

УДК 666.97.03:666.952.944.2

**ТРИШАРОВА СТИНОВА ПАНЕЛЬ ІЗ БЕТОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ЗОЛОШЛАКІВ КОТЛІВ З ЦИРКУЛЯЦІЙНИМ КИПЛЯЧИМ ШАРОМ**

**ТРЕХСЛОЙНАЯ СТЕНОВАЯ ПАНЕЛЬ ИЗ БЕТОНА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛОШЛАКОВ КОТЛОВ С  
ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ ПЛАВАЮЩИМ СЛОЕМ**

**A THREE-LAYER WALL PANELS MADE OF CONCRETE WITH ASH  
BOILERS WITH A CIRCULATING FLUIDIZED BED**

**Ахмеднабієв Р.М., к.т.н., доцент; Ахмеднабієв Р.Р., аспірант (ПолтНТУ, м.  
Полтава)**

**Ахмеднабиев Р.М., к.т.н., доцент; Ахмеднабиев Р.Р., аспирант (ПолтНТУ,  
г. Полтава)**

**Akhmednabiyev R.M., Associate Professor, Akhmednabiyev R.R., post-  
graduate (PoltNTU t.Poltava)**

**Описано дослідження властивостей важкого бетону з використанням  
золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром. Запропонована  
конструкція тришарової стінової панелі з розроблених складів бетону.**

**Описаны исследования свойств тяжелого бетона с использованием  
золошлаков котлов с циркуляционным кипящим слоем. Предложена  
конструкция трехслойной стеновой панели из разработанных составов  
бетона.**

**Posted research of properties of heavy concrete with ash boilers with circulating fluid  
ized bed. The design of the three-layer wall panels developed concrete  
formulations.**

**Ключові слова:** золошлаки, котли з циркуляційним киплячим шаром,  
рентгеноструктурний аналіз, тришарова стінова панель.

**Золошлаки, котлы с циркуляционным кипящим слоем, рентгеноструктурный  
анализ, трехслойная стеновая панель.**

**Ashes, boilers with a circulating fluidized bed, X-ray analysis, a three-layer wall  
panel.**

**Вступ.** В умовах наростаючої екологічної напруженості в світі проблема  
раціонального використання та ефективного заощадження природних  
ресурсів стає найважливішим завданням життєдіяльності будь-якої держави.

На території нашої держави, що займає значну частину Європи, експлуатуються декілька ТЕС, що спалюють кам'яне, вугілля в результаті чого утворюються мільйони тон зол та золошлаків. Використання відходів від спалювання твердого палива — це не тільки проблема зростаючого забруднення навколишнього середовища, а й питання економії матеріальних і природних ресурсів [1].

**Аналіз останніх досліджень.** За даними роботи [2] рівень утилізації відходів ТЕС в Україні перевищує 10 - 13%, у той час як в країнах Європи: у Німеччині і Данії — досягло практично 100%, у Великобританії і Польщі — 50-70%. Це пов'язано з тим, що зола-виносення в розвинених країнах є таким же товаром, як тепло й електроенергія.

Розробка комплексних технологічних прийомів дозволяють використати відходи ТЕС у технології одержання будівельних матеріалів [3]. Як правило, відходи спалювання кам'яного вугілля в котлах ТЕС мають сірий колір, а її хімічний склад представлений оксидами кремнію, алюмінію, заліза і кальцію, а також домішками у вигляді оксидів магнію, сірки, натрію і калію. Фазовий склад золи-виносення та золошлаків складається головним чином з алюмосилікатного скла, а також включає кварц, оксиди заліза і незначну кількість незгорілого вуглецю [4].

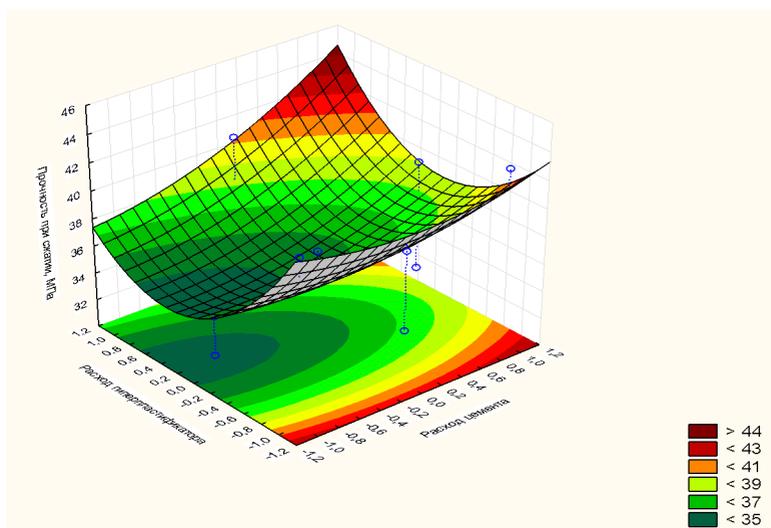
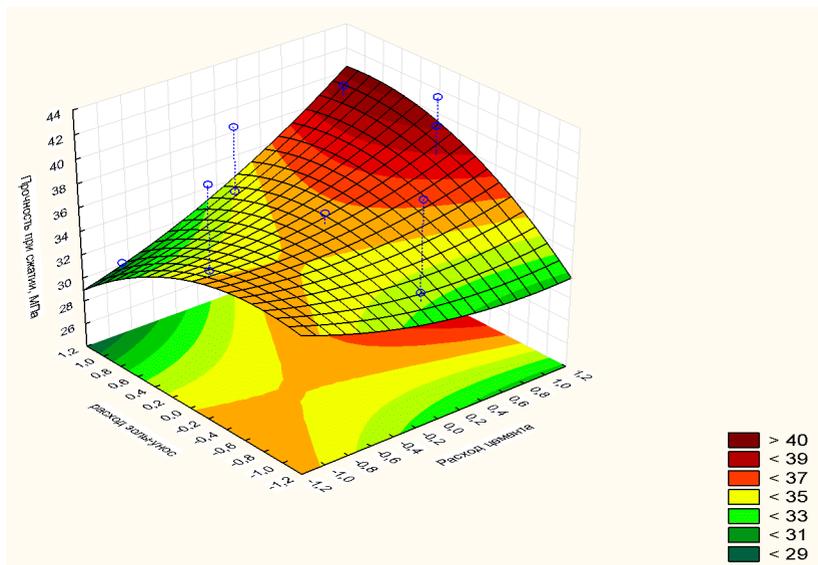
Єдиної загальної класифікації золошлакових відходів не існує. Перша класифікація була проведена в 1953 р. при розробленні стандарту ASTM (С 350-54Т). У 1960 р. було запропоновано розглядати золу як пуцоланову добавку, а в 1968 р. натуральні пуцолани і золи були об'єднані в один стандарт ASTM З 618 під узагальненою назвою «мінеральні добавки» [2].

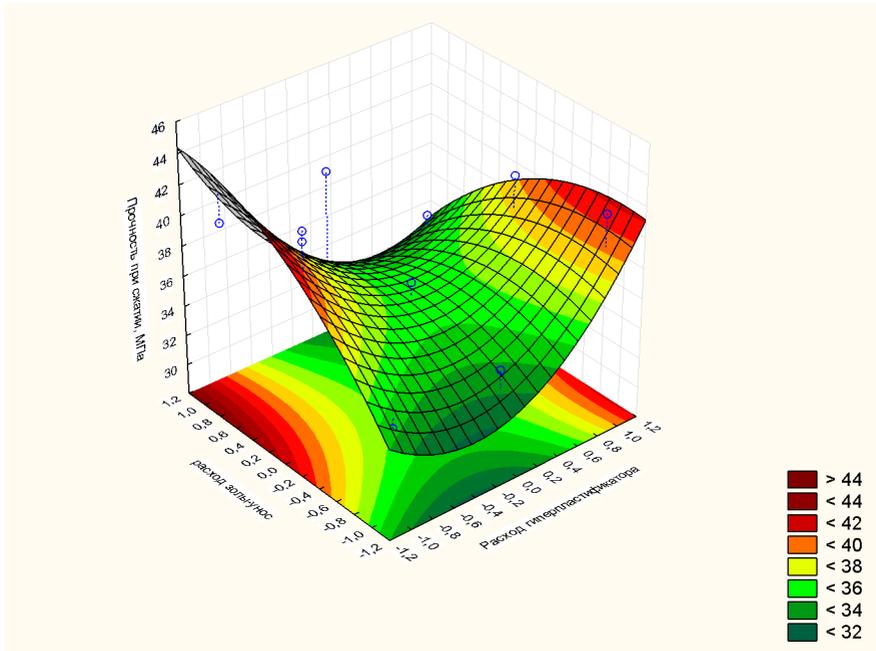
З метою повного використання енергетичної здатності кам'яного вугілля та зниження шкідливого впливу відходів на навколишнє середовище більшість розвинутих країн в останній час на ТЕС використовують котли з циркуляційним киплячим шаром, у яких вугілля спалюється довше, ніж у звичайних котлах. Подібні котли експлуатуються в Україні на ТЕС ДТЕК. Відходи спалення вугілля у них відрізняються від традиційних відходів. Нами були досліджені властивості відходів спалення кам'яного вугілля шахт Донбаського регіону у таких котлах [5].

**Методика досліджень.** Враховуючи результати, що наведені в роботі [5], нами було досліджено вплив золошлаків на міцність важкого бетону. При дослідженні був застосований метод математичного планування експерименту. Як змінні фактори були прийняті:  $X_1$  — витрата цементу;  $X_2$  — ступінь заміни піску золошлаками, що варіювався від 0 до 1.;  $X_3$  — витрати гіперпластифікатора на основі модифікованих полікарбоксилатів «Fluid Premia 196». Дослідження проведені на зразках-кубиках з розміром ребра 100 мм. Для виготовлення зразків були використані: щєбінь дрібний гранітний фракції 5 — 10 мм; пісок річковий з модулем крупності  $M_{кр} = 1,1$ ; хайдельбергцемент марки ПЦІ — 500 та золошлаки котлів з

циркуляційним киплячим шаром. Зразки були виготовлені в металевих формах і зберігалися в лабораторних умовах протягом 28 діб.

**Результати досліджень.** Після твердіння основні зразки були випробувані на міцність при стиску. Результати випробувань були оброблені програмою СТАТИСТИКА –10 і наведені на рис. 1.





*Рис. 1. Поверхні впливу змінних параметрів на міцність при стисненні.*

На графіках спостерігаємо, що зі збільшенням вмісту цементу міцність при стиску бетонів зростає, як і слід було очікувати. Але вплив золошлаків на міцність при стиску виглядає інакше. При мінімальних і максимальних значеннях витрат золошлаків міцність при стисненні менша, а при середніх значеннях умісту золошлаків міцність при стисненні бетонів незначно зростає. Очевидно, що при середніх значеннях вмісту золошлаків бетон набуває максимального ущільнення, внаслідок чого міцність при стисненні зростає.

Наявність пластифікатора сприяє збільшенню міцності при стиску. При збільшенні витрат пластифікатора в рамках експерименту міцність при стиску бетону пропорційно зростає. Під час аналізу спільного впливу вмісту золошлаків та витрати пластифікатора можна виділити область їх оптимальних витрат.

Таким чином, встановлена можливість використання золошлаків котлів з киплячим шаром як дрібного заповнювача в бетонах, у т.ч й для

виготовлення енергоефективних тришарових стінових панелей за новою технологією. Конструктивні елементи панелі наведено на рис. 2.

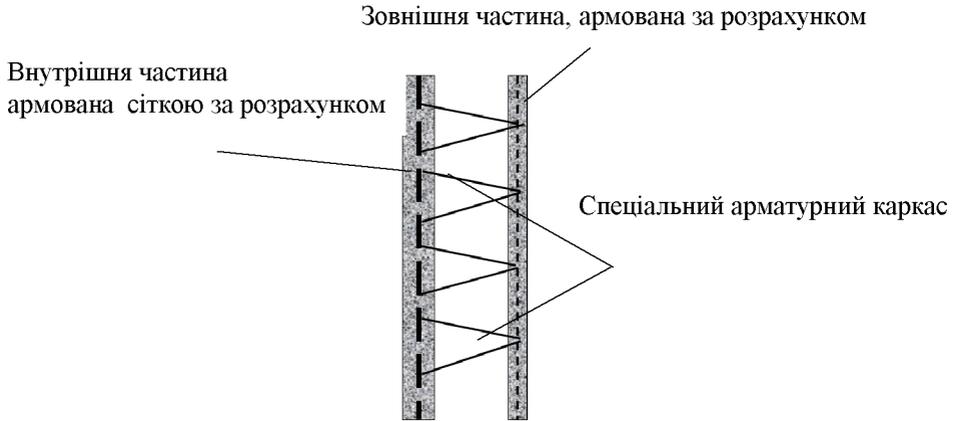


Рис. 2. Конструктивні елементи тришарової панелі

Для виготовлення панелей використовується форма у вигляді відкритої книги, яка складається і розкривається за допомогою гідравлічного домкрата, вмонтованого під форму рис. 3.

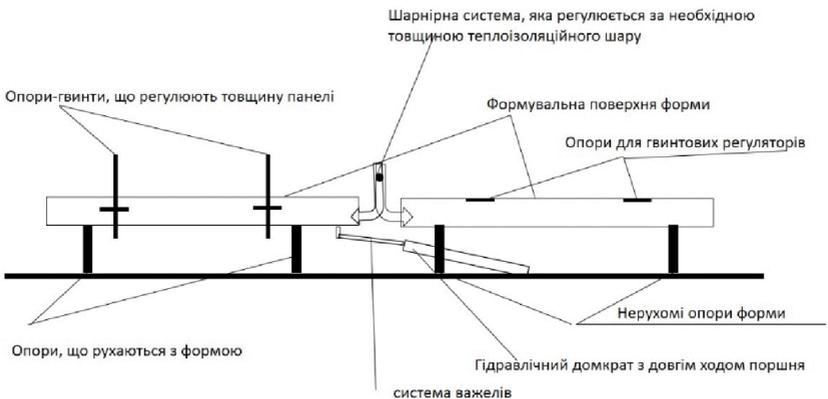
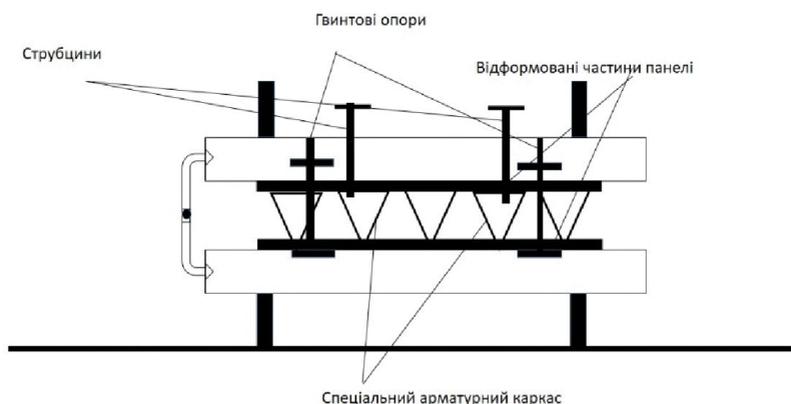


Рис. 3. Схема форми для формування панелі

На цієї платформі є можливість формувати панелі будь-якої конфігурації і розмірів, але не більше, ніж площа платформи форми. Для формування бортів виробів на робочу поверхню форми за допомогою магнітів фіксують металеві профілі за необхідною конфігурацією виробів. Змащують форму й укладають бетонну суміш, ущільнення суміші відбувається вібраторами, що вмонтовані на нижній частині форми. У першу чергу формують частину панелі на рухомій частині форми, після твердіння цієї частини її фіксують за допомогою струбцин та укладають бетонну суміш на нерухому частину форми і закривають її рухома частина. При цьому гвинтові регулятори товщини панелі фіксують відстань між рухомаю та нерухомою частинами форми (рис.4).



*Рис. 4. Форма з відформованою панеллю у закритому стані*

Після твердіння бетону струбцини виймають і форму знову відкривають, тобто піднімають її рухома частину. На нерухомій частині залишається панель, яку за допомогою крана знімають з форми.

Для формування віконних отворів у необхідних місцях установлюють металеві гнуті профілі, фіксуючи їх магнітами.

Готові панелі транспортують на будмайданчик у вертикальному положенні. У проектному положенні панелі фіксують за допомогою зварювання закладених деталей. Після монтажу панелей простір між зовнішнім та внутрішньою частинами заповнюють сипким теплоізоляційним матеріалом. Як теплоізоляційний матеріал може бути використаний подрібнений пінополістирол, подрібненаантисептована солома, перлітовий пісок, поліуретанова смола, спінена на місці або ін.

**Висновки.** Результати проведених досліджень показує придатність золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром для використання в важких бетонах як дрібний заповнювач. Міцність бетону з підвищенням вмісту золошлаків знижується незначно. Оптимальна витрата пластифікатору «FluidPremia 196» з токи зору міцності становить 1,2% від маси цементу. За результатами досліджень запропонована тришарова стінова панель, що дозволяє регулювати опір теплопередачі в залежності від вимог.

1. Капустин Ф.Л., Фомина И.В. Получение легкого заполнителя на основе золы-уноса Рефтинского ГРЭС для конструкционных бетонов // Экология и промышленность России. – 2014. – № 8. – 32 – 34 с.
2. 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.
3. Капустин Ф.Л., Фомина И.В. Малоцементные композиции для получения безобжигового зольного гравия // IV Международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей. – 2013. [электронный ресурс] – Режим доступа: URL:[http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/27614/1/ivmim\\_2012\\_14.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/27614/1/ivmim_2012_14.pdf).
4. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков // Кривенко П.В., Пушкарёва Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю. – К.; – КНУБА. –225 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.

