

УДК 692.231.3:691.328.1

**Ахмеднабієв Р.М., к.т.н., доц., ПолтНТУ
імені Юрія Кондратюка, м. Полтава
Ахмеднабієв Р.Р., асп., ПолтНТУ імені
Юрія Кондратюка, м. Полтава**

**ТЕХНОЛОГІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ
СТІНОВОЇ ПАНЕЛІ З БЕТОНУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛОШЛАКІВ КОТЛІВ
ІЗ ЦИРКУЛЯЦІЙНИМ КИПЛЯЧИМ ШАРОМ**

Основним паливом українських теплових електростанцій є кам'яне вугілля. Після спалювання його у котлах ТЕС залишаються зола та золошлакові суміші, які складаються біля ТЕС. За хімічним і мінералогічним складом вони багато в чому ідентичні з природною мінеральною сировиною. Використання їх у промисловості будівельної індустрії – один із стратегічних шляхів розв'язання екологічної проблеми в зоні роботи ТЕС. На сьогоднішній день уже зрозуміло, що золошлаки, котрі завжди вважали відходами – це цінний матеріальний ресурс.

Розроблено склади важких бетонів з використанням золошлакової суміші як дрібного заповнювача. Пропоновано технологію виробництва енергоефективної бетонної стінової панелі з бетону з використанням золошлаків котлів із циркуляційним киплячим шаром.

Ключові слова: золошлакові суміші, важкі бетони, енергоефективна стінова панель, технологія виробництва.

Вступ. Електроенергетика є базовою галуззю економіки України. ТЕС, що входять до складу об'єднаної енергетичної системи країни, виробляють приблизно половину електричної енергії. В Україні налічується 42 станції з потужністю понад 20 МВт. Основним паливом українських теплових електростанцій є кам'яне вугілля. Відомо, що навіть при нормальній експлуатації золошлаковідвалів мають місце прояви несприятливих геоекологічних процесів і явищ, котрі порушують екологічну рівновагу в районах їх розміщення. Разом з тим золошлакові матеріали за хімічним і мінералогічним

складом багато в чому ідентичні з природною мінеральною сировиною. Використання їх в промисловості будівельної індустрії – один із стратегічних шляхів розв'язання екологічної проблеми в зоні роботи ТЕС. На сьогоднішній день уже зрозуміло, що золошлаки, котрі завжди вважали відходами, – це цінний матеріальний ресурс. В останні роки наукові дослідження, особливо вітчизняних учених, показали нові напрямки ефективного застосування золошлакових сумішей при створенні шлаколужних в'язучих, розроблені і впроваджуються на практиці відповідні нормативні документи. З розвитком науково-технічного прогресу з'являються нові технології, вдосконалюються обладнання ТЕС. У кінці минулого століття з'явилися нові котли з циркуляційним киплячим шаром, у яких вугілля спалюється довго, тому шлаки та золи не мають у своєму складі незгорілих частин вугілля. Подібні котли почали експлуатувати на деяких ТЕС нашої країни. Золошлаки цих котлів ще досконало не досліджені.

Аналіз останніх досліджень. За даними роботи [1], рівень утилізації відходів ТЕС в Україні не перевищує 10 – 13%, у той час як у країнах Європи: Німеччині і Данії – досяг практично 100%, у Великобританії і Польщі – 50 – 70%. Це пов'язано з тим, що зола-винесення в розвинених країнах є таким самим товаром, як тепло й електроенергія.

Розробка комплексних технологічних прийомів дозволяє використати відходи ТЕС у технології одержання будівельних матеріалів [2]. Як правило, відходи від спалювання кам'яного вугілля в котлах ТЕС мають сірий колір, а їх хімічний склад представлений оксидами кремнію, алюмінію, заліза і кальцію, а також домішками у вигляді оксидів магнію, сірки, натрію і калію. Фазовий склад золошлаків представлений головним чином алюмосилікатним склом, а також включає кварц, оксиди заліза.

Єдиної загальної класифікації золошлакових відходів не існує. Перша класифікація була проведена в 1953 р. при розробленні стандарту ASTM (С 350-54Т).

У 1960 р. було запропоновано розглядати золу як пуцоланову добавку, а в 1968 р. натуральні пуцолани і золи були об'єднані в один стандарт ASTM 3 618 під узагальноною назвою «мінеральні добавки» [3].

З метою повного використання енергетичної здатності кам'яного вугілля та зниження шкідливого впливу відходів на навколишнє середовище більшість розвинутих країн останнім часом на ТЕС використовують котли з циркуляційним киплячим шаром, у яких вугілля спалюється довше, ніж у звичайних котлах. Подібні котли експлуатуються в Україні на ТЕС ДТЕК. Відходи спалення вугілля у них відрізняються від традиційних. Нами було досліджено властивості відходів спалення кам'яного вугілля шахт Донбаського регіону у таких котлах.

Методика досліджень. Ураховуючи результати, що наведені в роботі [4], нами було досліджено вплив золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром на міцність важкого бетону [5].

З використанням розроблених складів бетонів був виготовлений фрагмент стінової енергоефективної панелі, яка складається з трьох шарів: зовнішнього із декоративного бетону В30 товщиною 50 мм, армованого сіткою, внутрішнього звичайного бетону В30 товщиною 70 мм, армованого сіткою. Обидва шари з'єднані між собою спеціальним арматурним каркасом (рис.1).

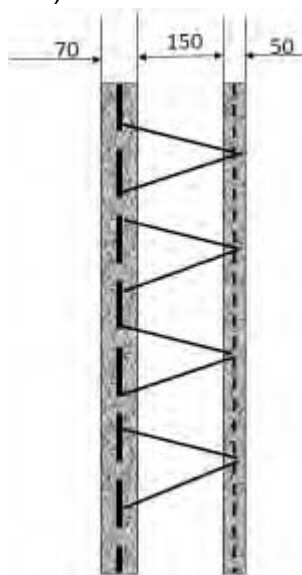


Рис. 1. Конструктивна схема стінової панелі

Випробування фрагмента стінової панелі на опір теплопередачі проводилися в камері клімату. На поверхні кожного шару панелі при випробуванні були наклеєні датчики. У камері підтримувалася температура -15°C . За дві години після досягнення необхідної температури в камері починали записувати дані датчиків. Випробування були проведені з трьома різними теплоізоляційними матеріалами: подрібненим пінополістиролом, подрібненою та гідрофобізованою соломкою, спіненим поліуретаном.

Технологія виготовлення енергоефективної стінової панелі. Для виготовлення панелі використовують форму у вигляді розкритої книги. Одна частина форми закріплена на підлозі, інша — рухається і закривається, як книга (рис. 2). Робочі поверхні форми мають розміри $4 \times 3 \text{ м}$ і вільні від бортів. Для формування виробів борти фіксуються на формі за допомогою магнітів. Борти являють собою гнуті профілі зі сталі. Після фіксування бортів форму змазують антиадгезивом, укладають арматурну сітку фіксуючи захисний шар та укладають бетонну суміш рухомістю більше 9 см при $\text{В/Ц}=0,4$. У бетоні використана комплексна добавка, яка складається з гіперпластифікатора «Fluid Premia 196» у кількості 1,2% та прискорювача твердіння «Релаксол Темп-3» у кількості 0,3% від маси цементу. Слід відмітити, що термін змішування компонентів бетону повинен бути не менше 5 хв для досягнення необхідної рухливості та гомогенізації суміші. У ході випробувань було встановлено, що комплексна добавка прискорює твердіння цементу (за 12 годин твердіння при температурі $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ цемент набирає 40% марочної міцності, що достатньо для початку розпалублення виробів з урахуванням невеликої маси). При температурах нижче ніж $18 - 20^{\circ}\text{C}$ бажано прискорювати твердіння бетону шляхом підігріву, для цього передбачено подачу гарячого повітря у форму від калорифера.

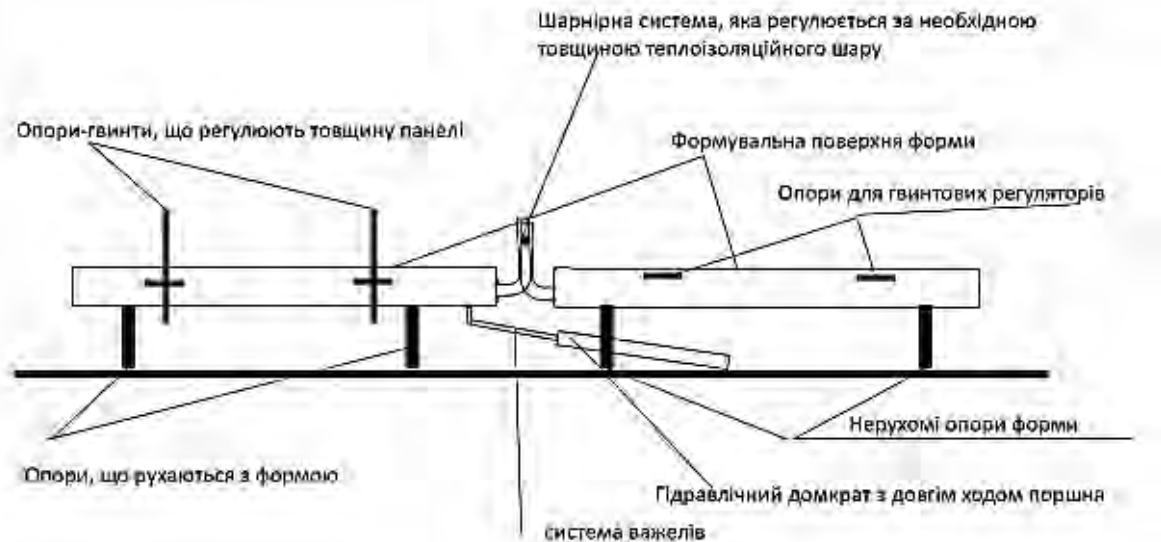


Рис. 2. Форма для формування енергоефективних стінових панелей

Формування виробів відбувається за наступною технологією: на рухомій частині форми формують внутрішню частину панелі, для цього фіксують борти за допомогою магнітів, форму обробляють антиадгезивом; укладають арматурну сітку, яка була попередньо виготовлена; укладають попередньо виготовлений арматурний каркас рис. 3 згідно з технічним проектом; укладають бетонну суміш та ущільнюють її за допомогою вібраторів, що встановлені у нижній частині форм. Висота бортів відповідає товщині панелі. Залишають бетон тверднути. За одну годину, якщо необхідно, у камеру форми подають гаряче повітря для прискорення тверднення бетону.

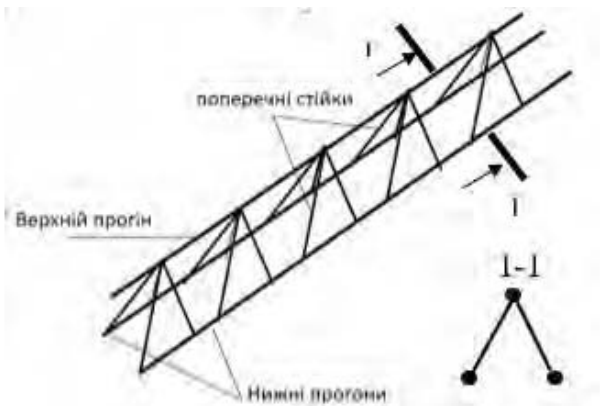


Рис. 3. Трикутний арматурний каркас

Наступного дня відформовану частину панелі фіксують на формі за допомогою

струбцинів. На нерухомій частині форми формують зовнішню частину панелі за подібною технологією, але без укладання трикутних арматурних каркасів. Одразу після укладання бетонної суміші на нерухому частину форми рухому частину форми з відформованою частиною підіймають і складають на нерухому частину. При цьому відстань між частинами форми регульована таким чином, щоб вершина трикутного арматурного каркаса занурювалася у бетонну суміш зовнішньої частини панелі (рис. 4).

Після тверднення струбцини знімають та відкривають форму. Відформовану панель підіймають краном і складають вертикально. Перевагою панелі є те, що можна виробляти панелі різноманітних конфігурацій та розмірів. Відстань між частинами панелі можна регулювати залежно від сипкого теплоізоляційного матеріалу та необхідного опору теплопередачі стіни. Як теплоізоляційний матеріал можна використати подрібнений пінополістирол, подрібнену соломку, пінополіуретан. Подрібнена соломка повинна бути попередньо оброблена антисептиками та гідрофобізуючими рідинами. Пінополіуретан одержують на місці шляхом спінування композиції з поліуретанової смоли та води у порожнині панелі, яку заливають після монтажу панелей.

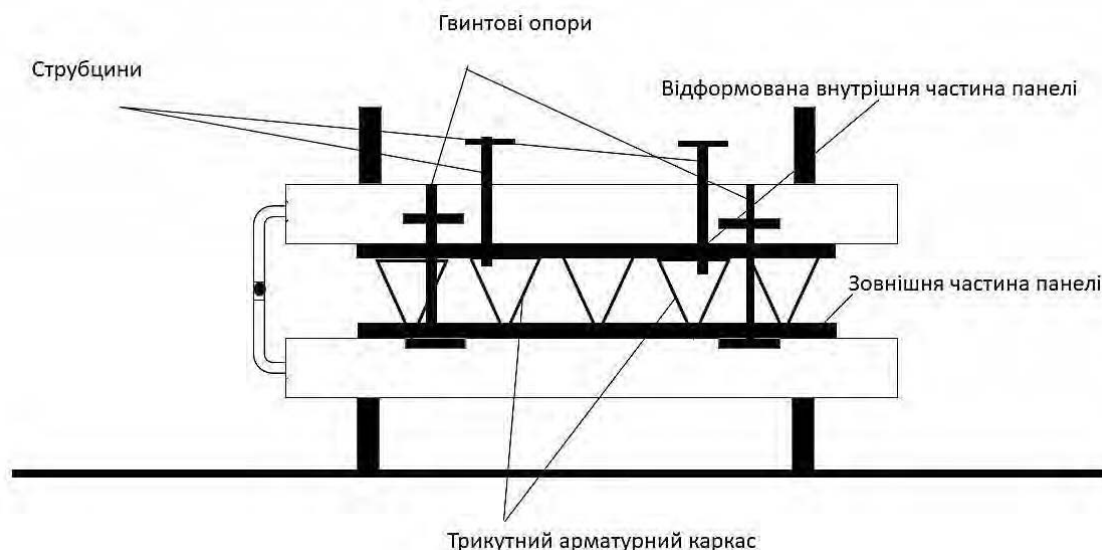


Рис. 4. Вигляд форми-книжки з відформованими частинами панелі

До укладання теплоізоляційного матеріалу шви між панелями із зовнішньої сторони повинні бути герметизовано будівельним герметиком і встановлені віконні та дверні блоки.

Панелі можуть бути використані для будівництва як малоповерхових будинків, так й як огорожуючі конструкції при багатоповерховому будівництві.

Висновки.

1. Підібрано склади бетонів з використанням золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром замість традиційного дрібного заповнювача.

2. Запропоновано конструкцію енергоефективної стінової панелі з поліпшеними теплотехнічними властивостями.

3. Запропоновано принцип роботи форми та технологію виготовлення енергоефективних стінових панелей.

4. Випробування фрагмента стінової панелі в камері клімату з різними теплоізолюючими матеріалами показало, що найбільш ефективним є подрібнений пінополістирол.

5. Матеріали статті можуть бути використані при складанні технологічного проекту виробництва енергоефективної стінової панелі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Вдосконалення системи поводження з відходами теплових електростанцій [Електронний ресурс] . — Режим доступу : <http://donntu.edu.ua/russian/strukt/kafedrs/oc/konk/Prjimer%20ofornlenjija%20raboty%20na%20konkurs.pdf>.
2. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков // Кривенко П. В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю. — К.: — КНУБА. — 225 с.
3. Antone E.I., Ross G.G., Berry E.E., Hemings R.T., Kissel R.K. Characterisation of Solid Wastes from Circulating Fluidised Bed Combustion. — March, 1995. — V. 18. — P. 180 —190.
4. Ахмеднабиев Р.М., Ахмеднабиев Р.Р. К вопросу использования золошлаков в качестве мелкого заполнителя в фиброармированных бетонах // Сборник статей по материалам XXXVIII Международной научно-практической конференции. №9. Новосибирск, 2014. — 85-93 с.
5. Bondar V.O./ Influence of fly ash and slags of boiler with circulating fluidized bed on properties of concrete / Bondar V.O., Akhmednabiev R.M., Akhmednabiev R.R. // ACADEMIC JOURNAL: series: industrial machine building, civil engineering. Issue 2 (47). — Poltava. — P. 148 — 154.

АННОТАЦИЯ

Основным топливом украинских тепловых электростанций является каменный уголь. После его сгорания в котлах ТЭС остаются золы и золошлаковые смеси, которые складываются около ТЭС. По химикоминералогическому составу они идентичны с природным минеральным сырьем. Использование их в промышленности строительных материалов – один их стратегических путей решения экологической проблемы в зоне работы ТЭС. Сегодня уже стало понятно, что золошлаки, которые всегда относились к отходам – это ценный минеральный ресурс.

Разработаны составы тяжелых бетонов с использованием золошлаковой смеси в качестве мелкого заполнителя. Предложена технология изготовления энергоэффективной стеновой панели из бетона с использованием золошлаковой смеси котлов с циркуляционным кипящим слоем.

Ключевые слова: золошлаковые смеси, тяжелые бетоны, энергоэффективная стеновая панель, технология изготовления.

ANNOTATION

The main fuel of Ukrainian thermal power plants are coal. After their combustion in thermal power plant boilers formed, as waste the ashes and slag mixtures, which had been stockpiled near the power station. According chemical and mineral composition are identical to natural mineral raw materials. Their use in the building materials industry – one of their strategic solutions to environmental problems in the area of thermal power plant operation. Today, ash and slag are waste, but in our country have reached an understanding that this product is a valuable mineral resource.

The compositions of heavy concrete with ash and slag mixture as fine aggregate. A technology for manufacturing energy-efficient wall panels made of concrete with the use of ash and slag mixture of boilers with circulating fluidized bed.

Keywords: ash and slag mixture, heavy concrete, energy-efficient wall panel manufacturing technology.

УДК 69.05

Мудрий І.Б., к.т.н., ст. викл.,
НУ "Львівська політехніка", м. Львів

НЕОБХІДНА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ МІНІ-КРАНІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОБСЯГУ ТА РІВНЯ СКЛАДНОСТІ РОБІТ

В статті розглянуто задачу формування конструктивних рішень (вибір типорозмірів елементів) у взаємозв'язку з обсягами робіт, їх тривалістю, рівнем складності, дальністю постачання машин на об'єкт, та вантажними характеристиками міні-кранів. Визначено вплив обсягу та рівня складності виконуваних монтажних робіт на необхідну вантажопідйомність міні-крана. Встановлено, як змінюється необхідний типорозмір міні-крана при зміні обсягу робіт. При фіксованій масі конструктивних елементів область застосування міні-кранів в залежності від їх вантажопідйомності не виникає, а використання вантажних характеристик знижується. Показано, що зміна продуктивності роботи міні-крана пропорційно зменшує область ефективного його використання у порівнянні з базовим варіантом при нормативній продуктивності.

Ключові слова: вантажопідйомність, коефіцієнт вантажопідйомності, обсяг робіт, продуктивність, міні-крани.

Постановка завдання. Аналіз ринку вантажопідйомної техніки у сегменті стрілових автокранів показує відсутність моделей нових машин 1 та 2-ї розмірної групи за вантажопідйомністю. Проведений аналіз малооб'ємності робіт за обсягами [1] для таких типорозмірів стрілових кранів дозволив визначити шляхи їх механізації, одним з яких є залучення на процеси зведення міні-кранів.

Вивчення вантажопідйомних характеристик стрілових кранів 1-2 типорозмірної групи та міні-кранів показало, що останні мають вищі технічні можливості за вильотом стріли [2] та можуть повністю замінити самохідні крани на процесах зведення.