

## СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

*Петрова О.І., к.с.-г.н., доцент,  
Шевчук Н.П., к.с.-г.н., доцент,  
Качанова Т.В., к.с.-г.н., доцент,  
Манушкіна Т.М., к.с.-г.н., доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

Під час надзвичайних ситуацій виникає проблема у виявленні та локалізації як осередків руйнувань, так і пожеж. Особливо це актуально для об'єктів агропромислового комплексу на півдні України, в тому числі і в Миколаївській області. Враховуючи, що сільськогосподарські споруди розташовані на значних відстанях одна від одної, що значно ускладнює доставку пожежної техніки, важливим, на наш погляд, є моніторинг безпілотниками осередків руйнувань та пожеж за допомогою сучасних засобів відеоспостереження та фіксації [1, 2]. Обробку отриманої інформації доцільно проводити за допомогою розробленого методу вейвлет-перетворення та моделей розпізнавання на основі нейронних мереж, здійснюється вибір сучасних засобів пасивного та активного протипожежного захисту неушкоджених споруд агропромислового комплексу. Найбільшу увагу приділено матеріалам на основі мінеральних в'язучих, які не виділяють токсичних газоподібних сполук у навколишнє середовище під час термічної деструкції.

З відомих вогнезахисних засобів пасивного захисту найбільш затребуваними є матеріали на основі фосфатного, магнезійного, силікатного та геополімерного в'язучого [3–5], які, на наш погляд, є найбільш перспективними.

Враховуючи вищевикладене, автори звернули увагу на використання геополімерних матеріалів для вогнезахисту залізобетонних агропромислових споруд, як найменш вивченого, що і становить мету даної роботи при вивченні поведінки захищених зразків залізобетону за стандартних температурних умов.

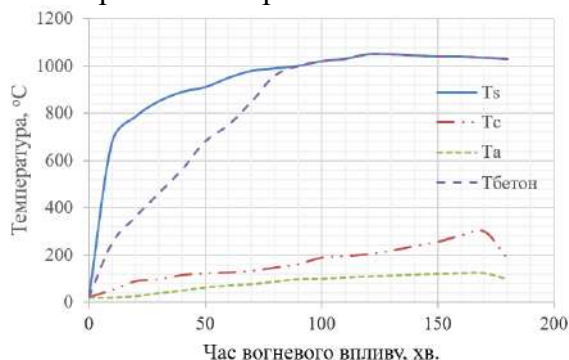
В якості вихідних матеріалів для вогневих випробувань була взята продукція АТ «Геофіп» (м. Кропивницький, Україна), виготовлена відповідно до ТУ У 23.6-41182689-001:2017. Вогнезахисний матеріал являє собою оптимально підібрану суміш геополімерного в'язучого та наповнювача у вигляді геополімерних сфер, перлітового піску та карбонату кальцію. Суміш має два компоненти і складається з рідкої фази - геополімерної суспензії і сухої фази - наповнювачів з затверджувачами. Перед нанесенням суміші на поверхню залізобетонних зразків розміром 150x150x150 мм обидва компоненти суміші змішувалися за допомогою будівельного міксера.

У залізобетонних кубиках свердлили отвір глибиною 75 мм на відстані 25 мм від краю - глибина укладання арматури. Крім того, на лицьовій поверхні, в центрі зразка, ми розмістили хромель-алюмелеву термопару для фіксації температури прогріву поверхні залізобетону під геополімерним покриттям. Готовий склад наносили на поверхню у вигляді штукатурки. Після затвердіння товщина покриття становила 10 мм.

Вогневі випробування проводили через 28 днів від початку затвердіння суміші, дотримуючись основних рекомендацій ДСТУ Б В.1.1-4-98. Як точкове джерело вогню використовували полум'я бензинового пальника, розташованого від поверхні покриття на відстані 160 мм.

Відомо, що при нагріванні бетону починається інтенсивне видалення фізично зв'язаної води з поверхні та зсередини капілярів. Розширення пари призводить до виникнення сильних напружень, що, в свою чергу, нагріває поверхню до 380°C на 20

хвилині вогневого випробування (рис.1). Коли вогневий вплив триває від 20 до 90 хвилин, в цементному в'язучому починаються процеси дегідратації високоосновних гідросилікатів кальцію з виділенням хімічно зв'язаної води у вигляді пари. Подальший тимчасовий вплив вогню поширюється вже на зневоднений бетон, який в діапазоні температур 800–1000 °С є негорючим матеріалом.



**Рис. 1. Розподіл температури по глибині бетонного зразка з покриттям залежно від тривалості впливу вогню: Ts - температура поверхні; Tc - температура під покриттям; Ta - температура на відстані 25 мм від поверхні впливу (на глибині закладення арматури).**

Можна відзначити, що в незахищеному залізобетонному зразку на 40 хвилині випробування і на 25 мм глибини залягання арматури температура досягає значень 500 °С, що є критичним значенням для металу. Арматура «плаває», напруження розтягування перевищують напруження стиснення бетону через його термічну усадку. Ці явища сприяють додатковому руйнуванню поверхні залізобетону з розкриттям значних тріщин. Тобто, термічне руйнування відбувається на ділянках, локалізованих на рівні арматури.

Дещо інша картина розподілу температури на зразках залізобетону, захищених теплоізоляційним вогнезахисним покриттям на основі геополімеру. Як видно з графіка (рис. 1), температура нагріву поверхні бетону під покриттям не перевищує 300 °С протягом усього вогневого випробування. Цей максимум зафіксовано на 170 хвилині випробування. Під покриттям ми створили умови, які не дозволяють поверхні нагрітися до граничного, крихкого стану. Покриття захищає поверхню від пошкодження вогнем у 1,3 рази. Ще нижчими є температури нагріву залізобетону в залежності від зони закладення арматури? На глибині 25 мм зафіксовано температуру 124.5 °С, що в чотири рази нижче критичних значень для металу (500 °С).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Slyusar V., Protsenko M., Chernukha A., et al. Improvement of the model of object recognition in aero photographs using deep convolutional neural networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5/2 (113). 2021. P. 6–21.
2. Krivenko P., Guzii S., Bodnarova L., et al. Effect of thickness of the intumescent alkali aluminosilicate coating on temperature distribution in reinforced concrete. *Journal of Building Engineering*. 8. (2016). P. 14–19.
3. Petranek V., Guzii S., Sotiriadis K., Nevrivova L. Study on the Properties of Geocement Based Thermal Insulating Materials for High Temperature Technical Appliances. *Advanced Materials Research*. 734–737. 2013. P. 2356–2359.
4. Sotiriadis K., Guzii S., Mácová P., et al., Thermal Behavior of an Intumescent Alkaline Aluminosilicate Composite Material for Fire Protection of Structural Elements. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 31(6). 2019. P. 04019058.