

УДК 666.972

ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛИ ВІНОСУ ТЕС У БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

В. П. Ковальський, О. С. Сідлак

Проаналізовано схеми утворення золи ТЕС їх класифікація та основні властивості. Досліджено хімічний склад золи Ладижинської ТЕС, а також питома вага переробки золи в країнах світу за 2013 рік. Із зростанням середньої потужності електростанцій і збільшенням обсягу використання вугілля з великим вмістом негорючих домішок і сланців різко зросли об'єми золовідвалів, які займали площі до 400-800 га. на кожен станцію, що призводило у багатьох випадках до втрати цінних сільськогосподарських угідь. Також завдається шкода забрудненням підземних вод та повітряних басейнів міст і селищ.

Незважаючи на перехід сучасних ТЕС на безвідходне газове виробництво, проблема відходів теплової енергетики досі стоїть дуже гостро. В зв'язку з цим було розглянуто існуючі технології використання летючої золи залежно від хімічного складу твердих відходів, пристосування цих технологій до умов теплоенергетичних станцій України. Досліджено можливість використання золи виносу в сучасних будівельних матеріалах.

Ключові слова: зола, ТЕС, відходи, домішки, будівельні матеріали.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ УНОСА ТЭС В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

В. П. Ковальский, А. С. Сидлак

Проанализированы схемы образования зола ТЭС их классификация и основные свойства. Исследован химический состав зола Ладыжинской ТЭС, а также удельный вес переработки зола в странах мира за 2013 год. С ростом средней мощности электростанций и увеличением объема использования угля с большим количеством негорючих примесей и сланцев резко возросли объемы золоотвалов, которые занимали площади в 400-800 га. на каждую станцию, что приводило во многих случаях к потере ценных сельскохозяйственных угодий. Также наносится вред загрязнением подземных вод и воздушных бассейнов городов и поселков.

Несмотря на переход современных ТЭС на безотходное газовое производство, проблема отходов тепловой энергетики до сих пор стоит очень остро. В связи с этим были рассмотрены существующие технологии использования летучей зола в зависимости от химического состава твердых отходов, приспособления этих технологий к условиям теплоэнергетических станций Украины. Исследована возможность использования зола уноса в современных строительных материалах.

Ключевые слова: зола, ТЭС, отходы, примеси, строительные материалы.

UTILIZATION OF FLY ASH TPP IN BUILDING MATERIALS

V. Kowalski, A. Sidlak

Schemes analyzed TPP ash formation their classification and basic properties. The chemical composition of the ash Ladyzhynskaya TPP, as well as the proportion of ash processing in countries of the world for 2013. With the increase in the average capacity of power plants and an increase in the use of coal with a lot of impurities and non-combustible shale sharply increased volumes of ash, which covers an area of 400-800 hectares. At each station, resulting in many cases in the loss of valuable agricultural land. Also causes harm groundwater contamination and air basins cities and towns. Despite the transition to modern thermal waste-free gas production, the problem of waste heat energy still is very serious. In this regard, it was considered existing technologies using fly ash, depending on the chemical composition of solid waste, adapting these technologies to the conditions of thermal power plants in Ukraine. The possibility of using fly ash in modern building materials.

Key words: ash, thermal, waste, additives, construction materials.

Вступ

Існуюча сьогодні тенденція розвитку будівництва передбачає збереження бетону як основного будівельного матеріалу, зокрема для створення об'єктів інфраструктури, за одночасного поліпшення його екологічних, економічних та інших властивостей. Ось чому сьогодні важливою проблемою перспективного розвитку цементного виробництва є вирішення питань енергозбереження та екологічності, в тому числі впровадження нових технологій з низьким рівнем енергозатрат та викидів у довколишнє середовище шкідливих речовин (оксиди вуглецю, сірки та азоту). Саме їх розробці і впровадженню в промисловість будівельних матеріалів приділяється велика увага. Одним з основних шляхів зменшення енергозатрат є випуск композиційних цементів. Це дозволяє економити клінкерну складову цементу за рахунок використання активних мінеральних додатків, таких як доменні гранульовані шлаки, зола - виносу ТЕС. Необхідно підкреслити, що утилізація цих відходів має важливе народно - господарське значення, яке полягає в зменшенні забруднення довкілля, збереженні не відновлюваних природних ресурсів. Все це дозволяє віднести композиційні в'язучі матеріали до ряду перспективних.

Метою роботи є ознайомлення з утворенням та класифікацією золи виносу. Визначення основних властивостей золи виносу. Розглянути основні шляхи використання золи виносу, як комплексної добавки для будівельних матеріалів та виробів.

Аналітичні дослідження

При спалюванні твердого палива в топках при температурі близько 1200-1700°C теплових електричних станцій утворюються великотоннажні тверді мінеральні відходи, представлені шлаком і летючою золою. Схема утворення золи ТЕС показана на рис. 1.

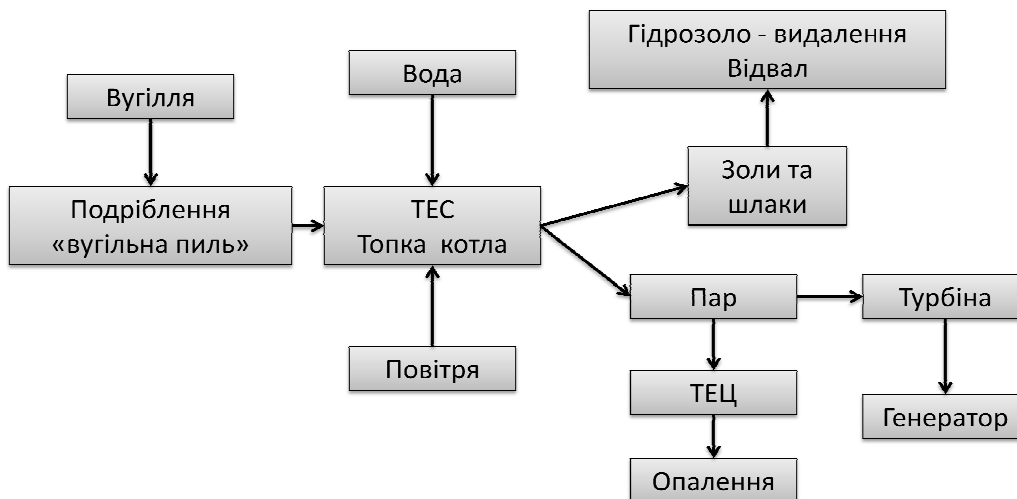


Рисунок 1 – Загальна схема утворення золи ТЕС

Дрібні і легкі частинки з питомою поверхнею 1500-3000 см²/г, що містяться в кількості близько 90 %, виносяться з топки газами, а більші осідають на дні топки і сплавляються в кускові шлаки.

На сучасних ТЕС вугілля спалюють у пилоподібному стані. Шлак утворюється в результаті злипання розм'якшених частинок золи в об'ємі топки і накопичується в шлаковому бункері під топкою. Максимальний розмір зерен шлаку в складі зола шлакової суміші становить не більше 20 мм. Зола виноситься з топки з димовими газами (зола виносу) і вловлюється при їх очищенні в циклонах і електрофільтрах. Більшість фрагментів золи мають сферичну форму, гладку склоподібну фактуру поверхні. Розмір сферичних частинок коливається від декількох мікрон до 50-60 мкм. (рис. 2)

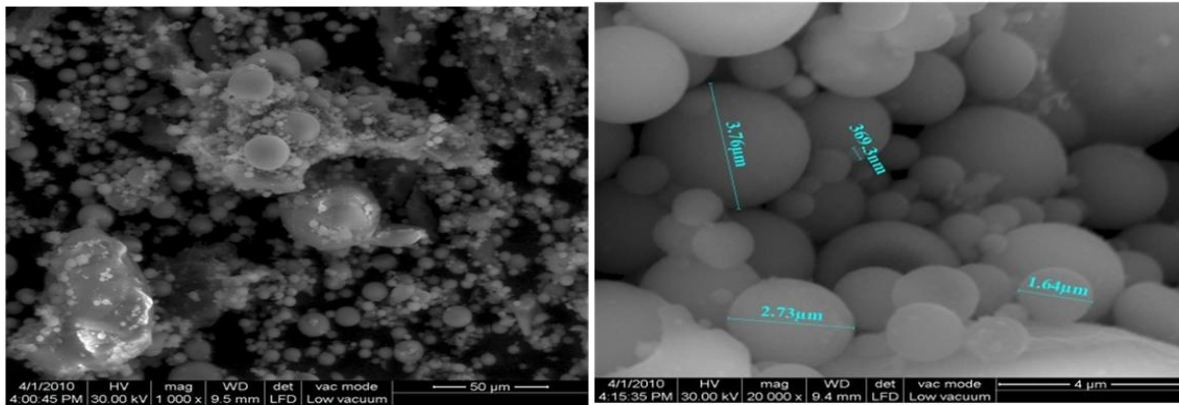


Рисунок 2 – Сферичні частинки золи виносу

Золошлакові відходи теплових електростанцій при їх сухому відборі більш стабільні по зерновому, фазовому та хімічному складу і основним властивостям. До того ж, відбір, навантаження і розвантаження, транспортування і складування сухої золи організувати простіше, ніж вологої.

Класифікують відходи і за величиною обсягів утворення, наприклад, малотоннажні і великотоннажні, до останніх можна віднести золу.

Золи теплоелектростанцій мають різний хімічний склад залежно від виду спалюваного вугілля. Золи, отримані від вугілля горючих сланців, менш кислі, ніж золи від спалювання бурого або кам'яного вугілля. [2]

При згорянні вугілля на теплових електростанціях в Україні щорічно утворюється золи та шлаків, 7-9 млн тонн (50-200 грамів золи на 1 кВт·г вироблюваної електроенергії) [1].

Зазначимо, що питома вага переробки золи в Україні в межах 10 %, тоді як у США цей показник досяг 20 %, у Великій Британії – 60 %, у Франції – 72 %, у Фінляндії – 84 % (рис. 3).

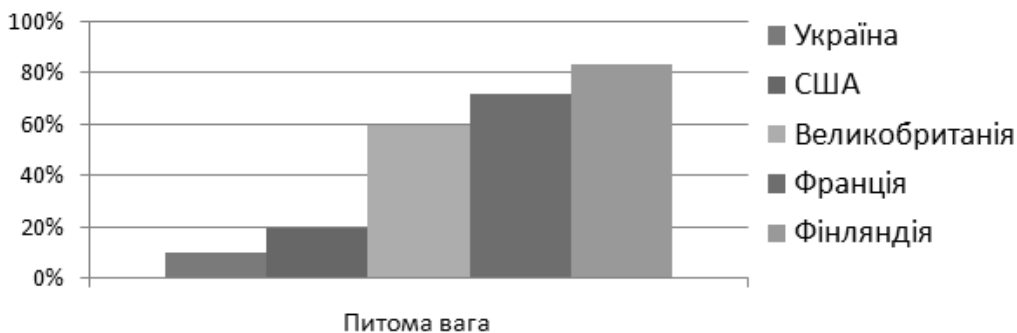


Рисунок 3 – Питома вага переробки золи в країнах світу за 2013 рік

Будова і склад золи залежить від цілого комплексу одночасно діючих факторів: виду і морфологічних особливостей палива, що спалюється, тонини помолу в процесі його підготовки, зольності палива, хімічного складу мінеральної частини палива, температури в зоні горіння, часу перебування частинок в цій зоні та ін. При значному вмісті карбонатів кальцію в мінеральній частині вихідного палива під впливом високих температур в процесі горіння утворюються силікати, алюмінати і ферити кальцію - мінерали, здатні до гідратації. Такі золи при змішуванні з водою здатні до схоплювання і самостійного твердіння. У них, як правило, містяться оксид кальцію і оксид магнію у вільному стані.

Відповідно до ГОСТ 25818-91 всі золи по виду спалюваного вугілля поділяють на:

- Антрацитові, що утворюються при спалюванні антрациту, напівантрацити і «тощого» кам'яного вугілля (А);
- Кам'яновугільні, які утворюються при спалюванні кам'яного, крім «тощого», вугілля (КУ);
- Буровугільні, що утворюються при спалюванні бурого вугілля (Б).

Залежно від хімічного складу золи підрозділяють на типи:

- кислі (К) - антрацитові, кам'яновугільні і буровугільні, містять оксид кальцію до 10 %;
- основні (О) - буровугільні, містять оксид кальцію більше 10% за масою. [2]

Рентгеноструктурний аналіз свідчить про переважання в золі кристалічного кварцу, ангідриду, з'єднань оксиду кальцію з оксидами заліза і алюмінія (двухкальцієвий силікат, чотирьохкальцієвий алюмоферит, алюмінати кальцію, ферити кальцію). Вміст оксидів на прикладі золи виносу Ладизинської ТЕС (рис. 4).

Золи залежно від якісних показників поділяють на 4 види:

- I - для залізобетонних конструкцій і виробів з важкого і легкого бетонів;
- II - для бетонних конструкцій і виробів з важкого і легкого бетонів, будівельних розчинів;
- III - для виробів і конструкцій з ніздрюватого бетону;
- IV - для бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій, що працюють в особливо важких умовах (гідротехнічні споруди, дороги, аеродроми та ін.).

За змістом CaO загал. Всі золи класифікуються на висококальцієві – CaO загал. Більше 10% і низькокальцієві – CaO загал. Менше 10 %.

За активністю золи класифікуються на активні, скритоактивні, інертні (рис. 5).

До першої групи належать золи, що володіють самостійними в'язучими властивостями, друга і третя групи, головним чином, кислі золи, що не володіють самостійними в'язучими властивостями і потребують активаторів твердіння.

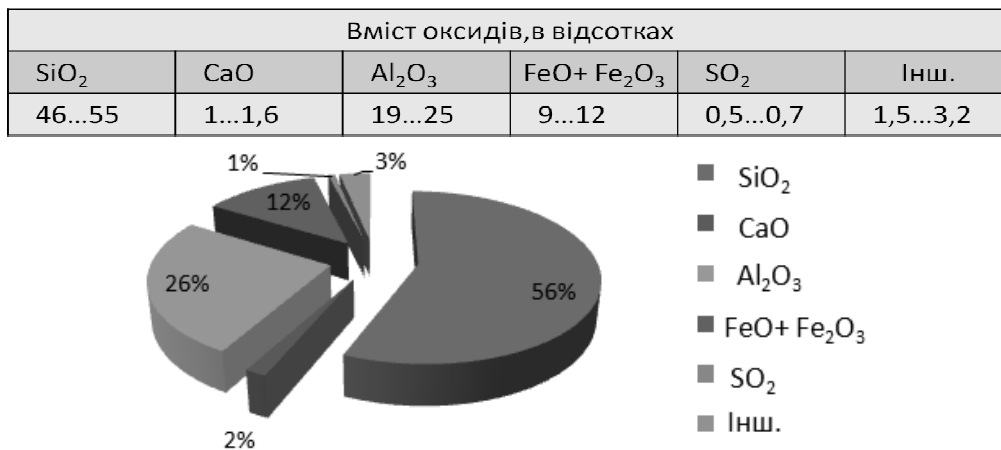


Рисунок 4 – Хімічний склад золи Ладизинської ТЕС



Рисунок 5 – Класифікація золи за активністю

Прогресивні українські технології утилізації зольних залишків

Введення 12,15 % мелених золошлакових відходів Придніпровської ТЕС, 3,5 % піритних огарків і 0,75-1,25 % електролітів сприяє поліпшенню фізико-механічних характеристик і рекомендується при виробництві глиняної цегли.

Введення до складу шихти золи ТЕС, що утворилась від спалювання донецького вугілля збільшує віддачу вологи, скорочує термін сушіння на 20-25 %. Встановлено також, що оптимальна кількість золи становить 20-30 %.

Для поліпшення якості цегли при використанні високочутливої до сушки глини в склад шихти замість 15 % тирси, додається 30 % летючої золи. В результаті забезпечується стабільний

випуск цегли марок 125-150, підвищується морозостійкість. Знижується собівартість одиниці продукції.

Техніко-економічні розрахунки показують, що використання золошлакових відходів ТЕС у виробництві бетонних і залізобетонних виробів дозволяє:

- скоротити витрату цементу на 10-20 %;
- поліпшити фізико-механічні властивості бетонів;
- скоротити витрати на створення та експлуатацію відвалів;
- вивільнити землі, зайняті під відвали;
- виключити забруднення повітряного і водного басейнів.

Використання процесів гідрації портландцементу з добавкою 40 % золи виносу ТЕС довело доцільність заміни в бетонах значної частини клінкерного компонента.

Підвищений вміст золи ТЕС у важких бетонах (у кількості 200 кг/м³), як показали дослідження і заводський досвід, дозволяє скоротити витрату портландцементу до 100 кг на 1 м³ бетону (до 25 %), підвищити якість виробів. [3, 4, 5]

Пористі заповнювачі з відходів ТЕС

Початковою сировиною для виробництва зольного гравію служать золи ТЕС, які видаляються не тільки сухим золовідбором, але й системою гідровидалення, зокрема відвальні золошлакові суміші (ЗШС). Вміст у золі незгорілих частинок має бути, не більше 10 %. Якщо їх кількість більше, технологія ускладнюється. Вміст у золі тривалентного заліза Fe₂O₃ повинно бути не менше 7 %, а оксидів кальцію і магнію - не більше 8 %.

Будівельні розчини з застосуванням золи ТЕС

У "Вказівках з приготування і застосування будівельних розчинів" СН 290-64 передбачається можливість введення до складу будівельних розчинів від 20% тонкодисперсної летючої золи ТЕС з метою економії портландцементу високих марок.

У даному випадку золі відводиться роль мінерального мікрозаповнювача цементу, який сприяє збільшенню пластичності розчинів. Досліджено можливість застосування в розчинах кладок ЗШС одночасно і як тонкодисперсної добавки, і як дрібнозернистого заповнювача. [3, 5]

В'язуче на основі золи та шлаків ТЭС

До вискоефективних будівельних матеріалів, при виробництві яких можливо використовувати великотоннажні відходи промисловості, як відомо, відноситься шлаколужне в'язуче (ШЛВ). Основною сировиною для виробництва цих в'язучих є металургійні шлаки. Паливні шлаки і золи в цій якості використовуються мало. Це пояснюється, перш за все, їх низькою основністю і уповільненою швидкістю набору міцності.

Однак якщо врахувати, що ЗШС є у всіх районах країни і накопичення їх у відвалах рік від року зростає, то необхідність використання цих відходів для виробництва місцевих в'язучих стає очевидним. Крім цього, розробка складу і технологій отримання шлаколужного в'язучого на основі золошлакової суміші зробить свій внесок і у вирішенні проблеми забруднення навколишнього середовища. [3]

Бетони на основі золи

Досвід роботи заводів ряду країн показав, що економічно доцільно вводити золу до складу звичайного бетону. Дослідникам давно відомо, що при заміні частини цементу золою поліпшується зручність вкладення бетонної суміші. Це відбувається, головним чином, за рахунок гладкої поверхні і сферичної форми зольних частинок. Чим дрібніша зола тим більша кількість цих частинок. Відповідно з цим зменшується і кількість води для отримання необхідної консистенції бетонної суміші і поліпшуються її показники: підвищується пластичність, однорідність і щільність бетонної суміші. Зола дозволяє поліпшити гранулометрію піску, в якому відсутні дрібні фракції. Особливо доцільно її додавати в важко обробні бетонні суміші з малою кількістю цементу.

Наприклад, використання летючої золи і золошлакових відходів ТЕС в керамзитобетоні замість кварцового піску, знижує його щільність на 40-80 кг/м³ і дозволяє скоротити витрати цементу при виробництві бетону на 15-50 кг у розрахунок на 1 м³ бетону. При цьому підвищується корозійна стійкість і теплофізичні показники бетону.

Застосування летючої золи при виробництві бетону забезпечує максимальну економію цементу (10-25 % залежно від виду, якості заповнювачів і типу конструкцій). [3, 4]

Висновки

- Аналіз накопичених даних наукових досліджень і практичний досвід використання золи ТЕС в нашій країні і за кордоном показав техніко-економічну доцільність більш широкого використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів. В даний час більш поширеною активною мінеральною добавкою в Росії і Україні є доменний гранульований шлак, з урахуванням використання якого спроектовано більшість цементних підприємств. У зв'язку із загальним економічним становищем у країні виникла необхідність заміни гранульованих шлаків іншими добавками технічного або природного походження. Тому використання золи-виносу замість доменного шлаку або часткова його заміна цементними підприємствами дуже доцільна і вигідна економічно.

Використана література

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
3. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Корнейчук Ю.А. Эффективные цементно-золяные бетоны. – Ровно. – 1998. – 195 с.
4. Сергієв А.М. Використання в будівництві відходів енергетичної промисловості - К.: Будівельник, 1984. – 120 с.
5. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Кочевих М. О. Заповнювачі для бетону. – Підручник. – К.: ФАДА, ЛТД. 2001. – 399 с.

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., доцент кафедри МБА ВНТУ. Член-кореспондент Академії будівництва України.

Сідлак Олександр Сергійович – студент Вінницького національного технічного університету.

Ковальский Виктор Павлович – к.т.н., доцент кафедры МБА ВНТУ. Член-кореспондент Академии строительства Украины.

Сидлак Александр Сергеевич – студент Винницкого национального технического университета.

Kowalski Viktor Pavlovych – Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine.

Sidlak Alexander Sergeevich – student of Vinnitsa National Technical University.