

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 553.3/9 (477.82)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Анатолій КРЮЧКОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 101 Екологія
(код та назва спеціальності)

на тему: Дослідження можливості утилізації відходів станції аерації для
отримання паливного газу

Студентка групи ОЗ-91мп Чиж К.І. _____
(шифр групи) (прізвище та ініціали) (підпис)

Науковий керівник Євтеєва Л. І., к.т.н., ст.викладач _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, посада) (підпис)

Консультант Стартап-проекту Шевчук Н. А., к. т. н., доцент _____
(назва розділу) (прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Рецензент Розен В. П., д.т.н., професор _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студентка _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії
(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою
Спеціальність (спеціалізація) – 101 Екологія («Інженерна екологія та
ресурсозбереження»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) Анатолій КРЮЧКОВ
(ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію**

студенці Чиж Катерині Іванівні
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тама дисертації Дослідження можливості утилізації відходів станції аерації
для отримання паливного газу

науковий керівник дисертації Євтєєва Любов Іванівна, к. т. н., ст.викладач.
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада)

затверджені наказом по університету від « 03 » листопада 2020 р. №3199-с

2. Дата подання студентом дисертації « 21 » грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження – процес виділення паливного газу в процесі зброджування в метантенках для подальшого використання.

4. Предмет дослідження – характеристики та властивості анаеробного зброджування для стабілізації органічного компонента осадів стічних вод.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: проаналізувати і класифікувати методи обробки стічних вод для зменшення негативного впливу на людину і навколишнє середовище; зробити розрахунки основних показників технологічного процесу переробки стічних вод ; зазначити основні напрямки використання еколого-економічних показників майбутнього розвитку підприємства; розробити стартап-проект.

6. Перелік графічного матеріалу (ілюстративного): карта-схема

підприємства; графіки залежності виходу біогазу від температури та часу;

7. Орієнтовний перелік публікацій: в III науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ на тему «Аналіз і удосконалення теоретичних і методичних принципів оцінки очистки стічних вод та обробки осадів бортицької станції аерації для отримання паливного газу»

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали, посада	Дата, підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін М.В., к.т.н., асистент		
Стартап-проект	Шевчук Н.А., к.т.н., доцент		

9. Дата видачі завдання: «01» вересня 2020 р.

Календарний план

№ з/д	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Вибір і затвердження теми.	01.09.20-07.09.20	виконано
2.	Підбір і ознайомлення з літературою	08.09.20-28.09.20	виконано
3.	Складання плану, розробка індивідуального завдання	29.09.20-12.10.20	Виконано
4.	Поглиблене вивчення літературних джерел написання теоретичної частини.	13.10.20-09.11.20	Виконано
5.	Збір і аналітична обробка статистичного матеріалу теми дослідження	10.11.20-23.11.20	Виконано
6.	Написання дисертації та її оформлення	24.11.20-10.12.20	Виконано
7.	Подання роботи в ДЕК та її захист	11.12.20-23.12.20	Виконано

Студентка

(підпис)

Катерина Чиж

(ім'я, прізвище)

Науковий керівник

(підпис)

Любов ЄВТЄЄВА

(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить 80 сторінок, 8 ілюстрацій, 23 таблиці та 70 джерел за переліком посилань.

Актуальність дослідження визначається тим, що в даний час в Україні назріла необхідність більш ефективного збору і переробки (використання) різних об'ємів стічних вод та відходів від їх переробки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана на кафедрі інженерної екології в Інституті енергозбереження та енергоменеджменту та відповідає вимогам Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» №2697-VIII від 28.02.2019 (введення в дію відбудеться 01.01.2020 року) у сфері поводження з промисловими відходами.

Мета дослідження - аналіз і удосконалення теоретичних і методичних принципів оцінки очистки стічних вод та обробки осадів Бортницької станції аерації; вибір, розробка й інженерна оцінка найбільш ефективних технологічних методів та засобів утилізації осадів стічних вод, зведення до мінімуму ймовірності негативного впливу існуючих компонентів стічних вод та тих, що тимчасово зберігаються, на навколишнє середовище, підвищення ефективності та якості виробничої діяльності станції аерації, оптимізація енергозберігаючих технологій, включаючи забезпечення екологічної безпеки під час проведення робіт.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були вирішені наступні **завдання**:

- проаналізовано і класифіковані методи обробки стічних вод підприємства Бортницької станції аерації для зменшення негативного впливу на людину і навколишнє середовище;

- систематизовано і класифіковані дані по технологічному процесу Бортницької станції аерації;

- проведено аналіз теоретичних і методичних основ технології поводження з стічними водами;

- зроблено розрахунки основних показників технологічного процесу переробки стічних вод ;

- зазначено основні напрямки використання еколого-економічних показників майбутнього розвитку підприємства.

Об'єкт дослідження: процес виділення паливного газу в процесі збродження в метантенках для подальшого використання.

Предмет дослідження: характеристики та властивості анаеробного збродження для стабілізації органічного компонента осадів стічних вод.

На базі отриманих даних моніторингу зроблено інженерну оцінку екологічної ситуації на об'єкті, сформовані математичні моделі, що можуть бути використані для розробки методик визначення забруднення навколишнього середовища від діяльності підприємства в сфері поводження зі стічними водами.

Методологічна база: методологічною базою дослідження є фундаментальні теоретичні положення в сфері поводження в стічними водами та обробки осадів, положення теорії економічного аналізу природокористування, роботи вчених в області екології, біології, геології, фізики, хімії, економіки, математики, права.

При рішенні поставлених задач були використані методи системного, порівняльного і факторного аналізу, математичної статистики.

Наукова новизна результатів магістерського атестаційного дослідження полягає в наступному:

- систематизовано і класифіковано науково-методичні підходи до оцінки очистки стічних вод та обробки осадів в зоні дії підприємства;

- вперше запропоновано науково-методичні підходи по відношенню до виділення метану з досліджуваних осадів ;

- на базі теоретичної та результатної концепції розроблені методичні принципи оцінки утилізації стічних вод;

- проведено факторний аналіз залежності вмісту метану в технологічному ланцюжку від фізичних та хімічних факторів, від часу;

- розроблено теоретичні основи і методичні рекомендації з перспектив розвитку підприємства в сфері поводження з осадами стічних вод;

Практичне значення дослідження визначене тим, що:

- на базі вітчизняного і світового досвіду проаналізований і спрощений великий масив фактичної інформації з утилізації стічних вод та про вплив об'єктів житлових комунальних господарств на людину і навколишнє середовище;

- подано розрахункову базу методики екологічного моніторингу для оцінки забруднення навколишнього середовища в зоні дії підприємства;

- проаналізовані дані екологічного моніторингу технологічного циклу підприємства, за якими приведено основні напрямки робіт по мінімізації забруднення;

- запропоновано напрямки досліджень підприємства в області поводження з осадами стічних вод;

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи викладено на II Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БІОГАЗ, АНАЕРОБНЕ ЗБРОДЖУВАННЯ, УТИЛІЗАЦІЯ, СТІЧНІ ВОДИ, ОСАДИ, МЕТАНТЕНК, СТАНЦІЯ АЕРАЦІЇ.

ABSTRACT

The master's dissertation contains 80 pages, 8 illustrations, 23 tables and 70 sources according to the list of references.

The relevance of the study is determined by the fact that at present in Ukraine there is a need for more efficient collection and processing (use) of different volumes of wastewater and waste from their processing.

Connection of work with scientific programs, plans, themes. The master's dissertation was completed at the Department of Engineering Ecology at the Institute of Energy Conservation and Energy Management and meets the requirements of the Law of Ukraine "On Basic Principles (Strategy) of State Environmental Policy of Ukraine until 2030" №2697-VIII dated 28.02.2019 (implementation will take place on 01.01.2020 year) in the field of industrial waste management.

The purpose of the study - analysis and improvement of theoretical and methodological principles of wastewater treatment and sludge treatment of Bortnytsia aeration station; selection, development and engineering evaluation of the most effective technological methods and means of sewage sludge utilization, minimization of the probability of negative impact of existing wastewater and temporarily stored components on the environment, improving the efficiency and quality of aeration plant production, optimization of energy saving technologies , including ensuring environmental safety during the works.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- analyzed and classified methods of wastewater treatment of the Bortnytsia aeration station to reduce the negative impact on humans and the environment;
- systematized and classified data on the technological process Bortnytsia aeration station;
- the analysis of theoretical and methodical bases of technology of sewage treatment is carried out;
- calculations of the main indicators of the technological process are made wastewater treatment;

- the main directions of use of ecological and economic indicators of future development of the enterprise are specified.

Object of research: the process of fuel gas separation during fermentation in methane tanks for further use.

Subject of research: characteristics and properties of anaerobic fermentation for stabilization of the organic component of sewage sludge.

Based on the obtained monitoring data, an engineering assessment of the ecological situation at the site was made, mathematical models were formed that can be used to develop methods for determining environmental pollution from the activities of the enterprise in the field of wastewater management.

Methodological basis: the methodological basis of the study are the fundamental theoretical provisions in the field of wastewater treatment and sludge treatment, the provisions of the theory of economic analysis of nature, the work of leading scientists in the field of ecology, biology, geology, physics, chemistry, economics, mathematics, law.

Methods of system, comparative and factor analysis were used in solving the tasks. mathematical statistics.

The scientific novelty of the results of the master's certification research is as follows:

- systematized and classified scientific and methodological approaches to the assessment of wastewater treatment and sludge treatment in the area of the enterprise;
- for the first time proposed scientific and methodological approaches to the release of methane from the studied sediments;
- on the basis of the theoretical and result concept methodical principles of an estimation of utilization of sewage are developed;
- factor analysis of the dependence of methane content in the technological chain on physical and chemical factors, on time;
- developed theoretical foundations and guidelines for the development of the enterprise in the field of sewage sludge management;

The practical significance of the study is determined by the fact that:

- on the basis of domestic and world experience analyzed and simplified a large array of factual information on wastewater disposal and the impact of housing and communal services on man and the environment;

- the calculation base of the methodology of ecological monitoring for the assessment of environmental pollution in the area of operation of the enterprise is given;

- the data of ecological monitoring of a technological cycle of the enterprise on which the basic directions of works on minimization of pollution are resulted are analyzed;

- the directions of researches of the enterprise in the field of management of sewage sludge are offered;

Approbation of dissertation results. The main results of the work are presented at the II Scientific and Technical Conference of IEE undergraduates (based on the results of dissertation research of undergraduates).

KEY WORDS: BIOGAS, ANAEROBIC DIGESTION, UTILIZATION, WASTEWATER, SLUDGE, METHANE TANK, AERATION STATION.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	12
ВСТУП	13
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ДОСЛІДЖЕННЯМИ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, СТІЧНИХ ВОД ТА ЇХ ПЕРЕРОБКИ	18
1.1 Методи обробки стічних вод	18
1.1.1 Хімічні методи очищення стічної рідини	24
1.1.2 Фізико-хімічні методи очищення стічної рідини	25
1.1.3 Механічне очищення виробничих стічних вод	27
Висновки до розділу 1	30
2 МЕТОДИ ОБРОБКИ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД	31
2.1 Характеристика процесу зброжування	31
Висновки до розділу 2	39
3 УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПАЛИВНОГО ГАЗУ	40
3.1 Обробка осадів стічних вод. Лабораторне визначення основних показників метанового зброжування	40
3.1.1 Визначення оптимального ступеню розпаду органічних речовин при анаеробному окисненні в метантенках	40
3.1.2 Визначення оптимальної температури зброжування	45
3.1.3 Визначення оптимальних параметрів виходу біогазу за годиною зброжування	47
3.1.4 Визначення оптимальних параметрів завантаження метантенків по беззольній речовині за годиною перебування	48
3.2 Розрахунок технічних і технодогічних параметрів метантенка	51
3.3 Контроль за роботою метантенків. Біохімія й мікробіологія метанового зброжування в метантенках	58
Висновки до розділу 3	64
4 СТАРТАП-ПРОЄКТ «ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗНЕВОДНЕНИХ НА ЦЕНТРИПРЕСАХ ОСАДІВ З ЦІЛЛЮ ПОДАЛЬШОЇ ЇХНЬОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ»	65
4.1 Опис ідеї стартап-проекту	65
4.2 Аналіз конкурентного середовища	66

	11
4.3 Ключові види діяльності та ключові партнери.....	68
4.4 Прямі матеріальні витрати та розрахунок собівартості продукції	69
4.5 Витрати на оплату праці.....	70
4.6 Цільові групи потенційних клієнтів.....	70
4.7 Канали збуту.....	71
4.8 Бізнес-модель проекту.....	71
Висновки до розділу 4	72
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

СПАР – Синтетичні поверхнево-активні речовини;

ВІЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я;

БСА – Бортницька станція аераці;

ЗМЧ – Загальне мікробне число;

ТВ – Технічні вимоги;

ЦПП – Целюлозно-паперова промисловість;

БСК – Біологічне споживання кисню;

ХСК – Хімічне споживання кисню.

ВСТУП

В останні десятиліття широка увага надається розробці та втіленню прогресивних технологічних рішень, зокрема екологічних технічних, котрі забезпечують використання вторинних ресурсів. Використання цих технологій стає визначальним для економіки держави, фактором.

При обробці міських стічних вод, енергозберігаючі технологічні процеси, які забезпечують одночасно використання вторинних ресурсів, ґрунтуються на застосуванні методу анаеробного зброджування осадів в метантенках з отриманням паливного газу (біогазу) та добрив. В процесі анаеробного зброджування осадів досягається також їх стабілізація (незагниваємість) та санітарне знешкодження.

Метод анаеробного зброджування осадів отримав широке застосування в житловому господарстві багатьох країн світу.

У нас в країні щорічно в процесі очистки стічних вод утворюється біля 4 млн т сухої речовини осаду, що по своєму об'єму відповідає 100 млн м³ при вологості 96-96,5 %.

На комунальних очисних спорудах України щорічно утворюється більш ніж 45 млн м³ осадів, які вміщують 60-90 % органічних речовин. При умові переробки в метантенках хоча б половини осадів які утворилися в країні може бути отримано більше 200 млн м³ біогазу. Це відповідає запасу енергії $1 \cdot 10^{12}$ ккал/рік і може замінити приблизно 140 тис т умовного палива.

В теперішній час тільки на 30% станцій України є метантенки, але й вони використовуються не повністю. Тільки на трьох станціях в Києві, Харкові та Кривому Розі використовують газ в якості палива в котельнях, які виробляють пар для метантенків та для потреб станцій.

Однак, як відомо будь-який вид діяльності людини разом з користю для суспільства несе за собою і негативні наслідки. Одним з таких негативних наслідків у сфері використання стічних вод комунального господарства є

утворення неродючих земель та негативні наслідки від скиду недосконало оброблених стічних вод в артерії водоймищ.

У діючому національному законодавстві стічними водами називаються матеріальні об'єкти і субстанції, котрі відносяться до відпрацьованих вод промислових підприємств та міських агломерацій; хімічні, біологічні, радіоактивні складові яких перевищують чи не перевищують рівні, установлені діючими нормами. А всю сукупність видів діяльності по їхньому зборі, переробці, перевезенню, збереженню і використанню назвемо «поводженням зі стічними водами» - може бути вирішена з прийнятними для суспільства рівнями витрат. Для цього важлива наявність не тільки нових передових технологій, виробництв по поводженню з стічними водами і відповідних споруд, але і зробленої законодавчої бази, оптимальної і стабільної структури державного керування і регулювання екологічної безпеки, висококласних вчених і фахівців.

За останні роки в Україні розроблений і прийнятий верховною радою ряд законів, що заклали основи національного екологічного законодавства. Норми цих законів регулюють суспільні відносини в сфері поводження зі стічними водами ядерної енергії і поводження з радіоактивними відходами.

Загальні зведення про стінні води і класифікацію їх впливу на навколишнє середовище приведені з метою роз'яснення необхідності і важливості ведення обліку чисельності технологічних об'єктів, таких як Бортницька станція аерації, та відходів, забезпечення збору, збереження і надійної переробки та знешкодження для безпеки людини і біосфери.

Ряд розділів присвячений питанням переробки, використання, збереження газу та осадів стічних вод.

Прийнявши курс на інтеграцію в європейське співтовариство, ми повинні поступово приводити своє законодавство, нормативну базу, вимоги стандартів, норм і правил у сфері екологічної безпеки у відповідність з положеннями міжнародних конвенцій, договорів, угод у цій області.

Зроблено спробу проаналізувати досвід поводження з стічними водами на Бортницькій станції аерації, з урахуванням впливу ряду об'єктивно існуючих факторів: нинішньої екологічної ситуації на об'єкті.

Актуальність дослідження визначається тим, що в даний час в Україні назріла необхідність більш ефективного збору і переробки (використання) річних об'ємів стічних вод та відходів від їх переробки.

Предмет дослідження – виділення газу в процесі зброджування в метантенках для подальшого використання.

Об'єкт дослідження - Київська агломерація Бортницька станція аерації стічних вод.

Мета роботи - аналіз і удосконалення теоретичних і методичних принципів оцінки очистки стічних вод та обробки осадів Бортницької станції аерації; вибір, розробка й інженерна оцінка найбільш ефективних технологічних методів та засобів утилізації осадів стічних вод, зведення до мінімуму ймовірності негативного впливу існуючих компонентів стічних вод та тих, що тимчасово зберігаються на навколишнє середовище, підвищення ефективності та якості виробничої діяльності станції аерації, оптимізація енергозберігаючих технологій, включаючи забезпечення екологічної безпеки під час проведення робіт.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були вирішені наступні задачі:

- проаналізовано і класифіковані методи обробки стічних вод підприємства Бортницької станції аерації для зменшення негативного впливу на людину навколишнє середовище;
- систематизовано і класифіковані дані по технологічному процесу Бортницької станції аерації;
- проведено аналіз теоретичних і методичних основ технології поводження зі стічними водами;
- зроблено розрахунки основних показників технологічного процесу переробки стічних вод ;

- зазначено основні напрямки використання еколого-економічних показників майбутнього розвитку підприємства.

Методологія і методика досліджень. Методологічною базою дослідження є фундаментальні теоретичні положення в сфері поводження в стічними водами та обробки осадів, положення теорії економічного аналізу природокористування, роботи вчених в області екології, біології, геології, фізики, хімії, економіки, математики, права.

При рішенні поставлених задач були використані методи системного, порівняльного і факторного аналізу, математичної статистики.

У роботі використані законодавчі і нормативні акти Верховної Ради і Кабінету Міністрів України, відомчі інструктивно-методичні документи, матеріали науково-дослідних і проектних організацій, офіційна статична інформація, а також дані, що містяться у вітчизняній і закордонній літературі, засобах масової інформації.

Наукова новизна результатів магістерського атестаційного дослідження полягає в наступному:

- систематизовано і класифіковано науково-методичні підходи до оцінки очистки стічних вод та обробки осадів в зоні дії підприємства;
- вперше запропоновано науково-методичні підходи по відношенню до виділення метану з досліджуваних осадів ;
- на базі теоретичної та результатної концепції розроблені методичні принципи оцінки утилізації стічних вод;
- проведено факторний аналіз залежності вмісту метану в технологічному ланцюжку від фізичних та хімічних факторів, від часу;
- розроблено теоретичні основи і методичні рекомендації з перспектив розвитку підприємства в сфері поводження з осадами стічних вод;

Практичне значення дослідження визначене тим, що:

- на базі вітчизняного і світового досвіду проаналізований і спрощений великий масив фактичної інформації з утилізації стічних вод та про вплив

об'єктів житлових комунальних господарств на людину і навколишнє середовище;

- подано розрахункову базу методики екологічного моніторингу для оцінки забруднення навколишнього середовища в зоні дії підприємства;

- проаналізовані дані екологічного моніторингу технологічного циклу підприємства, за якими приведено основні напрямки робіт по мінімізації забруднення;

- запропоновано напрямки досліджень підприємства в області поводження з осадами стічних вод.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ДОСЛІДЖЕННЯМИ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, СТІЧНИХ ВОД ТА ЇХ ПЕРЕРОБКИ.

1.1 Методи обробки стічних вод

Проблема забезпечення населення достатньою кількістю прісної води є актуальною для багатьох районів світу. У 1983 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВІЗ) підрахувала, що 61% сільського і 26% міського населення країн, що розвиваються, тобто 1,5 млрд. людей, використовують брудну воду. Щорічно від холери, дизентерії та ін. Захворювань, що передаються через воду, вмирає близько 5 млн. людей (в середньому 13700 люд. в день) [1].

Бактеріальне і біологічне забруднення – стоки підприємств харчової і легкої промисловості, господарсько-побутові стоки (стоки з туалетів, кухонь, душових, пралень, їдалень і т.д.) [2]. На багатьох промислових підприємствах вода використовується як теплоносій, розчинник, входить до складу продукції, застосовується для мийки, збагачення, очищення сировини і продукції.

Крім того в багатьох технологічних процесах використовуються синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР). В даний час це один з найпоширеніших хімічних забруднювачів, з яким важко боротися. СПАРи можуть впливати на якість води, та на здатність до самоочищення водойм і так само підсилювати несприятливі дії інших речовин.

На Україні склалася дуже важка ситуація відносно навколишнього середовища. Підприємства роблять викиди стічних вод з перевищенням допустимих норм на міські очисні споруди. Через велике навантаження на ці споруди, виникає вірогідність того, що вони не впораються з таким навантаженням і можуть вийти з ладу і таким чином не доочищені стічні води заповнюють водойми, ріки, моря, що в свою чергу призводить до невиправних екологічних катастроф. На зміну існуючих схем очистки стічних вод (аеротенків та метантенків до речі не самих дешевих установок) зараз приходять різноманітні конструкції біофільтрів, які на багато дешевші в порівнянні з іншими

очисними спорудами [3]. Тому треба або реконструювати, або будувати такі дешеві установки. Самий оптимальний варіант це - реконструкція існуючих очисних споруд.

Захист водних ресурсів від виснаження і забруднення і їхнього раціонального використання для нестатків народного господарства - одна з найбільш важливих проблем, що вимагають невідкладного рішення. В Україні широко здійснюються заходи щодо охороні навколишнього Середовища, зокрема по очищенню виробничих стічних вод.

Одним з основних напрямків роботи з охорони водних ресурсів є впровадження нових технологічних процесів виробництва, перехід на замкнуті (безстічні) цикли водопостачання, де очищені стічні води не скидаються, а багаторазово використовуються в технологічних процесах. Замкнуті цикли промислового водопостачання дадуть можливість цілком ліквідувати скидання стічних вод у поверхневі водойми, а свіжу воду використовувати для поповнення безповоротних утрат[4]. У хімічній промисловості намічене більш широке впровадження мале відхідних і безвідхідних технологічних процесів, що дають найбільший екологічний ефект. Велика увага приділяється підвищенню ефективності очищення виробничих стічних вод.

Значно зменшити забруднення води, що скидається підприємством, можна шляхом виділення зі стічних вод коштовних домішок, складність рішення цих задач на підприємствах хімічної промисловості складається в різноманітті технологічних процесів і одержуваних продуктів. Слід зазначити також, що основна кількість води в галузі витрачається на охолодження. Перехід від водяного охолодження до повітряного дозволить скоротити на 70- 90 % витрати води в різних галузях промисловості. У цьому зв'язку украй важливими є розробка і впровадження новітнього устаткування, що використовує мінімальну кількість води для охолодження[5].

Істотний вплив на підвищення водообігу може зробити впровадження високоефективних методів очищення стічних вод, зокрема фізико-хімічних, з яких одним з найбільш ефективних є застосування реагентів. Використання

реагентного методу очищення виробничих стічних вод не залежить від токсичності присутніх домішок, що в порівнянні зі способом біохімічного очищення має істотне значення. Більш широке впровадження цього методу як у сполученні з біохімічним очищенням, так і окремо, може деякою мірою вирішити ряд задач, пов'язаних з очищенням виробничих стічних вод [6].

При механічному очищенні зі стічної рідини видаляють забруднення, що знаходяться в ній у нерозчиненому і частково колоїдальному стані. Останки, що утримуються в стічній рідині, (папера, ганчірки, кісти, очищення від овочів, різні виробничі відходи) попередньо затримуються ґратами [7].

Забруднення мінерального походження (пісок, шлак і ін.) осаджуються в спорудженнях, називаних пісколовками.

Основну масу забруднення органічного походження, що знаходяться в зваженому стані, осаджують зі стічної рідини у відстійниках, що по своїй конструкції і по характері руху в них стічної рідини бувають горизонтальні, вертикальні і радіальні [8].

Нерозчинені речовини, випадають у відстійниках, (осад) періодично видаляють для наступної обробки.

Для очищення малих (до 25 м³/доб.) кількостей стічної (септики), що представляють собою горизонтальні відстійники, у яких осад, що випадає, накопичується протягом тривалого періоду і перегниває. Крім комбінацією того, застосовують двох'ярусні відстійники, горизонтального відстійника (верхня частина) і гнильної камери для зброджування осаду, що випадає, (нижня частина) [9].

Осад з горизонтальних, вертикальних і радіальних відстійників піддається переважним змістом речовин органічного походження зброджується (розкладанню) у спеціальних спорудженнях, називаних метантенками.

Після зброджування осад із септиків, двох'ярусних відстійників і метантенків піддається зневоднюванню, що здійснюється шляхом природного сушіння осаду на відкритому повітрі на спеціальних мулових площадках або

штучних методах - вакуум- фільтрацією, термічним сушінням. Після відділення води (зневоднювання) зброджений осад можна використовувати як добриво.

Механічний метод дозволяє виділити зі стічної рідини 60-80% нерозчинених забруднень. [10]

Типові схеми споруджень для механічного очищення стічної рідини приведені на мал.

На схемі 1.2.1 зображені септик, мулові площадки, знезаражування; на схемі 2 - двох'ярусні відстійники, мулові площадки, знезаражування; на схемі 3 - відстійники, метантенки, мулові площадки, знезаражування.

Двох'ярусні відстійники доцільно застосовувати для очищення стічних вод невеликих і середніх населених місць при кількості стічної рідини до 10 тис. м³/доб [11].

При біологічному очищенні видаляють зі стічної рідини найбільш дрібні зважені речовини, що залишилися після механічного очищення, і основну частину колоїдальних і розчинених речовин. У результаті аеробних біохімічних процесів, що протікають при біологічних методах очищення, органічна частина зазначених речовин мінералізується [12]. У підсумку повного біологічного очищення виходить незагниваюча рідина, що містить розчинений кисень і нітрати.

Біологічне очищення ведуть або в умовах, близьких до природних, або штучно створених. У першому випадку природне біологічне очищення стічної рідини відбувається на полях зрошення, полях фільтрації й у біологічних ставках.

В другому випадку штучне біологічне очищення виробляється на спорудженнях, як біологічні фільтри й аеротенки або метантенки.

Прояснену стічну рідину, що виходить у процесі очищення випускають у водойму (річку, озеро й ін. після її знезаражування за допомогою хлорування) або подають назад на початок очисних споруд для подальшої очистки [13].

У процесі біологічного очищення, так само як і механічної, виходять великі кількості осаду (мулу), що направляється в метантенки для зброджування.

Для природного біологічного очищення відводять і спеціально обладнають поля зрошення або поля фільтрації (рисунок 1.1).

Очисні станції з біофільтрами (рисунок 1.2) споруджують для середніх і малих населених пунктів. Очисні станції аерації з аеротенками (рисунок 1.3) будують для відчищення стічних вод великих міст.

Обробку осаду з первинних і вторинних відстійників роблять у метантенках; потім осад збезводнюють, тобто підсушують на мулових площадках або у вакуум-фільтрах.

При хімічному методі очищення в стічні води вводять реагент, що сприяють коагуляції і збільшує відсоток затримки нерозчинених речовин. Застосовують також нейтралізацію і флотацію. При флотації в стічну рідину додають флотореагенти і повітря, що сприяють спливанню забруднень [14].

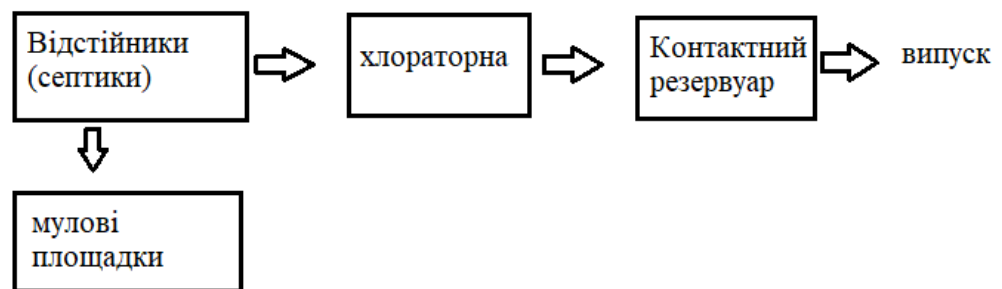


Рисунок 1.1 - Септик, мулові площадки, знезаражування

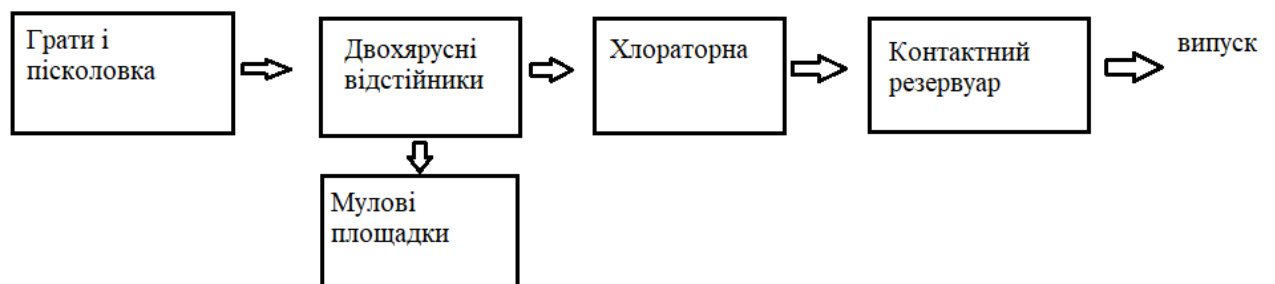


Рисунок 1.2 - Двох'ярусні відстійники, мулові площадки, знезаражування

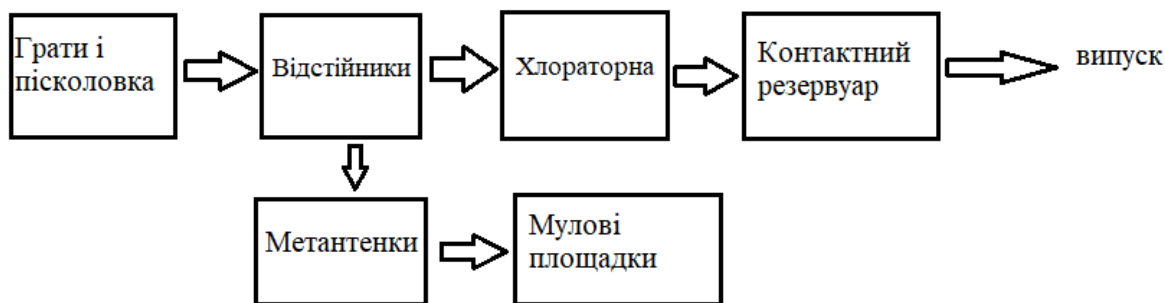


Рисунок 1.3 - Відстійники, метантенки, мулові площадки, знезаражування

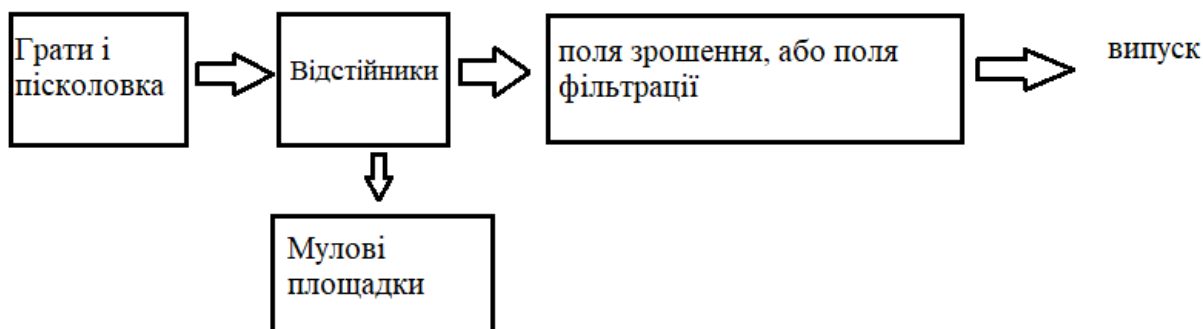


Рисунок 1.4 - Схема очищення споруджень для механічного очищення стічної рідини

Виробничі стічні води в залежності від виду виробництва бувають різного складу. Щоб правильно вибрати метод їхнього очищення, попередньо потрібно визначити кислотність, лужність, БСК та інші властивості стічної рідини.

Деякі стічні води можна очищати тими ж методами, що були описані вище. Так, механічне очищення передбачають у тих випадках, коли стічні води містять в основному мінеральні домішки, біологічну при наявності домішок органічного походження [15].

Якщо зазначені методи не ефективні, прибігають до хімічних або фізико-хімічних методів очищення.

1.1.1. Хімічні методи очищення стічної рідини.

Хімічні методи очищення полягають у виділенні забруднень шляхом хімічних реакцій між забрудненнями стічних вод і реагентами. До таких реакцій відносяться: реакції окислювання і відновлення, у результаті яких відбувається перетворення забруднень у нові з'єднання, що володіють здатністю випадати в осад, виділятися у виді газів. Найбільше часто застосовують нейтралізацію, іноді в сполученні з коагуляцією [16].

Процес коагулювання полягає в додаванні до стічної рідини реагенту, що сприяє швидкому виділенню з неї дрібних зважених речовин, що при простому відстоюванні не осаджуються [17]. Реагент (коагулянт) звичайно додають у стічну рідину до її напрямку у відстійники.

Як коагулянт застосовують поліакриламід, залізний купорос FeSO_4 , сірчаноокислий глинозем $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Коагулянт вводять у виді розчину міцністю 6- 10%. Стічна рідинка, змішана з розчином коагулянту в змішувачі йоржевого або перегородчатого типу, направляється у відстійник, у якому відбувається осадження зважених речовин [18].

Як стимулятор процесів коагуляції застосовують поліакриламід.

Нейтралізація стічної рідини відбувається при її хімічній взаємодії з речовинами, які надають воді нейтральну реакцію. Виробничі стічні рідини від шахт, хімічних, машинобудівних, металургійних, нафтопереробних і інших заводів містять підвищену кількість кислот або лугів. Скидати ці рідини у водойми дозволяється за умови знижень кислотних або лужних забруднень до припустимих концентрацій водневих іонів рН. При нейтральній реакції рН=7, при кислотній рН<7, і лужний рН>7 [19].

При нейтралізації виробничих стічних вод варто враховувати кількість взаємна нейтралізуючих кислот і лугів, а також лужний резерв або водойм, у які ці води скидаються.

Нейтралізацію кислих або лужних вод можна здійснювати такими способами:

- 1) змішуванням кислих і лужних стічних вод перед скидом їх у каналізаційні мережі;
- 2) змішуванням стічних вод з реагентом у пропорціях, необхідних для нейтралізації;
- 3) фільтрацією стічних рідин через нейтралізуючі матеріали;
- 4) використанням активної реакції міських стічних рідин або водойм.

Якщо нейтралізацію рідин роблять шляхом фільтрації, то як фільтруючий матеріал застосовують вапняк, мармур і доломіт. Звичайно цей спосіб використовують для нейтралізації солянокислих і азотнокислих, а також сірчано-кислих вод при вмісті в стічній рідині не більш 5 г/л сірчаної кислоти [19].

Для перемішування кислих і лужних стічних рідин будують спеціальні резервуари - усереднювачі, у яких відбувається взаємна нейтралізація стічних рідин [19]. У якості усереднювачів можуть бути використані ставки, розраховані не менш чим на добове перебування в них стічної рідини.

Нейтралізацію шляхом додавання реагенту роблять тоді, коли змішування стічних рідин і використання активної лужності водойми не приводять до необхідних результатів, тобто стічна рідина залишається кислою або лужною. У цьому випадку остаточну нейтралізацію здійснюють шляхом додавання реагенту.

Контакт реагенту зі стічною рідиною, необхідний для завершення реакції, здійснюється в спеціальних камерах реакції-нейтралізаторах [20]. Нейтралізатор може бути сполучений з відстійником.

1.1.2. Фізико-хімічні методи очищення стічної рідини

До фізико-хімічних методів очищення стічної рідини відносяться: екстракція, сорбція, евапорація, кристалізація, флотація, іонний обмін, електроліз, електродіаліз, використання гідроелектричного ефекту і т.д.

При екстракції стічну рідину змішують з розчинником, у якому даний вид забруднення розчиняється в більшому ступені (наприклад, для видалення фенолу

зі стічної рідини в неї вводять бензол) [20]. Розчинник подають знизу. Унаслідок того, що його питома вага менше питомої ваги стічної рідини, розчинник піднімається нагору.

Забруднена вода, що підводять зверху, зустрічає на своєму шляху розчинник і віддає йому забруднюючі речовини. Очищена вода залишається знизу, забруднений розчинник піднімається нагору [20].

При сорбції забруднюючу стічну рідину речовини або поглинаються тілами твердих речовин (абсорбція), або осаджуються на його активно розвинутий поверхні (адсорбція). У третьому випадку (хімсорбція) відбувається хімічна взаємодія забрудненої речовини з твердим тілом [21].

Для очищення виробничої стічної рідини найчастіше користуються адсорбцією. Для цього до стічної рідини, що очищається, додають сорбент (тверде тіло) у роздробленому виді і перемішують їх. Сорбент, насичений забрудненнями, відокремлюють шляхом відстоювання або фільтрації [21].

Як сорбент застосовують золу, торф, каолін, коксовий дріб'язок, активований вугілля й ін.

Евапорацією називають відгін водяною парою летучих речовин, що забруднюють стічну рідину. Евапорація відбувається у періодично діючому апараті або в безупинно діючих дистиляційних колонках.

Стічна рідинка, нагріта в теплообміннику, надходить у колону, через яку назустріч рухові стічної рідини пропускають гостру пару. Летучі забруднення стічної рідини переходять у пару. Насичений забрудненнями пар надходить у поглинальну колону, де він очищається від забруднень [22].

Якщо стічну рідину потрібно очистити від фенолу, то пару звільняють від нього пропускаючи через нагрітий до 100° розчин лугу.

При флотації відбувається процес, заснований на спливанні дисперсних часток разом з пухирцями повітря. Спливання відбувається за рахунок створення піни, що обволікає часточки домішок 1, що видаляється з води разом з ними. Для створення піни воду насичують пухирцями дрібнодисперсного повітря [22].

Тверді частки взаємодіють з пухирцями повітря на границі роздгнугла трьох фаз: частка-повітря, частка-вода, вода-повітря.

Частки, що утримуються в стічній воді, прилипають до поверхні роздгнугла вода-пухирець повітря і спливають на поверхню води.

При кристалізації виробничі стічні води очищають шляхом виділення з неї забруднень у виді кристалів [23] . Кристалізація звичайно відбувається в природних ставках і водоймах випаровуванням, тому що процес можливий при підвищеній концентрації забруднень.

1.1.3. Механічне очищення виробничих стічних вод

При механічному очищенні стічних вод з них виділяють нерозчинні і частково колоїдні домішки. До механічного очищення відносять наступні методи: проціджування, відстоювання, фільтрування, видалення нерозчинених домішок гідроциклонами й у центрифугах [23] .

Проціджування води роблять на ситах або ґратах у залежності від величини і гідравлічних властивостей виділюваних часток. Великі речовини затримуються за допомогою ґрат, більш дрібні - за допомогою сит [23] . Проціджуванням виділяють зі стічних вод речовини, що плавають, в основному волокнисті забруднення. Для видалення зі стічної рідини мікроскопічних твердих часток застосовують мікропроціжувателі. У цьому випадку звичайно потрібна попереднє очищення стічних вод.

Способом відстоювання з виробничих стічних вод виділяють нерозчинені і частково колоїдальні забруднення мінерального й органічного походження. Для очищення вод від нерозчинених домішок використовують відстійники нафто-пастки, спеціального призначення: шламо-відстійники, смоло-вловлювачі, згущувачі й ін [24] .

Відстоювання доцільне застосовувати в рудній, вуглезбагачувальній, хімічній, металургійній промисловості для освітлення стічних вод при використанні їхній у системі оборотного водопостачання.

Для відстоювання споруджують переважно горизонтальні і радіальні відстійники з механізованим видаленням осаду [24].

Для очищення стічних вод, що містять спливаючої домішки (нафта, смоли, жири й ін.) також застосовують відстоювання. Для очищення стічних вод, що містять нафтопродукти, використовують нафто-пастки; при великій кількості жирів для їхнього видалення влаштовують жироловки.

У стічних водах коксохімічних заводів і газогенераторних станцій містять смоли і різні смолоутворювачі. Грубодисперсні смоли виділяють з води шляхом простого відстоювання; тонкодисперсні ж смоли відстоюванням - коагулюванням і фільтруванням.

Способом фільтрування затримують нерозчинені домішки, що не осіли при відстоюванні. Для цієї мети використовують піщані, діатомітові і сітчасті фільтри з фільтруючим шаром. Піщані фільтри застосовують при очищенні виробничих стічних вод у тих випадках, коли відстоювання не дає потрібного ефекту. Іноді використовують двошарові фільтри: у нижньому шарі завантажують пісок, у верхньому - антранцитова крихта. [70] На підприємствах паперової промисловості для уловлювання волокон застосовують сітчасті і вакуумні фільтри.

Центрифуги і гідроциклони використовують для освітлення виробничих стічних вод і згущення осаду. Гідроциклон являє собою металеву посудину конічної форми. Під впливом відцентрової сили при обертальному русі частки зважених речовин накопичуються біля стінок і сповзають униз. Гідроциклони бувають двох видів: напірні і безнапірні.

Знезаражування стічної рідини і випуск її у водойми. Після очищення стічної рідини тим або іншим способом зміст бактерій у ній різко зменшується. Однак число бактерій, що залишаються в стічній рідині, що пройшла механічну і навіть ефективно біологічне очищення, може досягати декількох мільйонів у 1 см [25].

Цілком знищити хвороботворні бактерії в стічній рідині можна лише шляхом знезаражування неї. З цією метою звичайно роблять хлорування стічної рідини.

У залежності від ступеня очищення стічної рідини в наступному її хлорують безупинно або періодично.

Кількість активного хлору, що вводиться на одиниця об'єму стічної рідини, називають дозою хлору: вона обчислюється в грамах на 1 м³ (г/м³).

Орієнтована доза хлору для проясненої стічної рідини, що пройшла механічне очищення, - 30 г/м³ для стічної рідини, що пройшла біологічне очищення, доза складає всього 10-15 г/м³. Концентрація хлору в розчині повинна бути 2,5% [25] .

Після введення розчину хлору необхідно ретельно перемішати його з очищеною стічною рідиною. Тривалість контакту хлору з рідиною повинна бути не менш 30 хв. Хлорування стічної рідини виробляється в спеціальних контактних резервуарах, що влаштовуються по типі горизонтальних або вертикальних відстійників [26] . У тих випадках, коли очищена вода проходить по трубах, каналах або лотках від станції очищення до водойми протягом 30 хв, контактних резервуарів можна не влаштовувати.

Наявність залишкового хлору в очищеній стічній рідині після 30-хвилинного контакту в кількості 0,2-1 мг/л служить показником ефективності знезаражування.

Знезаражена вода спускається у водойму.

Випуск стічної води у водойми. Спорудження для скидання очищеної стічної рідини у водойми називають випусками. Приймачами очищеної стічної рідини в більшості випадків є ріки. Щоб захистити ріки від забруднення стічною рідиною, необхідно створити гарні умови для більш повного змішування очищеної стічної рідини, що випускається, із усією масою води, що протікає в ріці, тому випуск стічної рідини варто влаштовувати на деякій відстані від берега ріки [26] .

У залежності від швидкості бігу води у водоймі, наявності припливів, глибини водойми, рельєфу дна повне змішування стічної рідини з водою водойми може відбутися на тій або іншій відстані їхнього випуску. Випуски стічної рідини у водойму влаштовують берегові або руслові. Краще змішування стічної рідини з водою водойми забезпечують випуски, що розсіюють, розташовані у фарватері ріки, де швидкості плину найбільші [27].

Висновки до розділу 1

1. На базі аналізу літературних даних узагальнені та класифіковані фактори впливу підприємств на навколишнє середовище;
2. Проаналізовані відчизняні та світові наукові дослідження в сфері поводження зі стічними водами;
3. Класифіковано сучасні існуючі методи очищення стічних вод;
4. Обґрунтовано основні напрямки науково-дослідних робіт.

2 МЕТОДИ ОБРОБКИ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

2.1. Характеристика процесу зброджування

Великий вміст органічних речовин обумовлює здатність осадів швидко загнивати, а висока бактеріальна зараженість, наявність у них яєць гельмінтів створюють небезпеку поширення інфекцій [28]. Тому основною задачею обробки осадів є їхнє знешкодження: одержання безпечного в санітарному відношенні продукту.

Основним методом знешкодження осадів міських стічних вод є анаеробне зброджування. Бродіння називається метановим, тому що в результаті розпаду органічних речовин осадів у якості одного з основних продуктів утвориться метан [28]. В основі біохімічного процесу метанового бродіння лежить здатність співтовариств мікроорганізмів у ході своєї життєдіяльності окисляти органічні речовини осадів стічних вод.

Промислове бродіння здійснюється широким спектром бактеріальних культур. Процес зброджування характеризується складом і обсягом газу, що виділяється, якістю мулової води, хімічним складом зброженого осаду. Газ, що утворюється, складається в основному з метану і двоокису вуглецю. Швидкість процесу бродіння залежить від температури. Так, при температурі осаду 25-27°C процес триває 25-30 днів; при 10°C тривалість його збільшується до 4 місяців і більше [28].

Для прискорення процесу зброджування і зменшення обсягу необхідних для цього споруджень застосовують штучний підігрів осаду до температури 30-35°C (мезофільне зброджування) чи 50-55°C (термофільне зброджування) [29].

Для нормального протікання процесу метанового бродіння характерна слаболужна реакція середовища ($\text{pH} < 7,6$), висока лужність мулової води (65-90 мг-екв/л) і низький вміст жирних кислот (до 5-12 мг-екв/л). Концентрація амонійного азоту в муловій воді досягає 500-800 мг/л [29].

Порушення процесу може бути результатом перевантаження спорудження, зміни температурного режиму, надходження з осадом токсичних речовин і т.д.

При цьому різко зменшується обсяг газу, що утворюється, збільшується вміст у газі вуглецевої кислоти і водню [29].

Для обробки і зброджування сирого осаду застосовують три види споруд:

- 1) септики (септиктенки);
- 2) двох'ярусні відстійники (емшери);
- 3) метантенки.

У септиках одночасно відбувається освітлення води і перегнівання осаду, що випав з неї. Септики в даний час застосовують на станціях невеликої пропускної здатності.

У двох'ярусних відстійниках відстійна частина відокремлена від гнильної (септичної) камери, розташованої в нижній частині. Розвитком конструкції Двох'ярусного відстійника є освітлювач-перегнівач [30].

Для обробки осаду в даний час найбільш широко використовують метантенки, які служать тільки для зброджування осаду при штучному підігріві і перемішуванні.

Для обробки активного мулу застосовують метод аеробної стабілізації, який етіиснюється у спорудженнях типу аеротенків-аеробних стабілізаторах.

Сутність аеробної стабілізації складається в аеробному окислюванні біологічно доступних органічних речовин осадів і в самоокисленні бактеріальної маси. Аеробної стабілізації можуть піддаватися як активний мул, так і сирий осад іїхня суміш [31].

Ступінь розпаду органічних речовин у процесі аеробної стабілізації порівнянна з анаеробним зброджуванням. Беззольна речовина стабілізованих осадів складається в основному з біологічно інертних органічних сполук.

Зброджений осад має високу вологість (95-98%), що робить важким застосування його в сільському господарстві як добрива (через труднощі переміщення Звичайними транспортними засобами без влаштування напірних розводящих мереж). Вологість є основним чинником, що визначає обсяг осаду.

Тому основною задачею обробки осаду є зменшення його обсягу за рахунок відокремлення води та одержання транспортабельного продукту.

Осади погано віддають воду і відносяться до категорії важкофільтрованих мулових суспензій. Співвідношення в осадах між вільною і зв'язаною водою впливає на здатність їх віддавати воду [31].

Вільна вода може бути вилучена з осаду фільтрацією або віджимом. Частина вільної води видаляється при гравітаційному ущільненні осадів, при цьому обсяг осадів значно зменшується. Наприклад, при зміні вологості осаду з 96 до 92% обсяг його зменшується в 2 рази [32]. Ущільнення активного мулу, на відміну від ущільнення сирого осаду, супроводжується зміною властивостей мулу. Активний мул має високу структуроутворюючу здатність, унаслідок чого його ущільнення приводить до переходу частини вільної води в зв'язаний стан, а збільшення вмісту зв'язаної води в мулі приводить до погіршення водовіддачі.

Застосовуючи спеціальні методи обробки, наприклад обробку хімічними реагентами, можна домогтися переходу частини зв'язаної води у вільний стан. Однак значну частину зв'язаної води можна видалити лише в процесі випарювання.

На здатність осадів віддавати воду впливає ряд факторів: вологість, структура осаду і його хімічний склад. Основною величиною при виборі методу зневоднення осаду служить. Питомий опір фільтрації.

Для зниження питомого опору фільтрації та інтенсифікації процесу окремих осадів перед зневодненням піддають попередній обробці. При чим більше питомий опір, тим більш глибока потрібна попередня обробка.

До методів попередньої обробки відносяться: промивання осаду водою, обробка його хімічними реагентами, заморожування з наступним відтаванням, теплова обробка.

Найбільш простим способом зневоднювання є підсушування осаду на мулових майданчиках, де його вологість може бути зменшена до 75-80%. При цьому осад зменшується за обсягом і масою в 4-5 разів, втрачає плинність і може легко транспортуватися до місця його використання. Однак спосіб підсушування вимагає великих земельних ділянок, і, крім того, вологість підсушеного осаду залишається все ще занадто високою [32].

Зараз все більш широке застосування знаходять механічні і термічні способи видалення вологи. При цьому зневодненню можуть піддаватися як сирі осади (з наступним знезаражуванням), так і осади після біохімічної обробки. Вибір ісі чи іншої схеми обробки осадів диктується місцевими умовами і приймається з урахуванням фізико-хімічних властивостей осадів, санітарно-епідеміологічних вимог і техніко-економічних розрахунків [33].

Для механічного зневоднювання осадів найбільше застосування знайшли вакуум-фільтри, центрифуги, центрипреси і фільтр-преси. На Бортницькій станції аерації для механічного зневоднення осадів використовуються центрипреси. При зневоднюванні сирих осадів і осадів, які зброджені у мезофільних умовах або аеробно-стабілізованих осадів, потрібно їхнє знезаражування, оскільки ці осади можуть містити яйця гельмінтів. Знезаражування досягається прогріванням осаду до 60°C, компостуванням, опроміненням, термічним сушінням.

Одержуваний у результаті механічного зневоднювання осад ще містить 75-85% води, що склалася, таким чином, близько 3/4 його маси. Термічне сушіння дозволяє знизити його вологість до осаду, що значно полегшує умови перевезення і збереження. Висушений осад можна в розфасованому виді доставляти до місця його використання. Капітальні витрати цього методу досить високі, унаслідок чого застосування рмчного сушіння виправдано лише за умови ефективного використання висушеного осаду.

Для повної ліквідації органічних компонентів осадів їх спалюють. Метод спалювання застосовується в тих випадках, коли неможлива або економічно недоцільна утилізація осаду. Перешкодою до використання осаду як добрива може бути наявність у ньому токсичних речовин і деяких інших домішок, що надходять у міську каналізацію з виробничими стічними водами.

В останні роки метод спалювання знаходить усе більше застосування для ліквідації виробничих шламів ряду підприємств хімічної, нафтопереробної, вугільної галузей промисловості та осадів міських очисних станцій. При спалюванні відбувається повне окислювання органічних речовин осадів і

утворення стерильного залишку – золи, що може бути використана при підготовці осаду до зневоднювання [34]. Це дозволяє знизити витрату хімічних реагентів.

У залежності від теплоти згоряння збезводнені осади можуть спалюватися самостійно або з добавкою палива. Зневоднені осади спалюють у багатоподових або барабанних печах та у реакторах зі зваженим шаром.

2.2. Існуюча технологічна схема роботи Бортницької станції аерації

На Бортницькій станції аерації використовується класична схема очистки стічних вод, яка включає механічну та біологічну очистку стічних вод та споруди по обробці осадів, що утворюються в процесі очистки (Рисунок 2.1) [35].

На споруди першої черги Бортницької станції аерації (далі – БСА) (до насосної станції першого підйому) поступають стічні води правобережної частини міста по напірно-самоплинному колектору: стічні води лівого берега міста-по самоплинному Ново-Дарницькому колектору.

На споруди другої та третьої черги подається більша частина стічних вод правобережної частини міста Правобережною насосною станцією, а з житлових масивів Харківський та Позняки – каналізаційною насосною станцією "Позняки".

Стічні води, які поступають на споруди першої черги, спочатку поступають до приймального каналу грабельного відділення насосної станції 1-го підйому, а потім на решітки з механічними граблями. Великі домішки, що затримані на решітках, поступають на дробарки. Дроблена маса самоплином по трубопроводу надходить до каналу перед решітками.

Стічна вода насосами, які встановлені у машинному залі НС 1-го підйому, подається на пісколовки.

Починаючи з пісколовок, стічна вода рухається по всіх спорудах самопливом. Очистка стічних вод виконується у наступній послідовності[35]:

- у пісколовках проходить виділення важких мінеральних забруднень (головним чином-піску);
- у первинних відстійниках затримуються грубо-діслерсяї мінеральні завислі речовини, нерозчинені органічні домішки, плаваючі речовини, жири;
- освітлена вода, яка містить дрібно-дісперсну суспеизию, розчинну та колоїдну органіку, направляється до аеротенків, де проходить біологічне окислення органічних речовин активним мулом за інтенсивним продуванням рідини повітрям;
- мулова суміш після аеротенків направляється на вторинні відстійники, де проходить механічне відстоювання активного мулу, який мулососами безперервно видаляється з відстійників та насосами, що розташовані у насосних станціях аеротенків, повертається до аеротенків;
- біологічно-очищена вода з вторинних відстійників поступає до відвідного каналу, а з нього-до магістрального каналу.

Очистка стічних вод, які поступають на споруди другої та третьої черги БСА, проходить в такій же послідовності, що й на першій черзі.

Випуск очищених стічних вод після споруд II та III черги здійснюється через боковий водозлив до магістрального каналу, де проходить змішування з очищеними стічними водами, які йдуть із споруд першої черги. Суміш очищених стічних вод по магістральному каналу відводиться до насосної станції Бортничі-Вишеньки, а потім через розсіючий випуск до р. Дніпро.

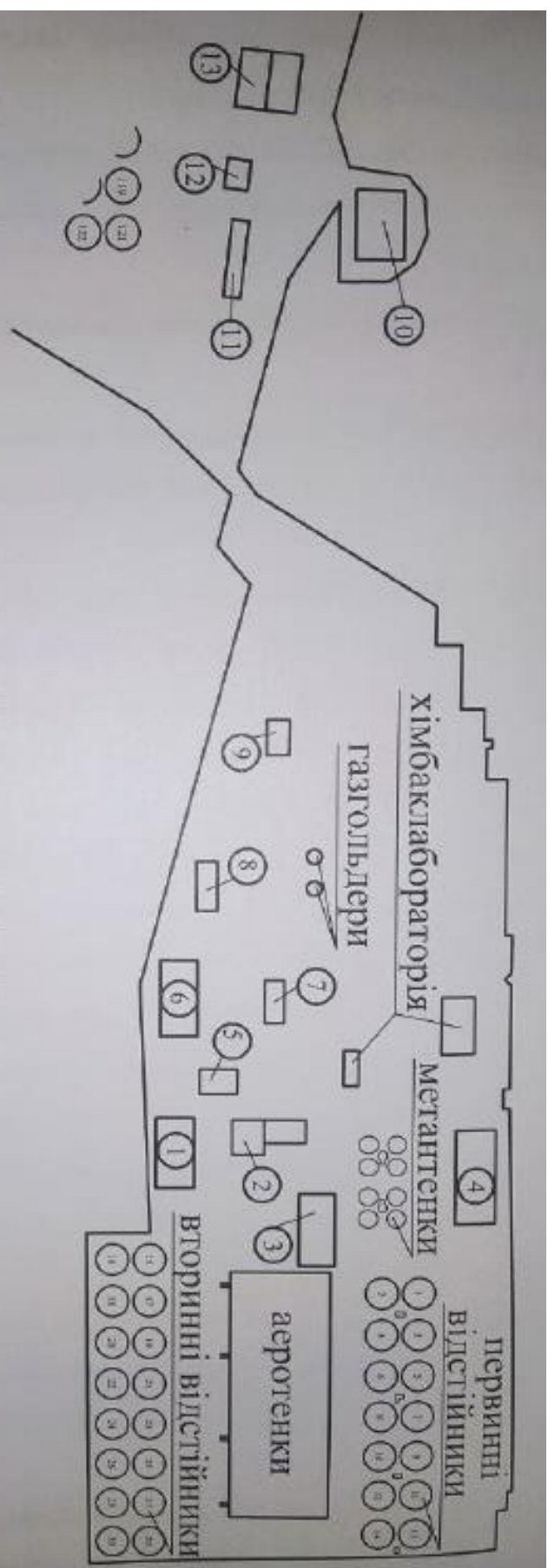


Рисунок 2.1. Карта - схема підприємства

Умовні позначки основних виробничих цехів і дільниць:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 - будпех (столлярна майстерня) | 6 - автозаправна станція |
| 2 - котельня; | 7 - електропех; |
| 3 - дільниця мех. зневоднення; | 8 - ремонтно-механічний пех; |
| 4 - пісколовка БОС-1; | 9 - насосна станція I підйому; |
| 5 - автотранспортний пех; | 10 - КНС "Позняки"; |
| | 11 - грабельне відділення БОС-2; |
| | 12 - пісколовка НБСА; |
| | 13 - майданчик для піску. |

Облік кількості стічних вод, які поступають на споруди першої, другої та третьої черги БСА здійснюється за допомогою водовимірjuвальних лотків Паршала.

Забруднення, які затримуються при очистці стічних вод, видаляються наступним чином[35]:

- пісколовках, за допомогою пісок, затриманий пдроелеваторів направляється на піскові майданчики, де зневоднюється, а потім вивозиться засобами механізації;
- сирий осад (нерозчинні органічні домішки та грубо-дисперсні мінеральні речовини) та жироплаваючі речовини, затримані у первинних відстійниках, насосами, встановленими у насосних станцях сирого осаду, перекачуються до метантенків для зброджування;
- надлишковий активний мул з споруд видаляється для обробки на аеробні стабілізатори.

У аеробних стабілізаторах (споруди типу аеротенків) проходить процес окислення органічної речовини мікроорганізмами-аеробами у присутності кисню повітря. Активний мул інтенсивно росте, розвивається за рахунок поживного субстрату, а потім самоокислюється.

Стабілізований мул подається до мулоущільнювача, звідки поступає до резервуару, а потім насосами перекачується на мулові поля або піонерні мулові майданчики для зневоднення. Надмулова вода з мулоущільнювачів подається у голову очисних споруд або на аеротенки третьої черги[35].

У метантенках при термофільному режимі в анаеробних умовах проходить зброджування органічних речовин, які входять до складу сирого осаду та надлишкового активного мулу.

У процесі анаеробного зброджування осадів досягається також їхня стабілізація та санітарне знезаражування. Бродіння супроводжується виділенням газу-метану, для збору якого служать газові ковпаки, газова камера, газопроводи та газгольдери [35].

Для підтримання процесу бродіння, осад у метантенках підігрівається вводитьься інжекторами-підігрівачами. Пара за допомогою пари, яка котли якої працюють газовому паливі на подається котельної, - метан). (використовується біогаз з метантенків та природний газ Зброджений осад самопливом вивантажується з метантенків у резервуари- дозатори та перекачується насосами, встановленимиу насосних станціях Збродженого осаду на мулові поля для зневоднення.

У 1998 році у цеху обробки осадів була змонтована технологічна лінія механічного зневоднення збродженого осаду, яка складається з трьох центрипресів фірми "BIRD HUMBOLDT" для зневоднення всього об'єму збродженого осаду.

На мулових полях здійснюється зневоднення осаду. Надмулова вода, яка утворюється при зневодненні осаду, насосами перекачується до аеробних стабілізаторів[35].

Висновки до розділу 2

1. Загальну увагу приділено екологічному моніторингу та існуючій технології обробки стічних вод на станції аерації;
2. Подано основні напрямки обробки стічних вод на досліджуваному
3. Проаналізовано технологічний режим підприємств висвітлені основні технологічні цеха станції споруди очистки стічних вод та обробки осадів загальні принципи їх роботи;
4. Проведено технологічний контроль роботи спорудстанції.

3 УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПАЛИВНОГО ГАЗУ

Осад, що утвориться в процесі очищення стічних вод (сірий, надлишковий активний мул і ін.), повинний піддаватися обробці, яка забезпечує можливість його утилізації або складування. При цьому необхідно враховувати народногосподарську ефективність утилізації осаду метану. організацію складування газу неутілізованого осаду і очищення стічних вод, що утворюються при обробці осаду [36].

Анаеробне зброджування застосовується для стабілізації органічного компонента осадів стічних вод шляхом перетворення органічних речовин у мінеральні. Продукти зброжування осадів – газоподібні речовини (метан, лєкислота), вода і густа маса чорного кольору, називана збродженим осадом.

3.1 Обробка осадів стічних вод. Лабораторне визначення основних показників метанового зброжування

Основною ознакою, що характеризує процес зброджування, є ступінь розпаду органічних речовин, що визначається збитком беззольної речовини. Оскільки при розпаді 1 м беззольної речовини осаду виділяється визначена кількість газу, то, знаючи питомий вихід газу і виходячи з загального обсягу вихідного газу з метантенка, можна підрахувати кількість беззольної речовини, що розпалася, установити ступінь розпаду осаду в метантенке.

3.1.1 Визначення оптимального ступеню розпаду органічних речовин при анаеробному окисненні в метантенках

Ступінь розпаду органічних речовин у метантенку залежить від багатьох факторів і в першу чергу від дози завантаження сирого осаду. Чим вище доза завантаження, тим нижче ступінь розпаду. У практиці прийнято вважати, що

якщо при зброджування розпадається приблизно 50% завантаженої беззольної речовини, те зброджений осад буде досить стабільним, а доза завантаження при цьому вважається оптимальною і технічно прийнятною.

Показниками, що характеризують процес зброджування осадів, є також кислотність, лужність і рН мулової рідини.

Опис установки. Лабораторна установка (Рисунок. 3.1) для проведення даної роботи складається з термостата (1) і встановлених у ньому чотирьох камер бродіння (2).

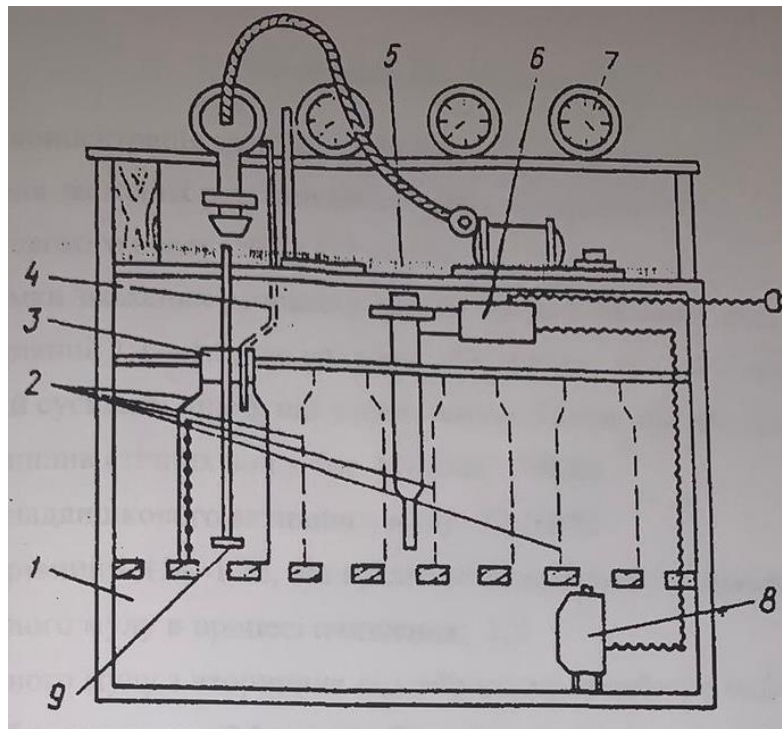
Термостат являє собою дерев'яну шафу розміром 100x80x80 см, що обшитий усередині термоізоляційним матеріалом і обладнаний кімнатним нагрівником (8) (800 Вт, 120 В), вентилятором, контактним термометром (5) зі пою від 0 до 60°C и реле відключення (6). Такий термостат підтримує постійну заданого режиму зброджування температуру з коливанням 30,5°C.

Термостат по вертикалі розділений на три розподіли. У нижньому відділенні розміщується нагрівач. У середньому відділенні вмонтовані камери шумування (чотири десятилітрові бутілі з нижнім тубусом). Третє відділення ізольоване від перших двох і призначене для обслуговування установки (завантаження, перемішування і т.д.). Під зйомною кришкою третього відділення знаходяться отвори для завантаження осадів, трубки для відводу газу (4), гнізда для мішалок (3), контактний термометр. Для доступу усередину термостата на задній стінці шафи маються дверцята. На рівні ґратчастого дна другого відділення просвердлені чотири отвори ($d = 15$ мм), через які виходять гумові трубки, підключені до камер шумування для вивантаження збродженого осаду[37].

Завантаження і вивантаження сирого і збродженого осадів роблять півлітровою градуйованою склянкою.

Горловина сулій ($d = 40$ мм) герметично закрита гумовою пробкою, у якій оснащені індивідуальними пропелерними мішалками (9), Що приводяться в рух від електродвигуна з гнучким валом, і регулятором оборотів. Обсяг вихідного газу з кожної моделі фіксується за допомогою газових лічильників 7 типу ГСБ-

400, що підключаються до камер шумування за допомогою гумових трубок ($d = 10$ мм). Газові лічильники розташовуються на спеціальній полиці, установленій над шафою.



1 – термостат; 2 – камери бродіння; 3 – мішалки; 4 – трубки для відводу газу; 5 – контактний термометр; 6 – реле відключення термометра; 7 – газовий лічильник ГСБ-400; 8 – кімнатний електронагрівник; 9 – пропелерні мішалки.

Рисунок 3.1 - Схема лабораторної моделі метантенку

Розрахунок метантенків

Z_0 – початкова концентрація зважених речовин у стічних водах - 241

Z_1 - концентрація зважених речовин після очищення - 139

$O_{\text{сух}}$ – кількість свіжого осаду - 56,81375 т/доба

Θ – ефект затримки зважених речовин у первинних відстійниках - 0,577

до – коефіцієнт, рівний 1,1—1,2, що враховує збільшення кількості осаду за рахунок великих фракцій суспензії, проб, що уловлюються не при доборі, для аналізу;

Q – середній приплив стічних вод у тис. м³/доба - 340,61

$N_{\text{сух}}$ – кількість надлишкового активного мулу - 37,16055

n – коефіцієнт, рівний 1,15—1,25, що враховує збільшення і нерівномірність приросту активного мулу в процесі очищення - 1,2

b – винос активного мулу з вторинних відстійників у водойму в мг/л. - 13,3

$O_{\text{безз}}$ – кількість абсолютна сухої беззольної речовини сирого осаду - 38,253

$N_{\text{безз}}$ – кількість абсолютна сухої беззольної речовини надлишкового активного мулу - 23,975

$V_{\text{г}}$ - гігроскопічна вологість сирого осаду в % - 5,7

$V_{\text{г}}^1$ - гігроскопічна вологість надлишкового активного мулу в % - 6,9 3

$Z_{\text{ос}}$ – зольність абсолютно сухої речовини сирого осаду в % - 28,6

$Z_{\text{мул}}$ - Зольність абсолютно сухої речовини активного мулу в % - 30,7

$V_{\text{ос}}$ - обсяг сирого осаду - 0,590

$V_{\text{мул}}$ - надлишкового активного мулу - 0,381

$W_{\text{ос}}$ - Вологість свіжого осаду в % - 96,3

$W_{\text{мул}}$ — вологість ущільненого активного мулу в % - 97,5

$Y_{\text{ос}}$ - об'ємна вага свіжого осаду який для спрощення розрахунків можна прийняти рівним одиниць;

$Y_{\text{мул}}$ — об'ємна вага активного мулу, що для спрощення розрахунків можна прийняти рівним одиниць;

Загальна кількість свіжого осаду і надлишкового активного мулу буде дорівнювати[38]:

- по сухій речовині - 93,974 т/доба

- по абсолютно сухій беззольній речовині - 62.228 т/доба

- по обсязі суміші фактичної вологості - 0,971 м3/доба

Загальна кількість свіжого осаду і надлишкового активного мулу буде дорівнювати[39]:

► по сухій речовині

$$M_{\text{сух}} = O_{\text{сух}} + N_{\text{сух}} = 56,814 + 37,161 = 93,974 \text{ т/доба}$$

► по абсолтно сухій беззольній речовині

$$M_{\text{безз}} = O_{\text{безз}} + N_{\text{безз}} = 38,253 + 23,975 = 62,228 \text{ т/доба}$$

► по обсязі суміші фактичної вологості

$$M_{\text{заг}} = V_{\text{ос}} + V_{\text{мул}} = 0,590 + 0,381 = 0,971 \text{ м}^3/\text{доба}$$

Загальна кількість газу $\Gamma_{\text{заг}}$ буде дорівнювати:

$$\Gamma_{\text{заг}} = (\Gamma_{\text{б}} M_{\text{бсез}} * 1000) / 1000 = \Gamma_{\text{б}} M_{\text{бсез}} \text{ м}^3/\text{доба} = 4040,7360$$

$$\Gamma_{\text{б}} = 66,5 D_0^{-0,25} = 64,934197$$

Методика проведення роботи й обробки дослідних даних. Спочатку моделі 2, 3 і 4 заповнюють відповідно 2, 5, 9, 12%-мі дозами завантаження. Обсяг отженої маси в моделях № 1 і 2 дорівнює 10 л, а в моделях № 3 і 4 – 5 л. Щоб одержати необхідні дози завантаження, у модель № 1 варто завантажувати і вивантажувати по 0,2 л осадів, а в моделі № 2, 3 і 4 – відповідно по 0,3; 0,45; 0,6 л. Моделі необхідно завантажувати тим же осадом, що був прийнятий на початку посвіду. Перед завантаженням необхідно відібрати проби сирого осаду (дві проби) і провести аналіз на його вологість і зольність. Уміст моделей перемішують протягом 3-4 хв, після чого роблять вивантаження зброженого осаду і відразу в тім же обсязі завантаження.

Для завантаження моделі сирим осадом необхідно відкрити верхню кришку термостата. Послідовно, відкриваючи пробки отворів, розташованих під кришкою, потрібно за допомогою лійки робити завантаження відповідно обсягові вивантаженого осаду. Закінчивши завантаження, необхідно записати всі показання газових лічильників у таблицю за формою 3.1. Уміст моделей перемішують протягом 5-6 хв, до кінця досліду потрібно ще раз перемішати вміст моделей.

На другий день, до початку лабораторної роботи, необхідно кілька разів перемішати осад у моделях. Через 24 год після завантаження й енергійного перемішування роблять вивантаження зброженого осаду. Перед вивантаженням осаду показання лічильників треба записати в таблицю. Частина зброженого визначенню вологості і зольності осаду використовується для аналізу по Зорудженого осаду, а інша частина-для визначення кислотності, лужності і рН мулової рідини.

Усі результати аналізів і вимірів записували. Зроблено розрахунок метантенка згідно отриманих графіків за результатами дослідів

Опис установки. Усередині метантенка на різних рівнях розташано трубопроводи завантаження та вивантаження, а також паропроводи від інжектора, який призначено для підігрівання осаду до режимної температури.

Методика проведення роботи й обробки досвідчених даних. Визначали температуру зброджування стандартним термодатчиком, встановленим у метантенці, через двадцять днів від початку експерименту (10.09.03). Вихід обсягу газу визначали стандартним датчиком тиску газу в трубопроводі. Дані експеримента занесені в таблицю 3.2. За даними будувалися графіки рисунку 3.3.

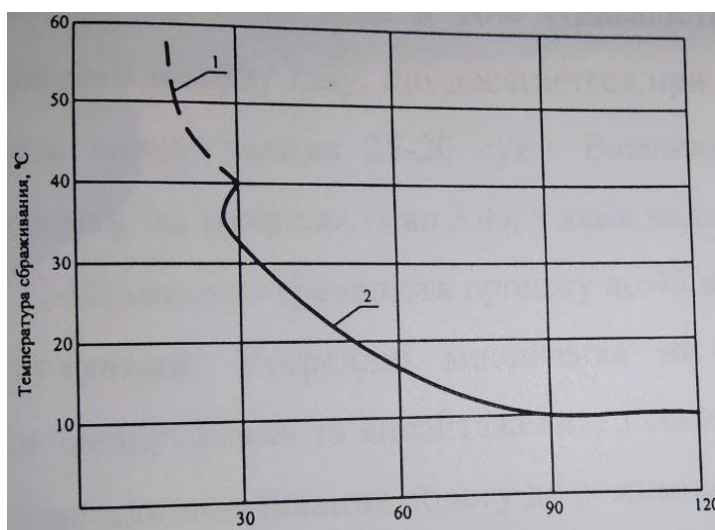
3.1.2 Визначення оптимальної температури зброжування.

Дослідження і досвід експлуатації метантенків дозволили установити, що у : кислого бродіння оптимальне значення водневого показника рН складає 4.5- а у фазі лужного (метанового) -6,5-7,5. По деяким даним, оптимальною касться концентрація летучих жирних кислот 600-1500 мг/л, однак інші ксрела затверджують, що інгибування спостерігається при співвідношенні жності і концентрації летучих кислот менше одиниці.

Температура вирішальним підвищенні ефективності броджування - вона впливає на швидкість процесу, його стабільність і на вихід чинником у. На Рисунку .3.2 показано, як змінюється час, необхідне для повного зброджування осаду, і залежності від температури. Коливання температури зброджуваної маси в метантенку, вище або нижче оптимальної, негативно позначається на швидкості зброджування, а також на виході газу.

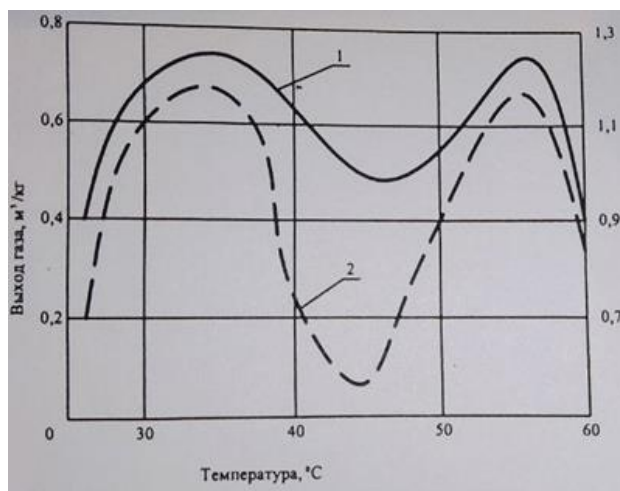
Таблиця 3.2 - Результати експерименту.

№	Температура Т, °C	Година збродження доба	Вихід газу, V, м ³ /кг	
			З поданого	Зі збродженого
1	58	15	0,9	0,83
2	55	17	1,25	1,18
3	45	23	1,02	0,42
4	35	30	1,17	1,15
5	25	45	0,41	0,19



1 - термофільний режим; 2 – мезофільний режим

Рисунок 3.2 - Час повного збродження осаду міських стічних вод при різних температурах



з 1 кг: 1 - поданої беззольної речовини; 2 – збродженої беззольної речовини.

Рисунок 3.3 - Вплив температури бродження на вихід газу

3.1.3 Визначення оптимальних параметрів виходу біогазу за годиною зброжування

Вихід біогазу від тривалості зброжування, обумовлює доцільність зниження завантаження, оскільки доза в 10% (тривалість зброжування 10 сут.) не забезпечує повного виходу газу, що досягається при температурі 30°C и дозі в 4- sG (тривалість зброжування 25-20 сут.). Важливість температурного режиму можна простежити по графіках (мал.3.4), з яких видно, що зниження температури по 20 або 10°C обумовлює тривалість процесу до 45 або 90 сут. відповідно.

Опис установки. Усередині метантенка на різних рівнях розташовано трубопроводи завантаження та вивантаження, а також паропроводи від інжектора, який призначено для підігрівання облогу до режимної температури.

Методика проведення роботи й обробки досвідчених даних. Визначали температуру зброжування стандартним термодатчиком, установленим у метантенке, через двадцять днів від початку експерименту (10.09.03). Вихід обсягу газу визначали стандартним датчиком тиску газу в трубопроводі. Дані експеримента занесені в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати експерименту

№	Температура Т, °С	Година зброжування, доба	Вихід газу, V, л
1	2	3	4
1	30	10	600
		20	690
		30	750
		40	750
		50	750
		60	750
		70	750
		80	750
		90	750
2	25	10	490

Продовження таблиці 3.3

№	Температура T, °C	Година зброджування, доба	Вихід газу, V, л
		20	618
		30	680
		40	710
		50	710
		60	710
		70	710
		80	710
		90	710
		3	20
20	455		
30	545		
40	600		
50	620		
60	620		
70	620		
80	620		
90	620		
4	15	10	225
		20	353
		30	415
		40	450
		50	485
		60	500
		70	520
		80	520
		90	520
		10	520
		5	10
20	240		
30	335		
40	375		
50	390		
60	425		
70	440		
80	450		
90	450		

3.1.4 Визначення оптимальних параметрів завантаження метантенків по беззолній речовині за годиною перебування.

Важливим фактором, що впливає на процес шумування є доза завантаження. У вітчизняній практиці дозу завантаження в добу прийнято виражати:

1) по обсязі завантажених осадів - і відсотках від експлуатаційного обсягу спорудження;

2) по беззольній речовині - у 1 кг на 1 м³ обсягу метантенків.

При визначенні авантаження по обсязі загальний обсяг метантенка приймають рівним 100%. Доза завантаження по обсязі являє собою добовий обсяг маси, що надходить утворення, виражений у відсотках від обсягу метантенка. Він залежить від багатьох параметрів, основним з яких є вологість, і змінюється в межах 7-11% для мезофільного процесу і 14-22% для термофільного.

При підвищених дозах завантаження режим зброджування порушується, зміст CO₂ у вихідного газу збільшується, що утрудняє його використання як паливо - біогаз зі вмістом O₂ більш 55% не горить.

У той же час зниження доз завантаження зв'язано не тільки з економічним одержанням і утилізацією біогазу, але і з раціональним зневоднюванням осадів. Глибокий розпад беззольних речовини осаду, що відповідає низьким дозам завантаження, полегшує їхнє наступне зневоднювання. Усі проведені експерименти показані в таблиці 3.4

Таблиця 3.4. Результати експерименту

№	T, °C	Тип суміші	Доза завантаження кг/м	Вихід газу V, л/кг	
				Мезофільне зброджування	Термофільне зброджування
1		2	3		
1	33	Свіжий осад	1	575	-
	2		500		
	3		440		
	4		400		
	5		375		

Продовження таблиці 3.4

№	T, °C	Тип суміші	Доза завантаження кг/м	Вихід газу V, л/кг	
2	33	Суміш 0,8:1	1	550	-
			2	440	
			3	350	
			4	345	
			5	320	
3	33	Суміш 0,4:1	1	517	-
			2	405	
			3	350	
			4	318	
			5	290	
4	33	Суміш 1,1:1	1	500	-
			2	390	
			3	335	
			4	300	
			5	275	
5	33	Активний мул	1	330	-
			2	250	
			3	200	
			4	-	
			5	-	
6	52	Суміш 0,45:	1	-	575
			2		525
			3		480
			4		450
			5		425
7	52	Суміш 0,8:1	1	-	550
			2		500
			3		470
			4		440
			5		415
8	52	Суміш 1,1:1	1	-	535
			2		49
			3		450
			4		425
			5		390
9	52	Активний мул	1	-	500
			2		425
			3		350
			4		335
			5		310

3.2. Розрахунок технічних і технодогічних параметрів метантенка.

Споруди цеху обробки осадів призначені для обробки (зброджування) сирих осадів та надлишкового активного мулу, які надходять з первинних відстійників цехів БОС-1, БОС-2, НБСА і мулоущільнювачів цеху БОС-1 та атування зброженого осаду на механічне зневоднення або на мулові поля пеху мулового господарства.

До складу цеху входять наступні споруди:

1. Метантенки залізобетонні — 8 шт (рис.3.1). Метантенки першої черги (№№ 1,2,3,4) - монолітні, метантенки другої ои (№№ 5,6,7,8) збірною типу (зроблені з окремих панелей) з металевим толем, який з'єднаний із залізобетонною циліндричною частиною за допомогою спеціального "замку". Верхня частина метантенка-сферична (об'ємом 1065 м³), далі йде циліндрична частина (об'ємом 3400 м³) і конічна (об'ємом 630 м³). У середині метантенка на різних рівнях розташовано трубопроводи завантаження та вивантаження, а також паропроводи від інжектора, який призначено для підігрівання осаду до режимної температури.

Процес збродження в метантенках-термофільний (Т %3D50-53°C). Він Здійснюється в двох фазах:

- 1 фаза-"кисле" чи "водневе" бродіння. В цій фазі з вуглеводів, жирів та білків утворюється велика кількість жирних кислот і водню, а також вуглекислота, спирти, амінокислоти тощо. Першу фазу здійснюють анаеробні бактерії типу дріжджі, маслянокислі бактерії та інші [40] .

- 2 фаза "лугове" чи "метанове" бродіння здійснюється суворими анаеробами - єдиними в природі бактеріями, що здатні розкладати СО» без сонячної енергії і хлорофілу. Кінцевими продуктами розпаду вуглеводів і жирів є вуглекислота і метан. При розпаді білків тільки частина розкладених продуктів переходить в газ, друга частина зв'язується з іншими компонентами і залишається в розчині [41].

В результаті бродіння в метантенках розкладається від 40 до 60 % органічних речовин. Більша частина їх перетворюється на газ, частина – в мулову воду, а залишки органічних з'єднань разом з елементами золи (зброджений осад) відкачуються на механічне зневоднення або на мулові поля.

Перемішування осадів в метантенках здійснюється за рахунок біогазу, що виділяється. Для збору біогазу у верхній частині метантенка є горловина і газовий ковпак з двома газовими колонками. Утворений біогаз безперервно через газові колонки відводиться в газову камеру, а потім-в газопровід і до газгольдерів.

2. Камери керування метантенками (КУ-1, КУ-2)-2 шт.

У них розміщено дозувальну камеру з баками завантаження та вантаження, інжекторні камери, насос прокачування рівнів вивантаження метантенків, шахта вивантаження.

3. Газові камери – 2 шт. у них надходить біогаз з працюючих метантенків і, через водовідокремлювач (гідрозатвор), по газопроводу подається до газгольдерів та в котельню. Гідрозатвор спрацьовує при тиску в газопроводі більше 450 мм. в. ст. і газ надходить через свічу до атмосфери.

4. Газгольдери з камерами газового вводу – 2 шт. Газгольдери мокрого типу призначені для збирання, зберігання газу та підтримання незмінного тиску в трубопроводі. Біогаз, із загального газопроводу надходить до камери газового вводу через водовідокремлювач, а потім- під дзвін газгольдера. В камері газового вводу на газопроводі встановлено клапанну коробку, яка править для автоматичного скиду зайвого газу в атмосферу.

5. Мулові насосні станції № 3 та За.

Призначення – приймання збродженого осаду з метантенків та перекачування його на мулові майданчики цеху мулового господарства. До складу мулових насосних станцій входять:

- резервуари збродженого осаду — 4 шт.,
- насоси збродженого осаду 4 шт.,
- насоси технічної води -5 шт.,

- камери перемикання.

5. Мулова насосна станція № 4.

Призначення — приймання сирих осадів з первинних відстійників цехів в очисних споруд № 1 та 2, НБСА і відкачування їх до метантенків.

Осад приймається на 2 резервуари ємністю 600м³ кожний через камеру перемикання, розташовану біля резервуарів. Осад на метантенки відкачується насосами, що розташовані в приміщенні насосної станції.

Для охолодження та промивки сальників цих насосів змонтований ол технічної води з двома насосами та баком технічної води. Метантенки застосовують для анаеробного сброджування осадів віських стічних вод з метою стабілізації одержання метановмісного газу зброджуванням, при цьому враховують склад осаду, наявність речовин, що гальмують процес зброджування і впливають на вихід газу .

Разом з каналізаційними осадами допускається подача в метантенки інших сброджуємих органічних речовин після їхнього дроблення (домового сміття, покидьків із ґрат, виробничих відходів органічного походження і т.п.). Сброджування осадів у метантенках можливо вести в двох режимах мезофільному (Т-33 °С) або термофільному (Т-53 °С) режимі. При виборі режиму сброджування ми вибираємо термофільний режим завдяки чому ми маєм змогу обробляти необхідну кількість сирого осаду та активного мулу який утворюється на очисних спорудах в великі кількості. А також з урахуванням методів обробки утилізації осадів, та санітарних вимог до утилізації та обробки осадів [41].

Для підтримки необхідного режиму сброджування передбачається:

- завантаження осаду в метантенки, як правило, рівномірну протягом доби;
- обігрів та переміщення осаду в метантенках гострою парою, що випускається через ежектор.

Необхідна кількість тепла визначається з урахуванням тепловтрат метантенків у навколишнє середовище.

Визначення необхідної місткості метантенків робиться в залежності від фактичної вологості осаду по добовій дозі завантаження, прийнятої для осадів міських стічних вод по табл. 3.2.1, та на підставі експериментальних даних.

Таблиця 3.5 - Визначення місткості метантенків

Режим зброджування	Зазначення коефіцієнта при вологості осаду, що завантажується, %				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	1,05	0,89	0,72	0,56	0,40
Термофільний	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17

При наявності в стічних водах СПАР величину добової дози завантаження D_{mt} %, прийняту по табл. 3.1, слід перевіряти по формулі:

$$D_{mt} = (10 * D_{lim}) / C_d (100 - p_{mud}) \quad (3.1)$$

де C_d - зміст поверхнево-активних речовин (СПАР) в осаді, мг/м сухої речовини осаду, прийняте по експериментальним даним або по табл. 2;

p_{mud} - вологість осаду, що завантажується, %;

D_{lim} - гранично припустиме завантаження робочого обсягу метантенка в добу, прийнята, г/м;

40 - для алкилбензолсульфонатов із прямої алкильної ланцюгом;

85- для інших "м'яких" і проміжних аніонних ПАВ;

65- для аніонних ПАВ у побутових стічних водах.

$$D_{mt} = (10 * 65) / C_d (100 - p_{mud}) \quad (3.2)$$

Якщо значення добової дози, визначене по формулі (3.2.), менш зазначеного в табл. 3.1 для заданої вологості осаду, то місткість метантенка

необхідно відкоригувати з урахуванням дози завантаження, якщо дорівнює або перевищує - коректування не виробляється [42] .

Таблиця 3.6 - Визначення місткості метантенків

Вихідна концентрація СПАР в стічній воді, мг/л	Зміст СПАР, мг/м сухої речовини осаду	
	Осад з первинних відстійників	Надлишковий активний мул
5	5	5
10	9	5
15	13	7
20	17	7
25	20	12
30	24	12

Розпад беззольної речовини осаду, що завантажуються, R_r , %, в залежності від дози завантаження слід визначати по формулі :

$$R_r = R_{lim} - K_r D_{mt} \text{ , (3.3)}$$

де R_{lim} – максимально можливе сбраживание беззольної речовини осаду, що завантажуються, %, обумовлене по формулі (3.3);

K_r - коефіцієнт, що залежить від вологості осаду і приймається по табл. 3.6;

D_{mt} – доза осаду, що завантажуються, %

Таблиця 3.7 - Визначення місткості метантенків

Режим зброджування	Значення коефіцієнта при вологості осаду, що завантажуються, %				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	1,05	0,89	0,72	0,56	0,40
Термофільний	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17

Максимально можливе сбраживание беззольної речовини осаду U , що завантажується, R_{lim} варто визначати в залежності від хімічного складу осаду по формулі

$$R_{lim} = (0,92C_{fat} + 0,62C_{gl} + 0,34C_{prt}) * 100, \quad (3.4)$$

де C_{fat} , C_{gl} , C_{prt} - відповідно зміст жирів, вуглеводів і білків, м на 1 м беззольної речовини осаду.

При відсутності даних про хімічний склад осаду величину R_{lim} для допускається приймати: для опадів з первинних відстійників - 53% ; для надлишкового активного мулу - 44%; В для суміші осаду з активним мулом-по лнеарифметическому співвідношенню компонентів, що змішуються, по беззольній речовині[42].

Вагова кількість газу, одержуваного при зброджуванні, слід приймати 1 м на 1 м беззольної речовини, що розпалося, що завантажується осаду, об'ємна а газу- 1 кг/м, теплотворну здатність-5000 ккал/м³.

Вологість осаду, що вивантажується з метантенка, варто приймати в залежності від співвідношення компонентів, що завантажуються, по сухій речовині відповідно до формули (3.3) з урахуванням розпаду беззольної речовини, обумовленого

При проектуванні метантенків слід передбачати:

- заходи щодо взривопожаробезпеки устаткування й обслуговуючих приміщень- відповідно до ДСТ 12.3.006-75;
- герметичні резервуари метантенків, розраховані на надлишковий тиск газу до 5 кПа (500 мм вод. ст.)%;
- число метантенков- не менш двох, при цьому всі метантенки повинні бути робочими3;
- відношення діаметра метантенка до його висоти (від днища до основи газосборної горловини) -не більш 0,8-1%ЗВ .

- розташування статичного рівня осаду- на 0,2-0,3 м вище основи горловини, а верх горловини - на 1,0-1,5 м вище динамічного рівня осаду; .
- площа газосбірної горловини -з умови пропуску 600-800 м газу на 1 му добу; .
- розташування відкритих кінців труб для відводу газу з газового ковпака-на висоті не менш 2 м від динамічного рівня; .
- завантаження осаду у верхню зону метантенка і вивантаження з нижньої зони; .
- систему спорожнювання резервуарів метантенків-з можливістю подачі осаду з нижньої зони у верхню; .
- переключення, що забезпечують можливість промивання всіх трубопроводів;
- пристрої, що перемішують, розраховані на пропуск всього обсягу маси, що бродить, протягом 5-10 чЗВ .
- герметично закриваються люки-лази, оглядові .
- відстань від метантенков до основних споруджень станцій внутрімайданчикових автомобільних доріг і залізничних колій- не менш 20 м, до високовольтних ліній - не менш 1,5 висоти опори,;
- огороження території метантенків. Газ, одержуваний у результаті сбраживання осадів у метантенках, слід користуватися в теплоенергетичному господарстві очисної станції і близрасположенних об'єктів [43].

Проектування газового господарства метантенків (газосбірних пунктів, ової мережі, газгольдерів і т.п.) варто здійснювати відповідно до "Правил безпеки в газовому господарстві" Госгортехнадзора. Для регулювання тиску і збереження газу варто передбачати мокрі разгольдери, місткість яких розраховується на 2-4-годинний вихід газу, тиск газу під ковпаком 1,5-2,5 кпа (150-250 мм вод.ст.) [44].

Допускається застосування двоступінчастих метантенків у районах із середньорічною температурою повітря не нижче 6 °С и при обмеженості

території для розміщення илових площадок. Метантенки першої ступіні слід проектувати на мезофільне сброджування відповідно до вище сказаного. Метантенки другої ступіні слід проектувати у виді відкритих резервуарів без підігріву.

Випуск мулової води варто передбачати на різних рівнях по висоті спорудження, видалення осаду - зі збірного приямка по мулові трубі діаметром не менш 200 мм під гідростатичним напором не менш 2 м [45]. Місткість метантенків другої ступіні варто розраховувати виходячи з дози добового завантаження, рівної 3-4%. Метантенки другої ступіні варто обладнати механізмами для видалення корки, що накопичується [45]. Вологість осаду, що видаляється з метантенків другої ступіні, варто приймати, %, при сброджуванні: осаду з первинних відстійників- 92; В осаду разом з надлишковим активним мулом- 94.

3.3 Контроль за роботою метантенків. Біохімія й мікробіологія метанового зброджування в метантенках.

При анаеробному перетворенні органічних субстратів у метан під впливом мікроорганізмів (бактерії, активний мул) повинні бути послідовно реалізовані 4 стадії розкладання. Окремі групи органічних забруднень (вуглеводи, протеїни, ініди/ жири) у процесі гідролізу перетворюються спочатку у відповідні мономери (укру, амінокислоти, жирні кислоти). Далі ці мономери в ході ферментативного розкладання (аитогенеза) перетворюються в коротколанцюгові органічні кислоти, спирти й альдегіди, що потім окисляються далі в оцтову кислоту, що зв'язано з олержанням водню. Тільки після цього доходить черга до утворення метану на етапі метаногенеза . Як побічний продукт поряд з метаном утвориться такожі вуглекислий газ (CO₂).

Усі процеси перетворення тісно взаємозалежні один з одним і повинні протікати ємності анаеробного реактора строго встановленому порядку, тому що будь-яке порушення одного з проміжних етапів приводить до порушення всього

процесу. Тому потрібне точне проектування очисних споруджень і настроювання на відповідну стічну воду. анаеробного розкладання в метантенку.

Для стічних вод з однорідним складом на практиці здійснюються далеко не всі можливі реакції розкладання. На так називаному адаптивному етапі здійснюється вибір визначеного шляху розкладання органічних речовин у результаті життєдіяльності відповідних мікроорганізмів.

У залежності від того, який клас органічних речовин переважає в стічній міняється склад біогазу і частка метану в ньому (див. таблицю 3.2.1). Вуглеводи в більшості випадків розкладаються легко, однак вони дають порівняно меншу частку метану. При розкладанні жирів і олій утвориться більша кількість біогазу з високим змістом у ньому метану, однак, розкладаються вони же повільно. Крім того, жирні кислоти, що утворюються як побічні продукти при розкладанні жирів і олій, можуть перешкоджати всьому процесові розкладання.

Таблиця 3.8 Вихід біогазу і частка метану в ньому

Клас речовин	Вихід біогазу (л/м субстрат)	Частка метану (%)
Вуглеводи	0,83	50
Білки	0,72	71
Жири/Олії	1,43	70

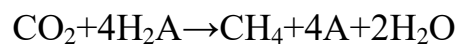
З даної таблиці випливає, що для кожного типу моностічних вод очисні спорудження повинні бути спроектовані індивідуально. Тому етапові проектування і будівництва очисних споруджень повинні передувати визначений дослідницький етап, що включає в себе точний аналіз стічної води і досвіди з оригінальною стічною водою, у процесі проведення яких визначаються оптимальні умови розкладання органічних забруднень, що знаходяться в стічній.

Біогаз – це суміш газів. Його основні компоненти: метан (CH_4) - 55-70% і вуглекислий газ (CO_2) -28-43%, а такожу дуже малих кількостях інші гази, наприклад - сірководень (H_2S). У середньому 1 кг органічної речовини,

біологічно розкладеного на 70%, робить 0,18 кг метану, 0,32 кг вуглекислого газу, 0,2 кг води і 0,3 кг нерозкладні залишки.

Метанове бродіння-окремий випадок непрямого окислювання органічних речовин в анаеробних умовах. Бродіння називається метановим, тому що в результаті розпаду органічних речовин осаду в основному утвориться метан. Цей процес складний і багатостадійний, унаслідок якого органічні речовини осаду послідовно перетворюються в більш прості з переходом значної частини компонентів у газ або в мулову рідину.

Основна реакція метанообrazовання може бути записана рівнянням:



Тут під H_2A мається на увазі органічна речовина утримуючий водень. Крім основного пути утворення метану, можливі й інші, наприклад відновленням кисню вуглецю, а також у результаті распаду уксусної і бензойної кислот.

Умовно прийнято, що розпад органічної речовини відбувається в двох фаз. У першій фазі, називаній кислої або водневої, відбувається перовод складних органічних речовин у нижчі жирні кислоти, спирти, альдегіди, вуглекислоту, аміак, гліцерин, ацетат, сороводород і водень. У стадії кислого бродіння в метантенку виявляються бактерії, гриби и навіть найпростіші, що попадають у метантенк з активним мулом [46]. Установлено присутність у метантенці близько 50 видів бактерій, що відносяться до 19 родів. Серед них 12 видів бацил, 9 видів рола *Pseudomonas* (у тому числі), 5 видів *Micrococcus*, 2 види *Sarcina Vulgaris*, а також і інші бактерії.

Поряд з облигатними анаэробами в стадії кислого бродіння присутні і факультативно анаэробні і навіть аеробні форми, а замість з органотрофами - і литотрофы. Бактерії першої фази відносяться до різних фізіологічних груп. Частіше інших зустрічаються протолитические аммоніфіцируючі бактерії, що беруть участь у розкладанні білка й амінокислот. Їхне число складає 1-3 млн./мол; кількість сульфатвідновлюючих бактерій доходить до 1 млн./мол. Трохи нижче зміст денитрифікуючих і целлюлозорозкладаючих бактерій - до 100

тис/мол. Кількість бактерій, що розкладають білок з утворенням сірководню, також досягає 100 тис.

Загальна кількість аеробних бактерій в осаді, за даними різних авторів, коливається в межах від 1 до 130 млн/мол, а в анаеробних досягає 15 млрд/мол. стадії кислотообразования зустрічаються гриби 35 пологів. Серед них *Pensllium*, *Fusfrum*, *Mіесог* і ін. Внесені в метантенк дріжджі теж приживалися в ньому. Найпростіші представлені жгутиковими, кореніжками і ресничними інфузоріями, але число них невелике. Екологічні зв'язки в метантанку і роль окремих груп мікроорганізмів вивчені недостатньо [47].

Основна роль у процесах розкладання органічних речовин у метантанку належить анаеробним бактеріям.

Аеробні бактерії такі, що як нітрифікують, попадають у метантенк з активним мулов інтому і не грають істотної ролі в процесах, що тут інбуваються. Це не можна сказати і про гриби і найпростіших. Мікроорганізми, що забезпечують процес кислої фази, функціонують у широкому діапазоні зміни умов. Тривалість генерації (час їхнього розподілу, подвоєння) бактерій цієї фази вимірюється годинник. Аналіз субстрату в метантанку показав, що ньому утримуються різноманітні ферменти. В осаді виявлені различни дегидрогеназы, у тому числі НАД і ПАДФ, кофермент А, киназы, энлазы, лиазы, трансминазы, ферменти, що беруть участь у циклі трикарбоновых кислот, а також ферменти з групи цитохромов [48].

Хімізм анаеробного розпаду органічних сполук багато в чому подібний аеробному окислюванню. Основне розходження між ними полягає у тім, що кінцевий акцептором електрона служать органічні сполуки і двоокис вуглецю, а не молекулярний кисень.

Кінцеві продукти фази кислої брожения-аирпые кислоти, двоокис вуглецю, амоній, сірководень. Найбільш частими кінцевими продуктами цієї фази сбраживышыя с оцтова і мурашина кислоти, у великих кількостях присутне пропноновая і масленої кислоти. Зустрічаються спирти, кетони, яцетон, оцтовий альдегід.

Продукти неповного окислювання, що утворилися на, першій стадії, такі, як Нижчі жирні кислоти, нижчі спирти, піддаються подальшим перетворенням, у результаті яких утвориться метан і двоокис вуглецю. Унаслідок руйнування органічних кислот реакція середовища стає лужний, і тому другу стадію в метантенку називають лужним бродінням, або фазою газоутворення.

Основна роль належить метановим або метанообразующим бактеріям. Метанові бактерії відносяться до строгих анаеробів. Морфологічно метанові бактерії досить різноманітні. Серед них є коки, сарцини, палички. Метанові бактерії не утворюють суперечку. Процес утворення метану необхідний метановим бактеріям для одержання енергії. Інші способи одержання енергії в них не відомі. Усі метанові бактерії можуть утворювати метан шляхом відновлення левокислоти воднем, по багатьох, крім того, здатні продуцировать метан простих органічних сполук [49].

Метанові бактерії - конкуренти сульфатредуцируючих. Звичайно процеси утворення сірководню і метану взаємно виключають один одного. У метантенках першій стадії утвориться сірководень, а в другій-метан. Кінцевим продуктом другої стадії поряд з метаном є двоокис вуглецю.

Бактерія другої фази більш чутливі до умов середовища. Тривалість генерації сіток вимірюється цілодобово. Приймається, що швидкості перетворення речовин у кислій і лужній фазах однакові, тому в иловой воді метантенка знаходиться мало продуктів першої фази. Якщо ж відбуваються якісь порушення процесу внаслідок перевантаження метантенка або різкої зміни температури процесу, то порушується діяльність метанових бактерій, чутливих до зміни зовнішніх умов, і в метантенку спостерігається збільшення продуктів другої фази. Це явище називають "закисанням" метантенка.

Установлено, що в процесі утворення метану беруть участь ферменти ферродоксин і кофактор А, АТФ і вітамін В₁₂- Присутність НАД і НАДФ інгібує метаноутворення [50].

У метантенках 70-75% метану утвориться при розкладанні оцтової кислоти, а 25-30% синтезу вуглекислоти і водню. Кількісно водневі шляхом

метанооброшуючі бактерії переважають над бактеріями, що розкладають жирні кислоти з утворенням метан. Безольна частина сирих опадів міських і багатьох виробничих стічних вод складає 70-80% сухої речовини, бiонерозлагаемая частина опадів первинних відстійників приймається рівної - 47%, а активного або (при наявності первинних відстійників) - 50%.

Фізіологічні групи бактерій однакові в мезофільному терофільному процесі. Орієнтованим показником ступеня знезаражування опадів від антеровірусів можуть служити бактеріофаги. Цей показник більш достовірний [51], чим колотитр.

Основним фактором, що викликає знезаражування опадів від патогенних мікроорганізмів в метантенках, є температура. Мезофільне бродіння володіє низькою знезаражуючою активністю проти вірусів.

Термофільне бродіння дає більш ефективно але також неповне знезараження. Патогенні бактерії кишкової групи при анаеробних процесах гинуть у більш короткий термін у порівнянні й ентеровірусами, але і вони виявляються в сброджених осадах[52].

Домогтися повного обузараживання осаду в метантенке шляхом зміни температури і термінів бродіння неможливо з технічної точки зору. У сброджений осад постійно надходить частина свіжого осаду, що інфікує всю масу. Вивчивши терміни збереження мікроорганізмів при шумуванні, можна лише підібрати найбільш оптимальні параметри для відмирання значної маси патогенної мікрофлори.

Основними компонентами органічного речовини осаду первинних відстійників є вуглеводи (15-20%), жироподобные (20-30%) і білкові (20-30%) речовини. Основну масу органічної речовини надлишкового активного мулу складають білки (близько 50%). Загальний зміст органічної речовини досягає 70% маси сухої речовини осаду.

Висновки до розділу 3

1. На основі лабораторних досліджень визначено основні технологічні показники метанового збродження в метантенках. Представлені залежності, які дозволяють вибрати режим зброджування та врахувати навантаження по беззольній речовині, часу перебування і вологості-осаду.
2. Проведено розрахунок при середньодобовому розході стрічних вод 340,61 тис.м³/доб. з кількістю сирого осалу 56,81 т/діб. то загальна кількість газу за нашими підрахунками становить 4 040,73 м³/доб .
3. Визначили оптимальну температуру зародження. Наприклад, при добовому навантаженні 1,25 кг/м³ і часу перебування осаду в метантенку 17 діб. буде найбільший вихід газу.
4. Також проаналізовано залежність виходу біогазу від часу зброджування, виявленню що при зниженні температури від 10 до 30 °C зменшується час зброджування з 90 до 28 діб. і збільшується вихід біогазу від 450 до 760 л .
5. Визначено що при зменшенні загрузки метантенка по беззольній речовині час зброджування зменшується. Розглянуто технічних і технологічних параметрів метантенків. Детально проаналізовано біохімія і мікробіологія метанового збродження в метантенках.

4 СТАРТАП ПРОЕКТ «ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗНЕВОДНЕНИХ НА ЦЕНТРИПРЕСАХ ОСАДІВ З ЦІЛЛЮ ПОДАЛЬШОЇ ЇХНЬОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ»

4.1. Опис ідеї стартап-проекту

Підвищення рівня соціально-економічного розвитку держави, а також інвестиції у водопостачання та водовідведення, включаючи будівництво та модернізація очисних споруд є основними факторами, що впливають на збільшення водозабору та виробництво стічних вод у муніципальному секторі, таким чином збільшуючи обсяг утвореної комунальної енергії стічної води. Зростання цін на водопостачання та збір стічних вод, у свою чергу, є важливими чинниками, що обмежує ця тенденція.

Становлення і розвиток системи господарювання в Україні потребують принципово нових підходів до організації управління підприємницькою діяльністю на всіх рівнях. Практична реалізація будь-якого проекту значно ускладнюється без попередньо розробленого бізнес-плану [60]. В умовах ринкової системи господарювання жодне підприємство не може працювати прибутково без ретельно підготовленого плану. Виникнення будь-якої підприємницької ідеї (чи буде це створення нового бізнесу, чи вдосконалення діяльності вже наявного ставить багато різноманітних питань: хто виступає як конкретні споживачі, яким є ринок продукту підприємства, які кошти необхідні для реалізації проекту, чи виправдовує себе проект економічно, тощо. Задля отримання відповідей на ці запитання складається бізнес-план.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Впровадження технології термохімічної обробки зневоднених на центрипресах осадів з ціллю подальшої їхньої реалізації	1. Добрива; 2. Корма; 3. Товарні продукти (активоване вугілля, для використання його, як сорбенту або як напівпродукту для лікувальних цілей); 4. Матеріали для будівельної промисловості.	1. Доступність; 2. Простота у використанні; 3. Зменшення витрат в порівнянні з іншими методами.

4.2 Аналіз конкурентного середовища

Для аналізу конкурентного середовища є необхідними потенційні техніко-економічні переваги ідеї, а також аналіз та дослідження можливих конкурентів, для цього застосовуємо бальну оцінку(табл.4,2).

Таблиця 4.2 – Аналіз потенційних переваг

№ п/п	Техніко економічні характеристика ідеї	Стартап проект	Існуюча схем обробки зневоднених осадів
1	Екологічність	5	3
2	Ціна	5	3
3	Безпечність	4	5
4	Ефективність	5	4
5	Універсальність	4	4

Термохімічний процес пройшов широкі випробування на напівпромисловій пілотній установці з 2008 року, і зараз він досяг промислової зрілості. Вироблені фосфатні добрива містять значно нижчий рівень забруднень, ніж звичайні мінеральні добрива, і виявився ще більш ефективним з точки зору врожаю сухої маси та засвоєння рослин на деяких ґрунтах. Подібний продукт називається Crystal Green [61].

У міру того, як ціни на добрива зростають, а ресурси фосфору зменшуються, відновлення поживних речовин, головним чином фосфору із стічних вод та шламу стічних вод, збільшує інтерес (див. Також пік фосфору). Сьогодні існує вже декілька процесів у малому або великому масштабі для відновлення цих поживних речовин, найчастіше у формі струвіту, який також називають гексагідратом фосфату амонію магнію.

Одним з значущих елементів ринкового аналізу, є SWOT аналіз, який дозволить оцінити переваги та недоліки проекту (табл. 4,3).

Таблиця 4.3 - SWOT аналіз

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Порівняно дешевий процес переробки фосфору із шламових продуктів; -Продукт відповідає стандартам ЄС щодо добрив; -Виробляє добриво високої якості; 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наявність схожих товарів; - Висока потреба в енергії - Викиди газів
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> – подальші вдосконалення ; – експериментальні дослідження та новизна ; – широкий спектр застосування; 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> – велика кількість конкурентів – невелика кількість споживачів на початковому етапі - поява новітніх технологій

4.3 Ключові види діяльності та ключові партнери

Таблиця 4.4 – Ключові види діяльності

Назва діяльності	Опис	Результати діяльності
Будівництво установки термохімічного сушіння осадів	<ul style="list-style-type: none"> Перший мул стічних вод спалюється. Потім попіл та нешкідливі донори хлору змішують та ущільнюють у пресі для гранул. Дозування реагентів здійснюється відповідно до якості золи, а також законодавчих вимог та вимог до кінцевого продукту. Гранули подаються в тепловий реактор і виставляються приблизно на 20 хвилин до температури 1000 ° C. При цій температурі до 99% цільових металів - зазвичай ртуті, кадмію, свинцю, цинку та міді - реагують з добавками і випаровуються. 98% вхідної золи надходить у вигляді збагачених Р гранулами без токсичних речовин. 2% вхідної золи утримується в системі контролю забруднення повітря у вигляді металевого концентрату. Для виробництва добрив, що відповідають вимогам ґрунтів та сільськогосподарських культур, Р-сировина збагачується іншими поживними речовинами, такими як азот, калій, сірка або додаткова порція фосфору. 	Відновлення поживних речовин, втрачених в результаті спалення стічних вод, і зробити їх доступними для сільського господарства.
Управління методом	Оплата праці персоналу	Ефективна діяльність при виконанні роботи

Для досягнення реалізації запропонованого методу необхідно розкрити способи отримання необхідних ресурсів (табл. 4,4) та обрання ключових партнерів (табл. 4,5).

Таблиця 4.5 – Ключові партнери

Інформація	Партнер 1
Назва організації партнера	Адакор, ТОВ
Місце розташування	Україна, 02090, місто Київ, вулиця Володимира Сосюри, будинок 68
Юридичний статус	юридична особа
Офіційна адреса	Україна, 02090, місто Київ, вулиця Володимира Сосюри, будинок 68
Телефон	380 44 223 1638
Роль і залученість	Технічний підбір, поставка, гарантійне та післягарантійне обслуговування обладнання.
Завдання, які покладаються на партнера	Забезпечення обладнанням

4.4 Прямі матеріальні витрати та розрахунок собівартості продукції

Для виконання запропонованого методу необхідні прямі витрати на придбання матеріалу. У таблиці 4.6 наведемо прямі витрати на придбання матеріалу.

Таблиця 4.6 – Прямі матеріальні витрати

Назва ресурсу	Одиниці вимірювання	Ціна, грн	Кількість	Сума, грн
Фосфор	кг	320/ 60 кг	300	96 000
Усього:				96 000

За розрахунком прямих матеріальних витрат можна оцінити собівартість даного методу, що буде дорівнювати 96 000 гривень.

4.5 Витрати на оплату праці

Для виконання методу потрібен персонал, а саме 7 монтажників для проведення роботи по установленні поліамідного мату на території парку «Подільські Товтри». В аспекті методу обираємо пряму погодинну систему оплати праці та розраховуємо її за формулою:

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = ТС \times t, \text{ грн}$$

де t – кількість відпрацьованих працівником годин, год;

$ТС$ – тарифна ставка оплати праці, грн/год.

Для інженера середня оплата праці 200 грн/год. Для виконання роботи потрібно 5 годин.

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = 200 \times 5 = 1000 \text{ грн. (для 4 інженерів – 4000).}$$

4.6 Цільові групи потенційних клієнтів

Для обґрунтування потенційних клієнтів можна виявити групи, яким можна запропонувати до застосування наведений вище метод. У табл.4.8 представлені обрані цільові групи.

Таблиця 4.8 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п.п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтований попит цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові підприємства	Середній	Низька	Середня
2	Аграрна промисловість	Високий	Середня	Середня

Таблиця 4.9 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проєкту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентні позиції
Ринкові можливості посилення ідеї стартап-проєкту	Спрощена недиференційована	Ефективність, екологічність

4.7 Канали збуту

Для повної реалізації стартап-проєкту необхідно залучати канали збуту. У табл. 4.10 визначено оптимальну систему збуту та її функції.

Таблиця 4. 10 – Канали збуту

Специфіка закупівельно поведінки цільових клієнтів	Функції збуту	Оптимальна система збуту
Промислові підприємств та аграрні організації	Започаткування виконання методу	Традиційна

4.8 Бізнес-модель стартап - проєкту

При розроблені стартап-проєкту без бізнес-моделі неможливо запустити його успішно. Потрібно мати чітке уявлення про цілі і способи їх досягнення. В ідеалі таке подання має мати графічне або схематичне відображення (табл.4.11).

Таблиця 4.11 – Структура бізнес-моделі впроваджуваного методу

Ключові партнери	Ключові види діяльності	Цінність пропозиції	Споживачі сегменти
Адакор, ТОВ	Впровадження Впровадження технології термохімічної обробки зневоднених на центрипресах осадів з ціллю подальшої їхньої реалізації	Екологічність, висока ефективність. Доступність; Простота у використанні Зменшення витрат в порівнянні з іншими методами.	Промислові підприємства та аграрні організації
	Ключові ресурси	Канали збуту	
	Геомат монтажники	Промислові підприємства та аграрні організації	
Прямі матеріальні витрати: 96 000грн. Витрати на оплату праці: 4000 грн/доба.			

Висновки до розділу 4

1. Розроблений стартап-проект має переваги на ринку та складе попит серед підприємств-споживачів.

2. Визначено конкурентне середовище ринку, яке представлене вже існуючими методиками обробки осадів стічних вод. Проте зауважено що існуючі методики мають застарілі недоліки та потребують великої кількості витрат і часу для застосування. За допомогою SWOT - аналізу визначено основні сильні та слабкі сторони запропонованого методу.

3. Отже, стартап має конкурентні переваги, крім того існує попит з боку ринку, отже можливо стверджувати що цей метод має потенціал для комерційної реалізації.

4. Визначені основні техніко-економічні показники утилізації осадів.

ВИСНОВКИ

1. Анаеробне зброджування в метантенках давно відомий, але відповідаючий сучасним вимогам метод обробки осадів міських стічних вод.

2. Метод анаеробного зброджування дозволяє отримати осад, придатний для використання сільському господарстві, та газ метан, котрий використовується для потреб станції.

3. Оптимізація технологічного процесу полягає в підвищенні ефективності роботи метантенків, а саме-веденні процесу з максимальним виходом газу, використанні газу, підвищення навантаги на одиницю об'єму споруди за органічною речовиною.

4. Проведені лабораторні дослідження-свідчать-вказують що при зменшенні беззольної речовини зменшується. Розглянуто технічних і технологічних параметрів метантенків. загрузка метантенка по зброджування час детально проаналізовано біохімія і мікробіологія метанового збродження в метантенках .

5. Оптимальні параметри при добовому навантаженні 1,25 кг/м' і часу перебування осаду в метантенку 17 діб буде на 50% більший вихід газу також проаналізовано залежність виходу біогазу від часу зброджування. Проведено розрахунок при середньодобовому розході стічних вод 340,61 тис.м³/доб. з кількістю сирого осаду 56,81 т/діб. то загальна кількість газу за нашими підрахунками становить 4 040,73 м³/доб .

6. Реальний шлях на Бортницької станції аерації, основані відбуваючихся в них процесів, володіння досвідом управління та контролю технології метанового зброджування.

7. Енергозберігаючими технологіями на Бортницькій станції аерації є використання біогазу для потреб станції , можливе використання як палива для транспортних засобів (біогаз-паливо середньої калорійності з утриманням 55-60% метану та 40-45% вуглекислого газу з теплотворною здатністю 5000-5500 ккал/м³), з додатковою очисткою від вуглекислого газу та сумішів. Наприклад,

один балон високого тиску з біогазом, за даними румунських дослідників забезпечує роботу трактору на протязі 7-8 годин.

8. Екологічним чинником в процесі анаеробного зброджування осадів є стабілізація (незагниваємість) та санітарне знешкодження.

9. В роботі проаналізовано технологічну схему роботи Бортницької станції аерації з екологічної точки зору. Проаналізовані техніко-економічні показники технологічного циклу метантенків.

10. 3 перспектив розвитку підприємства можна виділити його енергозберігаючі можливості при використанні вихідних продуктів (осадів, та біогазу) діяльності підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bergs C.-G. New demand by sewage sludge and fertiliser regulation. (Neue Vorgaben für Klärschlamm nach der Klärschlamm-(AbfKlärV) und Düngemittelverordnung (DüMV)). VKU Infotag Klärschlamm 2010. 308 с.
2. Утворення відходів за класифікаційними угрупованнями державного класифікатора відходів у 2017 році. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/uv_zaklass/uv_zaklass_17u.xls (дата звернення: 03.09.2019).
3. Утворення відходів за класифікаційними угрупованнями державного класифікатора відходів у 2018 році. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/uv_zaklass/uv_zaklass_18u.xls (дата звернення: 03.09.2019).
4. Гриднев, П.И. Энергетические аспекты процесса переработки навоза в анаэробных условиях.: уч. пособ. Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2010. Ч.1. 98 с.
5. Гриднев, П.И. Технология и оборудование для переработки макулатуры : уч. пособ. Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2016. Ч.2. 142 с.
6. Kizeev M.D., Osadchiy V.F., Osadchiy O.V. Investitsiynyi proekt rekonstruktsiyi kanalizatsiynih ochisnih sporud ta budivnitstva stantsiyi virobnitstva biogazu u m. Lvovi 2016. – № 844. – S. 103–112. (UKR)
7. Скоп волокнистий макулатурний: Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 19.02.2019 №12.2-18-1/29396. Звіт Держсанепідслужби України, 2019. С. 398-399.
8. Скоп волокнистий макулатурний: Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 17.09.2017 №602-123-20-3. Звіт Держсанепідслужби України, 2018. С. 655-656.
9. Tachtuiev V.G. Recycling of paper and board industry waste. *Ukrainian Research Institute of Paper*. 2010. №17(89). P. 18-23.
10. Грицына А.А. волощук В.А., Бляшина М.В., исследования температурных режимов очистки сточных системы первичный отстойник-аэротенк-вторичный отстойник. Киев 2017. 48 с.
11. Новосад П.В., Челядін Л.І., Челядін В.Л. Теплоізоляційні матеріали на основі техногенних відходів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2009. №655. С. 208-213.
12. Марчевський В.М., Котляр К.М. Технологія одержання біогазу з відходів целюлозно-паперового виробництва. *Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів* : матеріали Всеук. наук.-практ. конф., м. Київ, 31 бер. 2001 р. Київ, 2002. С. 112-113.

13. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Безвозюк І.І., Петрук Р.В., Турчик П.М. Природо-охоронні технології. Навчальний посібник. Ч.3.: Методи переробки осадів стічних вод. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 324 с.
14. Мазепа Ю.В., Семінський О.О. Визначення основних показників та ефективності часткової газифікації біомаси в газогенераторі щільного шару з оберненим дугтям *Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2018. №174(1). С. 109-113.
15. Гомеля Н.Д., Превер А.Д., Радовечник В.М. Утилізація скопа. Влияние реагентов на эффективность фильтрования скопа. *Экотехнологии и ресурсозбережение*. 1999. №5. С. 47-50.
16. Гомеля Н.Д., Коваль А.С. Интенсификация процессов обезвоживания и формирования бумажного полотна при производстве бумаги и картона с использованием макулатуры : материалы 8-й Междунар. науч.-техн. конф. PAP-FOR-2014. Санкт-Петербург, 2014. С. 79-81.
17. Бать Р.Я., Мальований М.С. Исследование адсорбции полимеров стекловолокном из растворов. Ионобмен и сорбция из растворов *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. №16(2). С.86-88.
18. Шепелюк І.Р., Шепелюк О.О., Лютий П.В. Напрями використання скопу целюлозно-паперового виробництва. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. №24(9). С.171-174.
19. Пономарева А.М. Краткий справочник физико-химических величин. *Физико-химический справочник / за ред.: А.А. Равделя*. Санкт-Петербург, 1998. Т.9. С. 164.
20. Житнюк В.А., Белкина Е.В. Аналітичне обґрунтування ефекту аерації для технологічного режиму роботи очисних споруджень *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. 2015. №4. С. 138-147.
21. Баталин Б. Козлов И. Утилізація осадков сточных вод *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2006. №2. С. 37.
22. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г. Інтенсифікація технології одержання біогазу та комплексних добрив з осадів міських стічних вод *Вестник технологического университета*. 2015. №6(18). С. 259-262.
23. Чулкова И.Л., Селиванов И.А., Галдина В.Д. Исследование влияния добавки скопа на структурообразование цементного камня методом количественного рентгенофазового анализа. *Вестник СибАДИ. Строительство и архитектура*. 2019. №4(16). С. 504-518.
24. Житнюк В.А., Белкина Е.В. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. 2015. №4. С. 138-147.
25. ДСТУ EN 717-2:2006. Плити деревні. Методи визначення виділення формальдегіду. Частина 2. Метод газового аналізу (EN 717-2:1994,

- IDT). [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 7 с.
26. ТУ У 24.1-05761614.044-2002. Карбамідо-формальдегідна смола «Кафомід». Технічні умови. [Чинний від 2002-01-01]. Київ: Концерн Стирол, 2002. 9 с.
27. ТУ У 24.1-05761614-006-2007. Смолы карбамидоформальдегидные КФС. Технічні умови. [Чинний від 2007-05-01]. Київ: Концерн Стирол, 2007. 13 с.
28. Трофименко Н.С. Гранично допустимі концентрації та орієнтовні безпечні рівні діяння забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Мінекоресурсів України : Донецьк, 2017. С. 25-66.
29. ДСанПіН 8.2.1-181-2012. Полімерні та полімеромісні матеріали, вироби і конструкції, що застосовуються у будівництві та виробництві меблів. Гігієнічні вимоги. [Чинний з 2012-12-29]. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2012. С. 12-30.
30. Лютий П.В., Ортинська Г.Є., Бехта П.А. Емісія формальдегіду з деревинних композиційних матеріалів: норми та методи визначення. *Вісник НЛТУ України*. 2014. №12. С. 259-265.
31. Дудкин Б.Н., Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф. Влияние частиц наноксида алюминия на свойства карбамидоформальдегидной смолы. *Прикладная химия*. 2006. №9. С. 1538-1541.
32. ДСТУ EN 923:2019. Клеї. Терміни та визначення понять (EN 923:2015 + A1, IDT). [Чинний від 2019-09-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 12 с.
33. Масленнікова Л.Д., Шелест І.В. Вплив полівінілацетату на зміну структури поліакрилату. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2011. №1(9). С. 33-41.
34. ДСТУ EN 310:2003 Плити деревинні. Визначення модуля пружності та міцності під час згинання (EN 310:1992, IDT). [Чинний від 2003-10-02]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 14 с.
35. ДСТУ EN 326-1:2006 Плити деревинні. Відбирання зразків, вирізування та контролювання. Частина 1. Відбирання і вирізування випробних зразків, опрацювання результатів випробування (EN 326-1:1994, IDT). [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДІ «Ресурс», 2007. 12 с.
36. ДСТУ EN 319:2006 Плити деревностружкові та деревноволокнисті. Визначання міцності на розтяг перпендикулярно площині плити (EN 319:1999, IDT). [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 11 с.
37. Абдикаримов М.Н., Жубанов Б.А. Изучение процессов пиролиза и горючести красок на основе сополимеров винилацетата. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2019. №57(1). С. 237-244.

38. Рабинович В.Ю., Ганиев Э.Ш. Влияние совместимости и содержания пластификаторов на динамическую термостабильность и разогрев ПВХ композиций при смешении и переработке. *Вестник МИТХТ*. 2010. №6(5). С. 88-90.
39. Свешникова О.Н., Аниськина Е.В. Переработка отходов производства корпусной мебели как способ сбережения материальных ресурсов. *Вестник Мордовского государственного университета*. 2018. №8. С. 9-16.
40. Сафарин Е.Х. Особенности переработки отходов деревообрабатывающего предприятия. *Современные технологии деревообрабатывающей промышленности*. 2017. №13. С. 78-86.
41. Еремин С.С. Использование древесных отходов. *Известия Сибирского государственного университета науки и технологий*. 2019. №23. С. 27-30.
42. Irle M., Couret L., Belloncle C. Advanced recycling of post-consumer solid wood and MDF. *Wood Material Science & Engineering*. 2019. №14. P. 19-23.
43. Kharazipour A., Kues U. Recycling of Wood Composites and Solid Wood Products. *Wood production, wood technology, and biotechnological impacts*. 2007. №16. P. 509-533.
44. Mantanis G., Athanassiadou E. A New Process for Recycling Waste Fiberboards. *Wood Material Science & Engineering*. 2019. №14. P. 79-87.
45. Azambuja R., Castro V., Trianosky R. Recycling wood waste from construction and demolition to produce particleboards. *Maderas. Ciencia y tecnología*. 2018. №20(4). P. 137-145.
46. Халтуринский Н.А., Голованов А.В., Попова М.Н. Материалы из вторичного ПВХ пониженной горючести. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2019. №16(4). С. 120-124.
47. Седых В.А. Технические свойства упаковочных пленок на основе ПВХ. *Вестник ВГУИТ*. 2013. №2. С. 141-146.
48. Субботин Е.В., Щербинин А.Г. Термический анализ ПВХ-пластификаторов. *Научно-технический вестник Поволжья*. 2013. №5. С. 59-62.
49. Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України від 08.07.2010 р. № 2464-VI. Дата оновлення: 09.08.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2464-17> (дата звернення: 03.12.2019).
50. Податковий кодекс України : Закон України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. *Голос України*. 2010. 04 груд. (№ 229-230). С. 17-83.
51. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проекту геомехатронного комплексу. *Сучасні проблеми економіки і підприємництво*. 2018. №21. С. 94-101.

52. Рабинович В.Ю., Ганиев Э.Ш. Влияние совместимости и содержания пластификаторов на динамическую термостабильность и разогрев ПВХ композиций при смешении и переработке. *Вестник МИТХТ*. 2010. №6(5). С. 88-90.
53. Свешникова О.Н., Аниськина Е.В. Переработка отходов производства корпусной мебели как способ сбережения материальных ресурсов. *Вестник Мордовского государственного университета*. 2018. №8. С. 9-16.
54. Сафарин Е.Х. Особенности переработки отходов деревообрабатывающего предприятия. *Современные технологии деревообрабатывающей промышленности*. 2017. №13. С. 78-86.
55. Еремин С.С. Использование древесных отходов. *Известия Сибирского государственного университета науки и технологий*. 2019. №23. С. 27-30.
56. Irle M., Couret L., Belloncle C. Advanced recycling of post-consumer solid wood and MDF. *Wood Material Science & Engineering*. 2019. №14. P. 19-23.
57. Kharazipour A., Kues U. Recycling of Wood Composites and Solid Wood Products. *Wood production, wood technology, and biotechnological impacts*. 2007. №16. P. 509-533.
58. Mantanis G., Athanassiadou E. A New Process for Recycling Waste Fiberboards. *Wood Material Science & Engineering*. 2019. №14. P. 79-87.
59. Azambuja R., Castro V., Trianosky R. Recycling wood waste from construction and demolition to produce particleboards. *Maderas. Ciencia y tecnología*. 2018. №20(4). P. 137-145.
60. Халтуринский Н.А., Голованов А.В., Попова М.Н. Материалы из вторичного ПВХ пониженной горючести. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2019. №16(4). С. 120-124.
61. Седых В.А. Технические свойства упаковочных пленок на основе ПВХ. *Вестник ВГУИТ*. 2013. №2. С. 141-146.
62. Субботин Е.В., Щербинин А.Г. Термический анализ ПВХ-пластификаторов. *Научно-технический вестник Поволжья*. 2013. №5. С. 59-62.
63. Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України від 08.07.2010 р. № 2464-VI. Дата оновлення: 09.08.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2464-17> (дата звернення: 03.12.2019).
64. Податковий кодекс України : Закон України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. *Голос України*. 2010. 04 груд. (№ 229-230). С. 17-83.
65. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проекту геомехатронного комплексу. *Сучасні проблеми економіки і підприємництво*. 2018. №21. С. 94-101.

66. Пономарева А.М. Краткий справочник физико-химических величин. *Физико-химический справочник* / за ред.: А.А. Равделя. Санкт-Петербург, 1998. Т.9. С. 164.

67. Житнюк В.А., Белкина Е.В. Дослідження технології біохімічної очистки стічних вод *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. 2015. №4. С. 138-147.

68. Баталин Б. Козлов И. Утилизация осадков сточных вод *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2006. №2. С. 37.

69. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г. Інтенсифікація технології одержання біогазу та комплексних добрив з осадів міських стічних вод *Вестник технологического университета*. 2015. №6(18). С. 259-262.

70. Баталин Б. Козлов И. Биосорбция в процессах очистки природных и сточных вод *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2006. №2. С. 37.