

УДК 628.1.033:628.336

І.Б. Засідко¹, М.С. Полутренко², О.М. Мандрик²¹Державне агентство водних ресурсів України²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**ВИКОРИСТАННЯ ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД ЯК СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОГО КОМПОНЕНТУ У ВИРОБНИЦТВІ ЦЕГЛИ**

Державне регулювання сфери поводження з відходами спрямовується на реалізацію національної політики охорони навколишнього природного середовища та ресурсозбереження. Важливим напрямом ресурсозбереження є залучення до виробництва сировинного ресурсу промислових та побутових відходів. До таких відходів належать осади стічних вод (ОСВ) комунальних підприємств. За можливістю використання ОСВ входять в групу відходів, що можуть бути використані як вторинна сировина та домішки до первинної сировини.

В роботі обґрунтовано можливість використання ОСВ як структуроутворюючого компонента при виробництві цегли повнотілої рядової. Встановлено, що введення модифікуючої добавки ОСВ в керамічну масу дозволяє покращити якісні показники цегли – підвищити пористість, знизити щільність та зменшити теплопровідність цегли повнотілої рядової. Використання ОСВ при отриманні цегли вирішує екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, розширює сировинну базу для керамічних матеріалів.

Ключові слова: ресурсозбереження, вторинна сировина, модифікуюча добавка, керамічна маса

І.Б. Засідко¹, М.С. Полутренко², О.Н. Мандрык²¹ Государственное агентство водных ресурсов Украины² Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КАК СТРУКТУРООБРАЗУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА В ПРОИЗВОДСТВЕ КИРПИЧА**

Государственное регулирование сферы обращения с отходами направлено на реализацию национальной политики охраны окружающей природной среды и ресурсосбережения. Важным направлением ресурсосбережения является привлечение в производство сырьевого ресурса промышленных и бытовых отходов. К таким отходам принадлежат осадки сточных вод (ОСВ) коммунальных предприятий. По возможности использования, ОСВ входят в группу отходов, которые применяются в качестве вторичного сырья и в качестве примесей к первичному сырью.

В работе обоснована возможность использования ОСВ как структурообразующего компонента в производстве кирпича полнотелого рядового. Установлено, что введение модифицирующей добавки ОСВ в керамическую массу, позволяет улучшить качественные показатели кирпича – повысить пористость, снизить плотность и уменьшить теплопроводность кирпича полнотелого рядового.

Использование ОСВ в производстве кирпича решает экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, расширяет сырьевую базу для керамических материалов.

Ключевые слова: ресурсосбережение, вторичное сырье, модифицирующая добавка, керамическая масса

I.B. Zasidko¹, M.S. Polutrenko², O.M. Mandryk²¹ State Agency of Water Resources of Ukraine² Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas**USAGE OF SEWAGE SLUDGE AS A STRUCTURE-FORMING COMPONENT IN THE PRODUCTION OF BRICKS**

The governmental regulation of waste management field aims at implementing the national environmental protection policy and resource conservation. An important trend of resource conservation is using raw material resources of industrial and domestic waste in the production. Such waste includes sewage sludge from the utilities. Sewage sludge is classified by intended use as a group of waste, which can be applied as secondary raw materials and admixtures to primary raw materials.

The given research work substantiates the possibility of using sewage sludge as a structure-forming component in the production of ordinary solid bricks. It was found out that adding a modifying additive - sewage sludge - to the ceramic mass can improve the quality characteristics of bricks - increase porosity, reduce density and thermal conductivity of ordinary solid bricks. The use of sewage sludge in the production of bricks solves the ecological problems, associated with environmental pollution, expands the raw material base for ceramic materials.

Key words: resource conservation, secondary raw materials, a modifying additive, ceramic mass.

Актуальність проблеми.

Однією з найактуальніших суспільних і соціальних проблем в Україні є проблема поводження з відходами, обмеження їх негативного впливу на навколишнє природне середовище. В останні десятиліття катастрофічно зростають масштаби утворення та накопичення відходів, що призводить до відчуження нових територій та забруднення довкілля. Одним з таких видів відходів, кількість яких зростає, є осади стічних вод (ОСВ).

Загальна кількість ОСВ в Україні перевищила 5 млрд. т, до яких щорічно додається ще 3 млн. т нових осадів. Для зберігання такої кількості осадів із господарського обороту вилучено більше 10 тис. га землі і з кожним роком ця територія збільшується. Подальше зростання об'ємів осадів стічних вод збільшує навантаження на мулові карти, вимагає розширення площ для їх зберігання і саме цим робить питання їх утилізації актуальним [1-2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

ОСВ містять значну частку ресурсно-цінних компонентів, які можуть бути використані як вторинна сировина. Проте, тільки незначна частина осадів утилізується, оскільки ОСВ є багатокомпонентними відходами і для їх перетворення у якісну вторинну сировину необхідні додаткові технологічні операції, що можуть ускладнювати процес утилізації.

Поширений метод утилізації осадів стічних вод – це їх застосування в якості наповнювача в асфальтобетон та в підстилаючий шар дорожнього покриття. При приготуванні асфальтобетонної суміші мінеральний порошок замінюють наповнювачем з висушеного осаду стічних вод. Дослідженнями встановлено, що осаді стічних вод за своїми фізико-механічними властивостями подібні до мінерального порошку-компонента асфальтобетону [3]. Одним із перспективних напрямів утилізації ОСВ є їх використання у виробництві керамічних матеріалів. При цьому ОСВ є інтенсифікатором плавлення та вигоряючою добавкою [4-7].

Метою досліджень є встановлення можливості використання ОСВ як структуроутворюючого компоненту при виробництві цегли.

Методика експерименту.

Для встановлення можливості використання ОСВ як структуроутворюючого компоненту при виробництві цегли дослідження проводили у два етапи. На першому етапі ОСВ перед введенням в керамічну масу проходили попередню обробку шляхом зневоднення, подрібнення, а потім їх піддавали піролізу – прокалювали в безкисневому середовищі при температурі 600-700°C. При цьому ОСВ перетворюються на горючий газ, а оксиди металів залишаються в камері газифікації і їх використовують як модифікуючу добавку.

На другому етапі готували шихту для випалу цегли з жовтої і сірої глини у співвідношенні 65 % і 35 %. Сировину подрібнювали, змішували і зволожували до формувальної вологості і тоді в масу вводили модифікуючу добавку в кількості 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 % та 10 % від маси зразка. Лабораторні зразки формувались в металічних формах розміром 50*50*15 мм за допомогою дерев'яного молотка. На сформованих зразках вказували відсоток ОСВ та залишали для повітряного висушування протягом 5 діб, а потім випалювали. Випал лабораторних зразків проводився в електричній печі при температурі 950°C за таким режимом:

- підйом від 20 °С до максимальної температури зі швидкістю 120 °С /год – 7,5-8 годин;
- витримка при кінцевій температурі - 2 години [8].

Отримані після випалу зразки проходили лабораторні випробування в процесі яких визначалися їх фізико-механічні властивості: водопоглинання, щільність, пористість, теплопровідність та міцність.

Результати дослідження та обговорення.

В результаті досліджень встановлено, що керамічна маса непридатна для отримання цегли лицьової, оскільки на поверхні зразків виявлено видимі крапини ОСВ, проте може бути використана для цегли повнотілої рядової, якщо фізико-механічні показники будуть відповідати вимогам нормативної документації [9].

При визначенні фізико-механічних показників одним із перших визначали водопоглинання і зразки, водопоглинання яких становить 11 % – 13 %, досліджені на пористість та щільність. Встановлено, що пористість зразків збільшується із збільшенням вмісту модифікуючої добавки, а їх щільність відповідно зменшується, при цьому міцність на стиск відповідає марці М 125 (таблиця 1).

Таблиця 1.

Пористість та щільність лабораторних зразків

№ з/п	ОСВ, %	Пористість, %	Щільність, кг/м ³	Міцність при стиску, кгс/м ³
1	1	8,00	1650	125,9
2	2	8,10	1632	125,6
3	3	8,13	1609	125,5
4	4	8,22	1595	125,3
5	5	8,30	1570	125,0

Аналіз фізико-механічних властивостей лабораторних зразків вказує на те, що найбільш ефективним буде введення модифікуючої добавки ОСВ в кількості 5 % від маси цегли. При такій кількості добавки пористість цегли найбільша, щільність найменша і міцність цегли при стиску відповідає марці М 125.

Проведено порівняльні дослідження фізико-механічних властивостей лабораторних зразків з модифікуючою добавкою в кількості 5 % від маси цегли із властивостями цегли, виготовленої за технологічним регламентом підприємства Івано-Франківського ПАТ «Будівельні матеріали». Окрім пористості, щільності та міцності визначено теплопровідність зразків, яка залежить від щільності цегли і зменшується зі зниженням щільності цегли (таблиця 2).

Таблиця 2.

Порівняльний аналіз зразків цегли

№ з/п	Показники	Стандартні зразки	Зразки з добавкою 5 % ОСВ
1	Пористість, %	8,00	8,30
2	Щільність, кг/м ³	1650	1570
3	Теплопровідність, Вт/м*К	0,62	0,60
4	Марка міцності	125	125

Порівняльний аналіз стандартних зразків цегли, отриманих за технологічним регламентом підприємства Івано-Франківське ПАТ «Будівельні матеріали» із зразками з добавкою 5 % ОСВ підтверджує, що в результаті введення модифікуючої добавки ОСВ в керамічну масу пористість збільшилась на 4 %, щільність зменшилась на 5 %, теплопровідність знизилася на 3,2 %, а міцність цегли не змінюється. Отже, покращилися значення всіх фізико-механічних показників. Отриманню таких результатів сприяло те, що ОСВ – це полідисперсна багатокомпонентна система, яка завдяки вмісту органічних і неорганічних компонентів є універсальним структуроутворювачем.

Для отримання якісної цегли необхідна глина з відповідним вмістом елементів. Дуже важливою характеристикою глини є вміст у ній глинозему Al_2O_3 та кремнезему SiO_2 . Глинозем є тугоплавким мінералом (тем.пл. 2044⁰С) і в нашій сировині вміст глинозему становить 4 %-15 %, кремнезем має каркасоутворюючі властивості і його вміст в глині становить 51 %-74 % (тем.пл. 1714⁰С). В глинах частина кремнезему знаходиться у зв'язаному вигляді в глиноутворюючих мінералах і в незв'язаному вигляді як домішка. Кальцій міститься у вигляді карбонатів і сульфатів, а магній – у вигляді доломіту, загальна їх кількість не перевищує 10 %. Сполуки кальцію і магнію переважно негативно впливають на міцність керамічних виробів і якщо їх вміст більше 20 %, то глина не використовується без відповідної обробки. Оксиди заліза, титану та інших металів містяться в глинах у кількостях до 10 %-12 %. Найбільший вплив мають оксиди заліза, які знаходяться у вигляді оксиду Fe_2O_3 і гідроксиду $Fe(OH)_3$. Вони покращують спікання виробів та надають їм забарвлення. Калій і натрій входять у глини у вигляді лужних оксидів в кількості 3 %-5%. Сірка присутня в глинах у різних сполуках, її вміст незначний і не має негативного впливу на якість стінових керамічних виробів[10-12].

З погляду випалу глина представляє собою суміш легкоплавких та тугоплавких мінералів. При випалі легкоплавкі мінерали зв'язують і частково розчиняють тугоплавкі мінерали. Структура і міцність цегли після випалу визначається процентним співвідношенням цих мінералів, температурою і тривалістю випалу. В процесі випалу легкоплавкі мінерали утворюють склоподібну фазу, а тугоплавкі – кристалічну фазу. З підвищенням температури все більше тугоплавких мінералів переходить у розплав і зростає вміст склофазу, підвищується морозостійкість і знижується міцність цегли. При збільшенні тривалості випалу зростає процес дифузії між склоподібною і кристалічною структурою. У місцях дифузії виникає велика механічна напруга, оскільки коефіцієнт термічного розширення тугоплавких мінералів перевищує цей коефіцієнт легкоплавких мінералів, що і приводить до зниження міцності цегли. Після випалу частка склоподібною фазу має складати не більше 8 %-10 % і тому температурний режим та тривалість випалу підбирається так, щоб забезпечити максимальну міцність цегли [13].

Хімічний склад ОСВ дуже важливий для технологічного процесу виробництва цегли. В склад осадів входять оксиди алюмінію та заліза в кількості 5,8 % та 7,8 % відповідно вони покращують процеси спікання глини, оксид кальцію, вміст якого рівний 19 %, буде використовуватися в якості інтенсифікатора спікання, адже він є сильним плавнем внаслідок

утворення з Al_2O_3 і SiO_2 порівняно легкоплавких сполук. Мікроелементи, що входять в склад ОСВ, впливають на баланс внутрішніх сил в процесі формування структури цегли і змінюючи степінь гідратації обмінних іонів у глині, вони змінюють вміст різних категорій води і мікроструктуру цеглини-сирця. Домішки важких металів виконують роль гетерогенних кристалізаторів, сприяють кристалізації розплаву.

Модифікуюча добавка після введення в глину поступово і повільно вбирає вологу з глини, не збільшуючи концентрацію дисперсної фази, прискорює структуроутворення і коагуляційні процеси в глині, сприяє більш рівномірній сушці по всьому об'єму цегли і значить сприяє зменшенню напружень, що виникають при сушці, що приводить до підвищення якості готової продукції.

Висновки:

1 У виробництві цегли глина і модифікуюча добавка ОСВ об'єднуються завдяки високій дисперсності і гідрофільності, здатності до сорбції і іонного обміну.

2 Введення модифікуючої добавки в керамічну масу дозволяє підвищити пористість, знизити щільність та зменшити теплопровідність цегли повнотілої рядової.

3 Використання техногенної сировини при отриманні цегли сприяє утилізації осадів стічних вод, вирішує екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, розширює сировинну базу для керамічних матеріалів.

Список використаних джерел:

1 Міністерство екології та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. LAT & K. – 2012. – 258 с.

2 Міністерство екології та природних ресурсів України. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2012 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ: ТОВ «Центр», 2013. – 415 с.

3 Бреус Р.В. Зниження об'ємів накопичення відходів водоочищення – осадів стічних вод, шляхом їх утилізації в асфальтобетон; автореф. дис. канд. техн. наук: 21.06.01/ Р.В. Бреус; Український науково-дослідний інститут екологічних проблем. – Харків, 2007. -20с.

4 Гироль Н.Н. Разработка технологии производства керамического гравия из осадков промстоков водоочистой станции для их утилизации / Н.Н. Гироль, С.Д. Бойчук, В.А. Мякишев и др. // Строительство и техногенная безопасность: Сборник научных трудов НАПКС. – Симферополь, 2006. - № 15-16. - С. 143-147.

5 Патент RU 2481303. Керамическая композиция для изготовления легковесного кирпича МПК С 04 В 33/132. / Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С.; владельцы патента: автономное муниципальное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Самарская академия государственного и муниципального управления", патентный поиск, 2012-2017, <http://www.findpatent.ru/patent/248/2481303.html>.

6 Абдрахимов В.З. Експериментальне дослідження теплопровідності легковажкої цегли на основі бейделітової глини і горілих порід. / В.З.Абдрахимов, Е.А.Белякова, Д.Ю.Денисов // Вогнетриви та технічна кераміка. - 2010. - № 11-12. - С.49-52.

7 Абдрахимов Д.В. Керамический кирпич из отходов производств / Д.В.Абдрахимов, Е.С.Абдрахимова, В.З.Абдрахимов//Строительные материалы.- 1999. - №9. - С. 34-35.

8 Технологічний регламент виробництва цегли Івано-Франківського заводу ПАТ «Будівельні матеріали», 2010.

9 ДСТУ Б.2.7-61:2008. Вироби бетонні стінові дрібно штучні. Технічні умови – К., Мінрегіонбуд України, 2009. – 51 с.

10 Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство. – К, ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. –704 с.

11 Юхневський П.І., Широкий Г.Т. Будівельні матеріали та вироби. – Мн, УП «Технопринт», 2002. – 293 с.

12 Лукин Е.С. Технический анализ и контроль производства керамики: учеб. пособие для техникумов / Е. С. Лукин, Н. Т. Андрианов. - изд. 2-е, пер. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 272 с.

13 Леонович С.Н., Петренко С.В. Основи фізики твердого тіла. – Мн, УП «Технопринт», 2002. – 270 с.

Стаття надійшла до редакції 21.02.2018