

Алгоритмічна послідовність узагальнених етапів виконання масштабного проекту «Комплексне вирішення проблем екології і утилізації промислово-побутових відходів на базі технології «ресайклінгу»

Петро Купрієнко¹, Світлана Лаповська², Наталія Купрієнко^{2, 3}

¹Київський національний університет будівництва та архітектури
Повітрофлотський просп., 31, Київ, Україна, 03680,
pkuprienko@ukr.net, orcid.org/0000-0003-3054-4976

²ДП Науково-дослідний і проектно-конструкторський
інститут будівельних матеріалів та виробів
68, вул. Костянтинівська, Київ, Україна, 04080,
mit@kievweb.com.ua, orcid.org/0000-0001-9637-2631

³pkuprienko@ukr.net, orcid.org/0000-0003-3820-3404

Анотація. Розроблено концепцію комплексного вирішення конкретних завдань, пов'язаних з проблемами забруднення навколишнього середовища. Основним інструментом у вирішенні цих завдань є використання наномодифікованого природного алюмосилікату при очищенні води з подальшою утилізацією відпрацьованого сорбенту, а також відходів різної природи в якості інгредієнта шихти у виробництві керамічних виробів.

Як приклад, приводиться алгоритмічна послідовність узагальнених етапів проведення робіт при виконанні проекту в частині очистки води. Приводиться перелік вод, що містять домішки різної природи і підлягають очистці, де ефективно працюють в якості сорбентів наносистеми на основі природних алюмосилікатів. Масштабний проект в цілому приведено у вигляді презентації і готовий до реалізації.

Ключові слова. Алюмосилікати, комплексне рішення, наномодифікування, утилізація, керамічні вироби, продукти водоочистки.



Петро Купрієнко
професор кафедри товарознавства і комерційної діяльності,
д.т.н., проф.



Світлана Лаповська
заступник директора
з наукової роботи,
д.т.н.



Наталія Купрієнко
завідувач лабораторії фізико-хімічних досліджень і будівельної кераміки

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Переробка промислово-побутових відходів, що знаходяться у вигляді порошків, паст, суспензій в матеріали, вироби для

будівельної індустрії включає розробку окремих технологічних процесів, перелік яких визначається природою, хімічним складом, об'ємами промислових та побутових відходів.

В основу технологій, що пропонуються, покладено технологію ресайклінгу – отримання технічної будівельної кераміки з використанням в якості складової шихти промислово-побутові відходи різної природи та походження по принципу матриця + речовина.

Наукову концепцію реалізації технології ресайклінгу створено на базі колоїдно-хімічного матеріалознавства з використан-

ням елементів нанотехнології, яка дає можливість конкретно вирішувати складні проблеми, пов'язані зі станом навколишнього середовища. На сьогоднішній день отримано результати попередніх наукових досліджень та технологічних випробувань технології отримані зразки будівельних матеріалів з використанням керамічної технології (Рис.1), які підтверджують реальну значимість запропонованої ідеї [1 – 5].



Рис.1. Схема інноваційної діяльності за технологією «ресайклінгу»

Fig.1. The scheme of innovation technology "recycling"

Перелік промислово-побутових відходів, що підлягають утилізації	Виробництво, отримані продукти
Шлам, що утворюється в результаті очистки прісної і морської води, забрудненої нафтопродуктами	Отримання органіномінеральних наноконпозицій. Сировина для виробництва будівельної кераміки
Шлам очистки гальваностоків	Інгредієнти шихти у виробництві будівельної кераміки: цегла, плитка, санітарно-технічні вироби
Шлам після нейтралізації травильних розчинів у виробництві сталених труб	Компонент у виробництві будівельної кераміки
Продукти переробки мулу станцій аерації	Виробництво технічної кераміки: промислові приміщення, керамічний щебінь
Окиснювач ракетного палива, продукт переробки	Отримання наноконполітів, інгредієнтів шихти у виробництві керамічних будівельних матеріалів, мінеральні добрива

Рис.2. Перелік технологій і продуктів отриманих при утилізації промислових і побутових відходів

Fig.2. The list of technologies and products resulting in the disposal of industrial and domestic waste

Пропонується перелік технологічних рішень з використанням ресайклінгу для отримання керамічного матеріалу різного застосування в будівництві (дорожнє будівництво, керамічний гравій, блоки для господарських споруд) з використанням у якості інгредієнтів шихти для виробництва керамічних виробів, промислових та побутових відходів різної природи (Рис.2).

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Відходи промислові, комунальні, господарські, побутові, як штучна, новостворена компонента довкілля, видима кожній людині, є одним з головних чинників, які прямо, безпосередньо, всебічно впливають на якість життєвого середовища в нашій країні. Тож науково-технічна, практично значима розробка технології утилізації відходів є складовою напрямку Сталого розвитку, актуальна і має перспективу використання з конкретним результатом, який сприяє безпечному життю людини [6, 7].

Використання керамічної технології, обов'язковою стадією якої, як відомо, є випал напівфабрикату того чи іншого будівельного виробу, при з температурі 1000°C і вище, що дозволяє зв'язати шкідливі хімічні складові відходів в результаті твердо-

фазної реакції в склад кераміки, як структурний елемент, чи просто фіксація в матеріалі, який не розчиняється у воді і не дає виходу, в навколишнє середовище. Як приклад, є дані тестових вимірювань отриманих нами при використанні природних наномодифікованих алюмосилікатів для очистки гальваностоків з подальшою утилізацією отриманого шламу, як компонентів шихти у виробництві керамічної цегли.

Запропонований проект дозволяє вирішувати проблему захисту навколишнього середовища у 2-х напрямках, а саме: дозволяє утилізувати деякі відходи, які раніше підлягали тільки зберіганню в певних умовах, шлам, відпрацьовані сорбенти, що утворюються після очистки стоків різної природи, а другий напрямок – утилізація відходів будівельного виробництва – кераміка, вапно, пісок, деревина, папір при умові проведення необхідної технологічної підготовки.

Аналіз технологічних властивостей зразків, які досліджуються, показали, що за



**ПРОМИСЛОВО-ПОБУТОВІ
ВІДХОДИ НА СЛУЖБУ
РЕГІОНАЛЬНОМУ
ГОСПОДАРСТВУ**

всіма класифікаційними позначками, які приведені в ДСТУ Б.В.2.7-26-95 та ДСТУ Б.В.2.7-60-97 шлам, утворений в результаті очистки протоків наномодифікованими сорбентами, може бути утилізовано шляхом введення в якість добавки в шихту при виробництві цегли керамічної на будь-якому підприємстві.

Є впевненість в тому, що при маніпуляції складом базової шихти та кількості наномодифікованої добавки, можливо буде виявити і інші корисні не виявлені раніше ефекти, які вчені і технологи фіксують при роботі з наносистемами.

В даному випадку вирішальну роль відіграє природа модифікатора, ступінь модифікування поверхні оксиду чи алюмосилікату. Пояснення цьому лежить в площині збільшення дефектності системи, що виникає в процесі випалу відформованого та висушеного зразка, що містить наномодифікований алюмосилікат, стимулює процеси спікання керамічного матеріалу. Результатом цього є підвищена густина кристалізаційних структур, міцності, експлуатаційних та споживних властивостей у цілому аналізуючи отримані раніше результати матеріалу попередніх випробувань, застосування наномодифікованих алюмосилікатів для очистки води забрудненої іонами важких металів, нафтопродуктами (розчинними та у вигляді емульсій), окиснювача ракетного палива, травильних розчинів, можна зробити висновок, що запропонований інноваційний проект має перспективу реалізації. Приведені дані дозволяють з впевненістю констатувати, що наномодифіковані алюмосилікати можуть в широкому плані бути використані у вирішенні глобальних проблем очистки води, проблем захисту навколишнього середовища [8 – 11].

Як приклад, розглядається схема реалізації проекту в частині технології очищення води. Реалізація на виробництві технології потребує проходження ряду етапів, а саме:

- оцінка хімічного складу забруднення та об'ємів стоків;
- ознайомлення з існуючою технологічною схемою та обладнанням для очистки промислових стоків;

- вибір оптимального режиму способу модифікування вибраного сорбенту за критерієм мінімального вибору його маси шляхом проведення тестових випробувань;

- розробка нової технологічної схеми очистки промислових стоків з використанням нового або існуючого обладнання, а при необхідності його модернізації; розробка технологічного регламенту очистки промислових стоків.

Такий підхід відноситься до першого етапу реалізації масштабного проекту – очищення промислових вод і підготовки продуктів водоочистки для використання в технології ресайклінгу.

На Рис.3, 4 наведено загальну схему реалізації ідеї масштабного проекту (у вигляді презентації) за двома напрямками

ВИСНОВОК

Наведені в статті технологічні рішення теоретично і практично обґрунтовані, випробувані в реальних умовах виробництва. При серйозному підході до вирішення проблем утилізації і екології проект є інвестиційно привабливим. На даний час існує можливість його впровадження з метою вирішення конкретних існуючих проблем очищення господарсько-побутових і промислових стоків, попередження негативного впливу на навколишнє середовище великого переліку різних агресивних сполук і субстанцій. Особливе місце, на нашу думку, займають роботи, пов'язані з очисткою води, у тому числі і морської, забрудненої нафтопродуктами, переробки мулу станцій аерації за технологією «ресайклінгу».

ЛІТЕРАТУРА

1. **Ребиндер П.А., 1964.** Новая технология дисперсных материалов. Вести АН СССР, Вып.8, 26-28.
2. **Овчаренко Ф.Д., 1979.** Коллоидно-химические явления в процессах получения композиционных материалов. Механика и технология композиционных материалов. София, БАН, 417-421.
3. **Круглицкий Н.Н., 1985.** Вопросы коллоидно-химического материаловедения неорганических веществ. М., Химия, 1985, 1-100.

ПЕРШИЙ НАПРЯМОК Безвідходна технологія очищення води (стоків)

Перший напрямок реалізації проекту - утилізація шламів водочистки Принципова схема інновації



Сутність технологічного рішення

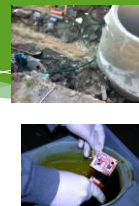
- * Безвідходне виробництво
- * Спеціальне фізико-хімічне модифікування природних мінералів для отримання сорбентів для очистки води
- * Відпрацьований сорбент застосовується як інгредієнт керамічних шихт

Порівняльна характеристика ефективності очистки гальванічних стоків від металів різними методами порівняння

Метод очистки	Ступінь очистки
Відстоювання	70-80 %
Електрокоагуляція	80-90%
Електрофлотація	96-98%
Використання наномодифікованих природних алюмосилікатів	95-99%

Об'єкт очистки

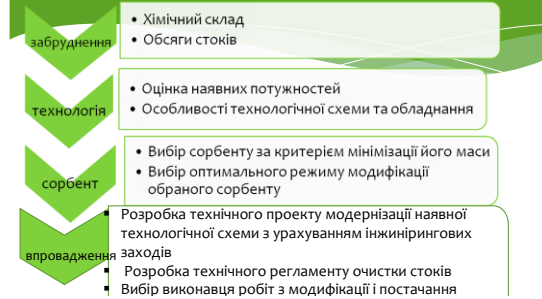
- гальванічні стоки
- травильні розчини води, забруднені розчинними фракціями нафтопродуктів (у тому числі баластні води, окиснювач ракетного палива)



Класичні технології базуються на утворенні шламів, які потребують захоронення та інших видів утилізації



Етапи очистки промислових стоків



Екологічні очікування

- * Відсутність хімічних реагентів
- * Відсутність складів і інших місць зберігання сорбенту з важкими наповнювачами
- * Відпрацьований сорбент є екологічно безпечним
- * Відпрацьований сорбент є компонентом керамічних шихт різного призначення



Економічні показники

Показник	Методи очистки стоків	
	Реагентний метод	Наномодифікований сорбент
Вартість методу		Менше у 2... 4 рази
Лімітна вартість модифікованого сорбенту		≤ 10 грн./кг
Норма витрат матеріалів		0,3... 1 кг/м3 стоків
Ступінь очистки стічних вод		96... 99 %
Сорбційна ємність наномодифіканта		80-129 мг/г

Джерела отримання відходів потрібного фізичного стану і оцінка їх запасів (загальна інформація)

1. Відходи промислових виробництв	343528,5 тис.т
2. Осади водоочистки, у т.ч	2008,1 тис.т.
- Нафтобази	17,5 тис.т.
- Бензозаправки	1,4 тис.т.
- Інші	
3. Активний мул Бортницької станції аерації	560,0 тис.т.
4. Шлами очистки стоків промислових хімічних підприємств	763,0 тис.т.
- гальванічні	
- окиснювачі ракетного палива	
- кислотні стоки	427,7 тис.т.
- Утилізація зол і шлаків техногенного походження	1392,0 тис.т.

Рис.3. Використання відпрацьованих сорбентів (шламу) у виробництві керамічних матеріалів і виробів на базі «ресайклінгу»

Fig.3. Use of spent sorbent (sludge) in the production of ceramic materials and products on the basis of "recycling"

- нических композитов. Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем, Вып.17, 36-55.
4. **П.И.Куприенко, 2000.** Регулирование коллоидно-химических и технологических свойств. Технические суспензии. Киев, Наукова думка, 287.
 5. **Кульский Л.А., Куприенко П.И., Матвиенко Н.И., 1979.** Влияние тепловой обработки на реологические свойства осадков сточных вод. Химия и технология воды, Вып.1-2, 16-19.
 6. **Pavlova L.A., Maes A., Wilson M.J., 1999.** Targeted modification of Ukrainian clays for water purification from organic pollutants. Scientific Israel Technological Advantages, Vol.1-3, 43-53.
 7. **Куприенко П.И., 2012.** Наномодифицированные природные алюмосиликаты в решении глобальных проблем очистки воды. Материали 18 Симпозіуму IGWT технології та інновації для сталого майбутнього: перспектива товарознавства. Рим, 24-28.09.2012.
 8. **Petro Kuprienko, 2010.** Colloid-Chemical Science of materials in materials and Goods technology. Материали 17-20 Симпозіуму IGWT, 21-25.09.2010. Бухарест, 969-975.
 9. **Куприенко П.И., Дюжилова Н.А., Куприенко Н.П., 2016.** Наномодифицированные природные алюмосиликаты в технологии очистки промышленных стоков и производств керамических строительных материалов. Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка, Науково-технічний збірник, Вип.57, 68-76.
 10. **Petro Kuprienko, Svetlana Lapovska, Natalia Kuprienko, 2017.** Nanomodified natural aluminum silicates in technology treatment of industrial waste and the production of building materials. Underwater Technologies, Vol.05, 74-83.
 11. **Victor Kuhar, Vitalij Kuzminskiy, Olga Ovchinnikova, 2016.** Broaden options industrial grid water filters. Underwater Technologies, Vol.04, 60-71.

ДРУГИЙ НАПРЯМОК

Утилізація відходів з використанням технології «ресайклінгу»



Рис.4. Реалізація проекту (початок)
Fig.4. Implementation of the project (began)

ДРУГИЙ НАПРЯМОК

Утилізація відходів з використанням технології «ресайклінгу»

Техніко-економічне обґрунтування очікуваних результатів

- Оцінка капіталовкладень за етапами розробки:
 - 1 – ФОП, канцелярські товари, зв'язок
 - 2 – 10 тис.грн.
 - 3 – 10 тис. грн.
 - 4 – 50-100 тис.грн.
 - 5 – 50-100 тис.грн.
 - 6 – робота виробництва, до 1 тижня
 - 7 – робота комісії з приймання результатів, до 1 тижня
 - 8 – дослідження у часі, до 200 тис.грн./рік контрольних випробувань
 - 9 – за результатами конструкторського обґрунтування
 - 10 – державні тарифи
 - 11 – 10% економічного ефекту

Техніко-економічне обґрунтування очікуваних результатів

продовження

- Очікувані обсяги виробництва споживання відходів
 - 200-500 кг/1000 шт. цегли
 - 500 т. відходів /рік
- виробництво цегли 1000000 шт./рік
- валовий дохід 363 млн. грн./рік
- валова економія від 18,75 млн.грн./рік
- +
- екологічний ефект + соціальний ефект
- Ринкова ціна матеріалів
 - щебінь природний 130 грн./т
 - глина природна 100 грн./т
 - цегла керамічна 2000 грн./1000 шт
- Період повернення капіталовкладень <1 року в масштабах України

Етапи проекту

1. Визначення джерела відходів.

- Здійснюється шляхом ухвалення рішення регіональною владою

(джерело фінансування – екологічні платежі і збори)

- Здійснюється шляхом оголошення тендеру на пріоритетні закупівлі матеріалів

(джерело фінансування – кошти інноваційно-активних підприємств)

Етапи проекту

продовження

3. Коригування технології
4. Проведення дослідно-експериментальних робіт
5. Розробка техніко-технологічної документації
6. Виготовлення дослідних зразків
7. Оцінка обсягів і потужностей
8. Оцінка техніко-технологічних, техніко-економічних, екологічних показників і властивостей
9. Організація виробництва (діюче підприємство або додаткові виробничі лінії)
10. Сертифікація
11. Коригування поточне і авторський нагляд

Підтвердження ідеї проекту

- Властивості матричних матеріалів
- Науково-дослідні роботи
- Патенти, авторські свідоцтва
- Публікації результатів наукових досліджень, розробка технологічної документації реалізації конкретних завдань з врахуванням природи відходів і продуктів ресайклінгу
- Досвід країн світу

Технологічні показники виробництва

- Температура спікання кераміки 1200...1400 С
- Температура вигорання вуглеводнів ≥ 300 С
- Температура іммобілізації важких Me ≥ 100 С

Токсична безпека продукту

Мул Бортницької станції – складна система нестабільного складу, суміш мінеральних та органічних речовин

Речовина	Концентрація у мулі, мг/м3	ГДК, мг/м3
Вуглеводні	300	0,013 - 59
Важкі Me	0,9 - 77	0,023 – 2,5

Сфера застосування отриманого матеріалу

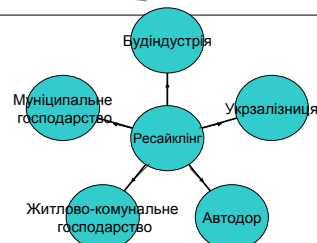


Рис.4. Реалізація проекту (закінчення)

Fig.4. Implementation of the project (completion)

REFERENCES

1. **Rebinder P.A., 1964.** Novaja tehnologija dispersnyh materialov. Vesti AN SSSR, Vyp.8, 26-28 (in Russia).
2. **Ovcharenko F.D., 1979.** Kolloidno-himicheskie javlenija v processah poluchenija kompozicionnyh materialov. Mehanika i tehnologija kompozicionnyh materialov. Sofija, BAN, 417-421 (in Russia).
3. **Kruglickij N.N. 1985.** Voprosy kolloidno-himicheskogo materialovedenija neorganicheskikh kompozitov. Fiziko-himicheskaja mehanika i liofil'nost' dispersnyh sistem, Vyp.17, 36-55 (in Russia).
4. **P.I.Kuprienko, 2000.** Regulirovanie kolloidno-himicheskikh i tehnologicheskikh svojstv. Tehnicheskie suspenzii. Kiev, Naukova dumka, 287 (in Russia).
5. **Kul'skij L.A., Kuprienko P.I., Matvienko N.I., 1979.** Vlijanie teplovoj obrabotki na reologicheskie svojstva osadkov stochnyh vod. Himija i tehnologija vody, Vyp.1-2, 16-19 (in Russia).
6. **Pavlova L.A., Maes A., Wilson M.J., 1999.** Targeted modification of Ukrainian clays for water purification from organic pollutants. Scientific Israel Technological Advantages, Vol.1-3, 43-53.
7. **Kuprienko P.I., 2012.** Nanomodificirovannye prirodnye aljunosilikaty v reshenii global'nyh problem ochistki vody. Materialy 18 Simpoziumu IGWT tehnologii ta innovacii dlja stalogo majbutn'ogo: perspektiva tovaroznavstva, Roma, 24-28.09.2012 (in Russia).
8. **Petro Kuprienko, 2010.** Colloid-Chemical Science of materials in materials and Goods technology. Materialy 17-20 Simpoziumu IGWT, Buharest, 21-25.09.2010, 969-975.
9. **Kuprienko P.I., Djuzhilova N.A., Kuprienko N.P., 2016.** Nanomodificirovannye prirodnye aljunosilikaty v tehnologii ochistki promyshlennyh stokov i proizvodstv keramicheskikh stroitel'nyh materialov. Budivel'ni materiali, virobi ta sanitarna tehnika, Naukovo-tehnichnij zbirnik, Vyp.57, 68-76 (in Russia).
10. **Petro Kuprienko, Svetlana Lapovska, Natalia Kuprienko, 2017.** Nanomodified natural aluminum silicates in technology treatment of industrial waste and the production of building materials. Underwater Technologies, Vol.05, 74-83.
11. **Victor Kuhar, Vitalij Kuzminskij, Olga Ovchinnikova, 2016.** Broaden options industrial grid water filters. Underwater Technologies, Vol.04, 60-71.

Algorithmic sequence of generalized phases of the implementation scale project – a comprehensive solution of ecology problems and recycling industrial and social waste based on «recycling» technology

*Petro Kuprienko, Svetlana Lapovska,
Natalia Kuprienko*

Summary. Developed the concept of complex decision to specific problems related to pollution problems of environment. The main tool in meeting these challenges – it is used nanomodified natural aluminosilicate in water purification by subsequent recycling of exhaust sorbent and also wastes of different nature as an ingredient of charge at the production of ceramic products.

As an example algorithmic sequence of generalized stages of work in carrying out the project in the water purification section. Lists the water containing additives of different nature and are purified, where work effectively as sorbents based nanosystems based on natural aluminosilicates. Large-scale project is given in the form of presentation and ready for implementation.

Key words: aluminosilicates, complete solution, nanomodification, recycling, ceramic products, water treatment products.