

Физико-механические исследования преимуществ белитового портландцемента для бетона, необходимого для современных наземных и подземных военных сооружений

И.И. Никонец, М.А. Ивасюк, И.Н. Мартынюк, Е.Н. Стадничук

Исследованы физико-механические свойства четырех видов цемента и основных клинкерных минералов C_3S и C_2S : алитового № 1 (C_3S – 60,82%, C_2S – 14,73%); нормального № 2 (C_3S – 40,06%, C_2S – 32,58%); белитового № 3 (C_3S – 24,59%, C_2S – 48,25%) и белитового № 4 (C_3S – 9,2%, C_2S – 63,18%). Установлено, что прочность цемента в первые сроки твердения определяется содержанием C_3S , который является быстротвердеющим клинкерным минералом. Выявлено, что влияние минералогического состава портландцемента на его прочность является определяющим до шестимесячного срока твердения. После шести месяцев до года предел прочности почти не меняется, а в течение 10 лет цементы, имеющие высокое содержание C_2S , продолжают набирать прочность, тогда как цементы с большим содержанием C_3S ее теряют.

Ключевые слова: клинкерные минералы, белитовый цемент, физико-механические исследования, прочность цемента.

Physico-mechanical studies of the advantages belite of portland cement for concrete, necessary for modern surface and underground military installations

I. Nikonets, M. Ivasjuk, I. Martyniuk, O. Stadnichuk

In connection with the development of powerful weapons, especially those that are developed on new physical principles, the acute problem of reliable protection and ensure the survivability of personnel. The development of the new fortifications that can provide protection from various weapons, identify new methods for their construction on a tight time budget are the main objectives of the fortification at the present stage. Concrete structure building can be a long time to maintain its performance, however, under the influence of aggressive environmental factors, they gradually change their physico-chemical and structural-phase properties. Military facilities, including aboveground and underground structures, require not only durability and reliability but also the preservation of these properties with time.

For the production of mortars and concretes that can be used for the construction of military fortifications, we propose belite Portland cement, which according to preliminary data has significant water resistance and frost resistance, low exothermy, high corrosion resistance, increasing with age of strength.

The purpose of this article is to compare physical and mechanical properties alite and belite of Portland cement, determining the influence of the content of clinker minerals on tensile strength at different stages of hardening. The role of the early stages of hardening of cement the properties of concrete for various purposes is large, because with the greatest speed and intensity are the main hydration reactions of clinker minerals, the structure of cement stone.

Studied the physico-mechanical properties of four types of cement and major clinker minerals C_3S and C_2S : alite № 1 (C_3S – 60.82% C_2S – 14.73%); normal № 2 (C_3S – 40.06%, C_2S – 32.58%); belite №3 (C_3S – 24.59%, C_2S – 48.25%) and belite № 4 (C_3S – 9.2%, C_2S – 63.18%). It is established that the strength of cement in the first period of hardening is determined by the content C_3S , which is the clinker mineral that quickly hardens. It is revealed that the influence of the mineralogical composition of Portland cement on strength is decisive to a six-month period of hardening. After six months to a year and tensile strength does not change, and within 10 years, the cements having a high content C_2S continue to gain strength, whereas for cements with a high content of C_3S – losing her.

Therefore, the use of belite cement for their construction is promising, however, requires detailed studies on the frost resistance, sulfate resistance and water resistance.

Keywords: clinker minerals, belite cement, physical-mechanical study, the strength of cement.

УДК 614.842

Т.Я. Глова

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ТАРИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ

Проведено дослідження дерев'яної тари для зберігання боєприпасів з різними ступенями чорноти стінок ящика. Наведено результати зміни густини теплового потоку, який поглинається стінкою в залежності від відстані розташування факела полум'я пожежі, а також від ступеня чорноти стінок тари. Запропонована методика визначення та дослідження величини теплового потоку полум'я пожежі, який поглинається тарою. Встановлено взаємозв'язок інтенсивності теплового потоку від різниці температур полум'я пожежі та стінками тари в залежності від ступенів чорноти покриття стінок дерев'яної тари.

Ключові слова: тепловий потік, ступінь чорноти, температура, боєприпаси, дерев'яна тара.

Постановка проблеми

Деревина та вироби з неї знаходять широке застосування у будівництві, машинобудуванні та побуті і складають значний відсоток пожежного навантаження. Оскільки одним із основних матеріалів для зберігання боєприпасів є деревина, то є актуальним дослідження вогнестійкості дерев'яної тари для зберігання боєприпасів в умовах пожежної небезпеки. Величезні накопичення боєприпасів, які спостерігаються за останні роки, являють постійну загрозу для військових і цивільного населення. Одним із найбільш впливових факторів ризику є вибухопожежонебезпека, яка призводить до загибелі людей, спричиняє збитки населенню та навколишньому середовищу. Прикладом подібної катастрофи є база під Новобогданівкою. Тому виникнення пожежі, особливо у великому скупченні боєприпасів, є досить небезпечним і потребує детального вивчення.

Пожежі, які виникають на складах, залежать від інтенсивності потрапляння на стінки тари теплового потоку. Тепловий потік, який випромінює факел полум'я пожежі, не повністю поглинається поверхнею дерев'яної тари, тому що він залежить від кутового коефіцієнта випромінювання [1], який у свою чергу залежить від відстані тари до полум'я пожежі, а також від розмірів тари та параметрів вогню. Важливим фактором є те, що тепловий потік, який падає на стінки тари, частково поглинається в залежності від ступеня чорноти поверхні дерев'яної тари. Одним із найкращих шляхів підвищення рівня експлуатації тари для зберігання боєприпасів та зброї є вогнестійка обробка. Тому одним із чинників швидкого перебігу пожежі є низький рівень обробки дерев'яної тари. Щоб запобігти цьому, потрібно дослідити інтенсивність теплового потоку пожежі, що поглинається стінками тари, які мають різний ступінь чорноти поверхні та знаходяться на різній відстані до факела полум'я пожежі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Одним із найбільш поширених матеріалів для виготовлення тари є деревина та її модифікації, які за групою горючості відносяться до групи матеріалів середньої займистості. Оскільки вільний доступ кисню сприяє деструкції деревини і прискоренню процесу горіння, то для запобігання цього процесу обробляють тару вогнезахисним покриттям. Вогнезахисна обробка тари дозволяє надати деревині здатність протистояти дії полум'я та поширення його поверхнею. Під дією теплового потоку вироби з деревини можуть займатися (при температурі близько 230 °C відбувається займання деревини сосни, а при 420 °C – самозаймання). У роботах [2, 3, 4] досліджується можливість вогнезахисту дерев'яної тари для зберігання боєприпасів

за допомогою просочувальної суміші ДСА-2 та вогнезахисних покриттів „Фенікс-ДП” і „Фенікс-ДБ”. Але у зазначених роботах не досліджено інтенсивність теплового потоку факела полум'я пожежі в залежності від відстані до дерев'яної тари. А також не вказано, як впливає ступінь чорноти покриття стінок тари на тепловий потік в залежності від відстані до пожежі.

Формулювання мети статті

Боєприпаси, як правило, зберігаються в дерев'яних ящиках. Якщо ящики знаходяться близько до вогню, то вони швидко нагріваються тепловим потоком полум'я пожежі. При нагріванні дерев'яної тари нагріваються боєприпаси, зброя, хімічні суміші і т.д., які при досягненні критичної температури можуть вибухати або виходити з ладу. Проте деревина має можливість протистояти дії полум'я та поширенню його поверхнею при вогнезахисній обробці дерев'яної тари. Метою даної роботи є дослідження вогнестійкості дерев'яної тари з різними ступенями чорноти поверхні, а також визначення інтенсивності теплового потоку в залежності від відстані дерев'яної тари до факела полум'я пожежі.

Виклад основного матеріалу

Для дослідження теплового потоку факела пожежі, який поглинається стінками тари, використовуємо закон Стефана–Больцмана [1]

$$q_c = 5,67 \cdot \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \cdot \varepsilon_{1-2} \cdot \psi_{1-2}, \quad (1)$$

де $\varepsilon_{1-2} = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}$ – зведений ступінь чорноти системи “полум'я-ящик”; ε_1 – ступінь чорноти поверхні стінки ящика; ε_2 – ступінь чорноти факела полум'я; ψ_{1-2} – кутовий коефіцієнт випромінювання; T_1 – температура поверхні ящика, К; T_2 – температура факела, К.

Для дослідження інтенсивності теплового потоку потрібно визначити кутовий коефіцієнт випромінювання.

Якщо ширина факела дорівнює c , ширина дерев'яної тари b , а відстань між ними h , то кутовий коефіцієнт випромінювання визначається наступним чином

$$\psi_{1-2} = \frac{1}{2 \cdot \frac{c}{h}} \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{b+c}{h} \right)^2 + 4} - \sqrt{\left(\frac{b-c}{h} \right)^2 + 4} \right) \quad (2)$$

За формулою (2) проведені розрахунки кутового коефіцієнта випромінювання. При розрахунках прийнято $c = 2$ м, $b = 1$ м.

Результати досліджень зображені графічно на рис. 1.

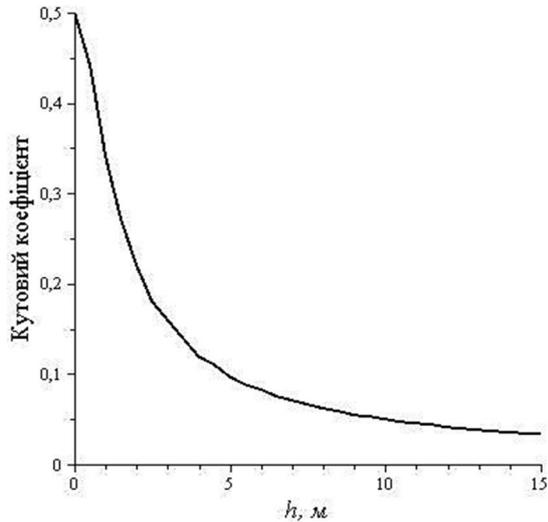


Рис. 1. Зміна величини кутового коефіцієнта випромінювання від відстані між факелом і тарою

Аналіз графічної залежності (рис. 1) показує, що при збільшенні відстані h від 1 до 8 м величина кутового коефіцієнта випромінювання різко зменшується, а при відстані більше 8 м кутовий коефіцієнт випромінювання зменшується незначно.

Використовуючи формулу (1), досліджено зміну інтенсивності теплового потоку в залежності від відстані між факелом полум'я та стінками ящика з різними ступенями чорноти. При розрахунку приймалися такі вихідні дані: температура факела пожежі $T_2 = 1300$ К, температура поверхні ящика в початковий момент часу $T_1 = 300$ К, ступінь чорноти факела полум'я $\varepsilon_2 = 0.9$. Результати досліджень зображені графічно на рис. 2.

Аналіз рис. 2 показує, що при зменшенні ступеня чорноти стінки ящика відповідно зменшується тепловий потік, який поглинається поверхнею тари. Більше того, як показують графічні дослідження, при зміні відстані між тарою та факелом полум'я h від 1 до 8 м тепловий потік різко зменшується. А при відстані більше 8 м інтенсивність теплового потоку зменшується незначно, що вказує на безпечну дистанцію для уникнення загорання тари.

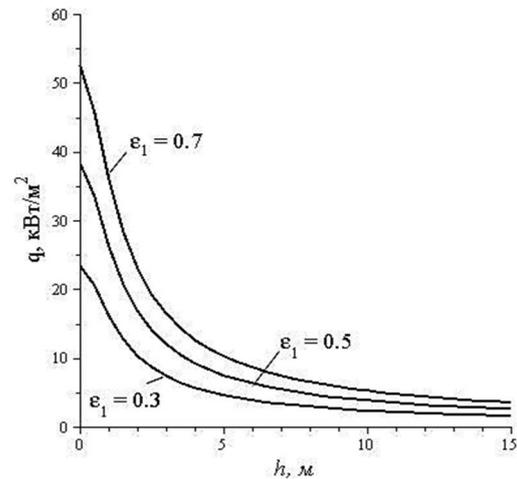


Рис. 2. Залежність інтенсивності теплового потоку від відстані між факелом полум'я та стінками тари

За формулою (1) на рис. 3 визначено залежність теплового потоку від різниці температур факела пожежі і стінок тари.

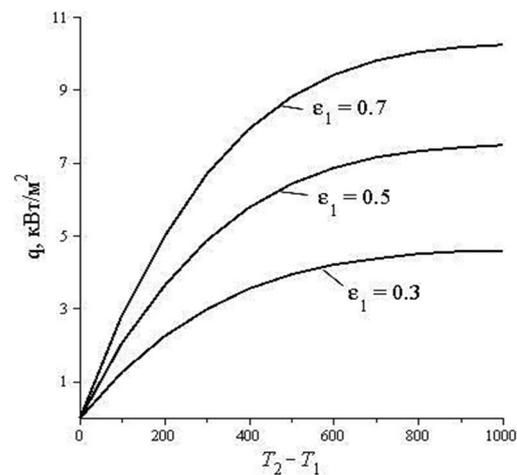


Рис. 3. Залежність інтенсивності теплового потоку від різниці температур при $h = 5$ м

Аналіз графічних залежностей (рис. 3) показує, що при розглядуваних температурах у початковий момент пожежі різниця $T_2 - T_1 = 1000$ К і для $\varepsilon_1 = 0.7$ тепловий потік дорівнює $10,2$ кВт/м², а при подальшому нагріванні дерев'яної тари тепловий потік зменшується, що необхідно враховувати при визначенні температурного поля в тарі.

Висновки

Запропонована методика визначення та дослідження величини теплового потоку полум'я пожежі, який поглинається тарою. Наведено результати зміни інтенсивності теплового потоку, які поглинають стінки ящика в залежності від відстані розташування факела полум'я пожежі, а також від

ступеня чорноти покриття стінок тари. Ці дослідження дають можливість визначити безпечну відстань дерев'яної тари до факела полум'я для запобігання пожежі.

Список літератури

1. Зигель Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хоуелл. – М.: Мир, 1975. – 936 с.
2. Цапко Ю.В. Дослідження умов займання деревини в залежності від параметрів нагрівання / Ю.В. Цапко, С.В. Жартовський // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2007. – Вип. 10. – С. 144–149.
3. Цапко Ю.В. Дослідження процесів теплопровідності вогнезахисної дерев'яної тари для зберігання

озброєння та боєприпасів / Ю.В. Цапко, В.М. Жартовський, М.С. Карташов // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2009. – Вип. 14. – С. 97–104.

4. Цапко Ю.В. Визначення параметрів вогнезахисту дерев'яної тари для зберігання елементів озброєння та військової техніки / Ю.В. Цапко, С.В. Нікітін, Ю.П. Мосейчук // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2010. – № 1 (21). – С. 103–107.

Рецензент: д.т.н., проф. М.М. Семерак, завідувач кафедри термодинаміки і фізики, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, заслужений діяч науки і техніки України, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів.

Огнестойкость специализированной тары для хранения боеприпасов

Т.Я. Глова

Проведено исследование деревянной тары для хранения боеприпасов с различными степенями черноты покрытия стенок ящика. Приведены результаты изменения плотности теплового потока, поглощающие стенки ящика в зависимости от расстояния расположения факела пламени пожара, а также от степени черноты покрытия стенок тары. Предложена методика определения и исследования величины теплового потока пламени пожара, который поглощается тарой. Установлена зависимость интенсивности теплового потока от разности температур пламени пожара и стенками тары в зависимости от степени черноты покрытия стенок деревянной тары.

Ключевые слова: тепловой поток, степень черноты, температура, боеприпасы, деревянная тара.

Fire protection of specialized containers for ammunition storage

T. Hlova

In this paper investigated the fire resistant of wooden containers to store ammunition in terms of fire danger. Fires that occur on military bases depend on the intensity contact of heat flux with container wall. The heat flux which falls on the wall of the container partially absorbed depending on the emissivity of the surface of wooden containers. One of the best ways to increase of exploitation of containers for storage of ammunition and arms are fireproof treatment. We investigated of fire protection of wooden containers to storage ammunition with different degrees of blackness covering the walls of the box. To research the intensity of the heat flux used Stefan-Boltzmann law. The results of changing the density of heat flow, absorbing wall box depending on the distance of the location of the flame of fire, and the degree of blackness covering the walls of the container. Proposed the method for determining and investigating the magnitude of the heat flux of a fire flame, which is absorbed by a container. Investigated the dependence of the intensity of the heat flux on the temperature difference between the fire flame and the container walls depending on the degree of blackness of the coating walls of the wooden containers.

Keywords: heat flow, degree of blackness, temperature, ammunition, packaging timber.

УДК 355.211

Р.Л. Колос, Ю.О. Фтемов

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ З РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Проведено аналіз факторів, які впливають на виконання завдань із розмінування місцевості під час ведення бойових дій на Сході України, а саме: способів застосування боєприпасів, відсутність звітних документів на встановлені мінно-вибухові загородження, зміни мікрорельєфу місцевості, тривалий час від застосування боєприпасів до їх розмінування, руйнування корпусів мін під впливом оточуючого середовища та безперервне застосування зброї у районах виконання робіт.