

УДК 666.973

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗОЛИ-ВИНОСУ
ТЕЦ У ВИРОБНИЦТВІ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО
ГАЗОБЕТОНУ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛЫ-УНОС
ТЭЦ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНСТРУКЦИОННО-
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ГАЗОБЕТОНА**

**POSSIBILITIES OF APPLICATION FLY ASH TAKEAWAY CHP IN
PRODUCTION STRUCTURAL-HEAT-INSULATED AERATED**

Лаповська С.Д., д.т.н., зав. лаб. БМСП, Волошина Т.М., м.н.с. (Державне підприємство «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів «НДІБМВ», м. Київ)

Лаповська С.Д., д.т.н., зав. лаб. БМСП, Волошина Т.Н., м.н.с. (Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий» НИИСМИ », г. Киев)

Lapovska S.D., doctor of technical sciences, Head of Laboratory. BMSP, Voloshin T.M., junior Researcher (The State Enterprise "Ukrainian Scientific-Research and Design Institute of Building Materials and Products", Kyiv)

В статті показано результати досліджень фізико-механічних та експлуатаційних властивостей ніздрюватих бетонів, в яких частину кремнеземистого компоненту було замінено золою ТЕЦ.

В статье показаны результаты исследований физико-механических и эксплуатационных свойств ячеистых бетонов, в которых часть кремнеземистого компонента было заменено золой ТЭЦ.

The paper shows the results of studies of physical-mechanical and performance properties of cellular concrete in which some silica component was replaced with ash thermal power plants.

Ключові слова:

бетон, зола-виносу, міцність, морозостійкість, ніздрюватий бетон, розчин;

бетон, зола-унос, прочность, морозостойкость, ячеистый бетон, раствор;
concrete, fly ash, strength, frost resistance, cellular concrete, mortar.

Вступ. В останні десятиріччя в світовій практиці все більше впроваджуються маловідходні та безвідходні технологічні процеси і комбіновані виробництва, що забезпечують комплексне використання природних ресурсів, сировини та матеріалів і виключають або суттєво знижують шкідливий вплив на довкілля.

В Україні рівень застосування вторинних матеріальних ресурсів на сьогодні недостатній. Номенклатура відходів, що підлягають заготовленню та застосуванню замість первинних сировини і матеріалів, практично не розширюється. Недостатньо налагоджено облік та звітність щодо наявності, утворення та використання більшості вторинних матеріальних ресурсів. По ряду видів відходів відсутні нормативи їх утворення та витрати, необхідні для визначення об'єму виробництва при плануванні застосування вторинних матеріальних ресурсів у промисловості. Це є однією з причин, що стримують розвиток робіт з раціонального застосування вторинних ресурсів, особливо у міжгалузевому розрізі, коли відходи, що утворюються на підприємствах одних галузей, можуть бути застосовані у інших галузях.

На сьогодні в Україні рівень утилізації паливних зол та шлаків дуже низький, а їх виробництво щорічно зростає.

Зола-виносу може використовуватися як компонент цементів, бетонів і розчинів. Накопичений значний позитивний досвід її використання в першу чергу у бетонах і розчинах [1], а також у композиційних цементах [2]. Вимоги до золи як компонента цементів наведені в ДСТУ Б В.2.7-128:2006 і зводяться, в основному, до обмежень за вмістом вільного СаО ($\leq 2,5\%$), втрат при прожарюванні ($\leq 5\%$) та лужних оксидів ($\leq 3\%$).

Метою роботи було дослідити можливість використання золи однієї з вітчизняних ТЕЦ при виробництві ніздрюватих бетонів.

Зола утворюється в результаті спалювання кам'яного вугілля у пилоподібному стані в циклонній топці котла. На ТЕЦ зола отримується шляхом відокремлення золи із золошлакової суміші сухим (зола-винесення) або мокрим (гідровидалення) способом. «Мокра» зола та зола-винесення зберігаються окремо за видами. Перед проведенням досліджень зразки «микрої» золи та золи-винесення було висушено до сталої маси та просіяно на ситі №008.

Макроструктуру просіяних продуктів вивчали за допомогою цифрового мікроскопа Dino-Lite Pro-AM413T5 виробництва ANMO Electronics Corporation (Taiwan) із камерою 1,3 Мп при цифровому збільшенні x500. Результати електронно-мікроскопічних досліджень наведено на рис. 1.

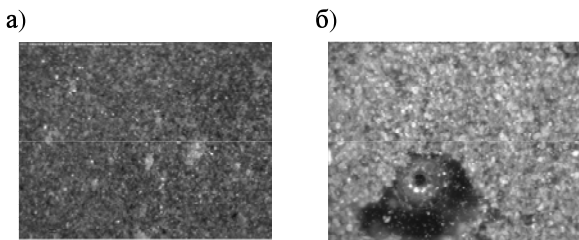


Рис. 1: а) зола «мокра»; б) зола-винесення

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-205 кислі золи-виносу від спалювання кам'яного вугілля, що застосовуються при виробництві ніздрюватого бетону повинні містити не більше 10% за масою оксиду кальцію (CaO), не більше 3% сірчанних і сірчаноокислих сполук у перерахуванні на SO₃, не більше 3% лужних оксидів у перерахуванні на Na₂O; втрати маси при прожарюванні не повинні перевищувати 7%. У табл. 1 наведено результати хімічного аналізу наданих зразків золи.

Таблиця 1

Вміст масових часток оксидів елементів в пробах, у %

№	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	S _{зар.}	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	впп	Σ
I	40,80	18,45	2,95	14,05	0,95	<0,01	0,36	4,75	8,80	0,87	2,20	0,42	6,95	98,24
II	43,50	19,60	1,55	15,25	1,02	0,07	2,64	2,90	6,20	0,90	2,75	0,35	5,93	98,47

Примітка. I – зола «мокра» з золовідвалу; II – зола-винесення.

З табл. 1 видно, що представлені зразки золи за вмістом оксидів кальцію, магнію та сірки задовольняють вимогам ДСТУ Б В.2.7-205:2009 до кислих зол і теоретично можуть бути використані для виробництва ніздрюватих бетонів. Зразки мають дещо вищі показники вмісту лужних металів (3,07% та 3,65% відповідно).

У виробництві ніздрюватих бетонів кислу золу-винесення використовують як кремнеземистий компонент бетонних сумішей. Ця зола повинна містити склоподібних та оплавлених часток не менше 50%; втрати при прожарюванні повинні бути не більше 3% для золи бурого вугілля і не більше 5% для золи кам'яного вугілля. Питома поверхня золи бурого вугілля повинна бути не менше 4000 см²/г; кам'яновугільної золи - не більше 5000см²/г. Зола повинна витримувати випробування на рівномірність зміни об'єму.

Перевірку рівномірності зміни об'єму суміші золи з портландцементом (1:1) було виконано згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-185:2009 після кип'ятіння у воді та витримування у автоклаві. Зразки з цементного та цементно-зольного тіста витримали випробування на рівномірність зміни

об'єму.

Таким чином, за результатами хімічного аналізу та показником рівномірності зміни об'єму дана зола може бути використана при виробництві ніздрюватого бетону в якості кремнеземистого компоненту.

Підбір складів ніздрюватого бетону виконували згідно з методикою СН 277-80 та [3].

До складу контрольної ніздрюватобетонної суміші входили:

- портландцемент бездобавочний М400 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- кварцовий пісок дрібний згідно з ДСТУ Б В.2.7-32, щільністю 1400 кг/м³; вміст мулистих і глинистих часток 1-2%;
- вапно негашене кальцієве згідно з ДСТУ Б В.2.7-90, активність 85%.
- вода технічна згідно з ДСТУ Б В.2.7-273;
- пудра алюмінієва ПАП-1;
- гіпсовий щебінь II сорту згідно з ДСТУ Б В.2.7-104;
- ПАР (сульфанол).

Під час досліджень частину кварцового піску замінювали золою (у кількості 5% та 10% від маси піску).

Лабораторні дослідження з підбору складів проводилися за наступною методикою. Доставлені в лабораторію сировинні компоненти (кварцовий пісок і негашене вапно) піддавалися помолу в лабораторному кульовому млині до заданої тонкості помелу. Зола просіювалась через сито № 008. Визначався гранулометричний склад, модуль крупності і питома поверхня розмелених матеріалів та золи.

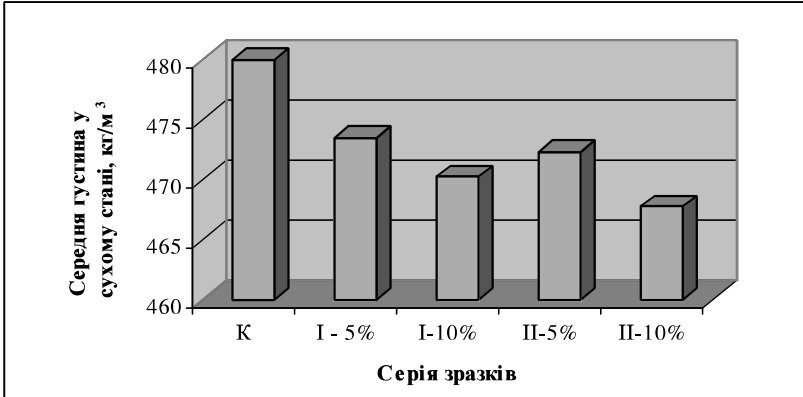
Вапняно-піщане в'язуче (ВПВ) готувалося спільним помелом у лабораторному млині вапна і піску в співвідношенні 1:1, 1:2 і 1:3 з таким розрахунком, щоб активність в'язучого (за вмістом СаО + MgO) становила 46-48%. Питома поверхня ВПВ становила 450 ... 550 м²/кг, піску в в'язучому - 200 м²/кг. Помел піску виконували в лабораторному кульовому млині до питомої поверхні 150-190 м²/кг. Для газобетонних сумішей з меленого піску і води готували піщаний шлам щільністю 1,67-1,7 кг/дм³.

В якості пороутворюючої добавки для газобетонів використовували водну суспензію алюмінієвої пудри, приготовану з пудри ПАП-1 і добавки сульфанолю. Для лабораторних формовок витрата алюмінієвої пудри на 1 м³ газобетону був прийнятий відповідно до рекомендацій ОНТП 09-85 і склала 0,57 кг на 1 м³ для газобетону середньою густиною 500 кг/м³.

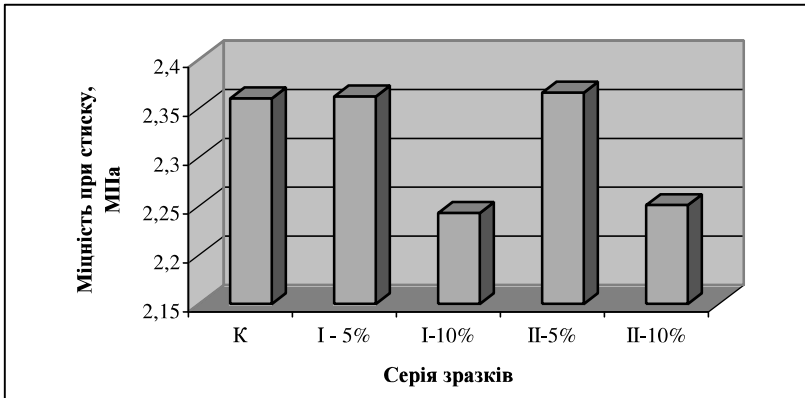
Витрата золи на 1 м³ становила 5 та 10 % від маси кремнеземистого компоненту.

Згідно з розробленою рецептурою було виготовлено зразки-куби газобетону неавтоклавного тверднення розміром 100x100x100 мм. Виготовлені лабораторні зразки неавтоклавного газобетону у віці 28 діб нормального тверднення було випробувано на відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-137:2008 та ДСТУ Б В.2.7-45:2010. Результати випробувань отриманого газобетону наведено на рис. 2.

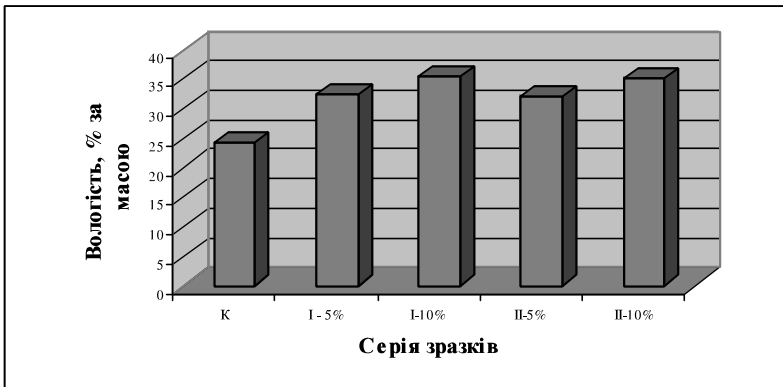
а)



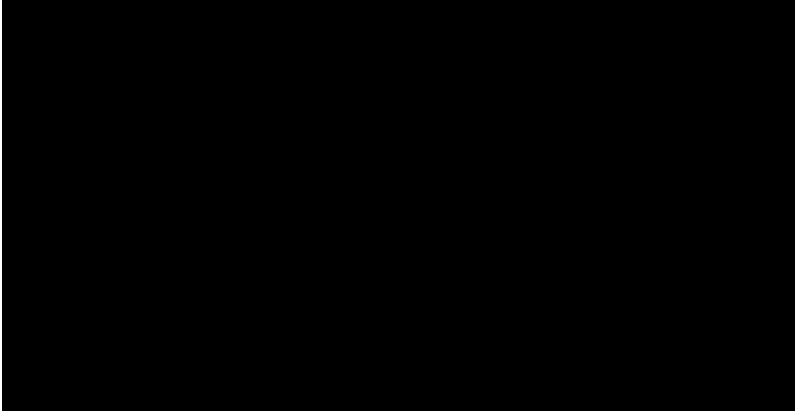
б)



в)



г)



К – контрольний склад, І – «мокра» зола з золовідвалу;
ІІ – «суха» зола-винесення з котла

Рис. 2 – Результати випробувань зразків ніздрюватого бетону:
а) – середня густина у сухому стані, б) – міцність при стиску,
в) вологість, г) морозостійкість

За результатами проведених досліджень встановлено, що заміна частини природного кварцового піску «мокрою» і «сухою» золою не спричиняє помітного негативного впливу на фізико-механічні показники неавтоклавного ніздрюватого бетону при її кількості не вище 5%. Склади, що містили 10% золи, характеризувалися нижчими показниками міцності при стиску. Вологість зразків, що містили «мокру» і «суху» золу у кількості 10% перевищувала 35%. Втрата міцності після 15 циклів почергового заморожування та відтавання становила 12,77% та 12,48% для серій, що містили 5% золи та 14,58% і 14,55% для серій з вмістом золи 10%. Зразки контрольного складу - 8,36% відповідно. Втрати маси становили: контрольний склад – 2,82%, серії, що містили 5% золи - 3,91% та 3,82%; 10% - 4,88% та 4,73% відповідно. Всі зразки витримали 15 циклів почергового заморожування і відтавання.

Подальші дослідження буде спрямовано на перевірку придатності золи даної ТЕЦ для виробництва ніздрюватого бетону автоклавного тверднення.

1. Krivenko P. V., Skurchinskaya J. V. Fly ash containing geocements // Proc. Intern. Conf. On the Utilization of Fly ash and other Coal Combustion By-Products. – Shanghai (China). – 1991. – P. 64-1 – 64-7 2. Krivenko P.V. Fly ash – alkali cements and concretes // Proc. Fourth CANMET-ACI Intern. Conf. on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete. – Istanbul (Turkey). – 1992. – P. 721-734. 3. Сажнев Н.П. і др. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск. "Стринко".- 1999. С. 218 и сл.