцінки витрат

енергоспоживання в залежності від міцності і структури по глибині свердловини яку проходить буровий інструмент. Єдиний кількісний показник, який в значній мірі може відображати, як властивості просвердлених порід, так і параметри сполученого процесу є критерій енергоємності [1].

Проведемо визначення останнього на прикладі дослідження зміни потужності споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву гірських порід при проходці свердловини в закарстованих гіпсах [2].

Згідно з гіпотезою Кірпічова-Кіка енергія, затрачена для однакової зміни форми геометрично подібних і однорідних тіл, змінюється пропорційно об'ємам або масі цих тіл.

Вираз для визначення потужності буріння має вигляд:

$$N_{\sigma} = N_x \exp(e_p \Pi_{\sigma} / N_x) \text{ [Вт]}, \text{ де:} \quad (1)$$

N_x – потужність холостого ходу обертача бурового верстата, Вт; сума e_p : e_1, e_2, \dots, e_x – енергоємність в залежності від порід, по яким, з глибиною свердловини, проходить шарошкове долото, Дж/м³; Π_{σ} сума Π – продуктивність бурового верстата, м³/с.

Залежність потужності, споживаної обертачем бурового верстата СБШ-250, від його продуктивності для різних типів гірських порід, які просвердлені буровим інструментом в межах однієї свердловини приведені на рис.1. Порівняння експериментальних значень потужності, споживаної обертачем верстата СБШ-250 з розрахунковими показує їх достатню збіжність (рис. 1).

Енергоємність буріння визначають діленням виразу (1) на продуктивність бурового верстата в корінних породах:

$$e_{\sigma} = \frac{N_x}{\Pi_{\sigma}} \exp\left(\frac{e_p \rho \Pi_{\sigma}}{N_x}\right) \rightarrow \max \text{ [Дж/м}^3\text{]},$$

а в карстових пустота та шарах з м'якими породами:

$$e_{\sigma} = \frac{N_x}{\Pi_{\sigma}} \exp\left(\frac{e_p \rho \Pi_{\sigma}}{N_x}\right) \rightarrow \min \text{ [Дж/м}^3\text{]}, \text{ де:}$$

ρ – щільність гірської породи, кг/м³.

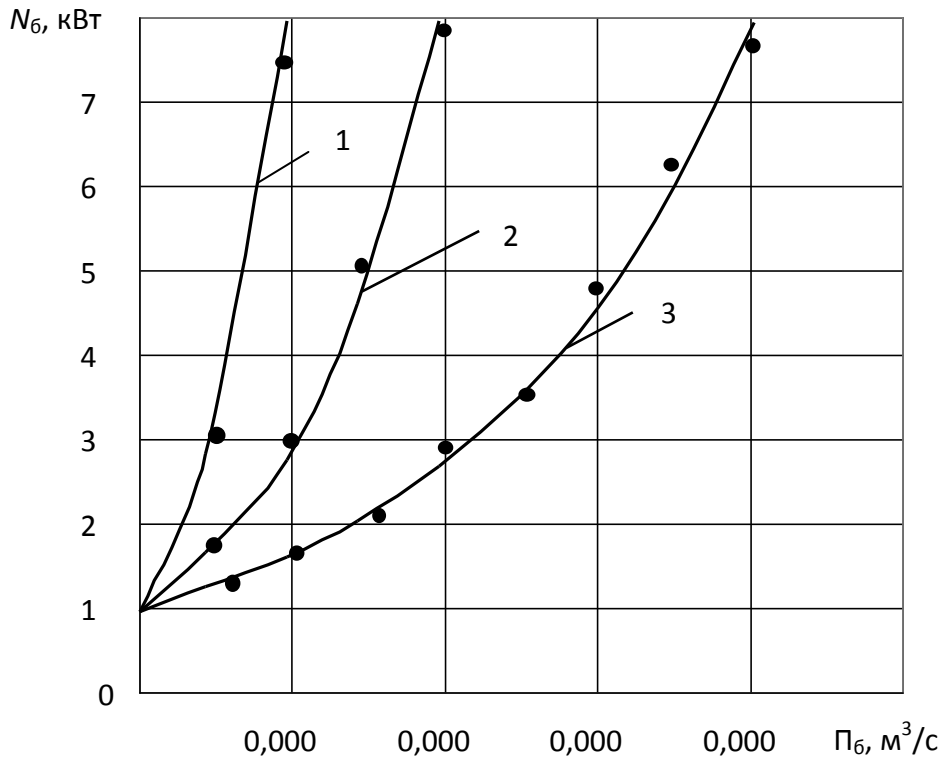


Рис. 1. Залежність потужності, споживаної обертачем бурового верстата СБШ-250, від його продуктивності для різних типів гірських порід, які просвердлені буровим інструментом в межах однієї свердловини:

1 – шари порід малої міцності; 2 – вивітрені граніти 0-4 м (забійка); 3 – корінні міцні породи від 6-12 м; криві лінії – теоретично розраховані залежності; • – експериментальні точки.

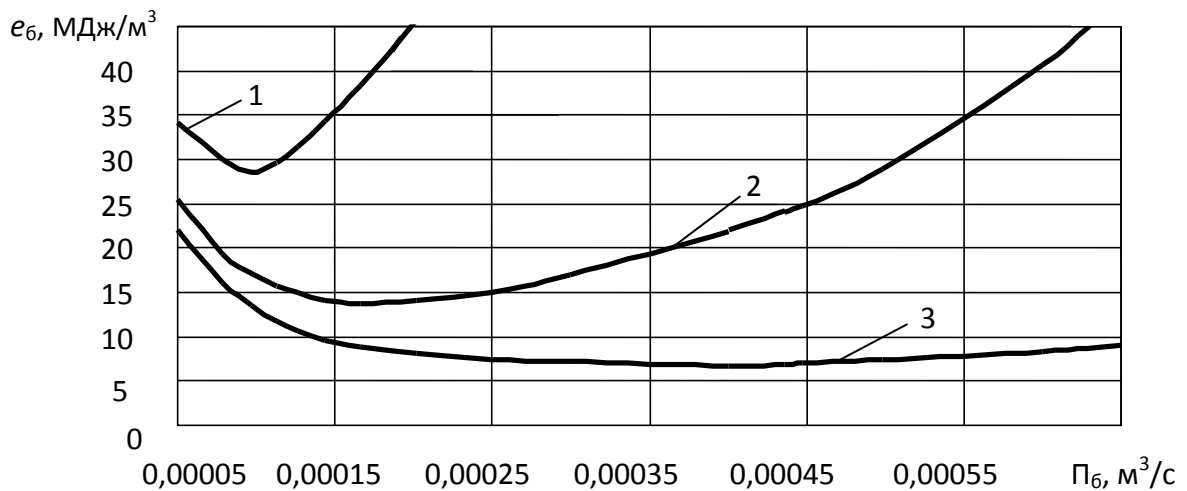


Рис. 2. Залежність енергоємності від продуктивності буріння для різних типів гірських порід, які просвердлені буровим інструментом в межах однієї свердловини:

1 – шари порід малої міцності; 2 – вивітрені граніти 0-4 м (забійка); 3 – корінні міцні породи від 6-12 м.

З метою розробки конструкцій свердловинних зарядів по критерію енергоємності буріння кожного погонного метра свердловини для визначення місць заряджання ВР проведемо визначення потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву гірських порід на прикладі свердління 7-ми свердловин (свд.), глибиною 12,5 м в закарстованих гіпсах. Данні приведені в табл.1.

Таблиця 1. Визначення потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву гірських порід на прикладі свердління 7-ми свердловин (свд.), глибиною 12,5 м в закарстованих гіпсах

свд №1		свд №2		свд №3		свд №4		свд №5		свд №6		свд №7	
l,м	Nб,Вт	l,м	Nб,Вт	l,м	Nб,Вт	l,м	Nб,Вт	l,м	Nб,Вт	l,м	Nб,Вт	l,м	Nб,Вт
1	30	1	40	1	30	1	30	1	30	1	30	1	10
2	59	2	59	2	60	2	59	2	59	2	59	2	59
3	60	3	60	3	65	3	60	3	60	3	60	3	60
4	80	4	60	4	78	4	75	4	80	4	75	4	60
5	70	5	70	5	71	5	70	5	70	5	70	5	70
6	80	6	80	5,27	30	6	80	6	80	6	80	6	80
7	80	7,5	20	6,17	30	6,72	35	6,85	40	7	80	7	75
8	70	8,5	30	8	75	7	35	7,55	40	8,15	35	8	70
9	70	9	70	9	70	9	70	9	70	8,45	35	9	70
10	60	10	60	10	65	10	60	10	65	10	65	10	60
11	60	11	60	11	60	11	60	11	60	11	60	11	65
12	75	12	75	12	70	12	75	12	75	12	75	12	75
12,5	80	12,5	80	12,5	80	12,5	80	12,5	80	12,5	80	12,5	80

Відповідно до табл. 1 визначається конструкція заряду ВР кожного ряду, який складається із 1-7 свердловин (рис. 3).

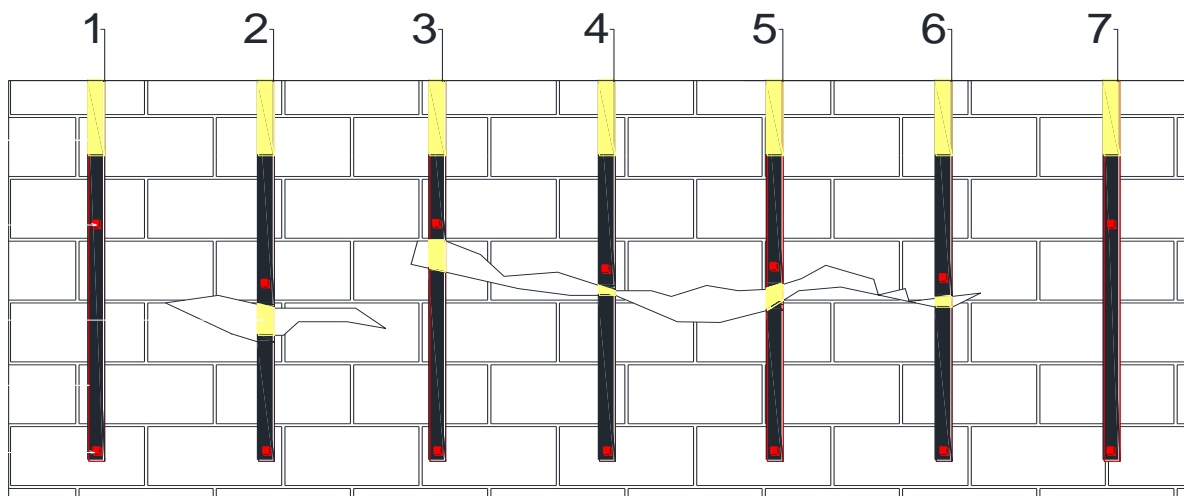


Рис. 3. Структура масиву закарстованих гіпсів та розріз по першому ряду блоку, який підривається 7-ма свердловинними зарядами конструкції, яких визначені по потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250

в залежності від структури масиву гірських порід при проходці кожної із 7-ми свердловин, глибиною 12,5 м

Наприклад свд. 2, в якій в межах зон, де енергоємність відповідає міцним корінним породам, 60-80 Вт (на глибині 4-6 м та 8-12,5 м), розміщують заряди ВР з бойовиками, а з мінімальною енергоємністю - повітряні або інертні проміжки 10-20 Вт (на глибині 7,5-8,5 м). Графік зміни потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву гірських порід при проходці приведений на рис. 4, а конструкція свердловинного заряду № 2 приведена на рис. 5.

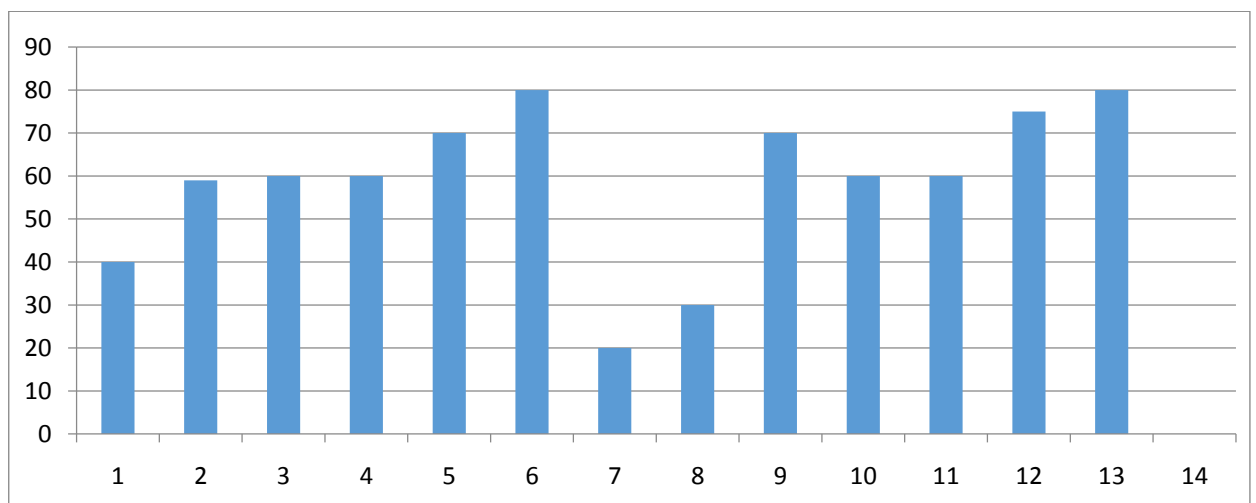


Рис. 4. Графік зміни потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву гірських порід при проходці свердловини глибиною 12,5 м в закарстованих гіпсах

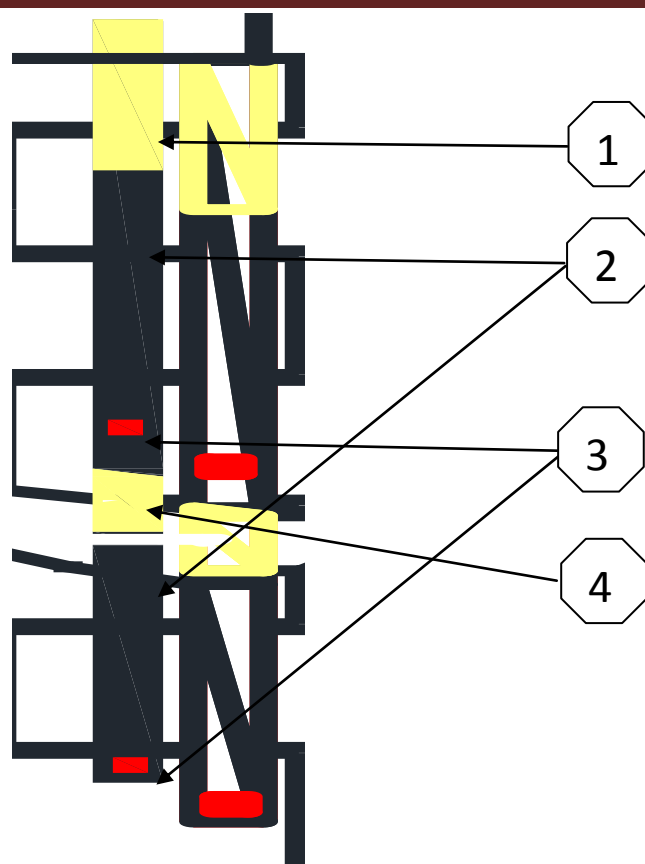


Рис. 5. Конструкція свердловинного заряду №2, яка визначена по потужності, споживаної обертачем бурового інструменту верстата СБШ-250, яка становила від 20 до 30 Вт і де в структурі масиву на глибині від 7,5 до 8,5 м в колонці свердловини існує пустота, в якій не було розміщено заряду:

1 – забійка; 2 – вибухова речовина; 3 – бойовик; 4 – повітряний проміжок

Таким чином в умовах, коли по енерговитратам бурового станка на свердління погонного метра свердловини одержують її геологічну структуру, відповідно якої формується конструкція свердловинного заряду. Остання забезпечує локалізацію енергії вибуху по глибині свердловини тільки в межах наявності корінних порід та відсутності ВР, де є пустоти або прошарки м'яких порід [5]. В результаті застосування даної конструкції заряду є можливим помістити заряд ВР на глибину де залягають корінні породи і не допустити заряджання в пустотах або прошарках м'яких порід. При цьому в результаті детонації свердловинного заряду виникає можливість за рахунок передачі енергії вибуху зарядів, розміщених в корінних породах, їх руйнацію, а в пустотах або прошарках м'яких порід не допустити використання енергії вибуху на негативну роботу (розліт породи, підвищений сейсмоефект). Отже, відбувається локалізація основної частини енергії вибуху в межах тої частини свердловини, де залягають корінні породи, що забезпечує значне збільшення ефективності подрібнення гірської маси.

Висновки

Потужність, споживана обертачем бурового верстата, експонентно залежить від продуктивності буріння, а питома енергоємність буріння для конкретного середовища свердловини екстремально залежить від продуктивності буріння і була прийнята за критерій оцінки структури порід вздовж свердловини.

Мінімальне значення питомої енергоємності процесу буріння відповідає середовищу з карстовими пустотами та шарам з м'якими породами, максимальне – корінним породам.

Встановлено залежність витрат потужності, споживаної обертачем бурового верстата від структурно-геологічних умов і міцності шарів гірських порід, через які проходить буровий інструмент і по якій виготовляється паспорт свердловини з послідувачим формуванням конструкції свердловинного заряду. В зонах з максимальною енергоємністю буріння розміщують заряд ВР, а мінімальною-інертний проміжок.

Обґрунтовано оптимальні параметри ВР з розподілом енергії вибуху, яка направлена на деформування, як в окремих свердловинах, так і між ними, у відповідності з структурно-геологічними умовами шарів гірських порід, які складають блок, що підривається.

Доведено ефективність і сейсдобезпечність конструкції свердловинних зарядів, по показнику енергоємності, витраченої буровим станком в процесі буріння і розміщенням зарядів з максимальною енергоємністю та мінімальним проміжком. Це сприяє зменшенню виходу негабариту, в свердловинах з пустотами від 10 до 40 % та дозволяє знизити сейсмоефект до 30 %.

Список використаних джерел

1. Tangaev I. A. Jenergoemkost' processov dobychi i pererabotki poleznyh iskopaemyh. / I. A. Tangaev – М.: Nedra, 1986. – 231 s.
2. Tangaev I. A. Burimost' i vzryvaemost' gornyh porod. / I. A. Tangaev – М.: Nedra, 1978.
3. Pravila bezpeki pid chas povodzhennja z vibuhovimi materialami promislovogo priznachennja. – Н.: TOV Vidavnictvo «Fort», 2013. – 186 s.
4. Tehnichni pravila vedennja vibuhovih robit na dennij poverhni. –Н.: TOV Vidavnictvo «Lider», 2013. – 120 s.
5. Nacional'nij standart Ukraini. Provedennja promislovih vibuhiv. Normi sejsmichnoї bezpeki. / V. V. Bojko, V. Є. Voroteljak, G. A. Voroteljak [ta in] // DSTU 4704:2008. К: Derzhspozhivstandart Ukraini. – 2009. – 11s.

Стаття надійшла до редакції 04.12.2013 р.