УДК 625.7:628.3

Т. Кирнасовська, магістрант
Т. Тунік, доцент, канд.техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД КОС М. КРОПИВНИЦЬКИЙ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ТРОТУАРНОЇ ПЛИТКИ

Проблема накопичення і переробки відходів набула глобального значення в наш час. Серед них значну частину складають осади, що утворюються після очищення каналізаційних стоків міст. В ці осади переходить значна частина забруднень, що поступають на очисні споруди. Щоденно в Україні утворюється 7600-8700 м3 за об'ємом осадів стічних вод (ОСВ). Зрозуміло, що кількість цих відходів збільшується кожної доби. Їх особливістю є те, що вони містять в своєму складі майже всі хімічні елементи періодичної таблиці, а їх кількісний та якісний склад постійно змінюється. Незважаючи на те, що осади класифікують як малонебезпечні (IV клас) і розміщують відкрито на мулових майданчиках, вилучаючи при цьому з господарського обороту великі площі приміських територій, вони погіршують екологію та створюють загрозу для здоров'я населення. Збільшувати території під мулові майданчики недоцільно, як з екологічної, так і з економічної точки зору. Тому проблема утилізації та переробки ОСВ є актуальною для нашої держави та всього Світу.

В м. Кропивницький функціонують каналізаційно-очисні споруди з сучасною технологією очищення стоків – механічною та біологічною. Пропускна здатність 33 тис. м3 на добу. Після решіток утворюється грубе сміття, яке вивозиться на сміттєзвалище, мінеральні частинки, які затримуються пісколовками – на піскові майданчики, а сирий осад та активний мул після відстійників – зневоднюються на центрифугах та вивозяться на мулові майданчики. На даний момент площа Первозванівських мулових майданчиків 40 га, де зберігають більше ніж 300 тис. т осадів стічних вод (ОСВ). Ці землі, які були виведені з сільськогосподарського користування, в результаті стали джерелом забруднення грунтових вод і повітря.

Досвід поводження з осадами стічних вод в інших країнах свідчить про те, що у переважній більшості вони використовують ОСВ у сільському господарстві як добрива. Крім того для переробки ОСВ застосовують спалювання, компостування та одержання біогазу. Практично кожна країна вирішує цю проблему по-своєму, так, наприклад у Західній Європі ОСВ переробляється наступним чином (%): добрива – 35; депонування з наступним скороченням захоронення – 20; спалювання – 5-12; рекультивація ландшафтів – 10. У США утилізують ОСВ як добриво – 38%, спалювання – 27%, вивезення на поля – 10%, отримання біогазу – 25%. За останні 15 років намітилась тенденція до скорочення застосування ОСВ у сільському господарстві, але збільшилось їх спалювання з подальшим використанням продукту спалювання.

В Світі постійно приділяють значну увагу цій проблемі, розробляється багато сучасних методів переробки ОСВ, але на практиці і досі не існує єдиного загальноприйнятого вирішення цієї проблеми. Вибір способу залежить від хімічного складу ОСВ, вологості після зневоднення, наявності патогенної мікрофлори, його кількості та інших параметрів. Наприклад, в Україні використання ОСВ як добрива має певні складнощі через

збільшений вміст в них важких металів, що не відповідає ДСТУ 7369:2013, а його застосування як енергетичного ресурсу хоч і є перспективним, але потребує великих капіталовкладень.

Оптимальним рішенням для розв'язання проблеми накопичення та переробки ОСВ є їх використання як компонентів у виробництві будівельних матеріалів. Це підтверджується практичним досвідом деяких розвинених країн, у яких ОСВ використовується для виробництва бетону, цегли, кераміки, гіпсу, інших матеріалів. Таке використання має багато переваг, однією з яких є зниження витрат на утилізацію, але головною перевагою є збереження природного ресурсу – землі, крім цього зменшення забруднення атмосфери та скорочення викидів парникових газів. Лідером у галузі використання ОСВ для виробництва будівельних матеріалів є Ізраїль. У цій країні 90% осадів переробляють на спеціальних заводах, де їх знезаражують, просушують та гранулюють. Після цього вони використовуються як добриво, але здебільшого як сировина для виготовлення різноманітних будівельних матеріалів. Такі матеріали з ОСВ мають високу міцність, стійкість до вогню, вологи, термітів, грибків. Їх використовують для будівництва житлових та громадських будівель, доріг, мостів, тунелів, парків. Одним з лідерів у Європі з переробки ОСВ у будівельній галузі є Німеччина, так, у 2021 році 60% ОСВ було використано у будівництві.

Вивчення складу осаду показали, що він приблизно на 58% складається з органічних сполук, мінеральна частина складається в основному з сполук кремнію, кальцію, магнію, алюмінію, заліза. В осаді містяться такі біогенні елементи, як азот, фосфор, калій; мікроелементи - бор, кобальт, марганець, мідь, молібден, цинк. Елементарний склад сухої речовини осадів коливається в широких межах. Суха речовина сирих осадів має приблизно такий склад (%): 35,4–87,8 C; 0,2–2,7 S; 1,8–8,0 N та інші; суха речовина активного мула містить, %: 44,0–75,8 C; 0,9–2,7 S; 3,3–9,8 N. Активна реакція середовища в осадах коливається в межах 6–8 pH.

Зокрема на КОС м. Кропивницький вологість ОСВ після зневоднення на центрифугах складає 20%, а використання флокулянту, сприяє укрупненню часток осаду, розміри яких коливаються від 3 до 10 мм.

Аналіз осадів стічних вод здійснюється лабораторією підприємства. За результатами аналізу лабораторії СЛКВВ ОКВП «Дніпро-Кіровоград» на важкі метали, нітрати та нафтопродукти осад містить:

Назва показника	**Нормативне значення показника (мг/кг)**	**Результат вимірювань (мг/кг)**
Миш'як	Не більше 2,0	0,906
Кадмій	Не більше 3,0	0,865
Кобальт	Не більше 5,0	2,538
Хром	Не більше 6,0	5,145
Мідь	Не більше 3,0	3,00
Марганець	Не більше 1500,0	131,25
Нікель	Не більше 4,0	3,45
Свинець	Не більше 32,0	4,04
Цинк	Не більше 23,0	16,54
Нітрати	Не більше 130,0	112,68
Нафтопродукти	Не більше 500,0	8,25
Амоній обмінний	Не нормується	8,84

Всі ці показники ОСВ знаходяться в межах норми (не перевищують ГДК), тому це створює можливість використання його як сировини для будівельних матеріалів, зокрема, як компоненту (наповнювача) у виробництві тротуарної плитки.

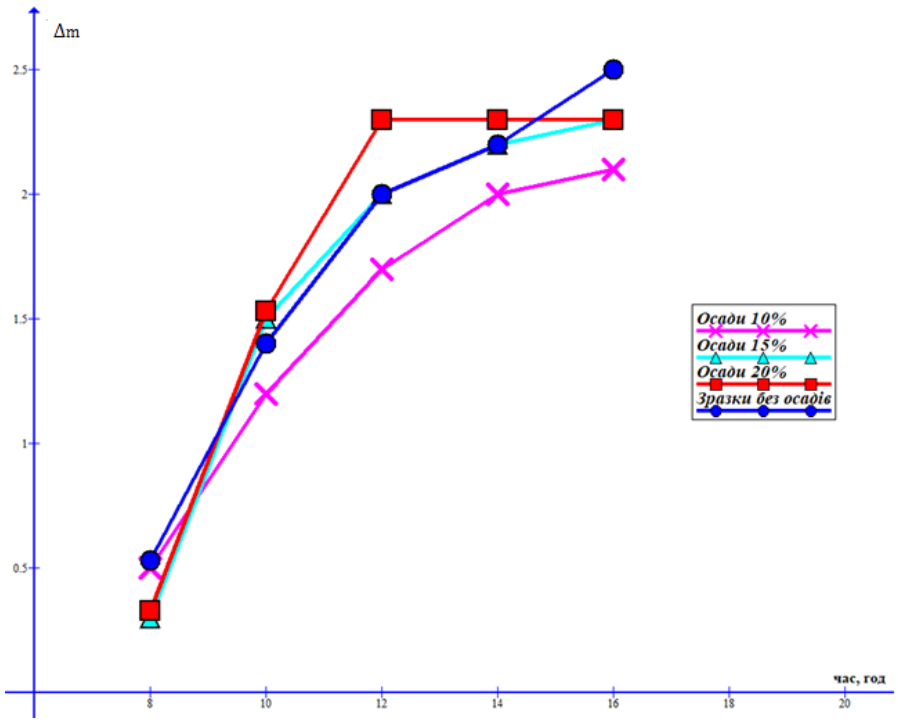
За традиційною технологією виготовлення тротуарної плитки, наповнювачем є пісок та щебінь, на кафедрі екології були проведені дослідження по частковій заміні його на ОСВ.

Дослідження були проведені в такій послідовності: спочатку сформували дослідні зразки, потім визначили їх властивості.

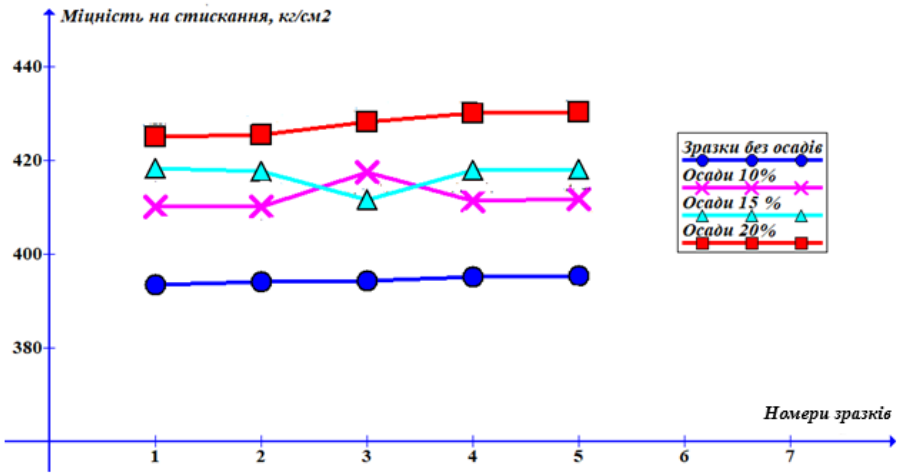
За основу при формуванні лабораторних зразків був прийнятий типовий склад суміші для тротуарної плитки, який використовується найчастіше у її виробництві: цемент марки М500 - 20-25%, наповнювач (пісок+гравійна суміш) 50-55%, вода 30%, інші добавки понад 100% їх в дослідженнях не враховували.

Дослідні зразки були сформовані з маси в якій пісок та гравійну суміш поступово заміщували на еквівалентну кількість осаду. При цьому враховували вміст вологи в осаді і масу самого осаду.

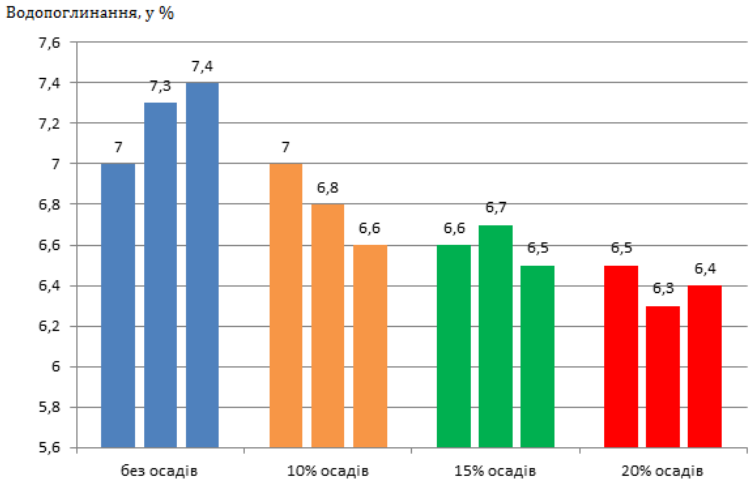
В результаті проведених лабораторних досліджень зразків плитки, виготовленої з додаванням ОСВ, було встановлено оптимальний вміст ОСВ у складі суміші для виготовлення тротуарної плитки у кількості 10-20% від маси наповнювача (графік 1), що дозволило одержати тротуарну плитку з такими показниками: міцність на стискання 393,6-430,2 кг/см2 (графік 2), водопоглинання 6,3-6,5 % (графік 3), що відповідає технічним вимогам.



Графік 1. Залежність процесу твердіння зразків плиток від часу



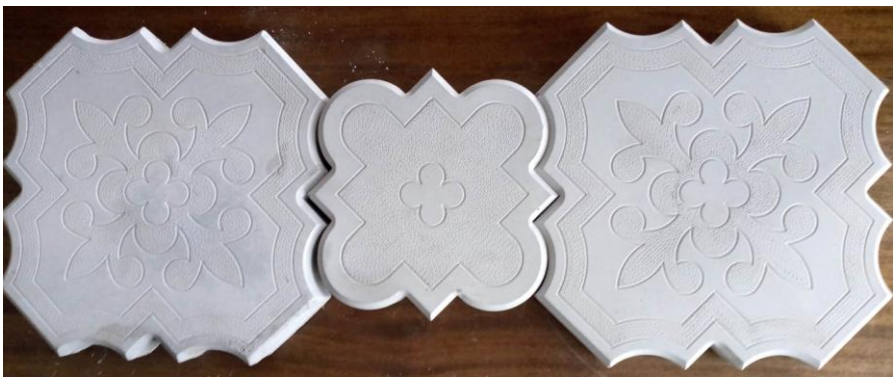
Графік 2.Порівняльна характеристика міцності на стискання дослідних зразків



Графік 3. Порівняльна характеристика водопоглинання дослідних зразків

Таким чином ці дослідження підтвердили доцільність використання ОСВ міських очисних споруд як компонента для виготовлення такого будівельного матеріалу як тротуарна плитка. Це є перспективним, екологічним та економічно вигідним методом використання ОСВ, що підтверджується і тим фактом, що в процесі виготовлення 1 м2 такої плитки можна використати від 10 до 50 кг зневодненого осаду в залежності від форми та розміру покриття. Тобто осади, які вважаються відходами, використовуються в якості вторинної сировини без витрат на їх додаткову обробку.

Нище представлено фото тротуарної плитки, виготовленої з використанням ОСВ.



Список літератури

1. Бабаєв В.М. Альтернативні технологічні рішення проблеми повної утилізації мулового осаду стічних вод// В.М. Бабаєв та ін. – Комунальне господарство міст. 2018. Вип. 144. - С. 32–42.
2. Засідко І.Б., Полутаренко М.С., Мандрик О.М. Утилізація осадів міських стічних вод// І.Б Засідко та ін. III Міжнародна науково-технічна конференція «Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг». – Львів: Львівська політехніка. – 2019 р.
3. Карп І.М., П'яних І.М., Нікітін Є.Є. Проблема утилізації та знешкодження мулових осадів міських стічних вод та шляхи її вирішення. Енерготехнології та ресурсозбереження, 2017, №2. - С.28-35.
4. Снєжкін Ю.Ф., Петрова Ж. А., Пазюк В. М., Новікова Ю.П. Стан технологій очищення стічних вод в Україні та світі // Ю.Ф.Снєжкін та ін. – Київ: Інститут технічної теплофізики НАН України. Теплофізика та теплоенергетика, 2021, т. 43, №1. С. 5-12
5. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод: навч. посібник // В. А. Ковальчук. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
6. Шквірко О.М., Тимчук І.С., Мальований М.С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України НУ «Львівська політехніка» [Текст]// О.М.Шквірко та ін. – Львів: Науковий вісник НЛТУ України, 2019, т.29 №2, с. 82-87.