



Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
Кафедра інженерної екології міст
Всеукраїнська екологічна ліга
Національна академія наук України
Північно-Східний науковий центр Національної академії
наук та Міністерства освіти і науки України



МАТЕРІАЛИ

міжнародної науково-технічної конференції
«ЕКОЛОГІЧНА І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА. ОХОРОНА ВОДНОГО
І ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНІВ. УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ»
(студентська й шкільна секція)



19-20 квітня 2023 р.
м. Харків, Україна



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ МІСТ

ВСЕУКРАЇНСЬКА ЕКОЛОГІЧНА ЛІГА

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ПІВНІЧНО-СХІДНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
ТА МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МАТЕРІАЛИ

МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«ЕКОЛОГІЧНА І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.
ОХОРОНА ВОДНОГО І ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНІВ.
УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ»

(студентська й шкільна секція)

19–20 квітня 2023 р.

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2023

УДК 502.17(06)
Е45

Редакційна колегія:

Дядін Дмитро Володимирович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Юрченко Валентина Олександрівна, д-р техн. наук, професор кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Дрозд Олена Миколаївна, канд. с.-г. наук, ст. наук. співроб., доцент кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Левашова Юлія Станіславівна, канд. техн. наук, доцент кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Мельнікова Оксана Григорівна, канд. техн. наук, доцент кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Багмут Леонід Леонідович, зав. лабораторією кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Рекомендовано до друку Вченою радою Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, протокол № 8 від 05.04.2023

Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів : студент. й шкіл. секція : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., Харків, 19–20 квіт. 2023 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова [та ін. ; редкол.: Д. В. Дядін, В. О. Юрченко, О. М. Дрозд та ін.]. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 144 с.

ISBN 978-966-695-587-9

У збірнику наведено матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів». Розглянуто сучасні підходи охорони водного і повітряного басейнів, утилізації відходів та загальні проблеми екологічної і техногенної безпеки.

УДК 502.17(06)

ISBN 978-966-695-587-9

© Колектив авторів, 2023

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023

ЗМІСТ

Секція I ОХОРОНА ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

Абдельрахман Фаді Абдельрахман Мохамед, ст., Біляєва В.В., к.т.н., доц. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКРАНІВ НА ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ	9
Volovod M., st., Dan'sheva S., tutor of physics, Samoiloв E., st., Chernets I., tutor of physics. AIR HUMIDITY AS A COMPONENT OF MICROCLIMATE.....	10
Луг Н.С., ст., Нечипорук Д.О., ст. Біляєв М.М., д.т.н., проф. ВИКОРИСТАННЯ ВСМОКТУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В РОБОЧИХ ЗОНАХ.....	11
Недострелов М.В., асп., Чугай А.В., д.т.н., проф. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	12
Rorov D., st., Kosenko H.O., к.т.н. AIR POLLUTION IN ITALY	14
Самосієнко Я.Б., ст., Берлов А.В., к.т.н., доц. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ РОБОЧИХ ЗОН ПРИ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ	15
Соломчак Е. М., ст, Левашова Ю.С. к.т.н., доц. АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ЗМІНИ КЛІМАТУ	16
Токар І.А., ст., Левашова Ю.С., к.т.н., доц. АНАЛІЗ ПИЛОГАЗООЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ОЧИСТЦІ ВІД ПИЛУ КОМБІКОРМОВИХ ЗАВОДІВ	18

Секція II ОХОРОНА ВОДНОГО БАСЕЙНУ

Гриневич А.О., ст., Саблій Л.А., д.т.н., проф. ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	22
Грищенко Ю.С., ст., Саблій Л.А., д.т.н., проф. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД	24
Дем'янюк А. М., ст., Саблій Л. А., д.т.н., проф. ЕФЕКТИВНІСТЬ АЕРОБНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД РИБОКОНСЕРВНОГО ЗАВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ	26

Захарін Д. А., ст., Твердохліб М. М., к.т.н., ст. викл. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЛЬТРУВАННЯ ВОДИ ПРИ ЇЇ ЗНЕЗАЛІЗНЕННІ.....	30
Іваненко В.С., ст., Курепін В.М., канд.екон.наук, доц. СОЛОНА ВОДА У ВОДОГІННИХ МЕРЕЖАХ МІСТА – ВИХІД З СИТУАЦІЇ ЧИ ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА.....	32
Карпук Д.С., ст., Сорокіна К.Б., к.т.н., доц. ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	36
Кириченко К.С., ст., Саблій Л.А., д.т.н., проф. МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ОСНОВІ ПРОГРАМИ GPS-X.....	38
Кіка Л.С., аспірантка, Саблій Л.А., д.т.н., проф. АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ.....	40
Коваленко Г.Є., ст., Саблій Л.А., д.т.н., проф. ПЕРЕВАГИ АНАЕРОБНОГО МЕТОДУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КАРТОННО-ПАПЕРОВИХ ФАБРИК.....	42
Кудряшова А.Б., ст., Курепін В.М., к.е.н, доц. ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ: ПРЯМА ТА НЕПРЯМА ШКОДА БІОРІЗНОМАНІТТЮ ВІД ІНЦЕНДЕНТІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВІЙНОЮ.....	44
Кулик А.С., ст., Яковлев В.В., д.геол.н., проф., Дмитренко Т.В., к.т.н., доц. ЗАХОДИ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДЖЕРЕЛ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	48
Лазаренко М.О., ст., Суханов М.В., ст., Козачина В.А., к.т.н., доц. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД.....	50
Надьон А.Р., ст., Бригада О.В., к.т.н., доц. ВПЛИВ СТІЧНИХ ВОД НА ЗАБРУДНЕННЯ Р. УДИ.....	51
Огарь М.О., ст., Саблій Л.А., д.т.н., проф. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ОВОЧЕКОНСЕРВНИХ ЗАВОДІВ.....	53
Олехнович Д.О., ст., Саблій Л.А., д.т.н., проф. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОКОНСЕРВНОГО ЗАВОДУ.....	55

Прокопенко В.Д., студ., Жукова О.Г., к.т.н., доц. ВПЛИВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ НА СТАН ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ	57
Радуга О.С., ст., Саблій Л.А. д.т.н., проф. ПОРІВНЯННЯ АЕРОБНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ЗАВОДІВ ПО ВИРОБНИЦТВУ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ	59
Руденко О. О., ст., Твердохліб М. М., к.т.н., ст. викл. ЗАСТОСУВАННЯ ОКИСНИКІВ У ПРОЦЕСІ ДЕМАНГАНАЦІЇ ВОДИ ДЛЯ ПИТНИХ ПОТРЕБ.....	61
Садовий А.В., ст., Юрченко В.О., д.т.н., проф. ДЕФІЦИТ ФТОРУ – ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В М. ХАРКОВІ.....	63
Юхименко А.В., Струс Л.А. МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ.....	64
Секція III УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ	
Груздова В.О., здобувачка, Колошко Ю.В., викладач FEATURES OF DISPOSAL AND RECYCLING OF CONSTRUCTION WASTE IN MODERN	66
Динік Михайло, ст., Мальований Мирослав, д.т.н., проф. ІНФРАСТРУКТУРА ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	68
Дудзін О.Ю., ст., Вронська Н.Ю., к.т.н., доц. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ.....	70
Єрмоленко Д.Д., ст., Крот О.П., д.т.н., проф. ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПОЛТАВИ.....	71
Залогіна С. М., ст., Лежнева О. І., к.т.н., доц. ОЦІНКА КАВОВОЇ ГУЩІ ЯК ВТОРИННОГО РЕСУРСУ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ	73
Івченко В.Ю. ст., Рибалка І.О., к.б.н., ст. викл. ВІДХОДИ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА ЯК СУБСТРАТ ДЛЯ БІОГАЗУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО ЕКВІВАЛЕНТУ ІНШИМ ПАЛИВАМ.....	75
Підкуйко В.А., ст., Косенко Н.О., к.т.н. СОРТУВАННЯ ПОБУТОВОГО СМІТТЯ В УКРАЇНІ	77

Полупан В.А., ст., Рашкевич Н.В., PhD РИЗИКИ, ЩО ПОСТАЛИ ПЕРЕД РЕГІОНАМИ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ	79
Саул-Гозе Д.К. ст., Сич Р.С. ст., Пасічник Р.В. ст., Л.В. Сухомлін, к.е.н, доц. ВИЯВЛЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОМИЛОК МЕЖ ПОЛІГОНІВ СМІТТЄЗВАЛИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАНИХ ДЗЗ	81
Татомир Ю.Р., ст., Петрушка К.І., к.т.н., доц. НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ	84
Труб'їцина Ю.О., ст., Хандогіна О. В., к.е.н. АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗМЕНШЕННЯ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ.....	86
Філоненко О.О., ст., Жукова В.С., к.т.н., доц. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД ТА ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ	88
Секція IV ЕКОЛОГІЧНА І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	
В'юнник С.С. ст., Середіна А.С., викл. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ПРИНЦИП ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ.....	91
Гаєвський В.Р., к.т.н., доц. ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ БІОПЛІВКОЮ ТЕПЛООБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ КОНДЕНСАТОРІВ ПАРОВИХ ТУРБІН НА ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	93
Гладка Ю.І., ст., Костів І.Г., викл. ТЕОРЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ.....	95
Гнідець А. А., ст., Гуглич С. І. ПЕРСПЕКТИВИ ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ	97
Гнізюк М. Р., Дрозд О.М., канд. с.-н. нук, с.н.с. ОЦІНКА ВТРАТ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ (НА ПРИКЛАДІ ІЗЮМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ).....	99
Голіней О.В., ст., Вронська Н.Ю., к.т.н., доц. ВПЛИВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	101
Гримашевич А. М., ст., Вергелес Ю. І., ст. викл. ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	102

Дундукова І.О. ст, Левашова Ю.С. к.т.н., доц. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ ТА СВІТОВИЙ ДОСВІД ЩОДО ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ.....	104
Кісленко Я.С., Коробкіна О.Ю., Дрозд О.М., канд. с.-г. наук, с.н.с. МОНІТОРИНГ СТАНУ МІСЬКИХ ГРУНТІВ НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКІВ	106
Колесник В.Р., Струс Л.А. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ	108
Кравчик О. М., ст., Люта О. В., к.т.н., доц. ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	110
Курилко О. Є. , Жильцова О.Д. учні, Даньшева С.О. к.п.н., доц., Малікова Л.А. РАДОН ТА ЙОГО ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ НА ЛЮДСЬКИЙ ОРГАНІЗМ	112
Максимюк А.Б., ст., Петрушка К.І., к.т.н., доц. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ.....	114
Малик А. ст., Чечель І.Ю. МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ УКРАЇНИ ЯК ЧИННИК МІНІМІЗАЦІЇ НЕГАТИВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ НА АКТИВНЕ ДОВГОЛІТТЯ.....	115
Мякота Д. ст., Левашова Ю.С., к.т.н., доц. АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕТАЛООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ НА ДОВКІЛЛЯ	117
Негода Н.В., аспірант, Жукова О.Г., к.т.н., доц. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБОЕКОСИСТЕМИ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ТА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ.....	119
Отрош В.Ю., ст., Рашкевич Н.В., PhD ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В МІСТОБУДУВАННІ.....	121
Остряньська І.М., ст., Ткачук Н.В., к.б.н., доц. ФІТОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ СЕРЕДОВИЩА ЗА ОДНОДОЛЬНИМИ РОСЛИНАМИ.....	123
Петрошук В.В., студ., Радомська М.М., к.т.н. ОЦІНЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ В УМОВАХ НЕДОСТАТНОСТІ ВИХІДНИХ ДАНИХ	125

Ревука Ю.О., ст., Євдокимов П.О., ст., Машихіна П.Б., к.т.н., доц. ЕКСПРЕС МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ПРИ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ.....	127
Панченко В.І., ст., Юрченко В.О., д.т.н., проф. ІНДИКАЦІЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА БІОТУ ЗА КАТАЛАЗНОЮ АКТИВНІСТЮ РОСЛИН.....	128
Плясуля С.В., ст., Телюра Н.О., к.т.н., доц. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ ПОСТРАЖДАЛИХ В НАСЛІДОК ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ (на прикладі с. Новомикільське, Міловська територіальна громада, Старобільський район, Луганської області).....	129
Тищенко Є.Б., ст., Артем'єв С.Р., к.т.н., доц. ПІДВИЩЕННЯ РОЛІ НЕФОРМАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ	131
Шаповалов О.І., ст., Куліш О.В., Решетченко А.І., к. т. н. ЗЕЛЕНА ВІДБУДОВА: СВІТОВИЙ ДОСВІД ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ.....	133
Бабіщук К.С., Серіков Я.О., к. т. н, доц. РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СТРУКТУРІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ ЯК ФАКТОР НЕОБХІДНОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАННЯ З ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ	135
Прохоров Б.С., Серіков Я.О., к. т. н, доц. АНАЛІЗ РОБІТ ПРИ ЗАМІНІ ПОШКОДЖЕНОГО ВОЄННИМИ ДІЯМИ ТРАНСФОРМАТОРА НА МАГІСТРАЛЬНІЙ ПІДСТАНЦІЇ 330/110 КВ ЯК ДЖЕРЕЛ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	137
Синельникова Н.Р., Серіков Я.О., к. т. н, доц. ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ДОСЯГНЕНЬ ЕКОНОМІЧНО РОЗВИНУТИХ КРАЇН У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ	140

СЕКЦІЯ І
ОХОРОНА ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

Абдельрахман Фаді Абдельрахман Мохамед, ст.,

Біляєва В. В., к.т.н., доц.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКРАНІВ НА
ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

Відомо, що захисні екрани біля автотрас широко використовуються для захисту повітря від забруднення. Але для їх ефективного використання потрібно мати спеціальні методи визначення цієї ефективності. В роботі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень, що спрямовані на визначення ефективності використання екранів різної геометричної форми, що встановлюються біля автотрас.

Розроблена чисельна модель, що дозволяє визначати концентраційні поля домішки біля автотраси при встановленні захисних екранів «Г»-образної та «Т»-образної форми. Модель базується на чисельному інтегруванні рівняння масопереносу та рівняння для потенціалу швидкості. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовувалися кінцево-різницеві схеми розщеплення. Створено програмний код.

Експериментальні дослідження проведені в лабораторних умовах. Моделі авто, що є джерелами емісії домішки були виготовлені в масштабі 1:50. При проведенні експериментів здійснювалася фотозйомка областей забруднення, що формуються біля екранів та вимірювалася концентрація СО на різній довжині від екрану.

Розроблена чисельна модель може бути використана для оперативного визначення ефективності використання захисних екранів на етапі розробці проекту, щодо мінімізації зон забруднення повітря біля автотрас.

Volovod M., st., *Dan'sheva S., tutor of physics*

Kharkiv general educational school №105

Samoilov E., st., *Chernets I., tutor of physics* Kozacha Lopan' lyceum

AIR HUMIDITY AS A COPMONENT OF MICROCLIMATE

The microclimate of the environment significantly affects the condition of the human body and its efficiency. Indicators of microclimate include temperature, humidity, air movement speed, thermal radiation from heated surfaces, and so on.

The subject of our research is the problem of the influence of humidity on the human body and ways to optimize it.

Based on monitoring of relevant sources, we have identified the main physiological processes of the human body that are significantly affected by humidity.

Insufficient humidity:

- decreases the effectiveness of sweating;
- poses a risk of hyperpyrexia and hyperthermia (an increase in body temperature above 41°C and a decrease in the amount of blood reaching the internal organs of the body).

Increased humidity:

- increases the likelihood of a population of dust mites, bacteria, and colonies of mold, which leads to the appearance of allergic consequences.

It is necessary to remember that the higher the relative humidity, the less difference there is between the external and internal environments of the physiological organism, and accordingly, the less need there is to reduce water losses or resist them.

Water supply to the body can be ensured through proper nutrition and fluid intake.

The optimal levels of relative humidity for humans in home conditions can be considered to be in the range of 30 % to 65–70 %, although the recommended interval is 30–50 %.

Луг Н.С., ст., Нечипорук Д.О., ст. *Біляєв М.М., д.т.н., професор*
Український державний університет науки і технологій

ВИКОРИСТАННЯ ВСМОКТУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В РОБОЧИХ ЗОНАХ

Розглядається проблема оцінювання ефективності всмоктуючої системи, що розташована біля магістралі та для зменшення рівня хімічного забруднення повітря біля траси. Мета роботи – розробка чисельних моделей та програмного забезпечення для проведення обчислювального експерименту по визначенню ефективності використання всмоктуючої системи.

Для математичного моделювання поширення забруднюючих речовин в робочих зонах біля автотраси та при використанні всмоктуючої системи захисту використовується аеродинамічна модель потенціального руху та рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки в атмосферному повітрі. Для чисельного інтегрування рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки використовується метод розщеплення. Розроблено комп'ютерну програму для проведення обчислювального експерименту на базі побудованих чисельних моделей. Наведені результати комплексу обчислювальних експериментів.

Недострелов М.В., асп., Чугай А.В., д.т.н., професор

Одеський державний екологічний університет

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Одним з найбільш розповсюджених підходів до оцінки якості атмосферного повітря є застосування методу інтегральної оцінки. Він дозволяє виконати оцінку для окремого району або населеного пункту в цілому за певними забруднюючими речовинами (ЗР) на основі розрахунку комплексних показників.

В Україні до цієї групи методів належить оцінка на основі розрахунку індексів забруднення атмосфери (*ІЗА*) і комплексних *ІЗА*, до яких відносить в тому числі індекс I_5 . Даний індекс враховує значення одиничних *ІЗА* п'яти ЗР, для яких вони є максимальними. Відповідно до значення I_5 можна визначити клас забруднення атмосфери.

У зарубіжних країнах також використовують певні комплексні показники. Проте вони враховують досить обмежену кількість речовин (від 3 до 5). Одним з таких показників є індекс якості повітря *AQI*, який використовується в Австралії. Він враховує вміст 5 ЗР, а саме O_3 , NO_2 , SO_2 , CO і завислих речовин.

Нами було зроблено спробу порівняти вказані два методи на прикладі окремих міст Західної України (Львів, Івано-Франківськ, Ужгород). Аналіз був виконаний за даними моніторингових спостережень 2019 р. Оскільки спостереження за вмістом O_3 в даних регіонах не проводяться, для оцінки було використано дані про вміст NO , концентрації якого є значними.

У таблиці наведено результати розрахунку обох індексів і градації стану повітряного басейну. Як видно, за значенням *ІЗА* якість атмосферного повітря згідно з методикою характеризується лише двома категоріями – чиста або забруднена. За значенням *AQI* кількість градацій складає 5, що дозволяє більш

детально оцінити стан повітряного басейну. Умовам «чистої» атмосфери за значенням *IЗА* відповідають градації за *AQI* від «дуже доброго» стану до «нормального», умовам «забрудненої» атмосфери – градації «поганий» і «дуже поганий» стан.

Таблиця 1 – Оцінка якості атмосферного повітря окремих міст Західної України

<i>ZP</i>	<i>IЗА</i>	Стан	<i>AQI</i>	Стан
<i>м. Львів</i>				
Пил	1,067	забруднена	107	поганий
<i>SO2</i>	0,260	чиста	26	дуже добрий
<i>CO</i>	0,691	чиста	66	добрий
<i>NO2</i>	1,375	забруднена	138	поганий
<i>NO</i>	0,500	чиста	50	добрий
<i>м. Івано-Франківськ</i>				
Пил	1,067	забруднена	107	поганий
<i>SO2</i>	0,220	чиста	22	дуже добрий
<i>CO</i>	0,628	чиста	60	добрий
<i>NO2</i>	1,350	забруднена	135	поганий
<i>NO</i>	0,600	чиста	60	добрий
<i>м. Ужгород</i>				
Пил	0,533	чиста	53	добрий
<i>SO2</i>	0,100	чиста	10	дуже добрий
<i>CO</i>	0,405	чиста	37	добрий
<i>NO2</i>	1,625	забруднена	163	дуже поганий
<i>NO</i>	0,667	чиста	67	нормальний

Розрахунок *I₅* показав, що для всіх міст якість повітряного басейну характеризувалась єдиною категорією – слабо забруднене повітря.

Слід відзначити, що *IЗА* та *AQI* характеризується схожими принципами розрахунку, які враховують фактичну концентрацію *ZP* і норматив якості. Відмінністю *AQI* від *IЗА* є неврахування класу небезпеки речовини. Також слід зазначити, що оцінка за вмістом *O₃* є необхідною, враховуючи токсичність даної *ZP*. Проте у багатьох містах України відзначаються високі концентрації в

атмосферному повітря формальдегіду, що є важливим при оцінці за значенням при оцінці за I_5 . Тому, на нашу думку, індекс AQI можна використовувати як альтернативний показник для оцінки стану повітряного басейну.

Роров D., ст., Косенко H.O., к.т.н.

Università degli Studi di Torino (UNITO), Department of Philosophy and
Educational Sciences

AIR POLLUTION IN ITALY

Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide. Europe's air quality is significantly threatened by these pollutants, mostly in urban centres, according to the latest report of the European Environment Agency (EEA), entitled Air Quality in Europe 2015. It examines the European population's exposure to air pollutants and provides a snapshot of air quality based on data provided by official monitoring stations across Europe.

The report finds that despite a decrease in total emissions has been registered over the past 10 years, concentrations are still above the World Health Organisation's recommended levels.

The particulate matter (PM10 and PM2.5), ozone (O₃), and nitrogen dioxide (NO₂) are the most problematic pollutants. As for PM2.5 alone, estimates show 432,000 premature deaths in Europe. Italy has the major concentrations of pollutants, along with Germany and France. Indeed, 84,400 premature deaths have been registered in Italy, followed by Germany (72,000) and France (58,400).

The causes are mainly linked to the transport industry, which is responsible for 46% of the emissions of nitric oxide, to the domestic and commercial heating, which produce 43 to 58% of the particulate matter, and to the energy production, which is the major emitter of sulphur oxides. These are followed by industry, agriculture (particularly for the production of ammonia) and waste, which produce a significant amount of methane (31 %).

In terms of life months lost, according to a report published in June by the Italian associations Cittadini per l’Aria.

Самосієнко Я.Б., ст., Берлов А.В., к.т.н., доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ РОБОЧИХ ЗОН ПРИ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ

Розроблений пакет прикладних програм «WORKZONE-SAFE-5» для аналізу та прогнозу наслідків аварійних ситуацій на потенційно небезпечних об’єктах (ПНО) та транспорті, а також забруднення робочих зон на об’єктах гірничого комплексу.

Основою розрахунку процесу забруднення атмосферного повітря є чисельний розв’язок рівняння масопереносу (рівняння Марчука Г.І). Для проведення експрес розрахунків використовується двовимірне рівняння Марчука Г.І. Процес теплового забруднення при пожежах моделюється на базі рівняння енергії. Для рішення задачі гідроаеродинаміки – розрахунок поля швидкості повітряного потоку або водного потоку при наявності різного роду перешкод використовується модель потенціального руху (рівняння Лапласа для потенціалу швидкості).

Представлені результати комплексу обчислювальних експериментів по прогнозуванню наслідків різноманітних ситуацій на ПНО та транспорті:

- 1) пожежа на залізничній станції;
- 2) пожежа на АЗС;
- 3) пилове забруднення повітря біля відвалів вугілля;
- 4) захист від забруднення повітря біля відвалів шляхом використання екранів, зволоження поверхні штабеля вугілля.

Особливістю розроблених чисельних моделей є швидкість розрахунку – 5–10 секунд на кожний варіант моделювання.

Розроблена чисельна модель може бути використана при розробці ПЛАСу (план ліквідації аварійної ситуації). В розробленому пакеті програм є підпрограми для оцінки територіального ризику у випадку аварійного витоку хімічно небезпечних речовин.

Соломчак Е. М., ст, *Левашова Ю.С. к.т.н., доцент*

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ЗМІНИ КЛІМАТУ

Металургія – галузь науки та промисловості, яка пов’язана з первинним отриманням металів. Вона займається виробництвом металів із руд та інших видів сировини. Металургійний комплекс займається видобутком руд, виплавою металів, їх сплавів та виробництвом прокату. Він є базовим для розвитку машинобудування.

Комплекс складається з гірничовидобувної промисловості, чорної та кольорової металургії. Підприємства чорної металургії виплавляють чавун, сталь, а також надають їм відповідну форму (прокат). Підприємства кольорової металургії займаються виплавою легких, важких, благородних, рідкоземельних металів та виробництвом сплавів.

Металургійні підприємства за технологічним процесом поділяють на 4 види: 1 – підприємства повного металургійного циклу, до складу яких входять три основних ланки виробництва чорної металургії: доменне, сталеплавильне та прокатне; 2 – підприємства неповного металургійного циклу зі сталеплавильним і/або прокатним виробництвами; 3 – металургійні комбінати, до складу яких крім основних виробництв входять гірничорудні цехи, агломераційні фабрики, коксохімічні заводи та заводи переробки основних продуктів; 4 – комбіновані підприємства, до складу яких крім основних

виробництв входять металообробні, машинобудівні підприємства, ТЕС, транспортні підприємства і т.д. Комбінати повного циклу територіально розміщені в трьох металургійних районах: Придніпров'ї, Донбасі та Приазов'ї. Зараз відповідно в час військової агресії два наших металургійних райони знаходяться в акупації, тому можемо казати про один район – Придніпров'я.

Екологічна модернізація промисловості – сучасний економічний тренд у провідних країнах світу. Євросоюз, Північна Корея та Китай роблять гучні заяви щодо досягнення кліматичної нейтральності та відмови від викидів CO₂ не лише через забруднення довкілля, а й через фінансові наслідки для бізнесу.

В Україні металургійний сектор є серед основних забруднювачів атмосферного повітря, у тому числі вуглекислим газом. З даними Держстату України, металургійне виробництво спричиняло майже 30 % усіх викидів CO₂ від стаціонарних (нерухомих) джерел – 44 млн 616 тис. тонн.

Перехід до низьковуглецевого майбутнього потребує рішучих спільних дій як урядів, так і підприємств. Сьогодні наявні технології, здатні глибоко декарбонізувати металургійну галузь без суттєвих змін звичним шляхам виплавки сталі й чавуну, однак запровадження цих технологій потребує підтримки у вигляді фінансових стимулів та розбудови необхідної інфраструктури. Українська металургія може досягати успіхів у зменшенні вуглецевої вмістності вже сьогодні, запроваджуючи енергоефективні технології, водночас включаючи до планів розвитку інноваційні технології скорочення викидів парникових газів

За даними асоціації Worldsteel, викиди парникових газів від світового металургійного виробництва становлять 7–9 % від глобальних. Кожна вироблена тонна сталі у світі генерує в середньому 1,83 тони CO₂.

Тож перед галуззю стоїть критичне завдання: знизити викиди до нето-нуля вже протягом наступних десятиліть відповідно до Паризької кліматичної угоди.

Флагман у цьому процесі – європейська металургія, що має продемонструвати результат у вигляді 55-відсоткового зниження викидів CO₂

вже у 2030 році, а у 2050 році – досягнути кліматичної нейтральності згідно з European Green Deal.

Токар І.А., ст., *Левашова Ю.С., к.т.н., доцент*
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

АНАЛІЗ ПИЛОГАЗООЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ОЧИСТЦІ ВІД ПИЛУ КОМБІКОРМОВИХ ЗАВОДІВ

При виготовленні комбікормів заводи переважно використовують лише натуральні складники, які за своєю природою не несуть шкоди ні виробництву ні його працівникам. Здається і етапи підготовки та переробки сировини не можуть нашкодити, але тут виникає питання відходів, найчастіше це малі частини сировини та пил, які без необхідного устаткування захисту можуть нести шкоду працюючим в приміщенні великій та навіть малій кількості, викликаючи подразнення слизової чи в гіршому випадку захворювання легенів, також викиди у вигляді пилу при певних умовах є вибухонебезпечними. Захисним обладнанням під пилу є пило-газоочисні установки (ПГОУ) чи газоочисні установки (ГОУ). Установки являють собою комплекс споруд, який призначено для відведення, транспортування а також вловлювання із газопилового потоку, який відводиться від обладнання, наявних в ньому забруднюючих речовин. Бувають : циклони, аспірація та пневмотранспорт. Циклони та тканинні фільтри є найефективнішими при комбікормовому виробництві.

Циклони для уловлювання зернового пилу типу ЦОЛ, ЦН-15, СЦН-40, ЦН-11, ВЗП, ЦР ЦРк, ОТІ, 4БЦШ та ЛІОТ.

Циклон ЦОЛ сконструйований спеціально для очищення повітряних мас у сільськогосподарських галузях, на елеваторах, комбікормових заводах, зерносушилках, зерносховищах. Циклони типу ЦН-15 є одними з самих

універсальних агрегатів Циклон СЦН-40 складається з усіх видів універсальних циклонів в різних країнах і частково в Україні. Ця установка працює в умовах підвищеної концентрації дрібнодисперсного пилу в 2,5 рази ефективнішого за циклон ЦН-15. Також він застосовується для роботи з пилом, розміром більше середнього. Циклон ЦН-11 практичний, не піддається абразивним умовам. Більш якісна обробка і очищення повітря від дрібних часток можлива завдяки тому, що вхідний отвір розташований під кутом. На сьогоднішній день, пройшовши всі етапи модернізації, циклони-пилоуловлювачі ВЗП широко використовуються в системах аспірації та пневмотранспорту в якості пилоулавлюючих установок для очищення газоповітряних сумішей від середньодисперсного та малодисперсного зернового пилу. Даний циклон вважається вдвічі продуктивнішим за ЦН-15. Циклони для улавлювання зернового пилу ЦР в першу чергу зручні тим, що використовують набагато менше електроенергії, ніж інші пиловловлювачі, а також мають низький рівень опору, що змінюється від 700 до 900 Па. Циклон ЦРк – більш сучасна і модернізована версія циклона ЦР. Відрізняється ця модель кутом входу повітря в установку та укороченою конструкцією. Циклони ОТІ сконструйовані та розроблені для відокремлення від зернових відходів повітряних сумішей. Головна перевага агрегату типу ОТІ – стійкість до коливань повітряних потоків на вході установки. Циклони 4БЦШ зазвичай застосовуються в якості групи агрегатів, які також зібрані в батарейні установки. Основна особливість циклів ЛЮТ полягає в тому, що вони одними з перших почали відображаються в якості фільтрів для очищення аспіраційного повітря.

Циклони для зернового пилу забезпечують ефективність очищення від зернового пилу до 99 %, все залежить від характеру, дисперсного складу та інших особливостей пилу: гідрофільності, малої щільності, багатокомпонентності тощо, умови поширення пилових частинок повітряних потоках.

Дрібнодисперсний зерновий пил, як і будь-який інший, осаджується набагато повільніше, а особливо дрібнодисперсні види пилу можуть зовсім не

осідати. Найбільш важливе питання пиловиділення – вибір пиловловлюючих установок – вирішується, базуючись на дисперсному складі пилу.

Правильно підібраний, розрахований і виготовлений циклон зможе в більшості випадків знизити рівень викидів до 90 %.

СЕКЦІЯ II

ОХОРОНА ВОДНОГО БАСЕЙНУ

Гриневич А.О., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В останні роки значного поширення набули методи комп'ютерної симуляції та моделювання, наприклад, ASIM, BioWin, GPS-X, SIMBA, STOAT та WEST [1], включаючи і методи з використанням штучного інтелекту [2]. Вони дозволяють оптимізувати існуючі очисні станції, задля зниження витрат на обслуговування або підвищення ефективності очистки стічних вод [2]. Більш примітивні моделі мають значні переваги в їх простоті, нижчій вартості, відносно високій ефективності.

Метою роботи є визначення тенденцій застосування комп'ютерних платформ для моделювання біотехнологій очищення стічних вод промислових підприємств на основі аналізу сучасної літератури.

Досвід застосування комп'ютерних платформ моделювання активного мулу стосується як стічних вод міст, так і промпідприємств різних галузей [1–5].

Так, наприклад, в дослідженні [3] для очисної станції текстильного підприємства в місті Медельїні (Колумбія) було проведено моделювання з GPS-X для доведення доцільності застосування ультрафіолету або пероксиду водню в існуючій технології. Було прогнозовано підвищення ефективності видалення завислих речовин, амонійного азоту та ХСК на 56 %, 35 % і 25 %, відповідно, за вихідних показників стічної води: , завислі речовини 56250 мг/дм³, загальний азот 952 мг/дм³, ХСК 637,5 мг/дм³ [3].

У роботі [4], було проведено порівняння чотирьох методів біологічного очищення стічних вод молокозаводу: з аеротенком (AS), з реактором циклічної дії (SBR), та їх модифікацій з використанням пластмасових носіїв, відповідно, BAS та BSBR. Показники води на вході ХСК 5000 г/м³, загальний азот 186 г/м³, завислі речовини 20 г/м³. Визначено, що застосування носіїв підвищує ефективність та скорочує період акліматизації. Ефекти очищення, що були визначені з використанням симуляції GPS-X, складала за ХСК – 93,52 %, 96,63 %, 94,74 % і 97,79 %, за амонійним азотом – 89,01 %, 91,14 %, 90,45 % і 93,22 %, відповідно, для симуляцій AS, BAS, SBR і BSBR, за оптимальної температури – 35 °С. Відповідно, використання реактору BSBR показало найбільшу ефективність [4].

Як підсумок, можна стверджувати, що комп'ютерне моделювання на сьогодні стає невід'ємним методом для проектування біотехнологій очищення стічних вод міст та підприємств. Проте, значна частина сучасних промислових підприємств все ще потребує подальшого дослідження та оптимізації очисних станцій.

Список використаних джерел:

1. Jacek Makinia. Mathematical Modelling and Computer Simulation of Activated Sludge Systems / Jacek Makinia, Ewa Zaborowska. – London: IWA Publishing, 2020. – 670 p.
2. Suraj Kumar Bhagat. Development of artificial intelligence for modeling wastewater heavy metal removal: State of the art, application assessment and possible future research / Suraj Kumar Bhagat, Tran Minh Tung, Zaher Mundher Yaseen. *Journal of Cleaner Production*. 2020. №250. С. 92.
3. Comparative analysis of the life cycle of the conventional treatment process and the advanced oxidation process of wastewater in the textile industry / María Alejandra Céspedes Arcila, Jennyfer Daniela Sánchez Achury, Wilfredo Marimón Bolívar, Laura Pulgarín. – 2021. 185 p.
4. Comparison between the performance of activated sludge and sequence batch reactor systems for dairy wastewater treatment under different operating conditions / Alaa.H. Khalaf, W.A. Ibrahim, Mai Fayed, M.G. Eloffy. *Alexandria Engineering Journal*. 2021. №60. P. 1433–1445.
5. Alaa Uldeen Athil Arif. Design and Comparison of Wastewater Treatment Plant Types (Activated Sludge and Membrane Bioreactor), Using GPS-X Simulation Program: Case Study of Tikrit WWTP (Middle Iraq) / Alaa Uldeen Athil Arif, Mohamed Tarek Sorour, Samia Ahmed Aly. *Journal of Environmental Protection*. 2018. №9. P. 636–651.

Грищенко Ю.С., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Використання енергоефективних методів очистки стічних вод останнім часом стає більш розповсюдженим явищем. Зростання чисельності населення тягне за собою дефіцит енергії, тому застосування і розвиток даних методів є актуальним.

Метою роботи є аналіз способів підвищення енергоефективності біологічної очистки стічних вод для покращення екологічного та енергетичного стану країни.

Розрізняють декілька способів підвищення енергоефективності процесу очистки стічних вод [1; 2]:

- використання енергоефективних технологій очистки;
- використання енергоефективного обладнання.

Використання енергоефективних технологій заключається в удосконаленні старих, традиційних технологій або ж створенні нових. З метою економії енергії при очистці стічних вод, що містять високі концентрації сполук азоту і фосфору, практикують створення аеробних та анаеробних (аноксидних) зон в аеротенку для поетапного надходження в них стічних вод та поступового видалення азотовмісних та фосфоровмісних сполук. Діяльність факультативних анаеробів в анаеробній зоні призводить до зменшення органічної частини забруднень, завдяки чому зменшується навантаження на мікроорганізми аеробної зони і, відповідно, потреба в аерації теж стає меншою. Перевагою технології є значна економія енергії, висока ефективність видалення сполук фосфору та азоту. Недоліками технології є високі експлуатаційні витрати, контроль за дотриманням режиму надходження стічних вод [3].

Метод фіторемедіації теж належить до енергоефективних. Він є дешевим, ефективним щодо видалення неорганічних сполук азоту, фосфору із стічної води, тому може бути використаний для доочищення, але чутливим до змін температури [2].

Серед енергоефективного обладнання набувають поширення теплові насоси, що здатні забирати теплову енергію води, яка надходить на очистку. Проте при використанні насосів існує ризик зменшення ефективності подальшої біологічної очистки через зниження температури води [4]. Застосування метантенків для зброджування надлишкового активного мулу є не тільки шляхом утилізації відходів, а й джерелом енергії у вигляді біогазу, що можна застосовувати для забезпечення очисних споруд або іншого обладнання електроенергією [2].

Отже, питання підвищення енергоефективності очистки стічної води залишається відкритим. Застосування тієї чи іншої технології залежить насамперед від забрудненості стічних вод. Так, якщо необхідно лише підвищити енергоефективність, доцільним є встановлення енергоефективного обладнання, якщо необхідна доочистка, доцільним є використання біоставків з рослинами. Якщо необхідно підвищити ефективність очистки і зекономити енергію, необхідно звернути увагу на саму технологію очистки. Тому найбільш поширеним і ефективним методом є використання анаеробно-аеробного очищення, оскільки, окрім економії енергії, йому характерна висока ефективність очистки стічних вод від органічних і біогенних речовин.

Список використаних джерел:

1. International Energy Agency. (2016). Energy Efficiency 2016. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2016> (дата звернення 22.03.2023).
2. Ghani, A. A., Aris, A. Z., & Shaharuddin, S. (2012). Renewable Energy in Water and Wastewater Treatment Applications. Ghani, A. A., Aris, A. Z., & Shaharuddin, S. (2012). URL <https://www.perlego.com/es/book/1836284/environmental-water-advances-in-treatment-remediation-and-recycling-pdf> (дата звернення 22.03.2023).
3. Россінський В. М. Енергозберігаючі технології біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод. *Вісник НУВГП*. 2015. С. 269–273.
4. Бляшина М. В. Комплекс енергозберігаючих технологій очищення стічних вод / М. В. Бляшина, В. С. Жукова, О. О. Грицина. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. №65. С. 155–159.

Дем'янюк А. М., ст., *Саблій Л. А., д.т.н., професор*
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕФЕКТИВНІСТЬ АЕРОБНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД РИБОКОНСЕРВНОГО ЗАВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Відведення недостатньо очищених стічних вод підприємств рибної промисловості у природні водойми негативно впливає на якість води в них і водну фауну. Як наслідок – погіршення фізико-хімічних якостей води (прозорості, кольору, запаху), підвищення показників ХСК (хімічне споживання кисню) та БСК (біологічне споживання кисню), може спостерігатися погіршення кисневого режиму, утворення донних відкладень, поява анаеробних зон тощо. На їхнє окиснення витрачається велика кількість розчиненого у воді кисню, що, в свою чергу, призводить до виникнення у водоймі кисневого дефіциту. Потрапляння неочищених стічних вод у водоймища зі слабким водообміном та малою витратою води можуть призвести до загибелі водної фауни.

Велика кількість стічних вод рибоконсервних заводів утворюється в процесах промивання. Промивні стічні води містять луску, слиз, кров, залишки рибного м'яса та нутрощі. Найменш забрудненими є стічні води приймальних та засольних пунктів. У їхньому складі зустрічаються суспензії (пісок, частини плавників) та дрібнодисперсна кухонна сіль. Крім цього на рибоконсервні підприємства риба часто надходить в замороженому вигляді. При її розморожуванні вода забруднюється шматочками травмованої риби та іншими забруднювачами. Також під час переробки риби утворюється велика кількість жиромісних відходів, які представляють собою розбавлені емульсії. В залежності від температури і виду риби показники забруднення мають наступні значення: завислі речовини – 1300–1350 мг/дм³; жири – до 900 мг/дм³; ХСК –

до 2010 мг/дм³; БСК₅ – 590–1300 мгО₂/дм³; азот загальний – 30–40 мг/дм³; фосфор – 9–29 мг/дм³ та рН 7–8 [1; 2; 6].

Метою роботи є аналіз ефективності технологій біологічного очищення стічних вод рибоконсервного заводу з використанням анаеробних та аеробних мікроорганізмів.

У стічних водах рибоконсервного заводу містяться забруднення (жири, дрібнодисперсні речовини та поверхнево-активні речовини), які не можливо видалити за допомогою звичайної механічної фільтрації. Тому для попереднього очищення стічних вод використовують флотаційний метод, який заснований на утворенні в системі водоповітряної суміші, що в свою чергу, дозволяє видалити частинки зависі з води на її поверхню у вигляді пінного шламу. Використання флотації дозволяє швидко та ефективно знизити вміст жирів у стічних водах на 85 %, а значення ХСК та БСК₅ на 70 %, але цей метод не вирішує проблему очищення від колоїдних і розчинених органічних забруднень [4].

Використання в технології біологічного методу, який заснований на особливостях життєдіяльності мікроорганізмів, які окиснюють органічні речовини різного ступеня дисперсності – від розчинених до колоїдних і навіть суспендованих речовин. Перевагою методу є те, що вдається майже повністю звільнитися від органічних забруднень, які залишилися в стічних водах після механічного та флотаційного очищення, а також значно знизити вміст хвороботворних мікроорганізмів [1; 6].

Аеробний метод заснований на використанні аеробних мікроорганізмів, для життєдіяльності яких необхідний постійний приплив кисню і температура в межах 20–40 °С. Використання даного методу забезпечує високий ступінь очищення стічної води. Недолік аеробного методу очищення полягає в тому, що він є неефективним при висококонцентрованих стічних водах, коли значно зростає потреба в кисні і, відповідно, енергетичні витрати на процес, і тому потрібно використовувати комбінацію анаеробних методів з доочищенням, що, в свою чергу, призводить до високих капітальних та експлуатаційних витрат.

Крім цього, під час очищення стічних вод відбувається значний приріст надлишкового активного мулу.

При використанні анаеробного методу очищення стічних вод рибоконсервного заводу не потрібна аерація води киснем та приріст надлишкового мулу незначний. Недоліком даного методу є те, що анаеробні мікроорганізми ростуть повільно та потребують високої концентрації субстрату [4; 5].

У випадку висококонцентрованих стічних вод рибоконсервного заводу доцільно застосувати аеробний метод очищення з використанням іммобілізованих мікроорганізмів. Перевагами використання іммобілізованих мікроорганізмів є такі: можливість підтримувати високу концентрацію активної біомаси в споруді й тим самим забезпечувати високу швидкість окиснення і, відповідно, високу окисну потужність без додаткових навантажень на вторинні відстійники; створення можливості спрямованого розширення спектру забруднень, що розкладаються іммобілізованими мікроорганізмами-деструкторами; ефективне використання розділеного у просторі трофічного ланцюга гідробіонтів; виключення необхідності рециркуляції біомаси для підтримування потрібної концентрації в реакторі, що знижує енергетичні витрати; стабільність роботи споруд біологічного очищення, їх стійкість до залпових надходжень концентрацій забруднень і витрат стічних вод, впливу температури і токсикантів; можливість ефективного перебігу в одному об'ємі як процесів біодеструкції органічних забруднень (в тому числі і важкоокиснюваних), так і процесів нітри-денітрифікації і біологічного видалення сполук фосфору, що обумовлено високою концентрацією біомаси, великим віком мулу та різними кисневими умовами в товщі прикріпленої біомаси; покращення седиментації мулу, відсутність явища спухання; зменшення витрат на подальшу обробку винесеної біомаси, яка має меншу кількість, кращу вологовіддачу, меншу вологість і більшу мінеральну частку, ніж в традиційних технологіях [4]. Також, іммобілізовані мікроорганізми здатні підвищити ефективність видалення забруднень води більш ніж на 60 % [7].

Отже, технологія аеробного очищення стічних вод рибоконсервного заводу за допомогою іммобілізованих мікроорганізмів ефективна та економічна, не вимагає великих капітальних та експлуатаційних витрат, локальні очисні установки займають невеликі площі, прості та надійні в обслуговуванні. Крім вище зазначеного, показники забруднення в очищених стічних водах рибоконсервного заводу мають наступні значення: завислі речовини – 15,0 мг/дм³; жири відсутні; ХСК за тривалості аерації 8 годин – 127 мг/дм³; БСК₅ – 15,0 мг О₂/дм³; азот загальний – 2 мг/дм³ та рН 6,5–8,5, що, в свою чергу, не перевищує гранично допустимої концентрації забруднюючих показників при відведенні таких стічних вод у природну водойму.

Список використаних джерел:

1. Шестопапов О. В. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості / Шестопапов О. В., Гетта О. С., Рикусова Н. І. *Екологічні науки*. 2019. № 2. С. 20-27.
2. М.М. Мадані, Р.І. Шевченко, О.Л. Гаркович Біоконверсія жировмісної фази стоків рибопереробних підприємств у кормову добавку. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – 2021. Вип. 3. С. 54-64.
3. Wang Yu, Xiao Xinyu Application of immobilized microorganism technology in water environment treatment./ Francis Academic Press. UK. – P. 63-64.
4. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення високонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 2019 с.
5. Очистка промышленных сточных вод: пер. с нем. — СПб.: Новый журнал, 2012. – 384с.
6. Raquel O. Cristovao, Cidalia M. Botelho, Ramiro J.E. Martins, Jose M. Loureiro, Rui A.R. Boaventura Fish canning industry wastewater treatment for water reuse – a case study. *Journal of Cleaner Production*. 2015. P. 603-612.
7. Xiaofan Zhang, Shaohong You, Lili Ma¹, Chunquan Chen¹, Chao Li¹ The application of immobilized microorganism technology in wastewater treatment . Atlantis Press. 2016. P. 103-106.

Захарін Д. А., ст., Твердохліб М. М., к.т.н., ст. викладач

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЛЬТРУВАННЯ ВОДИ ПРИ ЇЇ ЗНЕЗАЛІЗНЕННІ

До одних із найпоширеніших забруднювачів, присутніх у природній воді, особливо у воді підземних джерел, відносяться сполуки заліза. Наявність великої кількості сполук заліза у воді псує її органолептичні та естетичні якості. Окрім цього залізо відносяться до токсичних важких металів. Постійне вживання води з понаднормованим вмістом заліза призводить до проблем зі здоров'ям. Згідно з прийнятими санітарними нормами ДСанПіН 2.2.4-171-10 вміст сполук заліза у питній воді не повинен перевищувати 0,2 мг/дм³.

Каталітичне окислення з наступною фільтрацією є найпоширенішим методом видалення заліза на сьогоднішній день і використовується в технологіях очищення води локального та промислового масштабу.

Суть методу полягає в тому, що реакція окислення заліза відбувається на поверхні спеціального фільтрувального завантаження, яке має властивості каталізатора. В процесі фільтрування Fe^{2+} окислюється до Fe^{3+} і осідає на поверхні гранул каталітичного матеріалу у вигляді осаду $Fe(OH)_3$. З одного боку сформований осад пришвидшує процес знезалізнення води, а з іншого – накопичується в об'ємі завантаження чим саме призводить до підвищення критичного рівня опору у фільтрі. На швидкість процесу окислення сполук заліза впливає об'єм каталізатора, крупність зерен, швидкість фільтрування та вміст заліза у вихідній воді.

Метою роботи було визначення оптимальної швидкості фільтрування води крізь фільтр з каталітичним завантаженням. В якості завантаження використовували іонообмінну смолу КУ-2-8 на поверхні якої нанесено наноплівку магнетиту.

В дослідженнях використовували артезіанську воду з початковими концентраціями по іонах заліза 10 мг/дм^3 . Для визначення оптимальної швидкості фільтрування при якій би якість очищеної води відповідала вимогам представленим до питної води змінювали витрату розчину. Для визначення тривалості фільтроциклу до промивки фільтру розраховували питому брудоміскість, тобто кількість осаду $\text{Fe}(\text{OH})_3$ що накопичується на 1 м^2 його площі.

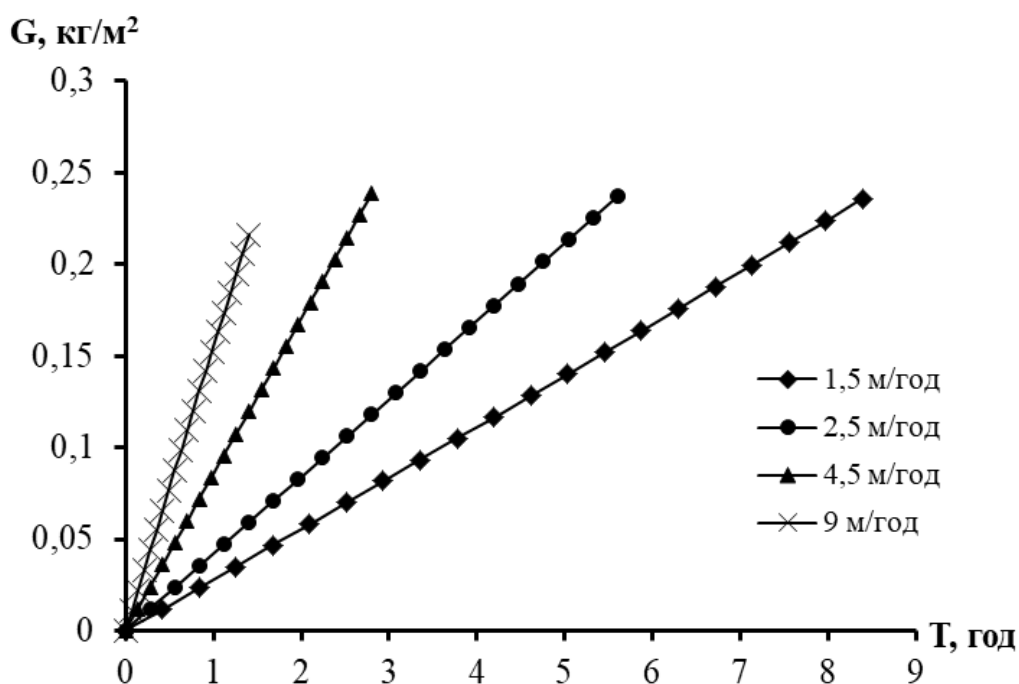


Рисунок 1 – Залежність питомої брудоміскості фільтра від часу за різних швидкостей фільтрування води

Процес знезалізнення води проходив досить ефективно при швидкостях фільтрування $1,5\text{--}4,5 \text{ м/год}$, про що свідчили залишкові концентрації іонів заліза в очищеній воді ($\geq 0,2 \text{ мг/дм}^3$). При даних швидкостях фільтрування відбувається рівномірне накопичення осаду в товщі фільтрувального завантаження, що призводить до ефективного окиснення іонів заліза та подовження фільтроциклу.

При збільшенні швидкості фільтрування води збільшувався показник брудоміскості фільтру, тобто швидше відбувалося накопичення осаду в шарі

фільтрувального завантаження. Разом з тим відбувалося зниження ефективності знезалізнення води та підвищення залишкових концентрацій. Очевидно, що за великих швидкостей фільтрування іони заліза не повністю окислюються та гідролізують. У цьому випадку час фільтроциклу скорочується та зростає кількість промивок фільтру.

Іваненко В.С., ст., *Курепін В.М., к.е.н, доцент*
Миколаївський національний аграрний університет

СОЛОНА ВОДА У ВОДОГІННИХ МЕРЕЖАХ МІСТА – ВИХІД З СИТУАЦІЇ ЧИ ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА

Миколаїв ще до війни потерпав від постійних повенів водопроводу і каналізації. Багато років ця проблема існувала та нажаль ще існує. Різниця в тому, що в мирний час причиною такого становища були керівники «піарники» а не господарники, які вкладали сотні мільйонів в передвиборчі «проекти», а не у водопостачання міста якісною питною водою.

Недбалість чиновників так і не вдалося виправити. З першого дня війни місто Миколаїв став прифронтовим, а постійні обстріли позбавили мешканців головної водної артерії міста – водогону «Дніпро – Миколаїв» [1]. 12 квітня 2022 року водогін, який постачає воду з річки Дніпро на Херсонщині до Миколаєва перестав функціювати, а мешканці міста залишилися без питної води.

Проблему водопостачання якісною питною водою міста місцева влада питалася вирішити у продовж місяця, але всі намагання були безрезультатні. А поки влада вирішувала питання забезпечення водою мешканців, які не залишили Миколаїв у тяжкі часи його існування та продовжували працювати під ракетно-бомбовими обстрілами, на допомогу сотням тисяч людей пришли пересічні громадяни міста та прилеглих до міста територій. Вони організували безкоштовний підвіз води, відкрив для людей свої свердловини [2].

Підключилися волонтери з інших міст, Вознесенськ, Одеса, вони почали возити питну воду до міста машинами.

Щоб налагодити більш менш ситуацію з водопостачанням влада міста відкрила доступ до джерел (свердловини) і навіть запустила трамвай та тролейбус, які розвозили (продовжують розвозити) питну воду. На території кількох лікарень було зроблено свердловини, які мали рятувати жителів від критичної ситуації [3]. Та проблему надійного водопостачання питною водою так і не вирішили.

З середини квітня 2022 року й нині люди набирають питну воду з машин та у пунктах видачі води, відстаючи безконечні черги, річки стали джерелом технічної води. Щоб добути настільки дорогоцінну воду мешканці міста навіть ставлять відра, коли йде дощ. Відсутність води змусила чимало містян виїхати за межі Миколаєва.

Місто у продовж місяця знаходилося на грані екологічної катастрофи [4]. Як альтернативу місцева влада організувала водозабір з річки Південний Буг, яка впадає у Чорне море та подає у мережу солону воду, але вона роз'їдає труби, пити її не можна, митися – небезпечно для здоров'я, прати ризиковано. Комунальники безперервно лагодять водогін, а городяни такою водою майже не користуються, деякі навіть не відкрили у своїх квартирах крани питної води і досі носять технічну воду відрами та у баклажках.

Нова якість води сильно відобразилась на водопровідній мережі, яка є доволі застарілою й була побудована ще за радянських часів. Город без води пливе у потоках води, із-за щільності потоків та їх безконечності мешканці міста привласнили цим потокам назви вулиць по яким вони витикають з каналізаційних люків та проривів. Так у місці з'явилися малі річки «Гражданська», «Зіркова Мрія», «Лазурна», «Біла», «Абрикосова», «Адміральська» тощо.

Місто і досі лишається з водою у кранах, яка придатна лише для побутових потреб: миття посуду, прання, прийняття душу. Вода із водопровідної мережі залишає невеликий такий наче осад, буває іноді іншого

кольору. Через те, що сіль вимиває ржавіння у трубах, у під'їздах, квартирах, підвалах житлових будинків постійно відбуваються пориви із-за чого виникають аварійні ситуації.

Міська влада організувала свердловини та точки набору очищеної води для містян, їх близько 100. Цю воду миколаївці використовують здебільшого для приготування їжі, а питною забезпечують себе самі, замовляючи доставкою або купуючи у магазинах. Вода з лиману є доволі агресивною, бо має солоність – це руйнує водогінні мережі міста. Проте альтернативи сьогодні немає, краще з такою водою, ніж без неї зовсім.

Екологічних проблем у Миколаєві вдалося уникнути [5], місто забезпечено двома видами водою: технічною – у водогінних мережах міста та питною очищеною водою – свердловини, привозна вода. Але щоб назавжди вирішити проблему та уникнути водного колапсу треба знайти надійні шляхи водопостачання, які б забезпечили місто якісною питною водою при любых обставинах, зокрема і під час бойових дій.

Є кілька варіантів того, де можна брати ту кількість води, щоб повністю заповнити систему міста Миколаїв. Звісно, для цього потрібні гроші. Міська влада не уникне від звернення до Мінрегіону з проханням звернутися до Європейського інвестиційного банку виділити кошти для вирішення проблеми. Іноземні спеціалісти мають провести аналіз ситуації та запропонувати шляхи подолання кризи [6]. Їх два, перший – у верхівці течії річки Південний Буг знайти місце водозабору, побудувати там станцію, прокласти трубопровід та подавати звідси воду на місто. Другий – встановити фільтр зворотного осмосу води промислових масштабів та продовжувати брати воду з Дніпро-Бузького лиману.

Зворотний осмос – це процес, при якому вода під тиском проходить через спеціальну напівпроникну мембрану, що затримує різні розчинені в ній мікроелементи з ефективністю в 96–99 %. Такі мембрани пропускають виключно водяні молекули і гази, на виході дана технологія дозволяє отримувати якісну воду.

Отже, чи є екологічна водна криза у місті Миколаїв. На нашу думку, і так, і ні. Ні, тому, що громадяни міста отримують столь необхідну для людини воду. Так, тому, що відновлення водопостачання у Миколаєві досі не відбулося. Ціна води, яку доводиться платити населенню дуже велика. Містяни з розумінням ставляться до питання з водою та не нарікають на роботу влади, розуміючи, що джерело проблеми є загарбники.

Список використаних джерел:

1. Іваненко В. С. Потенційні проблеми систем водопостачання міста Миколаєва під час бойових дій // Наукова молодь-2022 : збірник матеріалів X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, м. Київ, 15 листопада 2022 р. Київ : КОМПРИНТ, 2022. С. 177-183. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12700> (дата звернення 22.03.2023)

2. Піндера М. Екологічна безпека територій у зоні бойових дій // Молодь, наука, бізнес : матеріали Всеукр. інтер.-конф. здоб.вищ.освіти і мол.учених, 5-6 жовтня 2022 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 81-83. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11861> (дата звернення 22.03.2023)

3. Іваненко В.С., Курепін В. М. Місцеві органи влади в умовах воєнного стану: повноваження та співпраця військових адміністрацій з органами місцевого самоврядування // Правові засади організації та здійснення публічної влади : V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Хмельницький, 17 червня 2022 р. Хмельницький : Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2022. С. 148-150. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11869> (дата звернення 22.03.2023)

4. Курепін В. М. Вода, як цінність людського життя // Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей з щорічного тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 22 березня 2022 року. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 13-16. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11214> (дата звернення 22.03.2023)

5. Курепін В. М., Лазіс М. Водні питання України в умовах воєнного стану // Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей здобувачів вищої освіти та інших учасників освітнього процесу за результатами проведеного тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 березня 2023 року. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 34-36. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12987> (дата звернення 22.03.2023)

6. Дідняк А. В. Міжнародний досвід визначення територій, що потребують підтримки регіонального розвитку // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості : тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 15-18. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12065> (дата звернення 22.03.2023)

Карпук Д.С., ст., Сорокіна К.Б., к.т.н., доцент

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Залишки продуктів виробництва, які містяться у складі неочищених стічних вод фармацевтичних підприємств, становлять велику небезпеку для водних об'єктів та навколишнього середовища в цілому. Більшість підприємств мають очисні споруди, на яких впроваджують комплексні сучасні методи очищення побутово-промислових стічних вод.

Стічні води фармацевтичного підприємства, розташованого на півночі України, складаються на 70 % з промислових та на 30 % з господарсько-побутових стічних вод. Дані стічні води характеризують як води з високим вмістом завислих речовин, значною кількістю важкоокиснюваних біологічними методами органічних сполук, що обумовлюють ХСК, БСК₅, сполук амонійного азоту та фосфатів, дещо підвищеною концентрацією хлоридів, підвищеним вмістом важких металів та інших хімічних елементів. Так як дане підприємство має власну пральню, то стічні води мають високу концентрацію синтетичних поверхнево-активних речовин.

Скидання даних стічних вод в систему міської каналізації для очищення їх на муніципальних очисних спорудах викликало певні незручності, тому керівництвом підприємства було прийняте рішення побудувати власні очисні споруди.

Технологічна схема обробки стічних вод даного підприємства включає наступні методи очищення:

- механічне – видалення твердих домішок розміром більшим за 0,7 мм проціджуванням через барабанне сито;
- хімічне – засновано на поєднанні гідродинамічної кавітації та очищення підібраними експериментальним шляхом відповідних складових

реактиву Фентона. Завдяки тому, що до складу реактиву Фентона входить сульфат заліза $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, в резервуарі утворюється осад, а присутність пероксиду водню H_2O_2 сприяє проясненню стічної води, що є вкрай необхідним для подавання хімічно-очищеної стічної води до аеротенку де проходить біологічне очищення;

- біологічне – полягає в проходженні стоку через біологічний реактор (аеротенк) який заповнений активним мулом. Біоценоз даного активного мулу складений інфузоріями, коловертками, хижакками, амебами, джгутиковими, панцерними та іншими видами мікроорганізмів;

- очищення на закритому (герметичному) біоплато, де під час проходження через біомасу коріння насаджених там енергетичних рослин зі стічної води видаляється надлишок важких металів;

- знезараження – додавання знезаражуючого препарату та бензойної кислоти, розчиненої та розведеної до певної концентрації.

Далі зворотні стічні води фармацевтичного підприємства використовують для технічних потреб очисних споруд, а їх надлишок подають на відкрите біоплато та використовують для зрошення енергетичних рослин (міскантусу). Після цього очищені стічні води проходять через товщу ґрунту, за рахунок чого доочищуються природним шляхом.

Утворений в результаті очищення стічних вод осад проходить механічне зневоднення шляхом дегідратації, та компостується з додаванням подрібненої біомаси енергетичних рослин (міскантусу) протягом 6 місяців. Після компостування дану суміш використовують в якості підсіпки під енергетичні рослини (міскантус) як добриво.

Реалізація зазначеного комплексу методів очищення побутово-промислових стічних вод фармацевтичного підприємства дозволяє досягти ефекту очищення за завислими речовинами – 89,8 %, БСК₅ – 86,7 %, ХСК – 87,7 %, ортофосфатами – 74,3 %, амонійним азотом – 99,6 %, нафтопродуктами – 87,5 %, СПАР – 89,3 %.

В результаті очищення стічних вод за описаною схемою їх якісні показники задовольняють нормативи, встановлені ДСТУ 7369:2013 «Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрення» та не становлять ніякої небезпеки для навколишнього середовища, про що свідчать регулярні лабораторні дослідження.

Кириченко К.С., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ОСНОВІ ПРОГРАМИ GPS-X

Інженер, під тиском обмеженості в часі та фінансах, часто звертається до використання математичних моделей, які є більш гнучкими, тому що дозволяють екстраполювати модель на умови, що виходять за межі тих, що досліджують на пілотній установці. Таким чином багато потенційних рішень з вибору технологій очищення стічних вод можна оцінити швидко та недорого, що дозволяє тим самим вибрати лише найбільш перспективні для фактичного тестування на фізичній моделі.

Метою дослідницької роботи є аналіз практичної моделі Mantis для її використання у проектуванні та експлуатації технологій біологічного очищення стічних вод.

Однією з найбільш використовуваних моделей сьогодні є Mantis (Hydromantis Inc., Канада), яка лежить в основі програмного забезпечення для моделювання GPS-X; вона є адаптацією моделі ASM1, яка окрім базових залежностей (рівнянь матеріального балансу, Моно та нітрифікації) включає такі модифікації: два додаткові процеси росту, один стосується автотрофних організмів, а інший – гетеротрофних, обидва відбуваються за низького вмісту

амонійного азоту та високого вмісту нітратів. Кінетичні параметри вважають залежними від температури [1].

Mantis 2 є останньою моделлю, яка містить велику кількість інформації, опублікованої в літературі за останнє десятиліття, а саме, процеси очищення, такі як анамокс (для видалення сполук азоту) та інші [2].

В основному, математичні моделі застосовують для міських систем водовідведення, але деякі з них, зокрема, модель Mantis, можна легко адаптувати до конкретних ситуацій, наприклад, наявності промислових стічних вод [3].

У даній роботі було розглянуто та висвітлено модель Mantis, яка активно використовується сьогодні інженерами-проектантами водоочисних станцій.

Моделювання очисних споруд перетворюється з установок лабораторного масштабу у передову практику та пропонує явні переваги з точки зору аналізу продуктивності очисних споруд, а також кращі інструменти оптимізації та контролю, що знижує витрати. Тим не менш, ефективність моделювання залежить від визначення технологічних параметрів системи, яке зазвичай необхідно для адаптації результатів моделювання до реальної поведінки очисних споруд.

Після того, як значення параметрів було визначено для конкретної стічної води, інженер може використати моделювання для оптимізації технологічних параметрів, усунення неефективних конструкцій і вибору тих альтернативних конфігурацій системи, які будуть економічно вигідними.

Коли водоочисну станцію буде спроектовано та практично реалізовано, моделювання може бути використано для оцінки впливу нових навантажень за забруднюючими речовинами і використання нових операційних стратегій.

Слід визнати, що моделювання є важливою частиною дослідження, яке розширює нашу базу знань, має велике значення для проектування та експлуатації водоочисних систем. Завдання зі створення моделі вимагає від інженера задавати критичні питання про систему, що моделюється. Сьогодні все ще існує необхідність додаткових досліджень, які, у свою чергу, призведуть

до виникнення моделей нового покоління, заснованих на більш надійних принципах.

Список використаних джерел:

1. M. Henze, W. Gujer, T. Mino and M. C. van Loosdrecht, "Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2D, AMS3," in Scientific and Technical Report series, IWA Publishing, 2000.
2. I. Hydromantis Environmental Software Solutions, GPS-X Technical Reference, 2013.
3. S. C. Pombo, Contributo para a utilização de Modelos de Simulação Dinâmica no Dimensionamento de Processos de Lamas Activadas - Dissertation to obtain the degree of master in Sanitary Engineering, Universidade Nova de Lisboa, 2010.

Кіка Л.С., аспірантка, *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

Розробка, вдосконалення та впровадження ефективних технологій очищення стічних вод від наслідків діяльності фармацевтичних підприємств є надзвичайно важливим та актуальним завданням для науки, оскільки існує проблема накопичення лікарських речовин в біосфері. Саме стоки, що формуються у процесі діяльності фармацевтичних заводів, є потужним джерелом надходження лікарських засобів в екосистему.

Метою роботи є аналіз літературних даних щодо біологічних методів очищення стічних вод від лікарських засобів та виявлення методів, ефективних та економічних для їх видалення.

Для видалення антибіотиків застосовувалися різні методи, включаючи фіторемедіацію плаваючими водними видами, такими як ряска та водяна папороть, з позитивними результатами. У цьому дослідженні аналізується інформація про ефективність видалення лікарських засобів з акцентом на антибіотики за допомогою *Lemna* та *Azolla*, що дозволить краще зрозуміти процеси фіторемедіації з точки зору фізіології рослин. Також проаналізовано фізіологічні процеси макрофітів у середовищі з цим видом забруднювачів та

фітотоксичну дію на рослини при високих концентраціях. Метаболізм токсичних сполук починається з абсорбції антибіотиків та завершується зберіганням асимільованих сполук у вакуолях, апопласті та клітинній стінці [1]. Таким чином рослини сприяють виведенню токсичних сполук.

Є дослідження [2], що свідчить про те, що ципрофлоксацин викликає окиснювальний стрес у ряски (*Lemna minor L.*), що має наслідки для енергетичного обміну та здатності поглинати антибіотики.

Досліджено [3] адсорбцію ципрофлоксацину (CIP) із водних розчинів активованим вугіллям із *Azolla filiculoides* (AFAC) у системі періодичної адсорбції. Результати показали, що при вмісті CIP 10 мг/дм³, дозі AFAC 2,5 г/дм³, часі контакту 75 хв, температурі 50 °С, видалення CIP досягло 99,1 %. Результати показали, що AFAC може бути використаний як альтернатива комерційним адсорбентам для видалення антибіотиків зі стічних вод.

Результати досліджень [4] індивідуальних та комбінованих ефектів репрезентативних для навколишнього середовища концентрацій амоксициліну (2 мкг/дм³), енрофлоксацину (2 мкг/дм³) і окситетрацикліну (1 мкг/дм³) на водний макрофіт *Lemna minor* свідчать, що *L. minor* здатна накопичувати значні концентрації даних лікарських засобів із середовища. Це робить дану рослину кандидатом на фітореMediaцію води, забрудненої вказаними вище антибіотиками.

Біологічні очисні споруди з аеротенками в більшості випадків малоефективні для видалення фармацевтичних речовин та їх метаболітів. Це пояснюється високою стійкістю досліджуваних сполук до процесів біорозкладу в умовах, які підтримуються в процесах з активним мулом за нормального навантаження за БСК_{повн} [5].

Тому варто приділити увагу біологічним методам очищення стічних вод з використанням рослин, адже вже наявні перші дзвіночки про ефективність елімінації фармацевтичних препаратів рослинами в лабораторних умовах.

Список використаних джерел:

1. Application of duckweed (*Lemna* sp.) and water fern (*Azolla* sp.) in the removal of pharmaceutical residues in water: State of art focus on antibiotics. Ingrid Maldonado. Science of The Total Environment. Volume 838, Part 4, 10 September 2022, 156565.
2. Gomes, Ciprofloxacin induces oxidative stress in duckweed (*Lemnaminor* L.): implications for energy metabolism and antibiotic-uptakeability, J. Hazard. Mater., № 328, с. 140.
3. Balarak, Adsorption of amoxicillin antibiotic from pharmaceutical wastewater by activated carbon prepared from *Azolla filiculoides*, J. Pharm. Res. Int., № 18, с. 1.
4. Gomes M. P., Moreira Brito J. C., Cristina Rocha D., Navarro-Silva M. A., Juneau P. (2020). Individual and combined effects of amoxicillin, enrofloxacin, and oxytetracycline on *Lemna minor* physiology. Ecotoxicol Environ. Saf. 203, 111025. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111025.
5. Oller I., Malato S., Sánchez-Pérez J.A. Combination of Advanced Oxidation Processes and biological treatments for wastewater decontamination – A review // 2011. Science of the total environment. №409. P. 4141-4166.

Коваленко Г.Є., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПЕРЕВАГИ АНАЕРОБНОГО МЕТОДУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КАРТОННО-ПАПЕРОВИХ ФАБРИК

Сьогодні актуальною проблемою в галузі очищення стічних вод постають застарілі технології біологічного очищення стічних вод картонно-паперових фабрик, які не спроможні доводити показники забруднювачів до вимог скиду в водойми, що призводить до зростання забруднення в них. Застосування анаеробної технології в целюлозно-паперовій промисловості набуває все більшого визнання як економічно ефективною альтернативою очищення. Порівняно зі звичайним аеробним методом, концепція анаеробного очищення стічних вод пропонує низку важливих переваг.

Мета даної роботи – розглянути і провести аналіз переваг анаеробного методу біологічного очищення стічних вод картонно-паперових фабрик.

Анаеробна технологія використовується для очищення стічних вод картонно-паперових фабрик з середини 1980-х років. Розвиток різноманітних високошвидкісних анаеробних процесів і утворення набагато більш концентрованих стічних вод целюлозних заводів роблять економічну вигоду від

анаеробної обробки більш значною. До неї належить менша потреба в енергії та експлуатаційних витратах, а також виробництво корисного енергетичного побічного продукту у вигляді газу метану. Після збору цього газу можна проводити його повторне використання як джерело енергії під час повномасштабних очисних операцій (спалювання для виробництва тепла). Також до переваг анаеробних систем очищення відносять зменшення об'єму надлишкового мулу, що утворюється через низький вихід клітин анаеробних бактерій. Мале надлишкове утворення осаду робить анаеробні методи очищення особливо привабливими, оскільки утилізація відпрацьованого осаду стає основною проблемою для системи аеробної обробки. Низька потреба анаеробних бактерій у поживних речовинах також є плюсом очищення стічних вод з їх дефіцитом [1].

Багато різних типів реакторів використовуються для анаеробних процесів очищення стічних вод. Сьогодні високошвидкісні мулові реактори, тобто UASB і реактори EGSB та їх похідні, найбільш широко застосовуються для анаеробного очищення промислових стічних вод, маючи близько 90% частки ринку від усіх встановлених систем. Їх популярність для очищення промислових стічних вод можна віднести до їх зручності експлуатації та компактності під час використання [2].

Застосування анаеробної обробки для обробки стічних вод картонно-паперових фабрик вивчали багато дослідників. Zhenhua і Qiaoquan (2008) отримали 98 % зниження БСК₅ і 85,3 % зниження ХСК від стічних вод виробництва целюлози за допомогою комбінації реакторів UASB і SBR, водночас ефективність видалення, коли субстрат був оброблений реактором UASB протягом одного дня, становив 95 % для БСК₅ та 75 % для ХСК [3]. Rao і Varat (2006) спостерігали зниження ХСК на 70–75 % і 85–90 % БСК відповідно та вихід метану 0,31–0,33 м³/кг(ХСК), використовуючи UASB-реактор для очищення розчину прегідролізату з целюлозного заводу [4]. Purol (2009) використовував як UASB, так і EGSB для вивчення ефективного видалення 2,4-дихлорфенолу. Він повідомив, що реактор EGSB показав кращу

ефективність для видалення ХСК і 2,4-дихлорфенолу (75 % і 84 %, відповідно), порівняно з UASB-реактором (61 % і 80 %, відповідно), за значенням навантаження за ХСК – 1,9 г/(л·добу) та за 2,4-дихлорфенолом – 100 мг/(л·добу) [5].

Отже, системи анаеробної очистки є життєздатними технологіями для очищення стічних вод в целюлозно-паперовій промисловості і можуть бути використані як важлива частина комплексної системи збереження очисних ресурсів. Анаеробне очищення не слід розглядати як заміник аеробного обробки. З метою досягнення суворих обмежень скиду стічних вод, часто потрібна додаткова аеробна очистка анаеробно очищених стоків. Застосування попередньої анаеробної обробки та аеробної подальшої обробки поєднує переваги обох процесів [1].

Список використаних джерел:

1. Driessen, W. J. B. M.; Habets, L. H. A.; Van Driel, E. Anaerobic treatment of pulp and paper mill effluents: an overview of applications. *Appita J.* 2007, P. 60-101.
2. Van Lier, JB., Mahmoud, N., & Zeeman, G. Anaerobic biological wastewater treatment. In M Henze, V. M Loosdrecht, G.A. Ekama, & D Brdjanovic (Eds.), *Biological wastewater treatment: principles, modelling and design.* 2008. P.P.. 415-511.
3. Zhenhua S, Qiaoyuan L (2008) Treatment of wheat straw explosion pulping effluent with combined UASB-SBR process. In: *2nd International papermaking and environment*, pp 1145–1149.
4. Rao AG, Barat AN (2006) Anaerobic treatment of pre-hydrolysate liquor (PHL) from a rayon grade pulp mill: pilot and full-scale experience with UASB reactors. *Bioresour Technol* 97. P. 2311–2320.
5. Puyol D, Mohedano AF, Sanz JL, Rodríguez JJ (2009) Comparison of UASB and EGSB performance on the anaerobic biodegradation of 2,4-dichlorophenol. *Chemosphere* 76. P. 1192–1198.

Кудряшова А.Б., ст., Курепін В.М., к.е.н, доцент,
Миколаївський національний аграрний університет

ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ: ПРЯМА ТА НЕПРЯМА ШКОДА БІОРИЗНОМАНІТТЮ ВІД ІНЦЕНДЕНТІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВІЙНОЮ

За час війни Миколаїв не одноразово був атакований російським агресором, під час обстрілів міста використовувалися різні види озброєння: касетні боєприпаси: надводні 300-мм снаряди «Смерч» і 220-мм касетні

боєприпаси з систем залпового вогню «Ураган», касетні засоби ураження «Торнадо-С»; ракети типу «Іскандер»; балістичні ракети серії 9М79 «Точка»; термобаричні боєприпаси на основі газових або аерозольних сумішей, які проникають всередину будівель, наповнюють приміщення і лише потім вибухають; запалювальну зброю (термітні боєприпаси) на основі хімічних сполук, які після спрацювання вступають у реакцію з температурою до 3000 °С і випалюють все, на що потрапляють.

Під час атак Миколаїв неодноразово був атакований дронами-камікадзе та ракетами типу «Онікс», які влучали в житлові будинки, об'єкти інфраструктури тощо. Смертоносна зброя попадала і на об'єкти господарювання [1], зокрема на олійний термінал та спричинили екологічну катастрофу. Внаслідок ракетної атаки виникла пожежа на території терміналу «Евері», який належить швейцарській трейдинговій компанії Glencore Agriculture. З ушкоджених під час обстрілу резервуарів стався витік соняшникової олії, яка з території підприємства вилілась на вулиці Миколаєва.

Сотні, якщо не тисячі тонн олії довелося пустити в зливову каналізацію міста, аби та не підтопила будинки містян. Портовою службою підприємства були встановлені спеціальні бони [2], які повинні були локалізувати жирну пляму на воді. Незважаючи на небезпеку, без подальшого доочищення використовувати таку олію небезпечно [3], більш заповзятлива частина населення почала збирати олію для домашніх потреб. Соняшникова олія дві доби текла вулицями та стікала в зливну каналізацію. Працівники підприємства намагаються усунути витік олії та запобігти негативним екологічним наслідкам, але зусилля оказались даремними.

Потрапляння олії до річки Південний Буг спричинило екологічну катастрофу [4]. Значна акваторія річки та берег мікрорайону міста «Намив» покритися жирною маслянистою плівкою з сильним характерним запахом. Постраждала екосистема Бузького лиману, мешканці міста по обидва боки річки знаходили трупи загиблих водоплавних птахів. Качки, чайки, чаплі та

інші водоплавні не змогли вижити в покритому білою маслянистою піною лимані і загинули.

Потрапляння сонячної олії до водоймищ несе небезпечні явища: вона утворює жирну плівку на поверхні води; порушує доступ повітря, що може призвести до замору риби. Її дуже важко локалізувати коли вона вже вкривається тонким шаром на поверхні води. Небезпека полягає ще в іншому – олія швидко перетворюється в емульсію з водою, течєю вона може бути розкинута на дальні акваторії водойм.

Незважаючи на те, що олія мала природні компоненти, наслідки від витоку такої кількості олії все ж відбулися. На підставі хибного уявлення про те, що соняшникова олія нетоксична, нешкідлива і біологічно розкладається в морському середовищі, боновий загороджувач було знято. Вважалося, що вона опуститься на дно річки, але такі припущення є хибними. У Бузькому лимані через турбулентне приливно-відливне перемішування олія полімеризувалася, піднялася та досягла берегової лінії і утворила бетонну масу, яка закрила собою всіх живих істот, що перебували внизу.

Об'єм забруднюючої речовини, який був зібраний з поверхні Бузького лиману в районі Миколаєва, близько 750 м², становив 676 м³. Крім того, сталося забруднення олією земельної ділянки, річ йде про площу майже 550 м², завдані збитки склали 1,6 млн гривень.

Більш як рік екологічно чутливий Бузький лиман перебуває під загрозою наслідків подальших обстрілів невгомного агресора – російській федерації, страждає від наслідків війни, особливо в районі Миколаєва. Екологічна небезпека пов'язана і з іншими надзвичайними ситуаціями воєнного характеру [5], це обстріли Південноукраїнської атомної електростанції, яка розташована вище за течією річки; існують ризики, пов'язані з нерозірваними боєприпасами та морськими мінами.

Таким чином, Бузький лиман, зокрема біля міста Миколаїв, може бути дуже вразливим до забруднення. Широкий спектр військової діяльності ставить під загрозу екологічно чутливі прибережні оселища від впливу бойових дій.

Визначення справжнього впливу війни, таких як забруднення різними речовинами, на зазначених територіях та водних акваторіях можна з'ясувати через моніторинг та оцінку прямої і непрямой шкоди наземному біорізноманіттю і водним екосистемам від інцидентів, пов'язаних із війною. Для оцінки впливу війни необхідні подальші дослідження з участю міжнародних дослідників і захисників природи, експертів-екологів.

Список використаних джерел:

1. Костюк А. С. Бізнес у воєнний час: як змінилося законодавство // Актуальні проблеми трудових відносин під час воєнного стану : тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 27 квітня 2022 року. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 21-24. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11726> (дата звернення 02.04.2023)
2. Іваненко В.С., Курепін В. М. Місцеві органи влади в умовах воєнного стану: повноваження та співпраця військових адміністрацій з органами місцевого самоврядування // Правові засади організації та здійснення публічної влади : V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Хмельницький, 17 червня 2022 р. Хмельницький : Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2022. С. 148-150. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11869> (дата звернення 02.04.2023)
3. Мазур В. С. Загальні поняття про хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори // Глобальні тенденції сучасного світу: соціально-економічні та інформаційно-психологічні аспекти розвитку суспільства : матеріали тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 18 листопада 2021 року Миколаїв : МНАУ, 2021. С. 31-34. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10167> (дата звернення 02.04.2023)
4. Іваненко В. С., Курепін В. М. Захист водних ресурсів та джерел водопостачання // Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей з щорічного тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 22 березня 2022 року. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 9-13. URL <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11213> (дата звернення 02.04.2023)
- 5 Іваненко В. С. Потенційні проблеми систем водопостачання міста Миколаєва під час бойових дій // Наукова молодь-2022 : збірник матеріалів X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, м. Київ, 15 листопада 2022 р. Київ : КОМПРИНТ, 2022. С. 177-183. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12700> (дата звернення 02.04.2023)

Кулик А.С., ст., Яковлєв В.В., д. геол. н., професор,

Дмитренко Т.В., к.т.н., доц.

Харківський національний університет міського господарства

імені О. М. Бекетова

ЗАХОДИ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДЖЕРЕЛ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Значна частина населення України користується водою з децентралізованих джерел водопостачання – колодязів, природних джерел, приватних свердловин тощо. Через необізнаність населення і низьку культуру водоспоживання вода з цих джерел зазнає забруднення. Зокрема, актуальною є проблема нітратного забруднення води з колодязів і неглибоких свердловин, що потребує негайного вирішення не лише на рівні споживачів, а й на регіональному та державному рівнях.

До основних джерел забруднення підземних вод у населених пунктах можна віднести негерметичні вигрібні ями, витоки з каналізаційних мереж, місць утримання домашньої худоби, хімікатів, якими обробляються городи й сади, звалищ побутових відходів, розсіяне забруднення нафтопродуктами.

Вживання забрудненої нітратами води призводить до розладів у організмі дорослої людини та отруєння немовлят. Аналіз літературних джерел за даною тематикою показав, що нітрати негативно впливають на діяльність систем людини, а саме серцево-судинної та нервової системи. Вони сприяють розвитку патогенної кишкової мікрофлори, що може призвести до отруєння організму, впливають на виникнення пухлин у шлунково-кишковому тракті. Вживання забрудненої нітратами води надзвичайно небезпечно для дитячого організму, особливо, для немовлят, і є реальним фактором збільшення дитячої смертності.

Відомо, що нітрати у природних підземних водах мають мінімальний вміст (до 3–5 мг/дм³) і не мають шкідливого впливу на організм людини.

Суттєве забруднення підземних вод майже виключно має антропогенний характер.

Розуміючи причини погіршення якості підземних вод, можна значною мірою виправити стан цієї проблеми.

В роботі запропоновано заходи щодо інженерного захисту децентралізованих джерел водопостачання, які полягають у наступному:

1) при виборі місця для облаштування колодязя доцільно робити спеціальний розрахунок розмірів зони захвату, що дозволяє захистити каптаж на перспективний період експлуатації;

2) при будівництві колодязя необхідно витримувати норми захисту від проникнення поверхневих забруднень (згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»);

3) для усунення бактеріального і нітратного забруднення води необхідно періодично видаляти осад на дні й чистити стінки колодязя від нальоту органічних субстанцій;

4) для ізоляції води від потрапляння забруднених дощових вод навколо кільця колодязя чи свердловини облаштовується глиняний замок, цементна відмостка;

5) для уникнення потрапляння комах, гризунів, птиць, попередження нагріву води й потрапляння яскравого світла облаштовується щільно прилегла напівпрозора кришка на устя і навіс;

6) прості побутові методи кондиціонування криничної води полягають у кип'ятінні води при підвищених солевмісті, жорсткості й бактеріальному забрудненні;

7) використання стандартних методів очищення й кондиціонування криничної води побутовими фільтрами дозволяє видаляти механічні домішки та завислі речовини, органічні забруднюючі речовини (використовується реагент – активоване вугілля), важкі метали й радіонукліди (використовується ряд мінеральних сорбентів).

8) паспортизація колодязів дозволить більш систематично підходити до питань моніторингу якості, планувати контроль якості води, чистку і ремонт водозабірних споруд.

Лазаренко М.О., ст., Суханов М.В., ст., *Козачина В.А., к.т.н., доцент*
Український державний університет науки і технологій

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД

В роботі розглядається комплекс комп'ютерних моделей, що розроблені для оцінки ефективності роботи таких очисних споруд:

- 1) вертикальні відстійники;
- 2) горизонтальні відстійники;
- 3) аеротенки з додатковими елементами;
- 4) аеротенки з рухомим біоценозом;
- 5) пісколовки.
- 6) циркуляційні канали;
- 7) системи нейтралізації стічних вод.

Розроблені математичні моделі засновані на чисельному інтегруванні фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища. Для розрахунку поля швидкості у відстійниках і аеротенках використовується:

1. Гідродинамічна модель потенційної течії.
2. Гідродинамічна модель вихрових течій ідеальної рідини.
3. Рівняння Нав'є-Стокса.

Чисельне інтегрування моделюючих рівнянь здійснюється за допомогою кінцево–різницевої схем. Процес перенесення домішки в очисних спорудах моделюється багатofакторним рівнянням масопереносу. При цьому використовуються як двовимірне так і тривимірне рівняння масопереносу.

Для чисельного інтегрування рівнянь масопереносу застосовуються неявні поперемінно-трикутні різницеві схеми розщеплення. Особливістю застосовуваних різницевих схем є простота розрахункових залежностей, що дозволяє просту програмну реалізацію чисельних моделей. На основі створених чисельних моделей розроблені комп'ютерні моделі для оцінювання ефективності очищення води в різних спорудах. Наведені результати проведених обчислювальних експериментів.

В роботі також представляються результати проведених обчислювальних експериментів. Метою експериментів була оцінка ефективності очищення води в спорудах для різних умов експлуатації та при використанні додаткових елементів, що встановлюють в споруду для зміни гідродинаміки течії, яка впливає на розподіл домішки в робочій зоні споруди.

Надьон А.Р., ст., *Бригада О.В., к.т.н., доцент*

Національний університет цивільного захисту України

ВПЛИВ СТИЧНИХ ВОД НА ЗАБРУДНЕННЯ Р. УДИ

Всі води та водні об'єкти України вважаються національним надбанням народу України. Вони є однією з природних основ економічного розвитку та соціального добробуту країни. Занадто швидкий розвиток промисловості, зростання ступеня густоти населення в світі, крім підвищення попиту на водні ресурси, має наслідком інтенсивне забруднення вод У зв'язку із цим гостро постає проблема забезпечення питною та технічною водою належної якості. Нестача чистої води незабаром може призвести до погіршення вже незадовільного стану водних ресурсів. Тому питання про важливість збереження водних ресурсів для подальшого соціально-економічного розвитку суспільства є одним із найголовніших.

Наочний приклад шкоди урбанізацією для водних ресурсів має місце в Харківській області, яка є однією зі 24 адміністративних областей України.

Якість поверхневих вод р. Сіверський Донець та її притоків на території Харківської області протягом 2021 року була стабільною, без суттєвих змін [1]. Проте наразі в поверхневих водоймах Харківської області спостерігається підвищена концентрація нітритного та амонійного азоту, а також наявність нафтопродуктів, що зумовлено, в першу чергу, веденням військових дій та неефективною роботою очисних споруд [2].

Річка Уди є правою притокою р. Сіверський Донець, яка є найбільшою річкою на сході нашої країни. Значна частка забруднення річки Уди відбувається саме стічними водами ДП «Підприємство Державної кримінально-виконавчої служби України (№ 100)» [3]. Підприємство має єдину централізовану самопливну систему водовідведення від відділень соціально-психологічної служби № 1–3, 4–8, 10, 11, 12, 14, 15, адміністративних будівель, лікарні, господарських площ та будівель підприємства до приймального колодязя, розташованого на території установи біля Каналізаційної насосної станції № 1–4 (КНС № 1–4), та централізоване водовідведення здійснювалося комунальним каналізаційним комплексом, використання якого з 2009 року неможливе у зв'язку із частковим його руйнуванням та не введенням в експлуатацію за технічних умов. Стічні води від використаної води з двох артезіанських свердловин, які самоплинно відводяться від каналізаційного випуску підприємства, поступають до колектору в контрольний колодязь, що розташований перед КНС № 1-А, далі, у зв'язку з технічною неможливістю подальшого відведення стічних вод в приймальний резервуар насосної станції та трубопроводами до КНС № 1, стічні води зливаються через найближчий перелив з контрольного колодязя рельєфом місцевості у р. Уди.

Концентрації речовин, виявлених в скиді перевищує концентрації речовин, виявлених в пробі, відібраній в р. Уди, нижче місця скиду: за вмістом азоту амонійного – 8,8 разів, нітритів – 1,2 рази, хлоридів – 1,2 рази, фосфатів – 1,5 разів, ХСК – 1,9 рази.

Таким чином, більше 10 років відбувається забруднення р. Уди та земель водного фонду стічними водами даного підприємства, що створює небезпеку для життя та здоров'я людей, а також спричиняє тяжкі наслідки для довкілля.

Список використаних джерел:

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2021 р. Харківська обласна військова адміністрація. Департамент захисту довкілля та природокористування, 2022. – 173 с.
2. Інформація щодо екологічного стану м. Харкова та Харківської області за лютий 2023 року. Харківська обласна військова адміністрація. Департамент захисту довкілля та природокористування. URL: <https://cutt.ly/y7T7dS6> (дата звернення 02.04.2023)
3. Суспільне новини. Забруднення річки Уди: як інспектували Темнівську колонію. URL: <https://cutt.ly/I7T6FdL> (дата звернення 02.04.2023)

Огарь М.О., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ОВОЧЕКОНСЕРВНИХ ЗАВОДІВ

Овочеконсервні заводи посідають не останнє місце в промисловому комплексі України та забезпечують тривале збереження сезонної продукції, багатой на вуглеводи, вітаміни, мінеральні солі. Промислові підприємства такого типу споживають величезні об'єми чистої води, при цьому продукуючи велику кількість рідких відходів, які, потрапляючи до природних водойм, забруднюють їх, що спричинює погіршення якості води.

Для стічних вод овочеконсервних заводів характерні значні коливання та високі показники забруднюючих речовин: ХСК – 400–3000 мг О₂/дм³, БСК_{повн} – 350–2000 мг О₂/дм³, завислі речовини – 4800 мг/дм³, СПАР – 20–50 мг/дм³, сполуки азоту – 10–50 мг/м³ [1]. Такі високі значення забруднень свідчать про необхідність обробки стічних вод на спорудах біологічного очищення перед скиданням у водойми.

Метою даної роботи є аналіз сучасних технологій очищення стічних вод овочеконсервних заводів.

При використанні одноступеневої технології очищення найчастіше біологічне очищення проводиться в аеротенку, де під впливом організмів активного мулу окиснюються органічні речовини, знижуючи ХСК від $3000 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ до $400 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, що свідчить про недостатню ефективність такої очистки [2]. Відокремлення активного мулу відбувається у вторинному відстійнику [1]. Високий показник ХСК не дозволяє здійснювати відведення стічних вод у річку, що є суттєвим недоліком одноступеневої технології біологічного очищення. З огляду на це, доцільніше застосовувати технологію двоступеневого очищення.

При використанні технології двоступінчастого біологічного очищення стічних вод овочеконсервних заводів біологічна очистка здійснюється у два ступеня з використанням аеротенків – на першому та біофільтрів – на другому ступені. Суміш надлишкового активного мулу та біоплівки найчастіше подають в аеробний стабілізатор з метою довготривалої її аерації [3]. Використання даної технології дозволило забезпечити зменшення концентрацій завислих речовин до $15,8 \text{ мг}/\text{дм}^3$, ХСК – до $67,6 \text{ мг}/\text{дм}^3$, амонійного азоту – до $0,85 \text{ мг}/\text{дм}^3$, нітритів – до $0,06 \text{ мг}/\text{дм}^3$, нітратів – до $2,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$, фосфатів – до $0,34 \text{ мг}/\text{дм}^3$ [4].

Добре зарекомендував себе комбінований метод анаеробно-аеробного очищення для очищення висококонцентрованих стічних вод за показника ХСК понад $2000 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ [1]. Анаеробна стадія з гранульованим мулом проходить в UASB реакторах, де відбувається деструкція органічних речовин, при цьому ефект видалення ХСК складає 70–90 %, а наступне аеробне доочищення в аеротенку дає більш високу ефективність доочищення, зокрема, і від нітрогеновмісних сполук [5].

Отже, очищення стічних вод овочеконсервного заводу ефективніше здійснюється за рахунок двоступеневої технології очищення комплексним анаеробно-аеробним методом.

Список використаних джерел:

1. Londong J., Rosenwinkel K.H., *Industrieabwasserbehandlung*. Weimar: Verlag der Bauhaus-Universität, 2009. – 256 с.

2. Бублієнко Н.О., Семенова О.І., Номерчук Н.О. Біологічне очищення стічних вод плодоовочевих консервних підприємств. Софія: Бъдещето въпроси от света на науката. Том 31, 2013. – 35 с.

3. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підруч / А.К. Запольський . – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.

4. Гіроль М.М. Технологія попередньої очистки стічних вод підприємств із виробництва концентрованого яблуневого соку. К.: КНУБА, 2010. – С. 102-104.

5. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці: підручник / Під ред. Л.А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2016. – 356 с.

Олехнович Д.О., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД М'ЯСОКОНСЕРВНОГО ЗАВОДУ

М'ясоконсервні заводи продукують величезну кількість забруднених концентрованих стічних вод, потрапляння яких в природні водойми призводить до погіршення якості води, утворення донних відкладень, порушення кисневого режиму.

Стічних води м'ясоконсервного заводу утворюються від миття виробничих приміщень, очищення обладнання, здійснення операцій технологічного циклу [1]. Потік стічних вод не стабільний, а змінюється внаслідок різних видів скидів та різноманітних заходів. Такі стічні води мають високі показники забруднюючих речовин: ХСК – 2 000–2 100 мгО₂/дм³, БСК_{повне} – 1 400–1 500 мгО₂/дм³, завислі речовини – 1 000–1 400 мг/дм³, жири – 450–500 мг/дм³, нітрогеновмісні сполуки – 50–210 мг/дм³, сполуки фосфору – 35–60 мг/дм³ [2]. Високим є вміст білків і продуктів їх розпаду, які сприяють швидкому загниванню забруднених вод, а також можлива контамінація яйцями гельмінтів та патогенними організмами.

Метою роботи є аналіз сучасних технологій для очистки стічних вод м'ясоконсервних заводів.

Для механічного очищення стічних вод м'ясоконсервного заводу найчастіше використовують барабанні решітки та пісковловлювачі, для видалення жирів – жироловки. Для усереднення стічних вод необхідний змішувач-усереднювач, який зазвичай обладнаний електричною мішалкою для уникнення осадження. Необхідною стадією є фізико-хімічна обробка із застосуванням напірної флотації для видалення завислих речовин, жирів, СПАР та ін. [3].

Для подальшого біологічного очищення використовують декілька технологій. Наприклад, дослідження J. R. Campro ets. показали, що застосування анаеробного біофільтра дозволяє ефективно видаляти органічні забруднення при малій тривалості процесу біофільтрування. Також цей метод можна використовувати у випадку змінних показників стічних вод завдяки його адаптаційним можливостям. Середній час гідравлічного утримування для такого біофільтра становить близько 24 год, ефективність видалення БСК_{повне} вища за 85%, завислих речовин – 90 % [4]. Цікавим є використання для очищення стічних вод аеробного методу з активним мулом в реакторі циклічної очистки SBR та методу зворотного осмосу. Зворотний осмос застосовується для повторного використання фільтрату в технологічному процесі на виробництві. Ефективність очищення таким методом за БСК_{повн}, ХСК, загальним нітрогеном, загальним фосфором становить більше 99 % [5].

Широко використовується анаеробно-аеробний метод очищення. Анаеробна стадія застосовується для очищення від органічних забруднень, а наступне аеробне доочищення дає більш високу ефективність очищення, яка за БСК_{повне} становить 78 %, ХСК – 80 %, завислими речовинами – 85 % [3].

Отже, для очищення стічних вод м'ясоконсервного заводу застосовують механічне очищення, фізико-хімічну обробку, а далі можливе використання різних досить ефективних технологій, зокрема з використанням анаеробного біофільтра, аеробне періодичне очищення в реакторі SBR та зворотнім осмосом та анаеробно-аеробне очищення.

Список використаних джерел:

1. Ковальчук В.А. Тваринництво та м'ясопереробка : сучасні методи очистки стічних вод/ В.А. Ковальчук, О.В. Ковальчук, В.І. Самелюк . *Научно-технический сборник*. 2010.– № 93. С. 182-187
2. Ewa Sroka, Wladyslaw Kamfliski, Jolanta Bohdziewicz Biological treatment of meat industry wastewater. *Desalination*. 2004. №162. С. 85-91.
3. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці: підручник / Під ред. Л.А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2016. – 356 с.
4. J. R. Campos, E. Foresti and R. D. P. Camacho Anaerobic wastewater treatment in the food processing industry: two case studies // *Waf. Sci. Tech.* – 86. – №12. – С. 87-97.
5. Jolanta Bohdziewicz, Ewa Sroka Integrated system of activated sludge– reverse osmosis in the treatment of the wastewater from the meat industry . *Process Biochemistry*. 2005. №40. С. 1517–1523.

Прокопенко В.Д., студ., Жукова О.Г., к.т.н., доцент

Київський національний університет будівництва та архітектури

ВПЛИВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ НА СТАН ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Наявність та доступність водних ресурсів визначають національну безпеку держави, перспективи соціально-економічного розвитку урбанізованої території, тому проблема збереження та раціонального використання природних ресурсів стає все більш гострішою для країн, які обрали напрямок сталого екологічного розвитку.

Водні екосистеми є одними з найважливіших факторів, які впливають на формування території та підтримують екологічно безпечний стан урбоекосистеми, є джерелом водопостачання. В умовах урбанізації, змін клімату та надмірного водокористування виникає порушення водного балансу, зміна гідрологічного режиму.

Забезпечення екологічно безпечного стану водно-ресурсного потенціалу є актуальним для всіх регіонів, особливо для тих, де наявний природний дефіцит водних ресурсів та їх нерівномірний розподіл. Виснаження та збільшення антропогенного впливу поверхневих та підземних водних об'єктів зумовлене швидким розвитком урбоекосистем. Наразі близько 60% світового населення

проживає на території міст. Для України цей показник становить майже 70%. Відповідно до прогнозів науковців до 2050 року цей показник може збільшитись на 10–15%, що призведе і до збільшення попиту на продовольство, житло, енергетичні ресурси.

Відповідно до Європейської Рамкової Водної Директиви 2000/60/ЕС забезпечення раціонального природокористування передбачає визначення районів річкових басейнів як цілісних природних об'єктів. Використання басейного принципу управління ускладнюється експлуатацією водогосподарськими об'єктами ресурсів різних водних екосистем, при цьому не враховуючи дефіциту. Таким чином розвиток урбанізованих територій призводить до збільшення навантаження на певних ділянках території, які досить складно врахувати при загальній оцінці стану. На рисунку 1 представлені деякі аспекти впливу урбанізованого середовища на стан водних екосистем.

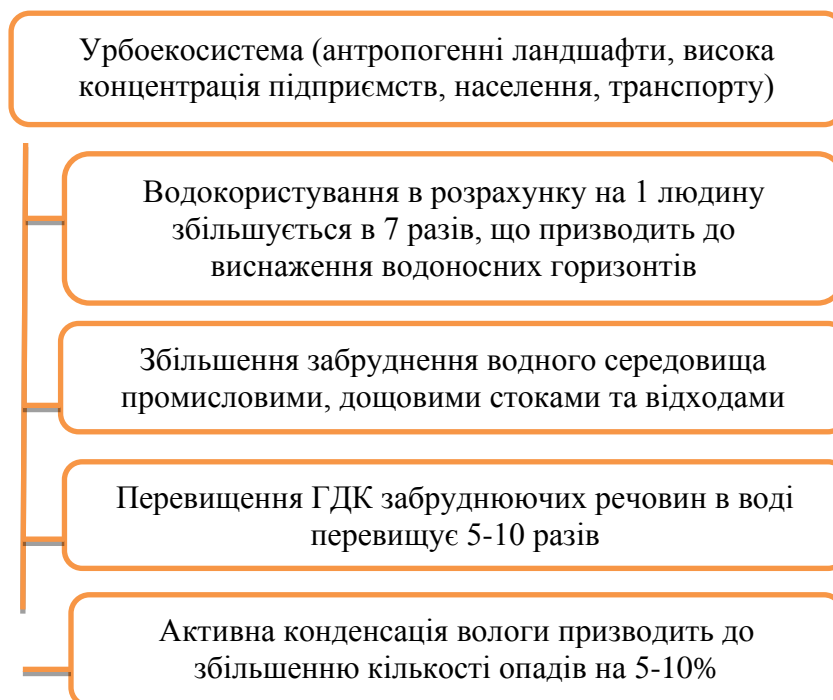


Рисунок 1 – Аспекти впливу урбанізованого середовища на стан водних екосистем

Дослідження умов формування дефіциту, складових водного балансу територій, використання індикаторів впливу урбоєкосистем на водні екосистеми дозволить зменшити негативний вплив процесів, які виникають під час функціонування, на навколишнє середовище.

Радуга О.С., ст., *Саблій Л.А., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПОРІВНЯННЯ АЕРОБНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЗАВОДІВ ПО ВИРОБНИЦТВУ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Стічні води олійних заводів утворюються в значних кількостях в нашій країні через масштабність такої промисловості, але якість їх очищення не завжди відповідає нормам, що сприяє забрудненню водойм. Тому вдосконалення технологій очищення актуальне на даний час.

На олійних заводах вода використовується для промивання сирової олії, в зв'язку з чим утворюються кислі та лужні стічні води, які містять великі кількості жирних кислот. Джерелами утворення стічних вод також є регенерація жирних кислот із відпрацьованих лугів та гідрогенізація жирів у процесі очищення водню?

Як правило, стічні води підприємств олійної промисловості каламутні, сірого кольору з пластівцями забруднень. Показники стічних вод мають такі середні значення: рН – 6,7; вміст жиру – до 400 мг/дм³ [1]; ХСК – 600 мг/дм³; завислі речовини – 300 мг/дм³; БСК₅ – до 200 мг/дм³; хлориди – до 790 мг/дм³; сульфати – 150 мг/дм³ [2].

Для очищення стічних вод олійних виробництв використовують аеробний метод, який відбувається за рахунок окиснення органічних речовин мікроорганізмами. Такий метод потребує постійної подачі повітря.

Для підвищення ефективності очищення стічних вод шляхом збільшення біомаси в одиниці об'єму споруди сьогодні найбільш перспективним методом є аеробний метод з іммобілізацією мікроорганізмів, яку здійснюють такими способами: включенням клітин в решітку гелів, ковалентним зв'язуванням, агрегацією, адсорбцією, адгезією на поверхні носія. Але найчастіше використовують метод адсорбції, через його простоту та ефективність, а також невисоку вартість [4]. Адсорбція заснована на поверхневому натягу та адгезії між мікробними клітинами та носієм. Мікроорганізми фіксуються на поверхнях і всередині пористих носіїв. Носії бувають: у вигляді пластин, просторових решіток, сіток із комірками, полімерних волокон, ниток, вугілля. Головний недолік це слабе зв'язування мікроорганізмів з носієм в порівнянні з іншими методами.

Така технологія має певні переваги над технологією з активним мулом: можливість повторного використання клітин, підвищення стійкості до токсичних речовин та вища життєздатність за рахунок генетичної стабільності, а також підвищена концентрація біомаси, що сприяє пришвидшеному окисненню органічних забруднювачів [4].

При очищенні соапстоків, які утворюються в олійному виробництві, активним мулом ХСК зменшувався на 61 % за 2 год аерації і 14 год регенерації мулу. З використанням іммобілізованих мікроорганізмів майже такий ефект за ХСК – 63 %, отримано за 4 год аерації і звісно – без регенерації біомаси (не потрібна для іммобілізованих клітин). Збільшення тривалості аерації до 8 год дозволило підвищити ефект за ХСК до 79 % [3]. Отже, використання іммобілізованих клітин дозволяє значно зменшити витрати електроенергії на процес.

Таким чином, враховуючи ефективність очищення і енергоефективність аеробного методу з іммобілізованою біомасою для стічних вод олійних заводів, можна стверджувати про перспективність методу, необхідність встановлення оптимальних параметрів для очищення таких стічних вод для впровадження в проєктних розробках та на реальних об'єктах.

Список використаних джерел:

1. Березуцкий В.В., Горбенко В.В., Мезенцева И.А. К вопросу о возможности утилизации жиросодержащих сточных вод, образующихся на предприятиях масложировой промышленности. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. №8 (54). С. 57 – 59.
2. Стрелков А.К., Базарова А.О., Теплых С.Ю. Исследование биохимической очистки с применением биопрепарата на реальных сточных водах предприятия маслоэкстракции. *Строительство и техногенная безопасность*. 2022. №25 (77). С. 117 – 119.
3. Дзюбій О.А., Саблій Л.А. Порівняння біологічних методів очистки стічних вод заводу по переробці соапстоків. «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти»: Міжнар. науково-практ. конф., м.Київ, 25 лип 2021р.С.18 – 21.
4. Bouabidi Z. B., El-Naas M. H., Zhang Z. Immobilization of microbial cells for the biotreatment of wastewater: a review. *Environmental chemistry letters*. 2018. Т. 17, № 1. С. 241–257.

Руденко О. О., ст., *Твердохліб М. М., к.т.н., ст. викладач*

Національний технічний університет України

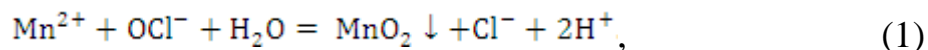
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ ОКИСНИКІВ У ПРОЦЕСІ ДЕМАНГАНАЦІЇ ВОДИ ДЛЯ ПИТНИХ ПОТРЕБ

Манган відноситься до числа речовин, що забруднюють водні об'єкти, тому кількісний вміст цього металу нормується усіма світовими документами, які стосуються якісних показників питної води. Санітарними нормами України рівень гранично допустимого вмісту Мангану у воді для господарсько-питного призначення обмежено значенням $0,05 \text{ мг/дм}^3$. На практиці значення концентрацій Мангану перевищені від допустимих у 80 % проб водопровідної, свердловинної та колодезної води взятих на аналіз.

Для зниження вмісту Мангану в оброблюваній воді до нормативних вимог для питного водопостачання використовують безреагентні та реагентні методи. Найчастіше деманганация води здійснюється переважно фільтруванням у поєднанні з одним із способів попередньої обробки води до яких можна віднести аерацію за допомогою спеціальних пристроїв або використання реагентів-окислювачів, таких як хлор, гіпохлорит натрію, діоксид хлору та озон.

Як правило, воду на станціях водопідготовки знезаражують з використанням хлорвмістких реагентів. Тому у якості окиснюючого агента було обрано гіпохлорит натрію NaClO. Відповідно реакція окиснення іонів Mn²⁺ гіпохлоритом натрію буде протікати за наступною схемою:



Метою дослідження була оцінка ефективності деманганації води при застосуванні натрій гіпохлориту в якості окисника. Процес проводили в статичних умовах, дозуючи розчин натрій гіпохлориту у модельний розчин. Дозу натрій гіпохлориту визначали відповідно стехіометричному співвідношенню згідно до реакції 1, на окислення 1 мг Mn²⁺ витрачається 1,3 мг ClO⁻. Також додатково реагент брали у певному надлишку. Результати дослідження наведені у табл.1

Таблиця 1 – Результати дослідження деманганації води зі застосуванням натрій гіпохлориту

Співвідношення дози ClO ⁻ до Mn ²⁺	Початкова C _{Mn2+} мг/дм ³	Рівноважна C _{Mn2+} мг/дм ³				pH _{поч}	pH ₄
		час відстоювання					
		1	2	3	4		
1:1	1	0,55	0,50	0,40	0,40	9,30	8,89
1:2		0,55	0,50	0,50	0,40		8,93
1:3		0,65	0,60	0,45	0,45		8,90
1:1	5	3,00	2,60	2,00	1,80	9,22	8,98
1:2		2,40	1,60	0,80	0,55		8,89
1:3		1,80	0,55	0,30	0,25		8,85
1:1	15	9,50	3,70	0,35	0,35	9,16	8,14
1:2		4,00	0,80	0,30	0,00		8,53

Як видно з приведених даних за концентрації йонів мангану 1 мг/дм³ протягом 4 годин відстоювання вдалося знизити до 0,4–0,5 мг/дм³. Надлишок натрій гіпохлориту в такому розведеним розчині практично не впливав на ефективність очищення. За початкових концентрації йонів мангану 5 мг/дм³ ступінь очищення води сягав на рівні 64–95%. За даних умов ефективність очищення води зростала зі збільшенням надлишку натрій гіпохлориту у розчині. За концентрацій йонів мангану 15 мг/дм³ ступінь очищення становила

97–100 %. На ряду з цим повного вилучення йонів мангану було досягнуто лише при двократному надлишку гіпохлориту натрію через 4 години.

Очевидно, що ефективність використання гіпохлориту натрію при концентраціях Mn (II) у воді менше 5 мг/дм³ є не доцільним. Використання гіпохлориту як окисника для деманганації води ефективно при вищих початкових концентраціях.

Садовий А.В., ст., Юрченко В.О., д.т.н., професор

Харківський національний університет міського господарства

імені О. М. Бекетова

ДЕФІЦИТ ФТОРУ – ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В М. ХАРКОВІ

Наявність в великих містах декількох джерел питного водопостачання дозволяє обирати мешканцям екологічно найнебезпечніші. Харків'яни можуть одержувати питну воду як з міської водопровідної мережі, так із колодязів, артезіанських свердловин, а також бутильовану воду. В даний час якість питної води, її фізіологічна повноцінність і відповідність вимогам екологічної безпеки є надзвичайно актуальною проблемою, оскільки від якості вживаної води залежать здоров'я і довголіття населення.

Одним з чинників порушення здоров'я людини через склад питної води може бути дефіцит, або навпаки підвищення вмісту фтору. Фтор формує і зміцнює кістки, зубну емаль, забезпечує нормальний ріст волосся та нігтів, стимулює процеси кровотворення. Його відсутність спричиняє карієс, а при підвищених концентраціях він накопичується в організмі і викликає ряд захворювань, а саме: флюороз, зміни слизової оболонки шлунка, зниження концентраційної здатності. Тому його вміст у воді питного призначення в Україні жорстко нормується як за мінімальною, так і за максимальною допустимою концентрацією від 0,7–1,5 мг/дм³.

Досліджено води з водопровідної мережі Київського, Салтівського та Шевченківського районів, джерел «Манжосів Яр», «Кітлярчин Яр», «На Тюрінке» та бутильованої води 5 торгових марок. За результатами лабораторних досліджень виявлено, що вміст фторидів у всіх досліджуваних питних водах, які вживаються в м. Харкові, нижче нормативних значень. Отже дефіцит фтору для водопостачання м. Харкова є більш поширеною проблемою, ніж його надлишок. Рекомендовано мешканцям м. Харкова використовувати фторвмісні препарати, зубні пасту зі вмістом фтору, та спеціальні дієти.

Юхименко А.В., Струс Л.А.

ВСП «Вінницький фаховий коледж

Національного університету харчових технологій»

МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ

В Україні галузі народного господарства висувають різні вимоги до якості води, які визначаються народними документами. Чинні національні правила суворо регулюють наявність токсичних речовин. Також є обмеження щодо кількості речовин, які надають воді неприємного смаку, кольору чи запаху.

Основний метод знезараження – це хлорування води. Під хлоруванням води часто розуміють тільки обробку зрідженим хлором. Насправді, це і використання гіпохлориту натрію. Це також дуже популярна та поширена технологія в Україні. Щодо безпеки, то треба говорити про технологію застосування. Якщо працювати з цими реактивами правильно, то вода до споживача має приходити безпечна і якісна.[1]

Зокрема, в КП «Вінницяоблводоканал» вода з Південного Бугу проходить ступені очищення – відстоювання та фільтрацію. Річкову воду спочатку подають у відстійники, потім фільтрують крізь шар піску, а далі – дезінфікують. При відстоюванні води додають коагулянт-сірчаноокислий

алюміній. Зменшити використання сірчано-кислого алюмінію та досягти вищого ступеню очищення змогли завдяки запровадженню нової технології коагуляції з використанням флокулянта – спеціального абсолютно безпечного реагента органічного походження. Мікрофлору води знешкоджують хлоруванням, щогодини використовуючи до 30 кілограмів рідкого хлору.

Вода, яку споживають вінничани, якісна і безпечна для здоров'я. Її очищення відбувається за новими сучасними технологіями [2].

Вже 15 років Луцьк не користується хлоруванням води, натомість для очищення використовується розчин гіпохлориду натрію, який готується на основі кухонної солі.

Дослідники Технологічного інституту Джорджії знайшли спосіб використовувати для цього невеликі розряди електрики. Технологія дешева, безпечна та з нульовим впливом на навколишнє середовище. Вона може бути інтегрована в електромережу або живитися від батарей [3].

Багато вчених і виробників відзначають, що за допомогою зворотного осмосу можна видалити з води близько 99 % усіх домішок і забруднень. Такий результат досягається за рахунок впровадження кількох етапів очищення.

Для цього до складу зворотного осмосу вводять мембрани, додаткові елементи, що підвищує ефективність процесу. Тому доставка води Одеса компанією Waterclub, яка практикує такі системи очищення, користується популярністю [4].

Список використаних джерел:

1. АТ «НСТУ» 2023 Запах хлору свідчить, що вода захищена — фахівець про методи знезараження води: URL: <https://suspilne.media/amp/207785-zapah-hloru-govorit-so-voda-zahisena-fahivec-pro-metodi-znezarazenna-vodi/> (дата звернення 15.04.2023)

2. Служба лабораторного контролю якості води "Вінницяоблводоканал" URL: <https://vinvk.com.ua/poslygu/laboratoriya> (дата звернення: 15.04.2023)

3. Інформаційне агентство Волинські Новини. «Луцьк 15 років не використовує хлорування води», — заступник керівника водоканалу <https://www.volynnews.com/news/all/lutsk-15-rokiv-ne-vykorystovuye-khloruvannia-vody-zastupnyk-kerivnyka-vodokanalu/> (дата звернення: 15.04.2023)

4. Газета «МИГ» На скільки чиста вода очищена зворотним осмосом: URL: <https://mig.com.ua/na-skilky-chysta-voda-ochyshchena-zvorotnym-osmosom/> (дата звернення 15.04.2023)

СЕКЦІЯ III

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ

Груздова В.О., здобувачка., *Колошко Ю.В., викладач*
Національний університет цивільного захисту України

FEATURES OF DISPOSAL AND RECYCLING OF CONSTRUCTION WASTE IN MODERN

Recycling of waste, including construction waste, is a requirement of modern society, which produces a huge amount of waste. Landfills take up land that could be arable, poison soil and water resources, and become could be arable, poison soil and water resources, and pose a chemical microbiological, and sometimes radioactive hazards to humans, animals and plants. In Ukraine, even before the war, the area of landfills and dumpsites was more than 8,500 hectares and tended to increase. Therefore, over the past fifty years, our country, as well as many other countries around the world, has been developing methods for the disposal and recycling of various types of waste.

We would like to highlight construction waste, the amount of which is growing every year, including in Ukraine. The restoration and demolition of old buildings leads to the accumulation of used concrete and reinforced concrete, bricks, stones, metals, ceramic tiles and sanitary ceramics, wood, glass, plasterboard, plastics, asphalt concrete, slate, paints and varnishes, etc.

This is facilitated by new construction, which results in It produces broken bricks, fragments of glass, plasterboard, foam, solid residues of concrete mortars, glass wool, etc. The production of construction materials also produces waste: crushed stone screenings, broken bricks and glass, defective reinforced concrete structures, used plaster moulds from ceramic plants, etc. During the reconstruction of roads, old asphalt, concrete and asphalt mixtures are only partially recycled, and most of them end up in landfills.

Recycling of construction waste makes it possible to obtain materials for construction again - stone and concrete crushed stone of various fractions, screenings, metal structures, glass and plastics.

Today in Ukraine, the problem of construction waste disposal and recycling has become even more acute. The destruction of tens of thousands of residential buildings, infrastructure and industrial facilities during the war generated a lot of waste of different structure and composition in a relatively short period of time. The ruins of residential buildings contain many pieces of household appliances mixed with this waste, which makes it difficult to processing. Some of the waste is toxic and cannot be recycled, and experts recommend that it be disposed of at landfills. An example is carcinogenic asbestos and slate made from it.

Despite the complexity of the disposal of the remnants of the destruction, it will be carried out, and there are several reasons for this. First, it is to protect the environment from the accumulation and man-made impact of and secondly, economic feasibility.

When processing waste concrete into crushed stone, energy costs are 8 times lower than those for mining natural crushed stone, transport and other costs are minimised, so the cost of concrete made from recycled crushed stone is reduced by 25 %.

The entire construction waste recycling cycle should consist of several stages. The first is mandatory sorting, the quality of which determines the fate of each component. This significantly reduces the amount of waste that is incinerated or taken to landfill. The next step is to conduct laboratory tests with the involvement of specialists of specialised companies to identify ways to reuse each group of recyclables, as well as the technology for their storage and accumulation. The next step is to develop technologies for processing of certain types of raw materials, selection of equipment and additional equipment, search for manufacturers and suppliers, and preliminary economic calculations. Only after the successful completion of these stages, it is possible to develop a project for a suitable landfill for for the collection and processing of a particular type of waste and further steps to

organise production. Such enterprises are essential for our country. Given the existing and possible amount of construction waste, it should not be just one landfill or a few small ones, as it is today, but a whole processing industry. This will make it possible to free up large areas from landfills, preserve the environment, save natural resources, reduce the cost of construction materials, and create new jobs.

Динік Михайло, ст., *Мальований Мирослав, д.т.н., професор*

Національний університет «Львівська політехніка»

ІНФРАСТРУКТУРА ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Основними утворювачами твердих побутових відходів (ТПВ) на Львівщині від населення є місто Львів та великі міста обласного значення (Дрогобич, Червоноград). Кількість утворених відходів у цих населених пунктах значно переважає кількість відходів, що утворюються в окремих районах. Територія Львівської області має чітке районування – кількість відходів, що утворюють мешканці сіл, переважає в південно-західних районах (Сколівський, Турківський, Старосамбірський, Самбірський, Дрогобицький, Стрийський). У північних регіонах області показник утворення відходів між сільським та міським населенням є паритетним або з переваженням кількості відходів від міського населення.

Морфологія ТПВ від населення в районах не має системного вивчення та прийнята на основі одиничних досліджень, що проведені в Жовківському (2017 р.), Радехівському, Сокальському і Стрийському районах (2011 р.). На основі отриманої інформації неможливо встановити динаміку зміни кількості корисних фракцій побутових відходів в часі, оскільки вони проведені за різними методиками визначення морфологічного складу. Найбільш стабільним показником є складова харчових відходів, що вказує на високий вміст у ТПВ від населення міста органічних фракцій, здатних до біорозкладу.

Інфраструктура поводження із ТПВ від населення складається з інфраструктури збору, перевезення відходів та інфраструктури роздільного збору. На території Львівської області роздільний збір ТПВ здійснюється частково, шляхом встановлення у населених пунктах контейнерів для збору корисних фракцій відходів (пластик, скло, папір), що розташовані на контейнерних майданчиках. Сміттесортувальні лінії, встановлені на території Львівської області, орієнтовані на роздільну сепарацію побутових відходів змішаного стану.

До об'єктів інфраструктури та основних технологій поводження із ТПВ на Львівщині відносяться:

- система збору та перевезення ТПВ. Застосовуваний метод – збирання побутових відходів від населення, що накопичуються на контейнерних майданчиках, та перевезення відходів.

- система організації роздільного збору в населених пунктах. Застосовуваний метод – встановлення окремих контейнерів для корисних фракцій в межах контейнерних майданчиків.

- система організації роздільного збору на сміттесортувальних станціях. Застосовуваний метод – сортування змішаних відходів на конвеєрі ручним відбором корисних фракцій.

Основним заходом для попередження потрапляння на полігони відходів, придатних для рециклінгу та відновлення, є практика впровадження роздільного збору утворених відходів.

Згідно проведеного SWOT-аналізу найбільш сильними сторонами існуючої системи управління відходами є існування в Львівській області діючих програм у сфері поводження із ТПВ; існування розробленої та затвердженої документації на будівництво сміттєпереробного комплексу для м. Львів – основного утворювача відходів в регіоні; налагоджена система збору та перевезення відходів; досвід роботи учасників системи поводження з відходами в умовах «сміттєвої кризи».

Найбільш слабкими сторонами системи управління відходами у Львівській області є перевантаженість та ненормативне обслуговування існуючих об'єктів захоронення (утилізації ТПВ); недостатня нормативно-правова база управління відходами; недосконалість інституційної структури управління ТПВ (відсутність центрального органу управління) та недостатнє фінансування муніципальних програм у сфері поводження з ТПВ.

Дудзік О.Ю., ст., *Вронська Н.Ю., к.т.н., доцент*

Національний університет «Львівська політехніка»

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Тверді побутові відходи складають найбільшу частину відходів споживання. Склад твердих побутових (комунальних) відходів у містах різноманітний й залежить від сезону та розташування населеного пункту. До основних складових твердих побутових відходів відносяться: папір (газети, офісний папір) і картон (упаковка) – 40%; харчові (органічні) відходи, скло (склобій), метал (частини технічних приладів та алюмінієві банки), пластик (пакети, посуд, іграшки, електроприлади) – 30%; дерево та гума (автопокришки) – 20%; текстиль, листя та інші відходи – 10%.

Внаслідок швидкого зростання чисельності населення споживання ресурсів також неухильно збільшується. А споживання як відновлюваних, так і невідновлюваних ресурсів супроводжується збільшенням кількості твердих побутових відходів. В результаті зростають сміттєзвалища, збільшується забруднення водойм.

Методи знешкодження і переробки ТПВ за кінцевою метою поділяються на: ліквідаційні (повна трансформація відходів на складові речовини); утилізаційні (часткова трансформація відходів з метою подальшого використання).

За технологічним принципом методи переробки ТПВ можна поділити на наступні види: біологічні (компостування, отримання біогазу, вермікомпостування); термічні (спалювання, піроліз, газифікація); хімічні (гідроліз); механічні (брикетування, сортування); комбіновані.

Але найбільшого поширення набули наступні методи: складування на полігонах; спалювання та компостування.

Завдяки застосуванню інноваційних технологій для переробки твердих побутових відходів можна отримувати затребувану цінну сировину, енергію і паливо зі звичайних відходів та сміття, ефективно вирішуючи при цьому проблему забруднення навколишнього середовища.

Єрмоленко Д.Д., ст., Крот О.П., д.т.н., професор

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПОЛТАВИ

При проектуванні систем управління твердими побутовими відходами (ТПВ) спираються на їх властивості, швидкість генерації та на відсотковий вміст різних фракцій відходів. Цей параметр називають морфологічним складом відходів і визначають шляхом сортування та визначення масової частки кожної фракції окремо. Морфологічний склад відходів району Полтави з великою щільністю населення складається з: органічні відходи – 29 %; папір, картон – 9 %; пластик – 13 %; скло – 15 %; чорні, кольорові метали – 0,8; одяг (текстиль і взуття) – 3,5; дерево – 0,4; небезпечні відходи – 0,5; шкіра, гума – 1,8; мінеральний залишок – 27%. У роботі [1] проаналізовано результати інвентаризації діючих звалищ і полігонів ТПВ на території Полтавської області. Утилізація відходів передбачає їх використання як вторинних матеріальних або енергетичних ресурсів. Утилізація міських відходів та стоків може дати значну додаткову кількість енергії. Приблизно 73 % відходів відноситься до горючих

матеріалів, з яких 39 % має біологічне походження. До них відносяться папір, харчові та тваринні відходи. Якщо розглядати морфологічний склад ТПВ Полтави, то для їх використання в якості енергетичного ресурсу існує декілька шляхів. Піроліз – процес термічного розкладання речовини без доступу повітря, при температурі від 350 до 600 °С. Біопаливо, отримане піролізом, може замінити мазут або дизельне паливо, наприклад, в котлах.

Газифікація є проміжним процесом між піролізом та спалюванням, оскільки включає часткове окислення відходів. Необхідно зазначити, що процес газифікації потребує постійного нагрівання та чіткого підтримування температурного діапазону на кожній стадії процесу. В іншому випадку процес буде нестабільним.

Спалювання – контрольований процес окиснення твердих, пастоподібних або рідких органічних горючих відходів, який супроводжується виділенням значної кількості теплової енергії. Теплотворна здатність відходів Полтави складає 20 МДж.

Перспективним напрямком отримання енергії з відходів є виробництво біогазу. Вимогами до зброджувальної сировини є придатність для розвитку метаноутворювальних бактерій, а саме: наявність органічної речовини, що біологічно розкладається, достатній вміст води (90–94 %), відсутність речовин, які перешкоджають розвитку мікроорганізмів, та наявність нейтрального середовища.

Важливою умовою виробництва біогазу є підтримання постійного температурного режиму зброджувального субстрату. На полігоні відбуваються біологічні, хімічні та фізичні процеси біорозкладання відходів з утворенням фільтрату та газоподібних речовин.

Тверді побутові відходи, ТПВ, компоненти, придатні для процесів біоконверсії: сміття (харчові відходи), вироби з паперу та дворові відходи за вмістом у них целюлози. Усі методи біохімічної конверсії (анаеробне зброджування, компостування) використовують органічну фракцію відходів.

При розкладанні органічної речовини в анаеробних умовах утворюються кінцеві продукти, що включають такі гази, як метан (CH_4), двоокис вуглецю (CO_2), невелика кількість сірководню (H_2S), аміак (NH_3) та деякі інші.

В результаті аналізу морфологічного складу ТПВ ми визначили, що перспективним напрямком «енергії з відходів» є збродження їх органічної частини за для отримання метану.

Список використаних джерел:

1. Ю. С. Голік, О. Е. Ілляш, М. В. Білоус. Субрегіональна стратегія поводження з твердими побутовими відходами для Полтавської області. *Екологічна безпека*. 2017. №1/(23), С. 20-25.

Залогіна С. М., ст., *Лежнева О. І., к.т.н., доцент*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОЦІНКА КАВОВОЇ ГУЩІ ЯК ВТОРИННОГО РЕСУРСУ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Кава є невід'ємним атрибутом повсякденного життя більшої частини населення світу. Споживання натуральної кави призводить до утворення декількох типів відходів, серед яких цінним ресурсом є кавова гуща. Здається, що кавова гуща, як органічні відходи, не надає великої шкоди навколишньому середовищу, адже вона здатна розкластися за не тривалий період приблизно 2,5 роки. Однак в сучасних умовах потрапляючи на полігони кавова гуща роками лежить між пластами іншого сміття навіть без початку біодеструкції. Тому доцільно розглядати вторинне використання кавової гущі за різними напрямками.

В Україні наразі існує велика проблема з утилізацією органічних відходів – їх заборонено вивозити на смітники, але цією заборonoю нехтують майже усюди.

На даний час використання кавової гущі як ресурсу майже відсутнє. Бізнес тільки починає розглядати гущу як ресурс (рис. 1).

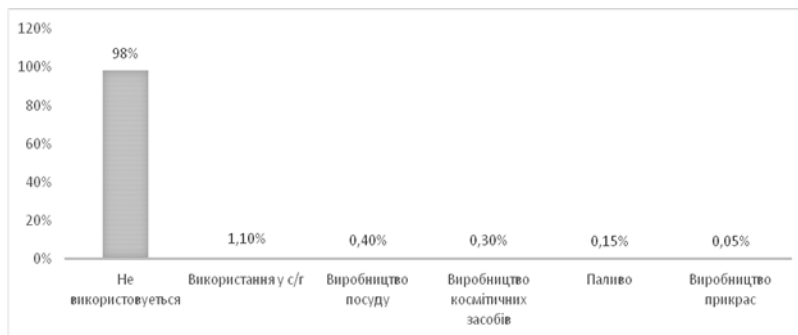


Рисунок 1 – Використання кавової гущі як вторинного ресурсу в Україні [1]

В ході роботи, проаналізовано ринок кави та кавових продуктів у місті Харкові та з'ясовано, що насиченість ринку даним товаром досить велика. На ньому представлені марки як вітчизняних так і закордонних виробників. в Харкові стрімко розвивається культура споживання кави в спеціалізованих закладах – кав'ярнях, про що свідчить їх чисельність в нашому місті.

Розглянуто найвідомішу торгівельну точку, а саме кав'ярню Aroma Kava міста Харкова. Aroma Kava – це найбільша українська мережа кав'ярень, заснована у 2013 році. Заклад знаходиться в 45-ти містах України. Також проаналізовано приблизні об'єми відходів кавової гущі, що накопичуються щодня. Кількість кавової гущі, яка утворюється за добу становить близько 7,5–8 тонн.

Одним із заміників викопного палива є біодизель – алкіловий ефір жирних кислот, одержаний шляхом переетерифікації гліцеридів.

Використання біодизелю – це один з інноваційних напрямів ресурсозбереження та забезпечення енергетичної безпеки країни. До переваг використання такого палива можна віднести: а) зменшення викидів в атмосферу сірчаного ангідриду; б) зниження вкладу у парниковий ефект; в) нижча концентрація шкідливих речовин у вихлопних газах та інші.

Звісно ж, що існують і недоліки, але вони не такі суттєві, якщо мова йде про збереження навколишнього середовища.

Наукова новизна роботи полягає в пропозиції щодо підходу виробництва біодизелю без додаткового насадження ріпаку та соняшнику.

Список використаних джерел:

1. Кретов З.С., Піклов С.О. Ринок кави: тенденції в Україні / Кретов З.С., Піклов С.О. – К.: Форум, 2018.– 194с.
2. Біопаливо. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Біопаливо> (дата звернення: 25.03.2023)

Івченко В.Ю. ст., *Рибалка І.О., к.б.н., ст. викладач*

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

ВІДХОДИ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА ЯК СУБСТРАТ ДЛЯ БІОГАЗУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО ЕКВІВАЛЕНТУ ІНШИМ ПАЛИВАМ

Урбанізовані території характеризуються утворенням побутових відходів та стічних вод. Здавна, ще в XVII ст. до нашої ери, люди почали використовувати органіку для виробництва з неї горючої суміші газів для власних потреб. Були зафіксовані окремі випадки використання примітивних біогазових установок в Ассирії, Персії, Індії та Китаї. Біогаз є сумішшю газів (CH_4 40–70 %, CO_2 25–45 % та ін.), що утворюється в ході анаеробного розкладання органіки. Під час виробництва біогазу використовують змішані субстрати, які можна доповнити відходами й осадом стічних вод. Їх використання дозволить вирішити проблему переробки комунальних органічних відходів, зменшити залежність від викопних видів палива, а також отримати (зокрема з побутових відходів) дигестат – високоякісне органічне добриво, що багате на С, N, P, K та мікроелементи – Cu, Mn, Mg, Fe, S, Co.

Метою роботи є визначити вихід метану з органічних відходів та осаду стічних вод, а також розрахувати еквівалент біогазу до трьох популярних видів палива.

У таблиці 1 відображено дані про вихід біогазу з 1 тонни досліджуваних субстратів [1], на основі яких ми розрахували вихід метану у $\text{M}^3/\text{T}_{\text{свіжої маси}}$.

Таблиця 1 – Вихідні дані для визначення виходу метану [1]

Субстрат	Вихід біогазу, м ³ /Тсвіжої маси	Вміст метану, %
Органічні відходи	123	60
Осад стічних вод	15	51

Для органічних відходів він дорівнює 73,8 м³/Тсвіжої маси, а для осаду стічних вод – 7,65 м³/Тсвіжої маси. З урахуванням цих показників, щоб отримати 1 м³ метану нам необхідно 13,55 кг органічних відходів або 130,72 кг осаду стічних вод, що розраховано як відношення одиниці об'єму свіжої маси у кг до отриманого показника виходу метану у м³/Тсвіжої маси.

Використовуючи дані з табл. 1 про вміст метану, ми також отримали теплотворну здатність (далі – ТЗ) біогазу. Це є добуток ТЗ метану (13,8 кВт·год) на вміст метану в біогазі для обраного субстрату. Еквівалент біогазу іншим паливам визначено як відношення ТЗ обраних популярних палив [2] до ТЗ біогазу, що розраховували для кожного досліджуваного субстрату (табл. 2).

Таблиця 2 – Еквівалент біогазу до інших палив

Субстрат	Паливо					
	Біогаз		Кам'яне вугілля	Природний газ	Мазут	
	Вміст CH ₄	ТЗ, кВт·год	7,5	9,3	11,2	
Органічні відходи	60%	,28	1 м ³	Еквівалент		
Осад стічних вод	51%	7,04		0,91 кг	1,13 м ³	1,36 л
				1,07 кг	1,33 м ³	1,60 л

Отже, біогаз, вироблений з органічних відходів, може замінити кам'яне вугілля та природний газ, а з осаду стічних вод – кам'яне вугілля. Даний висновок зумовлений тим, що показник еквівалента біогазу більший або дорівнює еквіваленту популярного палива.

Список використаних джерел:

1. Виробництво і використання біогазу в Україні: підручник. 2012. – 74 с.
2. Таблиця теплотворності. *Альфа Інвест*. URL: <https://a-invest.com.ua/aktualno/tablitsa-teplotvornosti> (дата звернення: 28.03.2023).

СОРТУВАННЯ ПОБУТОВОГО СМІТТЯ В УКРАЇНІ

Зважаючи на те, що за останні десятиліття суттєво змінився склад побутового сміття (раніше це були, в основному, органічні рештки, а сьогодні – пластик та інші синтетичні вироби, скло, метал, дерево і папір, елементи живлення) та зросла його кількість – одна людина за рік викидає до 400 кілограм сміття, тому щорічно в державі його накопичується до 50 мільярдів кубометрів.

Для захоронення такої кількості сміття потрібно більше площ земельних ділянок під полігони та сміттєзвалища твердих побутових відходів, налагодження чіткої системи організації його збирання та своєчасної утилізації, створення умов роздільного збирання сміття.

Актуальність роздільного збору сміття полягає у зменшенні обсягів утворення відходів та захороненні їх на полігоні, як наслідок зменшення негативного впливу відходів на довкілля і здоров'я населення. Також роздільний збір сміття дозволяє збільшити використання вторинної сировини, яка є в складі твердих побутових відходів. Тому що, якщо не почати приділяти більше уваги питанню сортування сміття, це загрожуватиме тільки екологічними та епідеміологічними небезпеками – забруднення довкілля шкідливими відходами, але й до швидкого вичерпання корисних копалин.

Крім того, при горінні сміття у повітря потрапляють небезпечні для здоров'я хімічні речовини – окисли азоту, сірчисті та токсичні органічні сполуки, важкі метали. Органічні відходи сприяють розмноженню хвороботворних мікроорганізмів та паразитів, різноманітних гризунів, мух та інших комах, є кормом для диких та безпритульних тварин, кліщів. Усі вони є переносниками багатьох небезпечних інфекційних хвороб.

Щоденно, щохвилини людство продукує все більше і більше сміття,

засмічує планету різноманітними відходами, тим самим негативно впливаючи на екологічну ситуацію та навколишнє природне середовище, що в результаті має шкідливий вплив на здоров'я населення.

В першу чергу необхідно говорити про побутові відходи. Проблема утилізації сміттєвих відходів дуже актуальна в Україні. Домінуючим способом поводження з побутовими відходами залишається їх вивезення та захоронення на полігонах та сміттєзвалищах. Єдиний вихід – всім громадянам більш свідомо ставитися до утилізації сміття та його сортувати.

Базовим поділом відходів є розділення на сухі та вологі. Сухі (неорганічні) або тверді побутові відходи (ТПВ) включають папір, картон, скло, бляшанки тощо. Вологі, або органічні відходи, це шкірки від овочів, залишки їжі, листя, трава і подібне. Головні проблем відсутності розповсюдженого сортування вторсировини в Україні:

1. Неінформованість у темі сортування мусора, відсутність навичок.
2. Також більшість населення навіть не має уяви, наскільки багато шкоди несуть полігони і сміттєзвалища. Вони виділяють десятки шкідливих речовин. Ключові з яких: CO₂ і метан, які летять в повітря, яким ми дихаємо. Також полімери, складні метали, ртуті, які в складі високотоксичного фільтрату проникають в ґрунтові води, через що мешканці міст вже давно вживать воду з мікропластиком, якщо ви п'єте з крану.

Тому чим більше ми будемо знати про ризики небезпеки та розуміти всю шкоду, населення буде більш мотивоване.

РИЗИКИ, ЩО ПОСТАЛИ ПЕРЕД РЕГІОНАМИ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

За даними статистики в Україні за 2021 рік утворилось понад 51 млн м³ побутових відходів, або понад 10 млн тонн, які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею близько 9 тис. га. Майже 79 % населення було охоплено послугами з вивезення побутових відходів. Завдяки впровадженню, в 1 725 населеному пункті роздільного збирання побутових відходів, роботі 34 сміттесортувальних ліній, 1 сміттєспалювального заводу і 3 сміттєспалювальних установок, перероблено та утилізовано близько 7,64 % побутових відходів. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становила 230 од. (3,8 %), а 824 од. (13,8 %) не відповідали нормам екологічної безпеки. Потреба у будівництві нових полігонів складала 288 од. У 2021 році було виявлено 26,8 тис. несанкціонованих звалищ (площею 0,6 тис. га.), з них ліквідовано 25,5 тис. [1].

Збройна агресія РФ проти України призвела до подальшого погіршення стану сфери поводження з побутовими відходами, а саме: неможливості надання послуг з вивезення побутових відходів на окупованих територіях, територіях, де ведуться бойові дії; втрати, пошкодження або руйнування засобів та об'єктів поводження з відходами (полігонів, сміттєзвалищ, сміттесортувальних заводів, сміттєвозів, контейнерів тощо); перевантаженості західних регіонів з урахуванням тимчасово переміщених осіб; заборгованості за послуги від населення, що виїхало за кордон; скорочення штату підприємств надання послуг внаслідок мобілізації або виїзду за кордон.

Ситуація, яка склалася з накопиченням, скороченням перероблення, утилізації та належного захоронення побутових відходів становить серйозну загрозу для здоров'я людей та навколишнього середовища. Лише незначна

частка побутових відходів, що має значний ресурсний та енергетичний потенціал, піддається переробці.

В умовах сьогодення, занепокоєння викликають відходи руйнації, будівництва і знесення, що утворилися та накопичились в Україні.

Згідно Регламенту (ЄС) № 305/2011 Європейського парламенту та Ради від 09.03.2011 р., що встановлює гармонізовані умови для розміщення на ринку будівельних виробів та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС, будівлі та споруди повинні бути запроектовані, побудовані і знесені таким чином, щоб використання природних ресурсів було раціональним і забезпечувало, зокрема: можливість повторного використання або переробки конструкцій будівель і споруд, їх матеріалів і частин після знесення; довговічність будівель і споруд; можливість використання екологічно сумісних сировинних і вторинних матеріалів у будівлях і спорудах.

В Україні відсутні механізми практичної реалізації цієї вимоги. В нашій державі немає спеціалізованих полігонів для захоронення будівельних відходів. Ці відходи потрапляють на звалища або несанкціоновані сміттєзвалища. Після відновлення територій, які зазнали ракетно-артилерійського ураження, будуть утворюватися додатково великі обсяги відходів будівництва і знесення.

Ризики, що постали перед регіонами на шляху покращення становища поводження з відходами руйнації, будівництва та знесення пов'язані: з відсутністю достатньо кваліфікованого кадрового забезпечення; з відсутністю/недосконалістю нормативно-правового регулювання; з відсутністю інфраструктури і технології для збирання, оброблення та перероблення; зі значним обсягом відходів; з наявністю небезпек внаслідок бойових дій; з обмеженістю фінансових ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Міністерство розвитку громад та територій України. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2021 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2021-rik/> (дата звернення 01.04.2023)

Саул-Гоце Д.К. ст., Сич Р.С. ст., Пасічник Р.В. ст., *Л.В. Сухомлін, к. е. н, доцент*
Національний аерокосмічний університет
ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

ВИЯВЛЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОМИЛОК МЕЖ ПОЛІГОНІВ СМІТТЄЗВАЛИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАНИХ ДЗЗ

Значна кількість інформативних геоданих, що візуалізовані на публічних графічних ресурсах мають відмінності, неточності, а інколи, і помилки у межах одних і тих же територіальних об'єктів. Виявлення та ліквідація зазначених проблем і визначила предмет дослідження, що базується на формуванні і застосуванні сучасних методів пошуку помилок різного типу з використанням геоінформаційних технологій та даних ДЗЗ. Дослідженнями охоплювалися земельні ділянки твердих побутових відходів (ТПВ), а саме сміттєзвалищ, на території Харківської області, що додані до Державного земельного кадастру (ДЗК) та візуалізовано на Публічній кадастровій карті України.

Метою роботи є підвищення можливостей первісної перевірки та мінімізація помилок при внесенні інформації до реєстраційних систем, або своєчасне виявлення порушення при веденні ДЗК зумовленої недбалістю чи неправомірними діями юридичних (фізичних) осіб.

Інтеграція баз даних кадастрів є сучасною вимогою взаємодії просторових даних у єдиному цифровому просторі і можлива лише за умови їх ведення на одному просторовому базисі, єдиній системі ідентифікації, класифікації, стандартизації об'єктів та їх обліку. Саме цей принцип і дає максимальні можливості мінімізації помилок у різномірних геоінформаційних джерелах.

Проблематика знаходження та ведення контролю даних за полігонами ТПВ у Харківській області полягає у наступному:

1. Пошук актуальних та максимально наближених до істини вхідних даних ДЗЗ (космічних знімків), що відповідають вимогам: знімки мають бути

орієнтовними у просторі, мати актуальні дати для обробки (дата знімання – не більше ніж рік), знімки мінімальної хмарності та засніженості (хмарність – не перевищує 10 відсотків, засніженість мінімальна або відсутня);

2. Формування бази геоданих (графічного та семантичного виду). Інформація візуалізована на Публічній кадастровій карті, наявні мережі інфраструктури, зони обмежень та обтяжень, данні XML файлів на земельні ділянки, ін.

3. Візуалізація даних та результатів обробки у вигляді тематичних карт, побудови графіків, залежностей, діаграм, формування прогнозних трендів.

Відкриті до використання дані супутникового знімання найчастіше представлені на сайтах CopernicusOpenAccessHub, EO Browser, NASA Earthdata Search. Дані завантажуються у програми обробки і дозволяють вести розрахунки з просторово-орієнтованими об'єктами в метричній чи геодезичній системах координат, що дає змогу оцінити порушення через рекогносцювання космічного знімка.

Аналіз досліджуваних об'єктів визначив, що найбільш поширеними помилками є відсутність, або невідповідність відображення меж ділянки ТПВ на Публічній кадастровій карті. Визначити, або знайти такі полігони можливо лише за умови актуальних супутникових знімків чи наявності карт створених спільнотою ГІС користувачів. За деякими полігонами ТПВ у графі «Власник» відсутня будь-яка інформація, що унеможлиблює ідентифікацію об'єкту. Також знайдено полігони, площі яких значно перевищують фактичні дані зазначені у документами, а самі полігони незаконно розростаються на суміжні земельні ділянки.

Одним з таких полігонів ТПВ є полігон поблизу с. Піски, Валківської ОТГ Харківської області. За допомогою електронного ресурсу OpenStreetMap (OSM) було визначено місцезнаходження об'єкту (рис. 1). За порівнянням полігонів, що надані на сайтах, межі ділянки не співпадають. Сучасні програмні продукти, такі як ArcGis, Digital, AutoCad дозволяють визначити межі полігону та розрахувати площу з високою точністю. Точність Базової Карті ArcGIS

Online World Imagery – 1 м на піксель; точність складеного ортофотоплану на основі знімків Sentinel-2 (липень 2021 р.) 15 м на піксель; точність класу просторових даних за попередньою векторизацією районів та адміністративних меж Харківської області – 0,5 – 1 м на піксель.

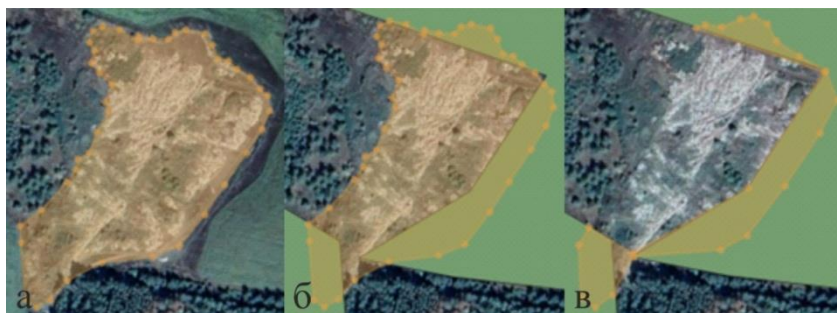


Рисунок 1 – Полігон ТПВ поблизу с. Піски, Валківської ОТГ Харківської області: а – фактична площа за даними ДЗЗ; б – накладання даних ДЗЗ та Публічної кадастрової карти; в – визначення меж невідповідності

Наведені на рис. 1 дані полігону ТПВ з різних графічних джерел вказують на просторові порушення меж земельної ділянки. За офіційними матеріалами ліцензія на формування об'єкту даного полігону ТПВ видана на площу – 19 000 м². Фактична ж площа визначена за супутниковим знімком склала – 35 992,38 м² (рис. 1 а.), що перевищує на 16 992,38 м².

Висновки: візуалізація геопросторових даних, співставність показників різних систем, пошук помилок та порушень у межах територіальних об'єктів залишається однією з найважливіших проблем фіксації, моніторингу та управління територіями на сучасному етапі. Виконані дослідження в програмному забезпеченні ArcGIS 10.8 з використанням даних обмінних файлів формату .XML та супутникових знімків Sentinel-2 дало змогу сформуванню сучасні методологічні підходи та практичні напрацювання пошуку і ліквідації помилок меж ділянок ТПВ.

Список використаних джерел:

1. Міжнародний веб-сайт, відкриті картографічні дані OpenStreetMap. URL : <https://www.openstreetmap.org/#map=17/49.82955/35.67648> (дата звернення 15.04. 2023)

2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів URL: <https://ecomapa.gov.ua/>
(дата звернення 15.04. 2023)

Татомир Ю.Р., ст., *Петрушка К.І., к.т.н., доцент*
Національний університет «Львівська політехніка»

НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

Важкі метали присутні у ґрунті як природні домішки, а причини підвищення їхньої концентрацій пов'язані з діяльністю людини. Упродовж останніх десятиліть у зв'язку з бурхливим розвитком промисловості спостерігається значне зростання їхнього вмісту у біосфері, атмосфері та гідросфері, тому нині вони є одним із пріоритетних забруднювачів земельних ресурсів. В умовах інтенсивного антропогенного впливу надходження важких металів у агроєкосистему перевищує її захисні (буферні) властивості. Це призводить до зниження врожайності та якості продукції рослинництва, робить її небезпечною для людей і тварин.

Термін «важкі» застосовують для металів, питома вага яких перевищує 5 г/см^3 , або атомний номер більше 20, хоча існує й інше визначення, за яким до важких металів належить понад 40 хімічних елементів із атомною масою вище 50 ат. од.

Забруднення важкими металами, в основному, має локальний характер. Найбільше забруднені території зустрічаються поблизу промислових центрів, великих виробництв, будови транспортних магістралей.

Потрапляючи у ґрунт, важкі метали постійно мігрують, переходячи в ту, чи іншу форму хімічних сполук. Їхня частина піддається гідролізу, інші можуть утворювати важкорозчинні сполуки та закріплюватися у ґрунтового середовищі. У ґрунті важкі метали можуть знаходитися у трьох станах: необмінному, обмінному, водорозчинному. Причому в процесах акумуляції та трансформації металів приймають участь всі види поглинальної здатності ґрунтів.

Рослини, як і всі живі організми, можуть протидіяти підвищенню концентрації важких металів лише до певної межі. А подальше збільшення їхньої концентрації веде до пригнічення і загибелі живих організмів. Наслідком накопичення важких металів у верхніх шарах ґрунту є збіднення видового складу рослин та мікроорганізмів і погіршення умов росту та розвитку культурних рослин.

Забруднення ґрунту є результатом господарської діяльності у минулому і зараз.

Найчастіше ґрунт забруднюється сполуками металів та органічними речовинами, олівами, дьогтем, пестицидами, вибуховими й токсичними речовинами, радіоактивними, біологічно активними горючими матеріалами, азбестом та іншими шкідливими продуктами. Джерелом цих сполук найчастіше є промислові або побутові відходи, захороненні у визначених місцях, або ж несанкціонованих звалищах.

Досить небезпечним є забруднення ґрунту важкими металами такими, як ртуть, кадмій, свинець, хром, мідь, цинк і миш'як (арсен).

Важкі метали є токсичними і перешкоджають активності мікрофлори ґрунту. Їх концентрація у ґрунті може зберігатися впродовж десятиліть і навіть століть.

Зменшення обсягів викидів важких металів – найбільш доступний спосіб обмежити їх вплив на ґрунти. Навіть якщо кількість автомобілів збільшується, то у випадку використання бензинів без шкідливих домішок), можна зменшити викиди свинцю.

У Центральній і Східній Європі промислові викиди сполук важких металів все ще залишаються значними.

Запровадження комплексних заходів, що обмежують підкислення ґрунту, можуть ефективно скоротити викиди важких металів. Кількість важких металів у ґрунті може бути зменшена шляхом використання добрив із низьким вмістом металів, заміни неорганічних пестицидів органічними продуктами, а також застосуванням інших методів.

Трубіцина Ю.О., ст., Хандогіна О. В., к.е.н.

Харківський національний університет міського господарства ім.О.М. Бекетова

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗМЕНШЕННЯ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ

Незважаючи на зусилля, направлені на реформування системи управління відходами, розроблення стратегій на основі сучасних міжнародних підходів, утворення відходів не зменшується, про що свідчить, зокрема, проведений аналіз динаміки утворення відходів за 2010 – 2020 роки за даними інформації Державної служби статистики (ДСС) (рис. 1).

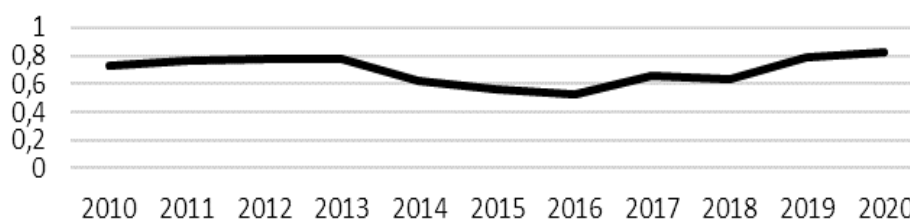


Рисунок 1 – Динаміка утворення відходів I–IV класів небезпеки (тис. т) в перерахунку на кв.м. території [1]¹

Як видно з рисунку, незважаючи на деякий спад, пов'язаний, ймовірно, з економічною кризою, вже з 2018 року почалось зростання питомої кількості утворення відходів. Можна припустити, що 2020–2021 роки, на які припали числення обмеження, спричинені пандемією, а також 2022 – 2023 роки, протягом яких триває повномасштабне вторгнення рф в Україну, призведуть до значних, слабо передбачуваних, змін в кількості утворення відходів, але з графіка видно, що за нормальних умов кількість відходів буде тільки зростати без докорінних змін в самій системі управління відходами.

¹ За 2010-2013 роки дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, за 2014-2020 рр. також без частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях

Запобігання утворенню відходів є найвищим пріоритетом ієрархії відходів та допомагає економити сировину та ресурси, зокрема, забезпечивши перехід до стійкого сільського господарства, впровадження технологій більш чистого виробництва в промисловості та припинення надмірного споживання.

Для розробки заходів, направлених на зменшення утворення відходів, доцільно, на наш погляд, в першу чергу розглянути найбільш багатотоннажні. Так, за даними ДСС [1], найбільше в 2020 році утворювалось таких відходів:

- відходи розроблення кар'єром руди залізної (271 550 тис. т);
- шлам та «хвости» збагачення руд залізних (79 493 тис. т);
- відходи (породи гірські, земля), що утворюються під час проведення розкривних робіт у процесі створення шахт (копалень) та кар'єрів (31 130 тис. т);
- відходи збагачення вугілля, переробленого на збагачувальних та брикетних фабриках (8 894 тис. т);
- залишки (пил, крихти, уламки) видобування вапняку в кар'єрах (6 652 тис. т).

Отже, лідером з утворення відходів є гірничо-збагачувальна галузь, яку можна розглядати як таку, де впровадження технологій, спрямованих на запобігання утворення відходів та якнайбільше їх перероблення у випадку утворення є доцільним.

Проаналізувавши досвід Європейського Союзу [2], можна надати рекомендації для покращення ситуації в Україні, зокрема:

- оптимізація процесів видобутку шляхом посилення ролі етапу розвідки та проектування, спрямованого на запобігання утворенню відходів;
- оптимізація способів транспортування таких відходів – призводить до більш ефективного використання енергії та зменшення навантаження на довкілля;
- ефективне сортування руди та селективне її перероблення, а також ефективне використання видобутих матеріалів.

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики. Економічна статистика / Навколишнє природне середовище. – URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 05.04.2023)
2. Study supporting the elaboration of guidance on best practices in the Extractive Waste Management Plans. Final Report. – URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/mining-waste_en (дата звернення: 05.04.2023)

Філоненко О.О., ст., Жукова В.С., к.т.н., доцент

КПІ імені Ігоря Сікорського

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД ТА ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ

Україна, як і багато інших країн, стикається з проблемою забруднення довкілля, однією з причин цього явища є утворення великої кількості відходів, що надходять від промисловості, а також з очисних споруд. Для зменшення впливу цих відходів на довкілля, необхідне ефективне управління ними, а також знаходження альтернативних способів їх переробки.

Метою даної роботи є аналіз застосування анаеробного зброджування та можливих варіантів компонування осадів стічних вод з іншими субстратами, що дозволить ефективно використовувати відходи та додатково отримувати біогаз.

Анаеробне зброджування вважається екологічно чистою технологією для різних відходів, в тому числі може бути використано для утилізації та енергоефективного управління осадами стічних вод. Було встановлено, що оптимальна температура процесу залежить від типу мікроорганізмів, що здійснюють процес анаеробного зброджування, та може коливатись від 20 до 65 °С у більшості випадків оптимальна температура знаходиться в діапазоні 30–40 °С [1,2].

Оптимальний рівень рН для процесу зазвичай знаходиться в діапазоні 6,5–8,5. При цьому показник рН повинен знаходитися на стабільному рівні, оскільки коливання можуть негативно впливати на ферментативну

активність мікроорганізмів. Розглядаються різні способи підтримання стабільного рН, зокрема, застосування засобів буферизації, таких як гідрокарбонати, фосфати, амінокислоти та інші [2, 3].

Для досягнення максимального виходу біогазу важливим є оптимальне співвідношення вмісту субстратів, яке може бути досягнуте шляхом змішування різних видів субстратів. Завдяки розвитку технологій, дедалі більша увага приділяється дослідженню можливості додавання до осаду різних домішок з метою забезпечення додаткових джерел харчування для мікроорганізмів. Це сприяє підвищенню вихідних показників біогазу та сприятливо впливає на екологічну ситуацію в світі. Велика кількість відходів, що утворюється щорічно по всьому світу, можуть мати потенціал для отримання біогазу. Зокрема, проводяться дослідження з використанням різних рослинних ко-субстратів, що є сільськогосподарськими відходами, такі як солома, стебла кукурудзи, пшениці, сої, рапсу та ін. Наприклад, спільне зброджування осаду стічних вод з стеблами кукурудзи може збільшити виробництво біогазу від 30 % до 44 % в порівнянні з осадом стічних вод без додаткових ко-субстратів. Також дослідження демонструють, що при додаванні 20 % соломи до осаду стічних вод виробництво біогазу підвищується на 47 %, а при використанні попередньої обробки соломи (наприклад, подрібнення) можна досягнути підвищення виробництва біогазу на 60 % [4, 5]. Крім того, було встановлено, що оптимальне співвідношення відходів залежить від їх типу та вмісту в реакторі [6]. У рамках вивчення можливості додавання відходів харчової промисловості як ко-субстратів було встановлено, що оптимальне співвідношення субстратів для отримання максимальної кількості біогазу може складати, наприклад, 75 % осаду стічних вод та 25 % відходів продуктів харчування. Біогаз, отриманий з такого співвідношення, містить понад 60 % метану. Як ко-субстрати можливо використовувати відходи фруктових та овочевих виробництв, такі як обрізки, насіння та шкаралупа, м'ясопереробної промисловості, такі як кістки, шкури, відходи молочної промисловості, такі як сироватка та білкові концентрати, відходи пивоваріння та виноробства, такі як

зерно, дріжджі та виноградні шкірки, кулінарного виробництва, такі як жир, борошно та олія [7].

Таким чином використання методу анаеробного зброджування дозволяє ефективно утилізувати надлишковий активний мул, відходи, зменшити викиди парникових газів. Спільне анаеробне зброджування осадів стічних вод та відходів є ефективним методом зменшення витрат на утилізацію відходів і шляхом отримання біогазу, який може бути використаний для заміни викопного палива, з метою зменшення залежності від нього.

Список використаних джерел:

1. Smurzyńska, Anna & Kozłowski, Kamil & Cieślik, Marta & Brzoski, Michał & Chełkowski, Dawid & Mazurkiewicz, Jakub & Woźniak, Ewa. (2018). Methane fermentation as a possibility of utilization and energy – efficient management of sewage sludge. *BIO Web of Conferences*. 10. 01016. 10.1051/bioconf/20181001016.
2. Nikiema, Mahamadi & Bârsan, Narcis & Maiga, Ynoussa & Somda, Marius & Emilian, Mosnegutu & Ouattara, Cheik & Dianou, Dayeri & Traore, Alfred & Nedeff, V. & Ouattara, Aboubakar. (2022). Optimization of Biogas Production from Sewage Sludge: Impact of Combination with Bovine Dung and Leachate from Municipal Organic Waste. *Sustainability*. 14. 4380. 10.3390/su14084380.
3. Smurzyńska, Anna & Kozłowski, Kamil & Cieślik, Marta & Brzoski, Michał & Chełkowski, Dawid & Mazurkiewicz, Jakub & Woźniak, Ewa. (2018). Methane fermentation as a possibility of utilization and energy – efficient management of sewage sludge. *BIO Web of Conferences*. 10. 01016. 10.1051/bioconf/20181001016.
4. Sun, Y., Zhang, L., Song, C., Gao, J., Li, X. (2014). Optimization of Anaerobic Co-Digestion of Corn Stalk and Sewage Sludge Based on Response Surface Methodology. *Energy Procedia*, 61, 1675-1679.
5. Jungbluth, T., Kley, G., Stinner, W., Schaller, C. (2013). Biogas from straw: A review. *Energies*, 6, 1375-1389.
6. Pan S.Y., Tsai C.Y., Liu C.W., Wang S.W., Kim H., Fan C. (2021). Anaerobic co-digestion of agricultural wastes toward circular bioeconomy. *iScience*. 24 (2021), Article 102704, 10.1016/j.isci.2021.102704.
7. Lan Mu, Lei Zhang, Kongyun Zhu, Jiao Ma, Muhammad Ifran, Aimin Li, Anaerobic co-digestion of sewage sludge, food waste and yard waste: Synergistic enhancement on process stability and biogas production. *Science of The Total Environment*. Volume 704, 2020, 135429.

СЕКЦІЯ IV

ЕКОЛОГІЧНА І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

В'юнник С.С. ст., *Середіна А.С., викладач*
Харківський автомобільно-дорожній фаховий коледж

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ПРИНЦИП ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ

Екологічна освіта як базова основа формування принципу відповідальності в підготовці фахівців економічного профілю буде ефективнішою, якщо їхня еколого-економічна підготовка здійснюватиметься як цілісна поетапна система, яка забезпечить засвоєння екологічних знань, перетворення їх у переконання та опанування умінь реалізовувати знання в професійній діяльності за умови дотриманні таких дидактичних принципів: неперервність екологічної підготовки; міжпредметність її здійснення з урахуванням інтегрованого та диференційованого підходів; еколого-професійна спрямованість змісту навчального матеріалу.

Глибоким оволодінням екологічними знаннями, формуванням екологічного мислення, свідомості і культури мають бути охоплені громадяни всіх категорій, вікових груп і сфер діяльності. Глобалізаційний, екобезпечний розвиток повинен бути базисною, вихідною ідеєю, методологічною основою екологічної освіти згідно з міжнародними вимогами. Головними складовими системи екологічної освіти мають бути її формальна та неформальна частини, форми і методи яких різні, а мета одна: різнобічна підготовка громадян, здатних вивчати, розуміти й оптимально вирішувати соціально-екологічні проблеми регіонів проживання на основі наукових знань процесів розвитку біосфери, здорового глузду, загальнолюдських досвіду й цінностей.

Введення екологічних компонентів до змісту освіти пов'язане з бурхливим розвитком виробничих сил, які створили ряд негативних факторів,

що впливають на стан навколишнього природного середовища. На сучасному етапі екологічна освіта є спільним завданням гуманітарно-естетичних, соціально-історичних та природоохоронних заходів. Зміст цього завдання розкриває єдність зв'язків в системі «природа – людина – суспільство».

Екологічне наповнення та оновлення змісту кожного блоку навчальних дисциплін, форм і методів педагогічної технології підготовки фахівців в сучасному навчальному закладі фахової перед вищої освіти в цілому дасть змогу підвищити ефективність формування екологічної культури студентів, їхніх умінь та навичок (організаційних, плануючих, контрольних-оціночних, еколого-практичних) вирішувати задачі впливу на природне довкілля із урахуванням інтересів, бажань та нахилів студентів.

Загальною метою цього процесу має стати формування у фахівця екокультури, природоохоронної соціологічно-психологічної і світоглядної установки, спонукання його до активної участі в екологічному відродженні нашої держави, в діях, що сприяють органічному включенню країни до глобальної системи ноосферного господарювання відповідно до інвайроментальних орієнтацій та установок, екологічних традицій.

Розвиток інтересу у майбутнього спеціаліста до екологічної діяльності в контексті професійної діяльності визначається його особистою участю в різних видах навчально-пізнавальної діяльності, сприяє виявленню та формуванню екологічно-професійних умінь і навичок в процесі навчання, а також за умов певних екологічних досліджень. Екологічна освіта, з одного боку, повинна бути самостійним елементом загальної системи освіти, а з іншого – виконувати інтегративну роль у всій системі освіти.

Таким чином, екологічна освіта в контексті формування відповідальності майбутнього фахівця за екологічно обгрунтовані прийняті рішення – це комплексний психологопедагогічний процес, мета якого полягає в формуванні у людини науково обгрунтованих принципів раціонального природокористування, тобто закладення основ світоглядного та фахового фундаменту для орієнтацій в повсякденній життєдіяльності, досвіду, моральних

принципів в галузі гармонійних відносин з природним довкіллям та природою свого біосоціального існування.

Гаєвський В.Р., к.т.н., доцент

Національний університет водного господарства та природокористування

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ БІОПЛІВКОЮ ТЕПЛООБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ КОНДЕНСАТОРІВ ПАРОВИХ ТУРБІН НА ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Штатний режим роботи ТЕС у великій мірі залежить від чистоти теплообмінних поверхонь конденсаторів парових турбін. У роботі приводиться розрахунок втрати потужності турбіни в залежності від товщини шару осаду біоплівки [1]. Розрахунок виконаний на прикладі турбіни К-500-240-2 і конденсатора К-11520-2 виробництва ХТЗ [2].

Температура насичення відпрацьованої водяної пари в конденсаторі визначається за рівнянням:

$$t_n = t_{вх} + \Delta t_b + \delta t, \quad (1)$$

де $t_{вх}$ – температура охолоджуючої води на вході у конденсатор;

$\Delta t_b = t_{вих} - t_{вх}$ – нагрів води у конденсаторі;

$t_{вих}$ – температура води на виході з конденсатора;

δt – недогрів до температури насичення (температурний напір між відпрацьованою парою і охолоджуючою водою).

Рівняння (1) є основним рівнянням роботи конденсатора, що визначає ефективність роботи як конденсатора, так і всієї конденсаційної установки.

Недогрів до температури насичення визначається за співвідношенням:

$$\delta t = \frac{\Delta t}{\exp\left(\frac{KF}{G_c c_p}\right) - 1}, \quad K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{пс}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{св}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} \quad (2)$$

де $\Delta t_B = 580 \cdot \frac{D_n}{G_B}$ (G_B – витрата охолоджувальної води через конденсатор;

D_n – витрата пари, що надходить в конденсатор);

c_p – теплоємність води при постійному тиску;

F – площа поверхні теплообміну конденсатора;

K – коефіцієнт теплопередачі теплообмінника;

δ_c, δ_z – товщина стінки трубки теплообмінника та шару забруднення відповідно;

λ_c, λ_z – коефіцієнти теплопровідності стінки трубки теплообмінника та забруднення відповідно;

$\alpha_{пс}, \alpha_{св}$ – коефіцієнти тепловіддачі пара-стінка та стінка відповідно.

Тиск насиченої відпрацьованої пари (кПа) визначали із встановленої нами апроксимаційної залежності від температури ($^{\circ}\text{C}$), з точністю $\pm 0,04\%$:

$$p(t) = 2,678 \cdot 10^{-9} \cdot t^5 + 3,016 \cdot 10^{-7} \cdot t^4 + 2,400 \cdot 10^{-5} \cdot t^3 + 1,551 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 + 4,226 \cdot 10^{-2} \cdot t + 0,6223. \quad (3)$$

ΔN визначали з поправки, що рівна 3,88 МВт на 1кПа [2]. За (1) – (3) розраховували втрати потужності турбіни. З рисунка 2 видно, що при допустимих відхиленнях тиску насиченої відпрацьованої пари 0,5 кПа, максимальній допустимій втраті потужності 4 % і граничній втраті потужності 70 %, при якій забороняється експлуатація турбіни, товщина шару забруднення біоплівкою буде 0,05 мм; 0,34 мм і 1,39 мм відповідно.

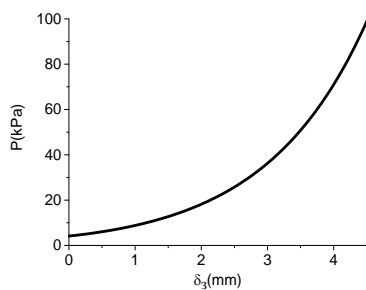


Рисунок 1 – Залежність тиску насиченої відпрацьованої пари від товщини шару біоплівки.

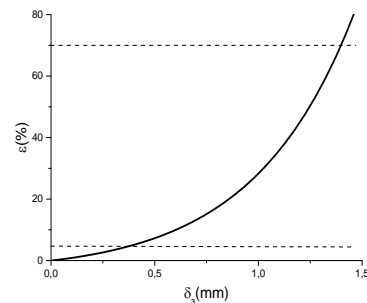


Рисунок 2 – Залежність втрати потужності турбіни (у відсотках) від товщини шару біоплівки.

Вказане у роботі свідчить про необхідність запобігання надзвичайних ситуацій на ТЕС шляхом зменшення забруднень теплообмінних поверхонь.

Список використаних джерел:

1. Bott T. R. Fouling of Heat Exchangers. Elsevier Science & Technology Books. 1995. 524 p.
2. Типовая энергетическая характеристика конденсатора К-11520-240-2. Технические характеристики 34-70-021-86. Москва: Союзтехэнерго.1986. 15 с.

Гладка Ю.І., ст., *Костів І.Г., викладач суспільних дисциплін*

Відокремлений структурний підрозділ «Бережанський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

ТЕОРЕТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Економічний розвиток держави обов'язково має супроводжуватися збереженням і відновленням довкілля, інакше під загрозу ставиться життєдіяльність суспільства в цілому і кожної людини зокрема. За умов погіршення екологічної ситуації в Україні постає питання про поліпшення екологічної освіти і виховання суспільства. Екологічна освіта – це психологопедагогічний процес впливу на людину, метою якого є формування теоретичного рівня екологічної свідомості, що в систематизованому вигляді відображає різноманітні сторони єдності світу, закономірності діалектичної єдності суспільства та природи, певних знань та практичних навичок раціонального природокористування [1].

На сьогодні необхідно, щоб екологічні ідеї, поняття, принципи проникали у всі сфери життя і навчання сучасного покоління дітей дошкільного, шкільного віку та студентської молоді.

Державна політика в галузі екологічної освіти повинна базуватися на таких принципах:

– розповсюдження системи екологічної освіти і виховання на всі верстви населення з урахуванням індивідуальних інтересів;

- стимулів та особливостей соціальних, територіальних груп та професійних категорій;
- комплексності екологічної освіти і виховання;
- неперервності процесу екологічного навчання в системі освіти, в тому числі підвищення кваліфікації та перепідготовки.

Метою екологічної освіти і виховання є формування особистості яка має високий рівень екологічної культури, тобто володіє новою екологічною свідомістю, екологічним світоглядом, згідно з яким людина здатна взаємодіяти зі світом природи на основі розуміння його законів, співпрацювати з природою, а не керувати нею.

Основними завданнями екологічної освіти є формування:

- фундаментальних екологічних знань;
- екологічного мислення;
- розуміння екологічних проблем на різних рівнях (глобальному, державному, регіональному, галузевому);
- формування екологічної відповідальності на основі системних знань про екологічні проблеми сучасності та можливості впровадження концепції сталого розвитку, сучасної цивілізації та навколишнього середовища;
- формування знань і вмінь дослідницького характеру, які забезпечують креативний підхід до розв'язання екологічних проблем, що виникають;
- формування мотивації й потреби в екологічно безпечній та екологічно раціональній діяльності, формування усвідомлення необхідності розв'язання екологічних завдань, здатності до багатоаспектної оцінки екологічних ситуацій [2].

Провідними методологічними принципами запровадження екологічної освіти і виховання у вищих навчальних закладах слід вважати принципи екологічного імперативу (екологічної відповідальності особистості), науковотеоретичний (екологічного мислення), гуманітарний (екологічної

культури), економічний (екологічної розсудливості), прикладний (екологічної безпеки) та педагогічний (екологічного всеобучу) [3].

Список використаних джерел:

1. Горлач М. І., Кремень В. Г. Політологія: наука про політику : підручник [для студ. вищ. навч. закл.]. К.: Центр учбової літератури, 2009. – 840 с.
2. Мандрик, О. М. Екологічна освіта для сталого розвитку / О. М. Мандрик, М. С. Мальований, М. М. Орфанова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2019. № 1.– С. 130-139.
3. Сасин С. М., Чонка І. І. Оцінка рівня екологічної освіти і виховання студентів. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Сер. : Хімія. 2013. Вип. 1. С. 78-83.

Гнідець А. А., ст., *Гуглич С. І.*

Національний університет «Львівська політехніка»

ПЕРСПЕКТИВИ ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ

Одним із джерел відновлювальної енергії є кукурудза, з якої можна виробляти біогаз або біометан. Відновлювальні джерела енергії, такі як біогаз і біометан, стають все більш популярними. Вони допомагають знизити використання вуглеводнів, що зменшує викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин у атмосферу. Для виробництва біогазу з кукурудзи необхідно провести кілька етапів. Спочатку кукурудзу переробляють на біомасу, для чого вона має бути змелена на дрібні частинки або змішана з іншими сільськогосподарськими відходами, такими як солома, сіно, сільськогосподарський гноївник і т.д. Потім отриману біомасу піддають біохімічним процесам ферментації, які відбуваються за наявності кисню або без нього, у залежності від технології виробництва.

Якщо під час ферментації біомаси використовувати спеціальний процес очистки, то можна отримати біометан, який містить не менше 90% метану. Біометан може бути використаний як екологічно чисте паливо для транспортних засобів, в тому числі автомобілів, автобусів та грузовиків, а також для виробництва електричної та теплової енергії.

Під час біохімічних процесів утворюється біогаз, який складається в основному з метану (від 50 % до 75 %) та вуглекислого газу (від 25 % до 50 %), а також з деяких інших газів, таких як водень, аміак, сірководень та інші. Біогаз можна використовувати для отримання електрики та тепла, або як паливо для автомобілів, які працюють на природному газі або біогазі.

Одним з переваг використання кукурудзи як джерела біогазу є те, що вона є одним з найбільш доступних та поширених видів сільськогосподарської біомаси, що дає можливість забезпечити стабільне виробництво біогазу на великих масштабах. Крім того, біогаз з кукурудзи містить менше забруднюючих речовин, ніж газ, отриманий з інших джерел, таких як відходи тваринництва або відходи продуктів харчування.

Також, створення біогазу з використанням кукурудзи може мати значний позитивний екологічний вплив. З одного боку, використання кукурудзи як вихідної сировини зменшує викиди парникових газів, оскільки кукурудза поглинає вуглекислий газ в процесі свого росту. З іншого боку, використання біогазу або біометану в якості палива зменшує залежність від нестійких джерел енергії, таких як нафта та газ. Окрім того, одержання біогазу з відновлювальних відходів може мати позитивний вплив на економіку сільського господарства. Використання відходів як вихідної сировини може допомогти зменшити витрати на утилізацію відходів та підвищити дохід від продажу біогазу або біометану.

Однак, для ефективної реалізації проектів з виробництва біогазу з кукурудзи необхідно враховувати ряд технологічних та економічних аспектів. Важливим етапом є підготовка сировини та її подрібнення, а також контроль якості біогазу. Крім того, необхідно враховувати енергетичну ефективність виробництва та його вплив на довкілля.

Отже, виробництво біогазу з кукурудзи є перспективним напрямком розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Використання відновлюваної енергії дозволяє знизити залежність від імпорту дорогих видів палива та сприяє збереженню навколишнього середовища. Крім того, виробництво біогазу з

кукурудзи може стати додатковим джерелом доходів для сільськогосподарських підприємств.

Також слід зазначити, що хоча біогаз з кукурудзи має певні переваги, такі як підвищення екологічної стійкості та зменшення залежності від імпортованого палива, він також має свої недоліки, зокрема високу вартість виробництва, залежність від умов зберігання та транспортування, низьку енергетичну щільність та нестабільність виробництва. Враховуючи ці фактори, виробництво біогазу з кукурудзи може бути ефективним лише при належному виборі технології та оптимізації всіх етапів процесу.

Гнізюк М. Р., Дрозд О. М., канд. с.-г. наук, с. н. с.

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

ОЦІНКА ВТРАТ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ (НА ПРИКЛАДІ ІЗЮМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)

Оцінка екосистем на порозі тисячоліття представила нову концептуальну основу, яка ставить екосистемні послуги в центр уваги і пов'язує добробут людини з впливом на екосистеми змін у природних ресурсах. Більшість екосистемних послуг вважаються суспільними благами і мають тенденцію до надмірної експлуатації суспільством. Лісові екосистемні послуги умовно поділяють на ресурсні, регулятивні, культурносоціологічні та підтримуючі. Згідно міжнародних досліджень повна загальна вартість лісових екосистемних товарів та послуг складає 4,7 трл дол. щорічно. Залежно від регіону, вартість послуг гектару лісу зі стабілізації ґрунту коливається від 1,94 до 5,5 млн дол. за тонну. За очищення повітря кожне дерево в середньому щорічно вартує 4,16 дол. Для біологічного різноманіття 17,5 тис. дол. коштує гектар лісу [1].

Загальна площа Ізюмського лісництва становить 6361,0 га. Аналіз супутникових знімків показує, що Ізюмське лісництво зазнало одних з найбільших збитків, оскільки численними пожежами ліс майже повністю знищено. Однак точно оцінити збитки буде можливим вже після завершення бойових дій. Це зумовлює не лише втрату екосистемних функцій самого лісу (уловлювання вуглецю, середовище існування видів, втрата біорізноманіття і т.і.), а й інших екосистем, які залежали від екосистемних послуг лісу – водних та ґрунтових, повітряних.

В результаті розривів боєприпасів будь-якого калібру відбувається хімічна реакція, яка призводить до забруднення атмосфери (частиною реагентів, що встигли прореагувати) і ґрунтів (реагенти, які не встигли прореагувати під час вибуху). З поверхневим стоком відбувається забруднення водних екосистем хімічними реагентами боєприпасів, продуктами згоряння, нетиповими зваженими речовинами.

Для оцінки поточних втрат екосистемних функцій лісів необхідно детально проаналізувати супутникові знімки та оцінити масштаби втрат. Складання ланцюжків взаємозалежності екосистем дозволить врахувати прямі і опосередковані впливи знищення лісів на надання екосистемних функцій іншими супутніми екосистемами. Науковцями розроблено широкий інструментарій оцінювання екосистемних послуг за ДДЗ [2], серед яких оцінювання екосистемної послуги депонування вуглецю методом прямої оцінки структури лісової екосистеми, оцінювання екосистемної послуги збереження біорізноманіття методом непрямої оцінки структури лісової екосистеми, оцінювання екосистемної послуги регуляції температурного режиму методом прямої оцінки біофізичного процесу та ін. Визнання, демонстрація та фіксація цінності екосистемних послуг може відігравати важливу роль у визначенні напрямів політики щодо управління екосистемами та їх збереження і, таким чином, у збільшенні надання екосистемних послуг та їх внеску в добробут людини. Оцінювання цінності екосистемних послуг при прийнятті рішень

уможлиблює зниження деградації та втрат екосистем і біорізноманіття та є важливим етапом формування управлінського потенціалу відновлення лісів.

Список використаних джерел:

1. Masiero, M., Pettenella, D., Boscolo, M., Barua, S.K, Animon, I. & Matta, J.R. 2019. Valuing forest ecosystem services: a training manual for planners and project developers. Forestry Working Paper No. 11. Rome, FAO. 216 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO URL: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA2886EN/> (дата звернення 08.04.2023)
2. Фурдичко О. І., Дребот О. І., Кучма Т. Л., Ільєнко Т. В. Оцінювання екосистемних послуг лісів за даними дистанційного зондування Землі. *Агроекологічний журнал*. №4. 2019. С. 6 – 16.

Голіней О.В., ст., *Вронська Н.Ю., к.т.н., доцент*

Національний університет «Львівська політехніка»

ВПЛИВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Сільське господарство – одна з найголовніших галузей матеріального виробництва, що забезпечує людство продуктами харчування, а промисловість – сировиною.

Гонитва за максимальними врожаями, порушення правил агротехніки, застосування важких сільськогосподарських машин, неправильна меліорація, перевипаси худоби ведуть до втрати основного багатства людства – родючих ґрунтів.

Агропромислове виробництво має вагомий вплив на довкілля, а саме: механізація багатьох процесів, надмірна розораність території та глибока оранка, хімізація, меліорація тощо. Все це призводить до забруднення довкілля.

Збільшення генетичного фонду рослин та тварин також є однією з проблем впливу на навколишнє середовище. Вона викликана впровадженням монокультур, зведенням тропічних лісів, урбанізацією, будівництвом великих водосховищ та інші.

Засвоєння хімічних поживних речовин, що міститься в мінеральних добривах, культурними рослинами в середньому не перевищує 40 %. Інші ж

60 % вимиваються з ґрунту, надходять до водоймищ і є джерелом їх небезпечного забруднення.

Забруднення ґрунтів важкими металами, радіоактивними елементами, хімічними речовинами, які використовують для захисту рослин загрожує біорізноманіттю, знижує якість харчових продуктів, негативно впливає на здоров'я людей.

Сільське господарство є одним із найвідчутніших чинників впливу на довкілля. Саме тому, стабільний розвиток сільського господарства залежить від ефективного використання природо-ресурсного потенціалу, дотримання норм раціонального природокористування та збереження компонентів довкілля.

Гримашевич А. М., ст., *Вергелес Ю. І., ст. викладач*

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Урбанізація є однією з найбільш відчутних тенденцій сучасного світу, із якою пов'язано багато екологічних проблем. Забруднення повітря, води та ґрунтів, викиди в атмосферу токсичних речовин та інші екологічні проблеми стали повсякденною реальністю для мешканців міст.

У цьому контексті ліхеноіндикація розглядається як потужний, і в той самий час доступний інструмент для оцінки стану довкілля на урбанізованих територіях. Ліхенологічні методи можуть допомогти виявити зміни в екосистемі та оцінити вплив різних факторів на екосистему.

Ліхеноіндикація – це метод дослідження, який використовує лишайники для оцінки екологічного стану навколишнього середовища. Застосування цього методу полягає в тому, що за допомогою виявлення таксономічного складу лишайників та оцінки їх рясності можна визначити ступінь забруднення повітря

в конкретному регіоні. За рівнем видового багатства та біоморфологічної структури угруповань ліхенобіонтів на досліджуваній території можна зробити висновок про ступінь забруднення довкілля.

Оскільки лишайники – це симбіотичні організми, вони є дуже чутливими до будь-якого порушення тонкого балансу між складовими суперорганізму, а саме – грибом та водоростю. У них немає справжніх тканин і коренів, тому поживні речовини потрапляють безпосередньо до талому лишайника з атмосфери, і цим пояснюється надзвичайна здатність лишайників накопичувати забрудники. У лишайників газообмін відбувається через всю поверхню слані. Чимало речовин-забрудників повітря концентруються в дощовій воді і відтак поглинаються лишайниками.

При ліхеноіндикації використовують методи активного (визначається за величиною ушкодженого таллону та вмістом у слані лишайника забруднюючих речовин) та пасивного спостереження (вивчається кількість і види лишайників, розміри покриття поверхні субстрату у природних місцях зростання).

Загалом, лишайники по-різному реагують на забруднення повітря. Деякі – насамперед із куцистою сланню – не витримують навіть найменшого забруднення і гинуть, а інші, – переважно накипні або перехідні від накипних до листкуватих – форми навпаки, добре поширюються навіть в районах із несприятливими для інших організмів техногенними умовами. Таку здатність лишайників можна використовувати для комплексної оцінки ступеня забруднення навколишнього природного середовища.

Застосування лишайників в якості організмів-індикаторів атмосферного повітря має свої переваги:

- точність отриманих результатів;
- їх чутливість до токсичних речовин;
- візуальні прояви пошкодження лишайників через тривалий вплив невеликих рівнів забруднюючих речовин, що залишаються до остаточної загибелі слані;
- повільне оновлення організму;

- економічність методу

Результати численних досліджень показують, що лишайники найбільш чутливі до вмісту оксидів сірки і азоту в атмосферному повітрі.

Серйозне забруднення атмосферного повітря відображається у феномені, відомому як «лишайникова пустеля». Про середній ступінь забруднення свідчить наявність або тільки накипних форм лишайників, або накипних і листоватих разом. Якщо присутні всі три основні морфологічні групи лишайників, це свідчить про відносну чистоту атмосферного повітря на даній території.

Застосування ліхеноіндикації дозволяє не тільки визначати рівень забруднення, але й виявляти його динаміку і тенденції, а також оцінювати ефективність заходів щодо зменшення забруднення навколишнього середовища.

Дундукова І.О. ст, Левашова Ю.С. к.т.н., доц.

Харківський національний університет міського господарства ім.О.М.Бекетова

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ ТА СВІТОВИЙ ДОСВІД ЩОДО ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ

Країнами-лідерами у світі з виробництва деревини є країни, у яких найбільші площі під лісами, що експлуатуються. Усі вони розташовані на півночі земної кулі та відзначаються тим, що мають добре розвинену мережу лісової промисловості.

Зробивши аналіз впливу деревообробної галузі промисловості на довкілля та розрахунки розсіювання домішок за методикою ОНД-86 «Калькулятор» згруповано методи щодо захисту довкілля.

У число рекомендованих методів запобігання і обмеження утворення стічних вод входять:

- сухе обкорування деревини;

- установка систем збору і повторного використання тимчасових і випадкових стоків, пов'язаних з розливами технологічної води;
- забезпечення достатньої кількості та балансу обсягів резервуарів для зберігання целюлозної маси, відходів і оборотної води з метою запобігання або обмеження скидання технологічної води;
- повернення в оборот стічної води з одночасною рекуперацією волокнистої маси або без такої (з допомогою фільтрів або флотаційних установок);
- поділ забрудненої і незабрудненої (чистої) стічної води, збір і повторне використання чистої води для охолодження і ущільнення води.

Рекомендовані стратегії нейтралізації та зниження викидів в атмосферу наведені нижче:

- у міру можливості, точкою випуску газів в атмосферу на випадок їх аварійної ситуації повинна бути висока гаряча труба, наприклад, труба регенераційної котла або енергетичної установки.

Труби слід проектувати відповідно до належної міжнародної галузевої практикою (НМОП).

До числа рекомендованих заходів по мінімізації викидів ЛОС відносяться:

- забезпечення рекуперації ЛОС, що виділяються в процесі виробництва целюлози механічним методом з деревини з високим вмістом екстрактивних речовин (смоли), в установках регенерації тепла і пусковому скрубери, збору і подальшої очищення летючих з'єднань. Допалювання газів, що містять ЛОС, можна проводити в існуючих котлах або особливої печі. Із забрудненого конденсату, що містить, головним чином, терпени, ці речовини можна рекуперувати;
- експлуатація котлів для спалювання кори з надлишком кисню, достатнім для запобігання викидів ЛОС (і СО) і, в той же час, мінімізації

утворення NO_x. Для котлів, які використовуються для спалювання твердих відходів, кращою технологією є спалювання в псевдозрідженому шарі.

Кісленко Я. С., Коробкіна О. Ю., Дрозд О. М., канд. с.-г. наук, с.н.с.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова

МОНІТОРИНГ СТАНУ МІСЬКИХ ҐРУНТІВ НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКІВ

Ґрунти у місті виконують важливі середовищеутворювальні функції, змінюють хімічний склад атмосферних і підземних вод, є регулятором вмісту вуглекислого газу та азоту, виконують роль природного геохімічного бар'єру, оскільки в них накопичуються забруднюючі речовини, які надходять з атмосферного повітря та вод поверхневого стоку і т.і. Одна з головних вимог до ґрунтів у містах – забезпечення оптимальних умов існування зелених насаджень у системі урбанофітоценозів та виконання санітарних і рекреаційних функцій для комфортного проживання людини у місті.

Роль ґрунту у місті є винятковою [1, 2], проте недооціненою з позицій моніторингу їх якісного складу. Дослідження стану ґрунтів у місті є однією з обов'язкових складових системи екологічного моніторингу. При цьому, відповідно до чинного законодавства, такий моніторинг є відомчим [2, 3]. МОЗ проводить моніторинг якості ґрунтів з метою визначення відповідності санітарно-епідеміологічним нормам (в місцях проживання та відпочинку населення, виробництва продукції рослинництва, в санітарних зонах промислових підприємств, в місцях зберігання токсичних відходів та ін). Державна екологічна інспекція (Міндовкілля) здійснює відбір проб на промислових майданчиках в межах країни. Загальна кількість параметрів, що вимірюються 27. Інститут охорони ґрунтів контролює показники агрохімічного стану. Виконання функції координації роботи суб'єктів моніторингу також ускладняються тим, що основні установи, які проводять збір та обробку даних (Гідрометеорологічний центр ДСНС, МОЗ, Інститут охорони ґрунтів в Україні)

не узгоджують власні програми моніторингу з Міндовкілля, або ж узгодження на практиці здійснюється не достатньо інтегровано (формально).

Для оцінки тенденцій забруднення ґрунту м. Харків нами було проаналізовано інформацію, наведену у звіті СЕО Проекту програми соціально-економічного розвитку м. Харків на 2021 рік у період стадії його громадського обговорення. Оцінку стану ґрунтів міських територій було здійснено шляхом порівняння концентрацій токсичних елементів у ґрунтах з фоновими значеннями та чинними нормативами. Відповідно до звіту, Харківський обласний центр з гідрометеорології 1 раз на 5 років відбирає проби ґрунту у визначених місцях. Було проведено аналіз проб ґрунтів на наявність 6 важких металів: кадмію, марганцю, міді, свинцю, цинку, нікелю. За його результатами, станом на 2021 р. виявлено невисокий рівень забруднення ґрунтів нікелем в усіх відібраних пробах вміст нікелю не перевищував відповідну гранично допустиму норму.

Разом з тим, порівняння результатів визначення вмісту важких металів у 2015 та 2020 рр. виявило ряд тенденцій, які складно пояснити без належної візуалізації результатів дослідження в умовах відсутності чіткої прив'язки точок відбору ґрунтових зразків. На окремих ділянках міста в одних і тих же точках спостереження рівень забруднення за 5 років спостереження змінився від надзвичайно високого до незабрудненого. У природних умовах без застосування спеціальних меліоративних заходів досягти такого швидкого очищення за короткий період майже не можливо.

Порівняння результатів аналізу ґрунту різних періодів виявило ряд недоліків існуючої системи моніторингу ґрунтів у містах, серед яких відсутність візуалізації, чіткої прив'язки точок відбору, відсутність постійних моніторингових майданчиків, різна періодичність і частота відбору проб, неузгодженість точок відбору проб між підрозділами різних відомств, що здійснюють дослідження, обмежений перелік показників і т.і. Це не дозволяє отримати об'єктивну картину забруднення ґрунтів у місті, стримує застосування науково-обґрунтованих заходів управління їх родючістю та

екосистемними функціями. Отже існуюча система моніторингу потребує удосконалення.

Список використаних джерел:

1. Вовк О. Б. Особливості ґрунтового моніторингу в умовах міста (на прикладі м. Львова). *Екологія та ноосферологія*. 2007. Т. 18. № 1/2. С. 57–63.
2. Горбань В. А. Співвідношення екологічних функцій ґрунтів та їх екологічних властивостей. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9. № 1–2. С. 124–127.
3. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник / С. Г. Чорний. – Миколаїв: МНАУ, 2018. – 233 с.
4. Екологічний моніторинг довкілля URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichnyj-monitoryng-dovkillya/> (дата звернення 01.04.2023)

Колесник В.Р., Струс Л.А.

ВСП «Вінницький фаховий коледж

Національного університету харчових технологій»

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Розгляд цього питання варто розпочати з самого терміну що таке техногенна безпека. Техногенна безпека – це відсутність ризику виникнення аварій та/або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, а також у суб'єктів господарювання, що може створити реальну загрозу їх виникнення[1].

Українське законодавство визначає: «техногенна безпека – відсутність ризику виникнення аварій та/або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, а також у суб'єктів господарювання, що можуть створити реальну загрозу їх виникнення» [4].

Аварія – це пошкодження, вихід із ладу машин і механізмів, раптова зупинка технологічного процесу, що створює загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання, завдає шкоди довкіллю[3].

Аварії бувають таких видів:

- з витоком СДОР;
- з викидом р/а речовин у навколишнє середовище;

- пожежі та вибухи;
- аварії на транспорті та ін.

Особливо важкі аварії можуть призвести до катастроф.

Доцільно буде розглянути забезпечення техногенної безпеки як сукупність дій органів влади, суб'єктів господарювання, керівників (власників) та відповідальних осіб об'єктів спрямованих попередження аварій, аварійних та надзвичайних ситуацій техногенного характеру на небезпечних об'єктах та територіях.

Джерелами небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру є[4]:

- 1) потенційно небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки;
- 2) будівлі та споруди з порушенням умов експлуатації;
- 3) суб'єкти господарювання з критичним станом виробничих фондів та порушенням умов експлуатації;
- 4) ядерні установки з порушенням умов експлуатації;
- 5) наслідки терористичної діяльності.

Як забезпечити техногенну безпеку, вивчає глава 12 Кодексу Цивільного Захисту України. І також загальні вимоги до організації техногенної безпеки на підприємствах, в установах, організаціях і на небезпечних територіях регламентує Правила техногенної безпеки, які затверджені наказом МВС від 05.11.2018 №879 [2].

Отже, техногенна безпека – це стан захисту населення від небезпечних ситуацій, об'єктів, витоків небезпечних речовин, пожеж та багато іншого. Розвиток техногенної безпеки є важливим для життя та здоров'я населення.

Список використаних джерел:

- 1.Стаття про Забезпечення техногенної безпеки на підприємстві URL: <https://pro-op.com.ua/article/933-pravila-tehnogenno-bezpeki> (дата звернення: 06.04.2023р.)
- 2.Наказ Міністерства Внутрішніх Справ України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1346-18#Text> (дата звернення: 06.04.2023р.)
3. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1593/1/1-%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%91%D0%96%D0%94%20%D1%82%D0%B0%20%D0%9E%D0%9E%D0%9F.pdf> (дата звернення: 06.04.2023р.)

4.Вікіпедія: URL:

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0 (дата звернення:06.04.2023р.)

Кравчик О. М., ст., *Люта О. В., к.т.н., доцент*

Національний університет «Львівська політехніка»

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Екологічна освіта як основна складова освіти для сталого, гармонійного, екологічно безпечного розвитку є вкрай необхідною в сучасних умовах молоді як система екологічних цінностей, навичок та орієнтирів. Вона допомагає молодому поколінню вивчати сучасні місцеві, регіональні та загальнодержавні проблеми України, опанувати екологічну нормативно-законодавчу базу, орієнтуватися в міжнародних угодах і конвенціях у сфері охорони довкілля, брати участь у процесах екологічного аудиту та управління, екологічної сертифікації об'єктів антропогенної діяльності та екологічного менеджменту.

Водночас екологічне навчання дає керівникам і фахівцям різних рівнів освіти надзвичайно необхідні знання про ефективне і раціональне природокористування, екологізацію виробництва, які отримують інформацію про передовий досвід збереження і відтворення довкілля, про ефективний екологічний менеджмент, маркетинг і бізнес, про ефективну екологічну політику.

У найважливіших міжнародних документах останнього десятиріччя, присвячених проблемам навколишнього середовища і гармонійного розвитку людства, велика увага приділяється екологічній культурі і свідомості, інформованості населення щодо екологічної ситуації у світі, регіоні, на місцях проживання, його обізнаності з можливими шляхами вирішення нагальних екологічних проблем.

В Україні глибоко усвідомлюють необхідність створення передумов для збалансування інтересів суспільства і можливостей природи, соціально-

економічного розвитку й довкілля. Саме на цих постулатах базується Концепція переходу України до сталого розвитку.

Основні напрямки державної політики України у галузі охорони довкілля неможливо впроваджувати без становлення на сучасному рівні освіти та виховання громадян суспільства. Оскільки наше життя неможливо відокремити від навколишнього природного середовища, то потрібно, щоб освіта мала екологічне спрямування. Екологічна освіта має базуватися на принципах глобальності, високоморальності та систематичності.

Мета екологічної освіти в тому, щоб пробудити в усіх вікових групах населення занепокоєність станом природного середовища та поєднати екологічне мислення і екологічну поведінку з розумінням того, що все у світі взаємопов'язане, що певна дія людини викликає часом непередбачені наслідки впливу на природу. Таким чином, екологічна освіта стає способом життя людини на сучасному етапі її існування на Землі.

Освіта для сталого розвитку висуває на перший план нові підходи до використання природних ресурсів та проблеми їх відновлення. Негативний екологічний вплив розглядається як результат нераціонального використання природних ресурсів. Екологічна ситуація може змінитися на краще лише за сприяння населення, яке має докладати зусиль для забезпечення стабільного соціально-економічного становища. Саме тому в освіті для сталого розвитку переплітаються економічні, соціальні й екологічні аспекти.

Освіта для сталого розвитку – це сучасний підхід до організації навчального процесу, який включає інформування членів суспільства про основні проблеми сталого розвитку, формування світогляду, що базується на засадах сталості, переорієнтацію навчання з передачі знань на налагодження діалогу, орієнтацію на порушення та практичне розв'язання локальних проблем. У вищих навчальних закладах України реалізується політика екологізації освітнього процесу.

Таким чином, якісна освіта є необхідною умовою забезпечення сталого розвитку суспільства. За допомогою освіти можна виховувати ставлення, поведінку та стиль життя, необхідні для забезпечення сталого майбутнього.

Курилко О. Є. , Жильцова О.Д. учні,
Даньшева С.О. к.п.н., доц., Малікова Л.А. вчитель фізики
Дніпровський ліцей №97

РАДОН ТА ЙОГО ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ НА ЛЮДСЬКИЙ ОРГАНІЗМ

Поняття «іонізуюче випромінювання» об'єднує різноманітні, за своєю природою, види випромінювання, які прямо або опосередковано викликають іонізацію навколишнього середовища (утворення позитивно та негативно заряджених іонів). Особливість іонізуючого випромінювання полягає у тому, що воно має високу енергію і викликає зміни у біологічній структурі клітин, що може призвести до їх загибелі.

Тема дослідження полягає у теоретичному вивченні способів зниження концентрації радону у приміщеннях.

Актуальність дослідження полягає у тому, що завдяки радону людина отримує більше половини річної ефективної дози радіоактивного випромінювання, адже усі живі істоти на Землі знаходяться під дією природного радіаційного фону (космічні промені та випромінювання природних радіоактивних елементів земної кори), штучних джерел іонізуючої радіації (ядерні реактори, прискорювачі, рентгенівські апарати тощо), які підсилюють загальний фон опромінення усіх живих організмів. Крім цього інтенсивний розвиток ядерної енергетики (ядерних технологій) та використання джерел іонізуючої радіації у технічних і наукових цілях потребує вирішення такого практичного завдання як оцінювання ступеня ризику для людини і біосфери загалом наслідків опромінення.

Підсилимо актуальність дослідження історичним фактом, що наслідком перших досліджень радіоактивних випромінювань, які дали змогу встановити їх небезпечні властивості, стала те, що понад 300 дослідників, які проводили експерименти з цими матеріалами, померли внаслідок опромінення.

Радон – радіоактивний газ природного походження, який знаходиться у житлових приміщеннях і на робочих місцях у високій концентрації може викликати від 3 % до 14 % випадків променевої хвороби.

Оскільки радон є інертним газом, він характеризується високою міграційною здатністю і здатний надходити до будівлі через щілини в підлогах або на стиках підлог і стін, неущільнені технологічні отвори навколо труб або кабелів тощо. Слід зауважити на можливості знаходження радону у питній воді коли вона надходить із підземних джерел (колодязів та артезіанських свердловин).

Тож виникає проблема підвищення ефективності засобів й методів захисту від радону. При вивченні теоретичних джерел ми виявили чотири основні методи захисту від радону: 1) герметизація підпільних перекриттів (ізоляція); 2) створення підвищеного тиску в приміщеннях (приток повітря); 3) підпільна вентиляція; 4) зменшення тиску в підпіллі.

Слід відзначити особливе значення радонової безпеки за теперішніх часів російської збройної агресії РФ проти України. Внаслідок якої мирні громадяни змушені багато часу проводити у бомбосховищах. Враховуючи, що ми вимушені використовувати широку мережу простих укриттів та їхнє високе завантаження під час війни, проблема з провітрюванням цих приміщень має розв'язуватися максимально оперативно. Виходом тут може стати забезпечення укриттів системами механічної вентиляції з функціями рекуперації тепла, фільтрації повітря та його догрівання.

Максимюк А.Б., ст., *Петрушка К.І., к.т.н., доцент*
Національний університет «Львівська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ

Війна не оминула навколишнє середовище, базу природних ресурсів та інфраструктуру. Обстріли лісів, наземних і морських екосистем, промислових об'єктів, транспортної інфраструктури та будинків, а також інфраструктури водопостачання, каналізації та поводження з відходами спричинили широкомасштабну та серйозну шкоду з негайними та довгостроковими наслідками для здоров'я людини та екосистем. Вибухи боєприпасів, руйнування і згоряння військової техніки разом із паливом та боєкомплектами є джерелом значного забруднення атмосфери та ґрунтів.

Прямі ризики для здоров'я населення спричинені впливом небезпечних речовин, що містяться в залишках боєприпасів, через які токсичні речовини мігрують у ґрунт і впливають на якість поверхневих і ґрунтових вод. Ризики спричиняють наявність в боєприпасах та крилатих ракетах важких металів, енергетичних сполук, таких як тринітротолуол (тротил), гексоген (RDX) і палива від ракет і ракет. Велика кількість покинутих або пошкоджених військових транспортних засобів містить токсичні матеріали, які становлять ризик для цивільного населення і навколишнє середовище, і вимагатиме обережного поводження під час збирання та утилізації.

Забруднення, викликане військовою діяльністю, можна оцінити тільки приблизно, оскільки системи моніторингу були порушені або знищені, і такі збитки продовжують накопичуватися.

Післявоєнна відбудова буде монументальним завданням і вимагатиме комплексних, добре скоординованих і добре фінансованих зусиль.

Малик А. ст., Чечель І.Ю.

Кременчуцький медичний фаховий коледж ім.В.І.Литвиненка

МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ УКРАЇНИ ЯК ЧИННИК МІНІМІЗАЦІЇ НЕГАТИВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ НА АКТИВНЕ ДОВГОЛІТТЯ

Природні мінеральні води можуть розглядатися як ефективний засіб для зниження негативного впливу навколишнього середовища на організм людини та в перспективі активного довголіття.

На теренах України склались такі унікальні геолого-мінералогічні умови, що дозволяють стверджувати – мінеральні води України не мають аналогів. Бальнеологічні курорти Моршина, Трускавця, Східниці, Миргорода, Закарпаття; термальні джерела Берегова, Косино, Шаян, Знамянки, Вінничини, Одеси необхідно популяризувати, рекомендувати для оздоровлення та зцілення пацієнтів, а також пропаганди активного довголіття.

Активне довголіття залишається пріоритетним напрямком дискусії медичної спільноти, науковців-біологів, філософів, соціологів. Ученим відомі критерії біологічного віку людини (рівень мінералізації кісток, властивості пульсу, артеріальний тиск, сатурації тканин, рівень глікемії та ін.). Реформа охорони здоров'я ставить задачу перед первинною ланкою – попередження захворювань. Пропаганду активного довголіття, поліпшення якості життя необхідно медикам розпочинати з власного прикладу.

У колективі медичного коледжу ми сформували три групи пацієнтів (співробітників коледжу) для спостереження. Перша – контрольна, друга – особи, які споживали столову мінеральну воду («Миргородська»), третя – особи, які вживали лікувальну мінеральну воду («Лужанська»). Наші пацієнти (вікова категорія 55–65 років) вживали воду за 20 хвилин до їжі 3 рази на добу в кількості 200 мл протягом 3 місяців. За мету ми взяли дослідження геропротекторної дії мінеральної води, що містить Ca^{+2} .

Враховуючи, що одним з показників біологічного віку людини є рівень мінералізації кісток, за критерій дослідження ми взяли дані денситометрії. За результатами спостережень ми додатково враховували, як важливий критерій біологічного віку – рівень глікемії. Оптимальний геропротекторний ефект був визначений у третій групі пацієнтів (збільшився рівень мінералізації кісток за даними денситометрії до 20 %; рівень глікемії знизився до 10 %).

Ми впевнилися у беззаперечній геропротекторній дії мінеральної води. Покращилися показники мінералізації кісток (метод денситометрії). Найкращі показники в групі, що вживали лікувальну мінеральну воду («Лужанська») – 15 %, ті, що вживали столову мінеральну воду («Миргородська») – 10%, у контрольній групі – незначне покращення.

Доцільне використання мінеральних вод як питних лікувально-столових, так і вод для зовнішнього застосування. Для цього необхідно на державному рівні підтримувати розвідку родовищ, підрахувати їх запаси. Більш детально треба вивчати склад та властивості мінеральних вод та особливості їх фізіологічного впливу на організм людини, забезпечити їхню охорону від виснаження та забруднення та організувати їх використання як у лікувальних, так і профілактичних цілях – шляхетна задача медицини. Це значною мірою сприятиме оздоровленню населення в умовах наростаючого техногенного пресингу та реабілітаційних заходів після травматизації.

Раціональне використання природних ресурсів (у нашому випадку – водних), гармонізація взаємин людини і природи, охорона навколишнього середовища – ці питання відносяться до найбільш актуальних проблем сьогодення, бо торкаються кожного жителя планети, оскільки від їхнього вирішення залежить майбутнє всього людства.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про курорти», документ 2026-III від 05.10.2000. -// Відомості Верховної Ради України. – 2000. № 50 (Редакція від 16.10.2020, підстава -124IX).
2. Курортологія : підручник / О. М. Кравець, А. А. Рябев. – Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2017. – 167 с.
3. Медична і соціальна реабілітація: підручник / В.Б. Самойленко, Н.П. Яковенко, І.О. Петряшев та ін. — 2-е видання. – Київ: Медицина, 2018. – 464 с.

Мякота Д., ст., *Левашова Ю. С., к.т.н., доцент*

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕТАЛООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ НА ДОВКІЛЛЯ

До складу машинобудівних комплексів входять металообробні підприємства пов'язані з виготовленням металевих виробів. У різних галузях народного господарства широко використовуються вироби з металів. Оброблення металевих заготовок, процеси різання і зварювання металів користуються широким попитом у різних галузевих комплексах, у тому числі в енергетиці, будівництві та різних видах транспорту.

При експлуатації металевих виробів та металообробці у довкілля виділяються енергетичні та матеріальні забруднювачі. Високий рівень шуму, вібрації, теплові забруднення, електромагнітні поля, що виділяються працюючим обладнанням, відбите лазерне випромінювання, що виникає при використанні лазерів в технологічному процесі являються енергетичними забруднювачами.

Наслідком експлуатації металообробних виробництв в навколишнє середовище викидаються речовини, що забруднюють і атмосферу, і гідросферу, і літосферу.

Забруднення атмосфери має специфічну особливість, вона полягає у тому, що забруднювачі є твердими аерозолями, утворені пиловими частками металів і абразивних матеріалів, що складаються з оксиду кремнію (IV), силікатів заліза, алюмінію, оксидів алюмінію, заліза, магнію, марганцю (II). Для металообробки характерні і газоподібні (пароподібні) забруднювачі: чадний

газ, суміш оксидів азоту, сірчистий ангідрид, аміак, ціановодень, формальдегід, пари бензолу тощо.

Відходи металообробки через викид стічних вод, що містять суспензії піску, глини, металевих частинок, абразивного пилю, флюсів, а також емульсії мінеральних масел і компонентів МОР, рідких нафтопродуктів, забруднюють гідросферу та літосферу.

Стружки і тирса металів, металеве обладнання, що відслужили свій термін, відносяться до твердих промислових відходів які характерні для металообробки.

Забруднення металообробної промисловістю атмосфери вносить свій внесок і в проблему появи озонових дір, тепличний ефект та глобального потепління.

Щоб захистити навколишнє середовище від негативного впливу виробничої діяльності в галузі металообробної промисловості необхідна розробка та реалізація заходів, щодо запобігання забруднення. На сьогоднішній день апарати мокрої очистки газів (ефективність досягає 99%) більш ефективні в порівнянні з застарілим обладнанням, такими як циклони (ефективність до 80 %) і пило-осаджуючі камери (ефективність 50–60 %).

Апарат мокрої очистки газів у порівнянні з апаратом сухої очистки має перевагу, він відрізняється високою ефективністю уловлювання завислих часток, пароподібних і газоподібних компонентів і невеликою вартістю.

На даний час, мокрі пиловловлювачі мають найбільшу різноманітність серед апаратів для очистки газів від пилю, що обумовлюється силами, діючими на газорідні потоки. Рідинна фаза знаходиться в апаратах в виді плівки, капель, піни, струменя чи різних комбінацій.

Негода Н.В., аспірант, Жукова О.Г., к.т.н., доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБООКОСИСТЕМИ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ТА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ

Високі темпи урбанізації у другій половині ХХ – початку ХХІ ст., характерні для більшості країн світу, призвели до того, що сьогодні в містах проживає понад половина (за даними Всесвітнього банку – 54,7 %) населення. У розвинених країнах цей показник перебував на рівні 70–80 %. Рівень урбанізованості в Україні досить високий — 65,09 %. У країні налічується більш ніж 1 345 міських поселень, з яких 3 міста-мільйонника – Київ, Харків, Одеса.

Інтенсивний процес урбанізації, виникнення міст з кількістю населення понад 1 мільйону та становлення міських агломерацій в сучасному світі актуалізували задачу пошуку нових способів збереження та укріплення здоров'я міських жителів, на яких щоденно впливають різноманітні фактори ризику.

Чисельні дослідження свідчать, що здоров'я містян має досить виражені особливості – у містах вищий ризик розвитку хронічних захворювань, вище ймовірність отримати травму в автомобільній аварії, міський спосіб життя характеризується нерегулярним харчуванням, вживанням фастфуду та низьким рівнем фізичної активності, збільшенням ризик виникнення захворювань серцево-судинної системи, поширення інфекційних захворювань, ніж у селах.

Зростання чисельності міського населення та множинність факторів, що впливають на здоров'я містян, що актуалізували завдання розвитку міст таким чином, щоб їхнє фізичне та соціальне середовище максимально сприяло збереженню та зміцненню здоров'я мешканців.

Місто являє собою штучне середовище проживання, складну, саморегульовану систему, з одного боку, яка продукує небезпеки для життя та

здоров'я людини, з іншого – здатну забезпечити ефективні способи протидії даним небезпекам.

Під здоровим міським простором розуміється фізичне, соціальне і смислове середовище міста, яке своїми ресурсами створює можливості різноманітних соціальних груп зберігати та зміцнювати своє здоров'я.

Один із найбільш розгорнутих підходів до оцінки ступеня сформованості здорового міського середовища був розроблений ідеологами руху «Здорові міста» Т. Хенкоком та Л. Далом, які запропонували 11 параметрів міста для оцінки ступеня його «здоров'я». Дані параметри описують не тільки фізичний, а й соціальний простір.

Фізичний компонент здорового простору міста в рамках концепції «Здорового міста» характеризується через чистоту, безпеку та якість фізичного середовища, включаючи забезпеченість житлом.

Ряд показників сформованості здорового міського простору пропонується і в рамках ще одного проєкту Всесвітньої організації охорони здоров'я «Активне місто» (active city), спрямованого на стимулювання активного способу життя городян, у тому числі – занять фізичною культурою та спортом. Як показники для вимірювання рівня розвиненості штучно створеного предметно-просторового оточення (built environment) тут пропонується використовувати доступність спортивної інфраструктури, а також рівень розвиненості велосипедної та пішохідної інфраструктури.

Показники, пов'язані із формуванням здорового міського середовища, використовуються британською компанією Economist Intelligence Unit (EIU), яка формує щорічний рейтинг міст світу за індексом безпеки довкілля (safecitiesindex). При розрахунку індексу враховується, наприклад, доступність для городян безпечної та якісної їжі.

Здорове міське середовище у контексті управління ризиками здоров'ю населення означає, що фізичний простір міста, по-перше, орієнтовано на мінімізацію впливу факторів довкілля та поведінкових факторів на здоров'я городян, по-друге, сприяє підвищенню імунітету та опору людського організму,

профілактиці «першопричин поганого здоров'я» та ін. в ході досліджень було узагальнено основні показники формування здорового міського населення.

Отрош В.Ю., ст., *Рашкевич Н.В., PhD*

Національний університет цивільного захисту України

ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В МІСТОБУДУВАННІ

У світі достатньо уваги приділяють питанням забезпечення екологічної безпеки. Прагнучи задовольнити свої життєві потреби, людина створює навколо себе штучне середовище існування, яке впливає на стан якості компонентів природного середовища. Штучне середовище може бути як позитивним – захищати людину від впливу несприятливих природних умов, так й негативним – спричиняти забруднення довкілля, впливати на стан здоров'я живих організмів.

З огляду на сучасні реалії, що пов'язані з перевищення чисельності населення міст над сільським, ростом міської забудови, перевантаженням транспортних систем, накопичення відходів, підвищення рівня шуму та іонізуючого випромінювання, тощо, екологізація архітектури – один із важливих напрямів забезпечення безпеки держав у майбутньому.

Екологізація архітектури передбачає врахування екологічних особливостей взаємодії архітектурних об'єктів, природного середовища та соціально-екологічних потреб населення. Екологічна ситуація в місті багато в чому залежить від того, наскільки його функціонально-планувальна структура відповідає ландшафтним властивостям території [1]. Екологізація сучасних проєктів у містобудуванні базується на теорії планувального зонування, суть якої у взаєморозташуванні міських структур і оптимізації територіальних зв'язків промислових, житлових, комунальних, транспортних та інших функціональних зон [1].

Одним із ключових принципів гармонійного співіснування міст та природного середовища є дотримання принципу збереження енергії. Нове проектування та будівництво будівель та споруд повинно здійснюватись з мінімально необхідними витратами теплової енергії на їх опалення або, навпаки, охолодження.

Розв'язанню багатьох екологічних проблем міст, може сприяти широке використання підземного простору для розміщення об'єктів міського будівництва. Проблема забруднення міст автотранспортом може бути вирішена шляхом упровадження беззупинкової системи руху на перехрестях, та переходу на нові більш екологічно чисті двигуни та паливо, максимальне використання метро та наземного електротранспорту, створення шумозахисних бар'єрів. А проблема знезараження та очищення питної води може бути вирішена шляхом очищення стічних вод фільтрами, та упровадженням зворотного водопостачання [2]. Штучне середовище існування людини має бути спрямоване на запобігання загрозам та захисту від них. Архітектори, дотримуючись принципів біокліматичності, застосовуючи екологічні будівельні матеріали в поєднанні з інноваційними технологіями, використовуючи альтернативні джерела енергії, сприятимуть зменшенню негативного впливу будівель та споруд на природне середовище – забезпеченню екологічної безпеки.

Список використаних джерел:

1. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посібник / С. П. Цигичко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х : ХНАМГ, 2012. – 146 с
2. Екологічна безпека міської забудови /Т. В. Прилипко, Т. Е. Потапова, О. Ю. Скрипник, В. Ю. Мельник // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві» Міське будівництво та архітектура. – С. 88–94. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/3992/279.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення 06.04.2023)

Остряньська І.М., ст., Ткачук Н.В., к.б.н., доцент

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

ФІТОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ СЕРЕДОВИЩА ЗА ОДНОДОЛЬНИМИ РОСЛИНАМИ

Для оцінки токсичності води, ґрунту, хімічних сполук застосовують методи біодіагностики, які є перспективними за рахунок швидкості одержання результатів та низької вартості. Основні вимоги до показників біологічної активності при їх залученні до біодіагностичних досліджень: інформативність, висока чутливість, репрезентативність, доступність у методичному виконанні (Іметхенов та ін., 2001). Одним із провідних біологічних методів оцінки стану навколишнього природного середовища є фітотестування, що полягає у використанні чутливості рослин до екзогенного хімічного впливу, зокрема, при оцінці змін їх ростових і морфологічних характеристик. Є ряд методичних рекомендацій щодо використання насіння рослин різних видів у фітотестах (Боголюбов та ін., 2010; Шмандій та ін., 2013). Але, у природоохоронних нормативних документах України відсутні стандартизовані методики фітотестування, рекомендовані для проведення екологічного контролю. Наразі особливу увагу приділяють лабораторним методам, зазначається їх вища чутливість в порівнянні з мікроділянковими і вегетаційними, адже лабораторні методи дозволяють проводити дослідження в контрольованих умовах, що забезпечує їх високу надійність (Лисиця, 2018). Міжнародний стандарт ISO 11269-2 регламентує вибрати мінімум два види рослин, при цьому один повинен бути з класу Однодольні, а інший Дводольні. Метою даної роботи було узагальнення відомостей про рослини класу Однодольні, які найбільш застосовувані у фітотестуванні забруднювачів.

Згідно з міжнародним стандартом ISO 11269-1:2012 для біотестування рекомендовано використовувати ячмінь озимий (*Hordeum vulgare* L.), овес (*Avena sativa* L.) та пшеницю (*Triticum aestivum* L.). Зокрема пшениця була

використана для екологічної оцінки забруднених ґрунтів та токсикантів (Смикун та Фурман, 2008; Chen et al., 2010; Grul'ová et al. 2019). Овес також застосовують з цією метою у лабораторних фітотестах, оскільки овес, на думку розробників, дає найбільш стабільні та відтворювані результати в порівнянні з насінням інших культур (Васькіна, 2009). Для визначення токсичності гербіцидів використовується сорго (Baran et al., 2009; Wierzbicka et al., 2015). Ріст кореня проса застосовувалось для визначення токсичності фенолів та хлорфенолів (Шерстобоева та ін., 2008; Боголюбов та ін., 2010). Серед однодольних чутливою тест-рослиною є цибуля ріпчаста, яку застосовують у дослідженнях цито- та генотоксичності токсикантів – *Allium*-тест (Tkachuk and Zelena, 2022). Також у фітотестуванні широко застосовується ряска мала (Хорбут та Костишин, 2007; Кльоц та Муж, 2014).

Перспективним напрямом фітотестування є застосування пророщеного насіння як тест-об'єкту. Проростання насіння – найвразливіший етап індивідуального розвитку рослин. Впродовж нього спостерігається мінімальна стійкість до несприятливих факторів, тобто максимальна чутливість до їхнього впливу. Саме тому рослини в цю фазу життєвого циклу є найпривабливішим об'єктом біотестування, а різноманітні біометричні параметри (енергія проростання, всхожість, довжина коріння, довжина надземної частини) розглядаються як ефективні показники впливу довкілля на рослинний організм (Верголяс, 2019).

Таким чином, у фітотестуванні токсикантів широко застосовуються однодольні рослини: ячмінь, овес, пшениця, сорго, просо, цибуля, ряска, для яких найчастіше використовують чутливий тест на проростання насіння та вимірювання біометричних показників.

Завдання подальшого дослідження:

- визначити види рослин класу Однодольних – найбільш стійких до зростання в несприятливих умовах;
- узагальнити переваги застосування однодольних рослин як тест-об'єктів у фітотестуванні.

Петрошук В.В., студ., *Радомська М.М., к.т.н.*

Національний авіаційний університет

ОЦІНЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ В УМОВАХ НЕДОСТАТНОСТІ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Техногенні аварії на об'єктах промисловості призводять до широкого спектру впливів, багато з яких мають вторинний і непрямий характер. Все це ускладнює ефективну оцінку і прогнозування очікуваних екологічних наслідків. Додатковим чинником недостовірності прогностичних даних є недостатність даних про перебіг аварійної ситуації, збір та документування яких під час їх розгортання не проводиться достатньо послідовно і уважно. Особливо ця проблема стала помітною від початку воєнних дій на території України. Незважаючи на те, що ЗМІ детально висвітлюють конфлікт, особливо в останній рік, багато первинних і вторинних наслідків війни не згадуються в офіційній інформації, а тому проходять повз органи влади та природоохоронні служби. Ситуація ускладнюється неможливістю уповноважених осіб та дослідників отримати доступ до зон ураження безпосередньо після атак, щоб зібрати необхідну інформацію для надійної та повної оцінки ефектів та наслідків. Таким чином, усі початкові економічні оцінки шкоди не є повними, оскільки вони не враховують багато суто екологічних процесів, які порушено, якщо їхні наслідки для суспільства часто не відразу очевидні.

Але потреба у наявності достовірного розуміння ситуацій не зникає з часом, а навіть загострюється, зважаючи на необхідність планування заходів з відновлення та нейтралізації негативних наслідків. За таких умов доцільним є використання напівякісних методик оцінки, що дають змогу порівняти різні варіанти розвитку подій та виділити найтипівіші негативні наслідки, з тим щоб відреагувати на них відповідним чином. Інструментом такого типу є багатокритеріальна оцінка (MCE або MAUT) – один з типів моделювання для

підтримки прийняття рішень. Вона часто використовується для початкового дослідження реальних аварій та їх наслідків.

Так, при аналізі екологічних наслідків пожежі на нафтобазі у с. Крячки Васильківської громади Київської області 27 лютого 2022 року, коли екологічний контроль був значною мірою порушений і дані щодо розвитку події були мінімальні, із застосуванням запропонованої методики було встановлено, що основним довготерміновим наслідком пожежі є забруднення ґрунтів на прилеглий території, навіть за умови відсутності порушення цілісності основних резервуарів парку. Хоча найважливішими факторами, що визначають розмір шкоди для довкілля, є обсяг палива та цілісність резервуару, метеорологічні параметри також мають великий вплив на забруднення ґрунту. Як впливає з результатів моделювання, за певних метеорологічних умов забруднення ґрунту після аварії на резервуарі з розливом палива подібне до спалювання всього обсягу нафтопродуктів у непошкодженому резервуарі. У випадку пожежі у Василькові змодельоване забруднення ґрунту, ймовірно, коливатиметься від помірного до підвищеного рівня, а отже є потреба у застосуванні певних заходів з відновлення земель, які постраждали найбільше.

Серед додаткових виявлених наслідків є вплив на педобіоту, що став поєднанням пожежі та забруднення території осіданням продуктів горіння. За даних умов зона ураження поширюється за межі резервуарного парку і може охоплювати ділянки в радіусі до кількох кілометрів. На даний момент ґрунтовних досліджень такого типу наслідків пожеж проведено недостатньо, щоб з упевненістю робити прогнози та оцінювати збитки. Разом з цим, очевидним є дослідження стану ґрунтів, зокрема стану їх мікробіоценозу, у пост пожежний період з метою планування та впровадження ремедіаційних заходів, що активізують природні процеси самоочищення ґрунтів, важливим чинником яких є комплекс організмів ґрунту.

Ревука Ю.О., ст., Євдокимов П.О., ст., *Машихіна П.Б., к.т.н., доцент*

Український державний університет науки і технологій

ЕКСПРЕС МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ПРИ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ

Розглядається три класи задач, що пов'язані з оцінюванням ризику ураження працівників при нестационарному русі шкідливих речовин в повітрі. Перший клас задач – це оцінювання ризику ураження працівників у випадку залпових викидів хімічно-небезпечних речовин на залізниці. Для рішення цієї задачі використовується тривимірне рівняння конвективно-дифузійного переносу хімічно небезпечної речовини в атмосферному повітрі. Для чисельного інтегрування моделюючого рівняння використовуються кінцево-різницеві схеми розщеплення.

Другий клас задач – це оцінювання рівня хімічного забруднення повітря при залпових викидах в робочих приміщеннях. Для прогнозування динаміки забруднення повітря використовується розроблена box-модель, що враховує інтенсивність емісії хімічно-небезпечної речовини, повітрообмін у приміщенні, дифузію. Модель дозволяє швидко аналізувати динаміку зміни концентрації хімічно небезпечної речовини при роботі аварійної вентиляції.

Третій клас задач – оцінювання ризику ураження при аварійних розливах на транспорті. Побудована чисельна модель, що поєднує рівняння масопереносу домішки в атмосферному повітрі та рівняння випарування домішки від дзеркала розливу. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються:

- 1) змінно-трикутна різницева схема;
- 2) метод Ейлера;
- 3) схеми розщеплення.

Наведені результати обчислювальних експериментів, що отримані на базі побудованих математичних моделей.

Панченко В.І., ст., Юрченко В. О., д.т.н., професор
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

ІНДИКАЦІЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА БІОТУ ЗА КАТАЛАЗНОЮ АКТИВНІСТЮ РОСЛИН

Параметричне та інгредієнтне навантаження, створюване різними технічними об'єктами на біоту прилеглих територій, спричиняє певні адаптивні реакції. До найбільш значущих в захисній системі будь-якого організму відносяться ферменти класу оксидоредуктаз, і, зокрема, каталаза. Це суворо специфічний фермент, який каталізує розщеплення токсичного пероксиду водню на воду та молекулярний кисень [1]. Реакція на посилення утворення активних форм кисню призводить до збільшення активності каталази та пероксидази. Отже, каталазу можна розглядати як стресовий фермент. В експериментальних дослідженнях газометричним методом [2] визначено каталазну активність листя липи дрібнолистої, насадженої в придорожньому просторі, та порівнювали одержані результати з даними наукової літератури (таблиця).

Таблиця 1 – Каталазна активність рослин

Відстань до джерела забруднення, м	Каталазна активність, мл O ₂ /г хв	
	Власні дослідження	Літературні дані [2]
<1	45,1±2,67	160
200–300	31,1±4,52	123

Як видно, з даних табл. 1, при збільшенні відстані від джерела техногенного навантаження каталазна активність рослин зменшується.

Список використаних джерел:

1. Попович В.В. Залежність ферментної активності каталази від вмісту крохмалю в рудеральній рослинності сміттєзвалищ. *Вісник ЛДУБЖД*. 2018. №18. С.139-145.
2. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука. 2005.– 252 с

Плясуля С. В., ст., *Телюра Н. О., к.т.н., доцент*

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ
ПОСТРАЖДАЛИХ В НАСЛІДОК ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

**(на прикладі с. Новомикільське, Міловська територіальна громада,
Старобільський район, Луганської області)**

У кожній пожежі наш час пожежі як в Україні так і в інших країнах світу, були різні причина та наслідки, головним чином це траплялося, за або необережного поводження людей з вогнем, або підпалу, але головним чинником сьогодні в Україні є війна.

Пожежі в лісах, що належать діяльності Держлісагентства (73 % усіх лісів України), викликані саме внаслідок вибухів, обстрілів та наявності на території лісового фонду нерозірваних вибухових предметів. Така ситуація унеможливорює своєчасне реагування протипожежних підрозділів на загоряння в лісових масивах та дозволяє вогню розповсюджуватися на значні території.

У мирний час пожежа як частина природи, може відігравати ключову роль у формуванні екосистем, виступаючи в ролі агента оновлення та змін. Але вогонь може бути і є смертельним, знищуючи будинки, середовище проживання диких тварин і деревину, а також забруднюючи повітря викидами, шкідливими для здоров'я людей. Так, на крупних згарищах у результаті вигорання шару трав'яної рослинності та підстилки у подальші роки спостерігається водна і вітрова ерозія, змивання дрібнозему, оголення материнських гірських порід і утворення розсіпів.

Техногенний вплив пірогенних процесів на компоненти довкілля є одним з негативних та руйнівних, що визначило актуальність та своєчасність досліджень. В дослідженні систематизовано, упорядковано та узагальнено наслідки процесів постпірогенного відновлення з метою виявлення закономірностей відтворення територій природно-територіальних комплексів після пожеж.

Дана робота вимагала проведення оцінки збитків від впливів пірогенних процесів та факторів на компоненти довкілля, що також призводить до динамічного збільшення показників видового різноманіття, у тому числі коливання зміщення показників різноманітності та розрахункових параметрів.

Для проведення польових досліджень лісових пожеж, визначено с. Новомекільське, Міловська територіальна громада, Старобільський район, Луганської області. На основі проведених досліджень, визначено, що переважна кількість пожеж та їх площа спостерігається у весняні, пізньовесняні, осінні і пізньоосінні семигумідні макротермальні стекси.

Період дослідження обмежено роками з 2017 по 2019 роки, які характеризуються помітною тенденцією підвищення середньомісячних температур другої половини року (серпень-грудень), а варіації температур за місяцями стають більш стриманими. В зимовий час варіація кількості випадючих опадів значно більше, ніж в інші періоди.

Виконані прогнози зміни температури теплих місяців (квітень-жовтень) у період до 2100 року за сценаріями кліматичних змін RCP 4.5 та RCP 8.5 окреслили подальше їх зростання, натомість кількість опадів за обома сценаріями буде катастрофічно зменшуватися, вони матимуть переважно стихійний характер і відхилення від традиційної сезонності випадіння. Відповідно до зміни опадів, прогнозована вологість ґрунту також буде зменшуватися.

Запропоновані технічні та природоохоронні заходи щодо підвищення екологічної безпеки територій постраждалих в наслідок пожежі, головним

чином полягають у відновленні та створенні майже природних багатовікових лісових екосистем.

Тищенко Є.Б., ст., *Артем'єв С.Р., к.т.н., доцент*

Національний університет цивільного захисту України

ПІДВИЩЕННЯ РОЛІ НЕФОРМАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Екологічне виховання та екологічна освіта досить тривалий період займала та продовжує займати у суспільстві другорядне значення, у якому переважає вузькопрофесійне ставлення до проблематики охорони навколишнього природного середовища. Екологічні наслідки, наприклад, ведення бойових дій із застосуванням різних видів зброї практично не вивчалися, або їм не надавалося належного значення. У сучасних умовах дане питання складно недооцінювати. При цьому фахівці-екологи у достатньо великій кількості випадків не мали можливості реалізувати себе, як фахівці-практики. Вперше мету і завдання освіти у сфері навколишнього природного середовища було сформульовано на Міжнародній Тбіліській конференції у 1977 році, де екологічна освіта розглядалася як найважливіший елемент безперервної і загальної освіти, покликаний сприяти збереженню навколишнього природного середовища. У ті часи питання неформальної екологічної освіти як такої, практично не розглядалися.

Недоліки екологічної освіти та виховання дорого коштують людству, адже екологічна несвідомість нерідко стає причиною глобальних, передусім, соціально-економічних проблем. При цьому проведений аналіз ряду публікацій свідчить, що близько 60 % літературних джерел з екологічних питань, які видавалися в європейських країнах за останні 20–25 років, обговорюють проблеми екологічної освіти та виховання.

Однією з найактуальніших проблем сучасності є взаємодія людини з природою. Важливим аспектом у вирішенні проблеми збереження природних

ресурсів є освіта людей в області охорони навколишнього середовища, екологічне виховання всього населення, а особливо підростаючого покоління. Освіта при цьому може бути традиційно-свідомою, як то навчання у закладі вищої освіти на певній екологічній спеціальності, а може бути не формальною, як то розширення власного екологічного світогляду за межами певних програм та освітніх компонентів. Екологічна проблема за умов відсутності будь-якого виду екологічної освіти виростає в проблему перетворення стихійного впливу людей на природу. Її можливо уникнути за наявності в кожній людині достатнього рівня екологічної культури, екологічної свідомості, формування яких починається з раннього дитинства і продовжується все життя.

Екологічне виховання – це організований і цілеспрямований процес формування системи наукових знань про природу і суспільство, поглядів і переконань, що забезпечують становлення відповідального ставлення молоді до природи, реальним показником якого є практичні дії здобувачів вищої освіти по відношенню до природного середовища.

Екологічна освіта є сукупністю екологічних знань, екологічного мислення, екологічного світогляду, екологічної етики, екологічної культури. Однією з форм екологічної освіти є створення у закладах вищої освіти наукових товариств (гуртків) екологічної спрямованості, які, як правило, очолюють науково-педагогічні працівники кафедр екологічного спрямування. Це сприяє вивченню здобувачами вищої освіти – майбутніми фахівцями екологічної безпеки об'єктів і явищ у самій природі, отриманню навичок щодо визначення видів рослин і тварин, розумінню на практиці шляхів впливу людини на довкілля, видів природокористування, а головне – розширює кругозір молоді щодо сучасних природоохоронних проблем.

Освіта з питань навколишнього середовища нині у вишах здійснюється в межах формальної і неформальної освіти. Формальна освіта охоплює безпосередньо самих здобувачів вищої освіти в межах вивчення певних освітньо-професійних програм, а неформальна – тих, хто бажає відвідувати всілякі курси підвищення кваліфікації, семінари, вебінари, конференції,

тренінги тощо, які по завершенню, як правило, надають відповідний сертифікат проходження. У сучасних умовах роль та зростання фактору впливу неформальної освіти дуже стрімко зростає, що на пряму мотивує здобувача вищої освіти відпрацьовувати певний навчальний матеріал у тому числі і за межами існуючих робочих програм навчальних дисциплін та завдань від викладачів.

Шаповалов О. І., ст., Куліш О. В., ст., *Решетченко А. І., к. т. н.*

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

ЗЕЛЕНА ВІДБУДОВА: СВІТОВИЙ ДОСВІД ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

Багато експертів сходяться на думці, що подальше відновлення України має стати комплексним багатофакторним процесом, який ґрунтується на засадах сталого розвитку. При цьому екологічна складова повинна бути пріоритетною та розроблятися з урахуванням Європейського зеленого курсу. Така концепція дістала назву «зелена відбудова».

Головною метою зеленої відбудови є відновлення економічних та соціальних процесів із подальшою модернізацією країни задля досягнення рівноваги між інтересами громадськості, бізнесу та довкілля. Серед принципів такої відбудови називають активне залучення до процесу усіх зацікавлених сторін, використання найкращих доступних технологій та методів управління, підвищення енергоефективності економіки за допомогою збільшення частки енергії з відновлюваних джерел [1].

Реалізацію планів щодо зеленої відбудови слід проводити на основі ретельного вивчення досвіду післявоєнного відновлення держав, що зазнали значних руйнувань на своїй території.

В цьому дуже показовим прикладом є відновлення Німеччини після Другої світової війни. Завдяки проведенню низки економічних та природоохоронних програм, ця країна наразі, є світовим лідером не тільки у технологічному секторі, а й за показниками екологічної ефективності [2]. Зміст даних програм, а також їх скерованість та системність при впровадженні може стати підґрунтям майбутньої відбудови України.

Крім того, Україна також може вивчати міжнародний досвід відновлення після катастроф, які за своїми негативними наслідками не поступаються наслідкам бойових дій.

Таким прикладом є Японія – після аварії на атомній станції Фукусіма вона розпочала масштабну програму розбудови із використанням альтернативних джерел енергії, замість втраченої атомної, з метою врівноваження енергетичного балансу. Цей досвід є корисним для розвитку сонячної та вітрової енергетики України, його також -доцільно використовувати для ефективного управління по відновленню територій, що зазнали техногенного забруднення від повномасштабного вторгнення [3].

Кінцевим результатом зеленої відбудови може послугувати місто Фрайбург, яке визнано одним з найбільш екологічно чистих міст у світі. Його стратегія розвитку ґрунтується на використанні відновлюваних джерел енергії та просуванні концепції енергоефективних будівель і споруд. Розробки у цій сфері не стануть зайвими у планах відновлення українських міст [4].

Таким чином, світова історія має достатньо прикладів для України із минулого і сьогодення які можуть зробити вагомий внесок у її відбудову та стати загальним орієнтиром на шляху до сталого розвитку.

Список використаних джерел:

1. Зелена відбудова України: позиція громадськості. URL: https://www.irf.ua/green_recovery_ukraine/ (дата звернення 01.04.2023).
2. Environmental Performance Index | *Environmental Performance Index*. URL: <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi> (дата звернення 03.04.2023).
3. Як відновити Україну після війни – досвід Японії. *Новини Полтави – останні події в Полтаві і області сьогодні | Полтавська хвиля*. URL: <https://poltavawave.com.ua/p/iak-vidnoviti-ukrayinu-pislia-viini---dosvid-iaponiyi-695849> (дата звернення 02.04.2023).
4. Фрайбург - приклад сталого енергоефективного розвитку міста. *Компанія Сахара - повний спектр послуг для енергоефективного будинку | ТОВ «Сахара»*.

Бабіщук К. С., Серіков Я. О., к. т. н, доцент

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СТРУКТУРІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ ЯК ФАКТОР НЕОБХІДНОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАННЯ З ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

За даними Міжнародної організації праці (МОП) на дійсний час рівень травматизму в усьому світі може бути прирівняний до епідемії. Особливо високим є травматизм виробничого й побутового характеру при роботах з електричним устаткуванням [1, 2]. Це призводить до зменшення трудового потенціалу країни, що негативно позначається на її економічному розвитку. Тому важливим є аналіз наявного стану електротравматизму, його причин, враховуючи й розвиток відновлюваних джерел енергії. В Україні на протязі розвитку держави створена об'єднана енергетична система (ОЕС) – сукупність електростанцій, електричних мереж, що працюють в загальному режимі виробництва, передачі і розподілу електричної енергії. В ОЕС України паралельно працюють атомні (АЕС), теплові (ТЕС) та гідроелектростанції (ГЕС), а також електростанції, які працюють на відновлювальних джерелах електроенергії (ВДЕ). До них відносяться сонячні, вітрові, біо- та інші.

Аналіз показує, що відносна частка кожної складової в загальній структурі генерації електроенергії в Україні складає: – атомні електростанції забезпечують 51 %. Вони працюють за рівномірним графіком і створюють енергетичну базу протягом всієї доби. До недоліків АЕС відноситься повільне нарощування чи зниження генерованої потужності. Внаслідок цього атомні електростанції не

можуть оперативно регулювати виробництво електроенергії під час вечірніх піків і зменшувати його в нічний час, коли настає «нічний провал» у споживанні електроенергії. Теплоелектростанції забезпечують генерування близько 27 % електроенергії. Як правило, це маневрові потужності з можливістю оперативного реагування на зміни потужності електроспоживання. Такі станції працюють на спалюванні вугілля, газу або мазуту. Гідро- та гідроакумулюючі електростанції генерують близько 5% енергії. Станції такого типу найчастіше використовуються для покривання пікового споживання в енергосистемі країни.

Порівняно новим напрямком розвитку електроенергетичної галузі є використання ВДЕ. В Україні на даний період склався такий стан використання ВДЕ:

- сонячні електростанції (СЕС) забезпечують близько 5% екологічно чистої генерації електроенергії, що здійснюється завдяки сонячному світу;
- вітрові електростанції (ВЕС) забезпечують 2% також екологічно чистої генерації, яка використовує енергію вітру;
- біоелектростанції для генерації використовують біологічні відходи з виробництв та біогаз і забезпечують близько 1% електричної енергії.

В кінці 2008 року в нашій країні для стимулювання розвитку відновлювальної енергетики був прийнятий «зелений тариф», згідно з яким електроенергія, отримана з ВДЕ, купується державою за тарифами, вищими за ринкову вартість. Така програма розрахована до 2030 р. Очікується, що в 2030 році частка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел становитиме близько 25–30 %.

Значний час використання АЕС, ТЕС та ГЕС обумовлює значні напрацювання в галузі охорони праці, електробезпеки при їх експлуатації, а отже й захист здоров'я персоналу. Інше становище складається на даний час при застосуванні й розвитку ВДЕ, яке характеризується підвищеним рівнем електротравматизму, особливо побутового характеру. Цей факт обумовлений двома причинами: 1 – запровадження електростанцій на ВДЕ в приватному секторі. Причому, в більшості випадків такі станції будують власники самостійно,

без залучення спеціалістів відповідного профілю. В результаті часто це викликає недодержання встановлених правил електробезпеки. 2 – експлуатують і ремонтують такі станції також їх власники, які також, як правило, не мають відповідної підготовки. При цьому очевидно, що таке положення, враховуючи й збільшення кількості ВДЕ, викликає постійне підвищення рівня побутового електротравматизму. Так, побутові електротравми в Україні складають 46,5 % [2]. При цьому слід відзначити що положення, що склалося є характерним не тільки для України, а й для інших країн, в тому числі й економічно розвинутих.

Реальним шляхом покращення такого стану є вдосконалення системи навчання не тільки електротехнічного персоналу, а й населення з цивільної безпеки, невід'ємною частиною якої є електробезпека.

Список використаних джерел:

1. Доповідь Міжнародної організації праці до Всесвітнього дня охорони праці. 2021 р.
URL : <https://pro-op.com.ua/article/642-vseshvny-den-ohoroni-prats-mop-viznachilasya-z-temoyu> (дата звернення 06.04. 2023)
2. Серіков Я. О., Нікітченко О. Ю., Серікова К. С. Стан та проблеми виробничого й побутового електротравматизму в Україні. *НТЗ «Комунальне господарство міст», сер.: Технічні науки та архітектура.* 2021.- Вип. 4(164). С. 234-239.

Прохоров Б. С., Серіков Я. О., к. т. н., доцент

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

АНАЛІЗ РОБІТ ПРИ ЗАМІНІ ПОШКОДЖЕНОГО ВОЄННИМИ ДІЯМИ ТРАНСФОРМАТОРА НА МАГІСТРАЛЬНІЙ ПІДСТАНЦІ 330/110 КВ ЯК ДЖЕРЕЛ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Воєнний стан, що є наявним на даний час в Україні, вимагає посиленних дій по відновленню пошкоджених, в основному, магістральних ліній електропередачі [1]. При чому, як свідчать публікації, одним з основних

об'єктів обстрілів є силові трансформатори підстанцій напругою 330/110 кВ і вище (рис. 1).

Як правило, такі підстанції будують в межах розташування великих, міст, промислових районів. Монтаж її силових трансформаторів, які встановлюють на заміну пошкоджених, несе за собою вимушене забруднення, в основному, літосфери й гідросфери [2]. Забруднення літосфери відбувається з тієї причини, що для влаштування обладнання підстанції необхідно виконувати земляні роботи, що перетворює верхній шар ґрунту на неродючий. Іншим важливим джерелом забруднення літосфери є трансформаторне масло, яке застосовують для примусового охолодження з метою забезпечення нормальної роботи силових трансформаторів. Маса трансформаторного масла, що заливають в такі трансформатори, залежить від їх потужності й складає величину більше за 5 000 кг.

У разі аварії на системі охолодження силових трансформаторів трансформаторне масло може розлитися не тільки по території, на якій вони змонтовані, але й забруднювати навколишнє середовище. Таке положення може відбутися й у разі виникнення пожежі на підстанції, яка, наприклад, спровокована воєнними діями. На додаток до цього мережі, обладнання напругою 330 кВ характеризуються підвищеним рівнем електромагнітного поля.



Рисунок 1 – Монтаж силового трансформатора 330/110 кВ

З метою зниження забруднення навколишнього середовища трансформаторним маслом, під силовими трансформаторами підстанції влаштовуємо маслоприймальні приямки. Об'єм приямків розраховуємо з забезпеченням вимоги розміщення в ньому 100 % трансформаторного масла. Ці приямки сполучаємо трубопроводом для відводу масла з території підстанції у спеціальний резервуар. З резервуару забезпечуємо можливість викачувати масло. Цей захід необхідний не тільки на випадок аварії силових трансформаторів підстанції, але й при ремонті, коли необхідно зливати масло з трансформатора. Таке рішення також спрощує вирішення завдання з транспортування відпрацьованого масла на підприємства, на яких воно проходить регенерацію його властивостей. Для виключення негативного впливу будівельних робіт на трансформаторній підстанції передбачаємо вивезення верхнього шару ґрунту для подальшого його корисного використання. З метою зниження впливу шуму від працюючої підстанції, електромагнітного поля на людей сельбищної зони забезпечуємо необхідну санітарно-захисну смугу. На площі цієї зони висаджуємо дерева та декоративні кущі. Відпрацьовані акумуляторні батареї, лом, відходи кольорових та чорних металів сортуємо й складаємо окремо в спеціальні контейнери і своєчасно направляємо до відповідних підприємств.

Використання розроблених рекомендацій дозволить вирішити завдання зниження забруднення навколишнього середовища при заміні пошкодженого воєнними діями й при експлуатації силового трансформатора на підстанції 330/110 кВ магістральних ліній електропостачання України.

Список використаних джерел:

1. Цензор.НЕТ. 27 листопада 2022. URL : <https://censor.net> (дата звернення 21.02.2023)
2. Серіков Я.О., Коженевські Л. Ф. Безпека життєдіяльності – секюрітологія. Проблеми, завдання, шляхи вирішення : монографія. Харків : ХНАМГ, 2012. – Ч. 1 – 170 с., Ч. 2 – 332 с.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ДОСЯГНЕНЬ ЕКОНОМІЧНО РОЗВИНУТИХ КРАЇН У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ

За даними управління статистики України, щорічно на виробництві травмується близько 50 тис. осіб із них 1 325 – смертельно. При цьому, основним контингентом травмованих і загиблих є особи віком 35 – 45 років [1]. Визначальним також є той факт, що динаміка виробничого травматизму в Україні має стійку тенденцію до збільшення його рівня (рис. 1).

Важливим є те, що як результат такого положення, відбувається зниження трудового потенціалу в Україні, а також затрачуються значні державні кошти на компенсацію ушкодження здоров'я працівників [2]. Так, в нашій країні більше, ніж 370 тис. осіб отримують пенсії, що призначені з причин каліцтв і професійних захворювань. Основною причиною високого рівня виробничого травматизму й професійних захворювань є недоліки в організації й забезпеченні належного рівня охорони праці, в ряді випадків неналежне відношення керівників підприємств до вирішення цих питань.

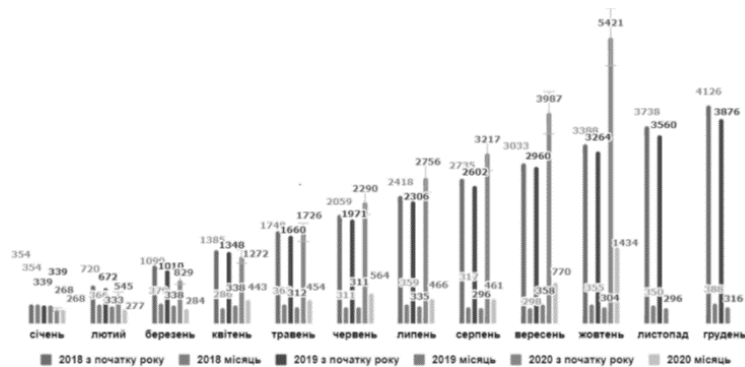


Рисунок 1 – Динаміка виробничого травматизму в Україні за 2018–2020 рр.

Однією з основних причин такого стану, на наш погляд, є недостатній рівень відповідальності керівників підприємств відносно порушень в цій галузі виробничої діяльності. Для прикладу наведемо основні положення з охорони праці, які запроваджені в Японії.

На відміну від ряду інших країн, в Японії заходи з охорони, безпеки праці реалізують з високою точністю й відповідальністю. В цій країні, наприклад, відсутні такі поняття як «суттєві» і «не дуже суттєві» розпорядження, що відносяться до сфери охорони праці. Тобто будь-яке розпорядження виконується безумовно і в установлені строки.

Наступною відмінністю є реагування на нещасні випадки й професійні захворювання, що відбуваються на підприємствах у цій країні. В Японії не прийнято, як у багатьох інших країнах, у тому числі і в Україні, відносити причину одержання, наприклад, травми на необережність чи неуважність працівника, тобто на його відповідальність. Жодний керівник підприємства в Японії не має права знімати з себе відповідальність за нещасний випадок чи виявлене професійне захворювання. В тому разі, якщо спостерігається високий рівень травматизму, то для такого керівника це є суттєвою перешкодою для його кар'єрного зростання. Така бездіяльність осіб у забезпеченні охорони праці розцінюється в розрізі нанесення безпосередніх економічних збитків підприємству і в результаті – державі.

Завдання забезпечення охорони праці є важливим для підприємців Японії і з економічних позицій. Так, у разі нещасного випадку, за законодавством Японії, страхові органи вимагають від фірми відшкодування всіх витрат, що виникли у зв'язку з нещасним випадком, включаючи судові позови. Керівництво підприємств, з метою збереження іміджу, як правило, не доводить справу до судового процесу, а пропонують потерпілим чи родичам загиблих певну угоду. Як правило, така угода полягає в 100 % компенсації. Вона сплачується у вигляді «суми співчуття». Це може становити 40 000–50 000 доларів.

Отже, посилення відповідальності керівників за стан охорони праці на законодавчому рівні, підкріплене можливими економічними збитками є одним з реальних шляхів вирішення розглядуваного завдання. Це безпосередньо вплине позитивно на стан економічного й соціального розвитку як підприємств, так і міст і держави в цілому.

Список використаних джерел:

1. Серіков Я. О., Нікітченко О. Ю., Серікова К. С. Стан та проблеми виробничого й побутового електротравматизму в Україні. *НТЗ «Комунальне господарство міст»*, сер.: Технічні науки та архітектура. - 2021. - Вип. 4(164). С. 234-239.
2. Серіков Я. О. Промислова безпека та соціальний захист працівників виробничих підприємств, компаній і корпорацій. Харків : ХНУМГ – корпорація ШЕЛЛІ, 2015. 247 с.

КОНТАКТИ:



Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17
м. Харків, 61002, Україна
2 поверх адміністративного корпусу, к. 226
Кафедра інженерної екології міст



+38 (050) 866-97-46



ecology@kname.edu.ua



<https://ecology.kname.edu.ua>



@ecology.kname



@ecology.kname



Електронне наукове видання

**ЕКОЛОГІЧНА І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.
ОХОРОНА ВОДНОГО І ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНІВ.
УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ**

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

(19–20 квітня 2023 р.)

Матеріали конференції подані в авторській редакції

Відповідальні за випуск *Д. В. Дядін, В. О. Юрченко, О. М. Дрозд,
Ю. С. Левашова, О. Г. Мельнікова, Л. Л. Багмут*
Технічний редактор *Ю. С. Левашова*

Підп. до друку 18.05.2023. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 8,4.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.