

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

«На правах рукопису»
УДК

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
електроенергетики і електротехнології
доц. _____ Ю.О. Постол
" ____ " _____ 2025 року

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Інтенсифікація очищення стічних вод методами
електричних технологій»**

21ЕЕД.11260418.000000ПЗ

Виконав: студент М2 курсу, 22 МБ ЕЕ групи
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

Освітня програма: Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

(підпис) В.Я. Григоренко

Керівник, к.т.н, доцент _____
(підпис)

Консультант, к.т.н., _____ М. В. Зоря
проф. (підпис)

Консультант, к.е.н., _____ С.Р.Плотніченко
доцент (підпис)

Нормоконтролер, к.т.н.,доц. _____ Ю.О. Постол
(підпис)

Рецензент _____ С.В. Чаусов
(підпис)

Запоріжжя, 2025 р.

РЕФЕРАТ

Григоренко В.Я. Інтенсифікація очищення стічних вод методами електричних технологій. Запоріжжя : ТДАТУ. 2025. 69 с.

Обсяг кваліфікаційної роботи – 69 аркушів, кількість рисунків - 9, кількість таблиць - 9

В роботі проведено огляд стану питання очищення виробничих стічних вод та вибір напрямку досліджень. Обґрунтовано застосування методу електричних технологій з використанням магнітного поля в системі очищення стічних вод.

З урахуванням проведеного аналізу стану питання, розроблена технологічна схема очищення стічних вод, вибрано та розраховано необхідне технологічне та електросилове обладнання.

Визначенні параметри електротехнологічної системи. Розроблено принципову електричну схему роботи електротехнологічної системи очищення стічних вод.

Вирішені питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Доцільність прийнятих рішень підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Ключові слова: СТІЧНІ ВОДИ, МЕТОД ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ІНТЕНСИФІКАЦІЯ

ABSTRACT

Hrigorenko V.Ya. Intensification of wastewater treatment using electrical technologies. Zaporizhzhia: TDATU. 2025. 69 p.

The volume of the qualification work - 69 sheets, the number of figures - 9, the number of tables – 9

In the paper, an overview of the state of industrial wastewater treatment and the choice of a research direction were carried out. The application of the method of electrical technologies using a magnetic field in the wastewater treatment system is substantiated.

Taking into account the analysis of the state of the issue, a technological scheme of wastewater treatment was developed, the necessary technological and electrical equipment was selected and calculated.

Determining the parameters of the electrotechnological system. A basic electrical diagram of the electrotechnological wastewater treatment system has been developed.

The issues of labor protection and safety in emergency situations have been resolved.

The feasibility of the adopted decisions was confirmed by technical and economic calculations.

Keywords: WASTEWATER, METHOD OF ELECTRICAL TECHNOLOGIES, INTENSIFICATION

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ	8
1.1 Огляд стану питання і вибір напряму досліджень	8
1.2 Обґрунтування вибору системи очищення	15
виробничих стічних вод	15
Висновки по розділу	17
2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОСИЛОВОГО	18
ОБЛАДНАННЯ	18
2.1 Обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод	18
2.2 Розрахунок технологічного обладнання	20
2.3 Вибір силового електрообладнання для стандартного	22
технологічного обладнання	22
Висновки по розділу	26
3 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ЕЛЕКТРИЧНИХ	
ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	27
3.1 Аналіз факторів, які впливають на забрудненість стічних вод	27
3.2 Визначення ефективності процесу очищення стічних вод від	30
механічних домішок під дією магнітного поля	30
3.3 Експериментальне дослідження ефективності	32
методу електричних технологій	32
Висновки по розділу	33
4 РОЗРОБКА ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ	34
СИСТЕМИ	34
4.1 Визначення параметрів електротехнологічної системи	34
4.2 Аналіз конструктивних типів відстійників	34

4.3 Технологічний розрахунок відстійників.....	37
4.4 Розробка електротехнологічної системи очищення стічних вод	39
Висновки по розділу	41
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	42
СИТУАЦІЯХ	42
5.1 Аналіз стану організації охорони праці на підприємстві	42
5.2 Удосконалення та впровадження елементів системи управління	44
охороною праці (СУОП) на підприємстві	44
5.3 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях	46
Висновки по розділу	48
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	49
6.1 Загальні положення.....	49
6.2 Розрахунок економічної ефективності.....	50
Висновки по розділу	56
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	58

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з ключових проблем в управлінні водопостачанням у промисловості є очищення стічних вод. Скидання промислових стоків у водоймища може викликати забруднення, що призводить до серйозних наслідків для довкілля та здоров'я. Для вирішення цієї проблеми галузі впроваджують різні технології очищення стічних вод, включаючи фізичні, хімічні та біологічні методи очищення. Впровадження технологій та ефективних методів очищення стічних вод має вирішальне значення для досягнення цієї мети

Оскільки більша частина механічних домішок, як правило, має магнітні властивості, створюється реальна перспектива застосування методів електричних технологій для очищення стічних вод.

Таким чином, інтенсифікація очищення стічних вод методами електричних технологій, удосконалення технологій і технічних засобів очищення від механічних домішок стає дуже актуальним завданням, оскільки є вагомим резервом вдосконалення технологічних процесів.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є інтенсифікація очищення стічних вод методами електричних технологій.

Для вирішення цього завдання у першому розділі виконано класифікацію забруднень виробничих стоків і способи їх очищення. Оскільки більша частина механічних домішок, як правило, має магнітні властивості, створюється реальна перспектива застосування методів електричних технологій і пристроїв очищення стічних вод з використанням магнітного поля.

У другому розділі виконано обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод. Обрано технологічне та електросилове обладнання.

У третьому розділі визначили ефективність процесу осадження часток в магнітних відстійниках під дією магнітного поля. Для цього розроблена експериментальна установка та порядок дій при проведенні досліджень.

У четвертому розділі виконано проєктування технологічної схеми очищення стічних вод методами електричних технологій з використанням магнітного поля.

Об'єкт дослідження - технологічний процес очищення стічних вод.

Предмет дослідження - підвищення ефективності очищення стічних вод за рахунок застосування методів електричних технологій

Апробація результатів науково-дослідної роботи. Основні положення роботи обговорювалися на VI Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (01-25 листопада 2024 р. Запоріжжя: ТДАТУ); на XI Всеукраїнській науково-технічній конференції здобувачів вищої освіти ТДАТУ (Запоріжжя, 01-12 квітня 2024 р.);

За результатами досліджень опубліковані тези доповіді [7, 26, 30,31].

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Огляд стану питання і вибір напрямку досліджень

Вода, яка використовувалася для будь-яких промислових, комерційних чи житлових цілей, стає стічними водами. Стічні води (каналізація), зокрема, являють собою всю воду та відходи, зібрані зі стоків, раковин, туалетів та жолобів, і можуть включати дощову та зливову воду. Стічні води складаються з води та частинок, які зазвичай надходять із фекалій, харчових відходів, хімікатів із засобів особистої гігієни, засобів для чищення, косметики та ліків, а також інших продуктів. Ці тверді речовини або частинки або розчинені, зважені, або плавають у стічних водах. У процесі обробки вони відокремлюються або відфільтровуються у вигляді шламу [1,2,3,4,5].

Промислові підприємства також генерують значні обсяги стічних вод, які містять хімікати або вміст, характерний для їхнього виробничого процесу. Це називається промисловими стічними водами.

Два терміни, які відносяться до стічних вод залежно від їхнього розташування в процесі очищення, - це приплив та стік. Приплив в основному відноситься до стічних вод, які надходять в очисну установку, в той час як стік - це стічні води, які випливають із тієї ж установки після очищення.

Найбільшими забрудниками поверхневих і підземних вод є:

- електроенергетика - 43 %;
- комунальне господарство -19,5 %;
- сільське господарство -16,6 %;
- чорна металургія - 9 %;
- хімія і нафтохімія - 3 %;
- інші - 8,9%.

Кількісний і якісний склад їх різноманітний і залежить від галузі промисловості, її технологічних процесів. Їх ділять на дві основні групи: неорганічні домішки, що містяться, у тому числі і токсичні, і ті, що містять отрути. Забруднюючі речовини стічних вод, потрапляючи в природні водоймища, призводять до змін, які в основному проявляються в зміні

фізичних властивостей води (поява неприємного запаху, присмаку та ін.), в зміні її хімічного складу.

Оскільки стічні води мають складний склад, виробити оцінку змісту кожного із забруднюючих речовин надзвичайно складно. Кожен шкідливий чинник має власний набір характеристик. Іноді один показник може говорити про існування декількох забруднень.

Стічні води мають різні фізичні та біохімічні властивості, і зміни цих властивостей надають шкідливий вплив на навколишнє середовище [3,4,5]. До цих властивостей відносяться:

- температура: *WW* від різних галузей промисловості містить оброблені стоки з високою температурою. Скидання їх у різні водойми становить загрозу водному життю живих організмів;
- *pH*: стічні води нафтохімічних та хімічних виробництв мають високий рівень *pH*, який не підходить для водної флори та фауни, оскільки при вищому рівні *pH* морський живий організм не може підтримувати своє життя [20];
- *BOD and COD*: Біохімічна та хімічна потреба в кисні в *WW* збільшуються, а підвищені рівні *BOD and COD* не підходять для водної флори та фауни, оскільки призводять до зниження *DO*, через що живі організми не можуть виживати.
- *DO*: Розчинений кисень у водоймах зменшується із збільшенням відходів. Цей дефіцит кисню у воді призводить до задухи живих організмів і спричиняє їх загибель. Після очищення стічних вод кількість *DO* збільшується і не переходить небезпечний рівень [6,7,8].
- загальна кількість розчинених твердих речовин: У стічних водах присутні деякі тверді речовини або їх сліди, які містять токсичні матеріали та надають небезпечний для життя вплив на водну флору та фауну. Очищення стічних вод знижує вміст зважених твердих речовин у стічних водах і робить їх придатними для скидання до навколишнього середовища.
- запах та колір: стічні води мають неприємний запах та брудний вигляд, тобто темний колір. Існують різні методи видалення запаху стічних вод, такі як метод адсорбції з використанням активованого вугілля [6,7].

- мутність: каламутність стічних вод дуже висока через наявність зважених речовин, глини та інших органічних і неорганічних відходів.

Одним з джерел забруднення і засмічення водоймищ є недостатньо очищені стічні води підприємств сільського господарства. Рослинні волокна, тваринні і рослинні жири, фекальна маса, залишки плодів і овочів, відходи шкіряної і целюлозно-паперової промисловості, цукрових і пивоварних заводів, підприємств м'ясомолочної, консервної і кондитерської промисловості є причиною органічних забруднень водоймищ.

Забруднення поверхневих і підземних вод можна класифікувати таким чином:

- механічне - підвищення змісту механічних домішок, властиве в основному поверхневим видам забруднень;

- хімічне - наявність у воді органічних і неорганічних речовин токсичної і нетоксичної дії;

- бактерійне і біологічне - наявність у воді різноманітних патогенних мікроорганізмів, грибів і дрібних водоростей;

- радіоактивне - присутність радіоактивних речовин в поверхневих або підземних водах;

- теплове - випуск у водоймища підігрітих вод теплових і атомних електростанцій.

Фізико-хімічні показники складу стічних вод деяких промислових підприємств представлено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Фізико-хімічні показники складу стічних вод деяких промислових підприємств

Показник	Деревообробна промисловість	Комбінат будівельних матеріалів	Металургійний комбінат	Виробництво сульфітної целюлози	Завод мікробіологічної промисловості
pH	6,6-7,8	7,2	8.0	3,5	7,0-8,0
Окиснюваність, $\text{MgO}_2/\text{л}$	100-500	1,3-3.5	50	235	0,4-3.6
Зміст: — зважених речовин $\text{Mg}/\text{л}$,	75-1100	1500-3000	500	150	90-330
— щільного залишку, $\text{Mg}/\text{л}$		3400	600	3100	1500-3100

Вивчення складу домішок різних підприємств України свідчить: у стічних водах спостерігається досить велике (в 10-30 разів) збільшення змісту іонів важких металів; концентрації супутніх компонентів (ПАР, амонію, нафтопродуктів, органічних з'єднань і інших домішок) можуть перевищувати концентрації іонів важких металів в десятки разів; значно підвищилася (в середньому в 3.5 разів і навіть більш) концентрація мінеральних солей, комплексних іонів; концентрація забруднюючих речовин, *pH* варіюється в широких межах. В результаті на централізовані очисні споруди поступають різні за характеристиками стічні води, а в приймальних місткостях водоочисних станцій утворюється суміш металовмісних багатоконпонентних стічних водах.

У зв'язку з цим слід враховувати вплив вказаних вод на процеси, параметри і технології очищення, оскільки очисні споруди, як існують на багатьох підприємствах, не можуть забезпечити отримання очищеної води нормативної якості. Крім того, для України, в порівнянні з країнами Заходу, характерні більш жорсткі вимоги відносно концентрацій іонів важких металів, аніонів, і інших домішок.

Очищення води повинне видалити негативні для довкілля речовини. Використовувані технології повинні нейтралізувати і утилізувати компоненти.

Існує багато технологій для очищення стічних вод на централізованому об'єкті [4,5,6,7]. Технології та методи часто вибираються на основі їх придатності для очищення конкретних стічних вод, вироблених співтовариством або заводом, щоб відповідати необхідним граничним значенням якості стічних вод. Вартість та поінформованість про доступні технології також є важливими факторами.

Багато традиційних очисних споруд використовують наступну послідовність обробки: просіювання, первинне очищення, вторинне або біологічне очищення, полірування (дезінфекція та фільтрація) та обробка мулу.

Як відомо, методи очищення повинні враховувати первинний склад стоків.

Усі забруднення розділяють по класах і групах, які мають свої методи очищення :

- грубо дисперсні зважені домішки (зважені домішки з фракцією понад 0,5 мм) - просіювання,
- відстоювання, фільтрація;
- грубодисперсні емульговані частки - сепарація, фільтрація, флотація;
- мікрочастки - фільтрація, коагуляція, флокуляція, напірна флотація;
- стабільні емульсії - тонкошарова седиментація, напірна флотація, електрофлотація;
- колоїдні частки - мікрофільтрація, електрофлотація;
- масла - сепарація, флотація, електрофлотація;

- феноли - біологічне очищення, озонування, сорбція активованим вугіллям, флотація, коагуляція;
- органічні домішки - біологічне очищення, озонування, сорбція активованим вугіллям;
- важкі метали - електрофлотація, відстоювання, електрокоагуляція, електродіаліз, ультрафільтрація,
- іонний обмін;
- ціаніди - хімічне окислення, електрофлотація, електрохімічне окислення;
- чотиривалентний хром - хімічне відновлення, електрофлотація, електрокоагуляція;
- тривалентний хром - електрофлотація, іонний обмін, осаджень і фільтрація;
- сульфати - відстоювання з реагентами і наступною фільтрацією, зворотний осмос;
- хлориди - зворотний осмос, вакуумне випарювання, електродіаліз;
- солі - нанофільтрація, зворотний осмос, електродіаліз, вакуумне випарювання;
- поверхнево - активні речовини - сорбція активованим вугіллям, флотація, озонування, ультрафільтрація.

Таким чином, найбільш загальна класифікація способів очищення виглядає таким чином [7,8,9,10,11]:

- фізичні;
- хімічні;
- фізико-хімічні;
- біологічні.

Кожна з груп способів включається безліч конкретних варіантів реалізації процесу очищення і його апаратного оформлення. Так само необхідно враховувати, що очищення води, як правило, - це комплексне завдання, що вимагає для свого вирішення комбінації різних способів для досягнення максимальної ефективності.

За останній час було розроблено безліч нових ефективних технологій очищення стічних вод промислових підприємств. Комплексність завдання очищення обумовлюється характером забруднення - зазвичай небажаними компонентами виступає цілий ряд речовин, що вимагають різного підходу.

Установки очищення, засновані на одному способі, зазвичай зустрічаються в тих випадках, коли вода переважно забруднена одним або декількома речовинами, ефективне відділення яких можливе у рамках одного способу. Як приклад можна привести стічні води різних виробництв, де хімічний і кількісний склад забрудників заздалегідь відомий і не відрізняється великою різноманітністю.

Фізичні методи – безреагентні методи ресурсозберігаючих технологій, що дозволяють інтенсифікувати процеси очищення води, зменшити витрату реагентів, понизити собівартість очищення води.

У основі роботи фізичних способів очищення води лежать різні фізичні явища, які використовуються для дії на воду або забруднення, що містяться в ній. При очищенні великих об'ємів води ці методи використовуються переважно для видалення досить великих твердих включень і виступають попередньою стадією грубого очищення, покликаною понизити навантаження на наступні стадії тонкого очищення. В той же час існує ряд фізичних методів, здатних проводити глибоке очищення води, але, як правило, продуктивність таких методів мала.

До основних фізичних методів очищення води відносять:

- проціджування;
- відстоювання;
- фільтрування (у тому числі відцентрове);
- ультрафіолетова обробка.

Основним напрямом наукових розробок по інтенсифікації очищення стічних вод на цьому етапі являються методи дії на водну систему зовнішніх полів, що обумовлено універсальністю і ефективністю методів при малих капітальних укладеннях.

У зв'язку з цим дослідники приділяють значну увагу інтенсифікації процесів очищення стічних вод, вдосконаленню технологічних схем, розробці нових ефективних методів, що дозволяють підвищити якість стічних вод, що скидаються у відкриті водоймища, зменшити собівартість очищеної води [4,5,6].

Класичне очищення може відбуватися із застосуванням різних методів. Поширення набули: накладення електричного поля; накладення магнітного поля; [7,8,9], електрокоагуляція [9].

Завдяки простоті реалізації пристроїв для магнітної обробки водно-дисперсних систем у виробничих умовах, цей напрям все частіше використовується на підприємствах [10,11,12,13,14], незважаючи на незавершеність технічних і особливо наукових розробок.

1.2 Обґрунтування вибору системи очищення стічних вод

У зв'язку з інтенсифікацією сільського господарства все більш дають про себе знати стоки підприємств даної галузі. Протягом останнього десятиліття склад стічних вод таких підприємств зазнав значні зміни [15,16,17].

Вибір технології очищення стічних вод повинен починатися з використання процесів концентрації речовин, що забруднюють воду, особливо, якщо вони можуть бути повторно застосовані в основному виробництві або утилізовані. Потім послідовно відбувається перехід до процесів знешкодження, переведення домішок в інший фазово-дисперсний стан і розподіли фаз. При необхідності вибір можна починати з знешкодження або (після концентрації) відразу перейти до розподілу фаз.

Реалізація традиційних технологій очищення стічних вод найчастіше не дозволяє задовольнити сучасними нормами якість очищення. Ця обставина висунула в ряд актуальних задачу розробки нових технологій очищення стічних вод.

Розподіл домішок згідно з фазово-дисперсним станом дозволяє виділити сферу використання існуючих технологічних процесів очищення металовмісних стічних вод. Ці процеси можна віднести до двох головних груп: перетворення домішок води і їх розподіл. У свою чергу, кожна з цих груп доцільно розділити на два класи. Перша група включає процеси, спрямовані на зміну фазово-дисперсного стану домішок і їх знешкодження, а друга - процеси, метою яких є розподіл фаз і концентрація домішок.

При розподілі фаз найширше використовують відстоювання, флотацію, освітлення в шарі зваженого осаду і фільтрування; при зміні фазово-дисперсного стану домішок - коагуляцію, флокуляцію, а також регулювання активної реакції (pH) і окислювально-відновного потенціалу (Eh) середовища; при знешкодженні домішок - регулювання pH і Eh середовища.

При очищенні вод, що містять мінеральні суспензії, магнітна обробка дає наступні переваги:

- викликає збільшення щільності гідравлічної великості пластівців коагульованої суспензії;
- дозволяє підвищити продуктивність відстійників і освітлювачів із зваженим осадом;
- призводить до деякого зниження каламутності освітленої води.

Дослідженнями та спостереженнями встановлено, що 70-95%, а в окремих випадках до 98-100% забруднюючі домішки у галузі мають феромагнітні властивості. Причиною наявності домішок є неперервна і прогресуюча в часі корозія, зношення технологічного та комунікаційного обладнання, наявність застарілих технологій виробництв, які обумовлюють появу забруднюючих домішок. Магнітні властивості водної системи визначаються в першу чергу властивостями дисперсного середовища і її фазово-дисперсним станом, а також інтерференційними явищами,

пов'язаними із зміною структури води внаслідок присутності домішок, і явищами взаємодії домішок за допомогою дисперсного середовища. Магнітне поле використовується для інтенсифікації процесів очищення води від колоїдних і інших домішок, поліпшення процесів іонного обміну [10,11, 12,13,14]. Це передбачає обережне і обґрунтоване використання пропонованих нині західних технологій і устаткування для очищення металовмісних стічних вод на українських підприємствах.

Висновки по розділу

На підставі проведеного аналізу по вдосконаленню технології очищення стічних вод підприємств сільського господарства можна зробити наступні висновки:

- інтенсифікація технологічного процесу очищення стічних вод не можлива без вдосконалення регенеративних пристроїв;
- той факт, що залізовмісні домішки у стічних водах мають магнітні властивості, визначає можливість використання методу електричних технологій, який заснований на впровадженні магнітних (електромагнітних) очищувачів;
- існуючі промислові пристрої і системи вилучення механічних домішок з енерговитратні і малоефективні (рівень очищення не перевищує 68-75 %);
- подальша інтенсифікація очищення стічних вод вимагає розробки параметрів електротехнологічної системи.

2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОСИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод

Промислові стічні води, що утворюються внаслідок виробничої діяльності торгівлі та промисловості, мають іншу природу, ніж побутові стічні води та каналізаційні дощові води. Специфікою цих стічних вод зазвичай є велика мінливість кількості та складу, а також велика різноманітність забруднювачів. Зазвичай ці стічні води очищаються окремо або, відповідно до правил каналізації, вони можуть очищатися на муніципальних очисних спорудах. Очевидно, що зі збільшенням складності та різноманіття забруднень стічних вод зростає і складність застосовуваних процесів та технологій. Основною метою очищення стічних вод є захист навколишнього середовища від несприятливого впливу скидання стічних вод та забезпечення необхідної якості як поверхневих, так і підземних вод. На це якість може впливати розсіяне забруднення через антропогенну діяльність, переважно у сільське господарство. На відміну від точкових джерел, розсіяні джерела важко контролювати, і найефективнішим інструментом контролю є «належна сільськогосподарська практика».

Проте, підвищення вимог до якості очищення води вимагає інтенсифікації роботи вже існуючих очисних споруд, або проектування нових.

Модернізація проводиться на всіх етапах очистки: на головній насосній станції, спорудах механічної та біологічної очистки, обробки осаду [11,15,16,17].

Робота очисних споруд передбачається за традиційною технологічною схемою повного біологічного очищення : перший ступінь - механічне очищення, що включає проціджування води на ґратах, уловлювання мінеральних домішок в пісколовках і відстоювання води в первинних відстійниках; другий ступінь - біологічне очищення води в аеротенках і

вторинних відстійниках (рис.2.1).

Із стічними водами на очисні споруди поступає велика кількість різних видів забруднень. Для їх видалення використовуються два види механізованих ґрат з прозорами 5 і 6 мм.

Другим етапом механічного очищення стічних вод є пісковловлювачі - споруди, які служать для видалення мінеральних домішок, що містяться у воді, що надходить на очищення. До мінеральних домішок, що містяться в стічних водах, відносяться: пісок, частинки глини, розчини мінеральних солей, мінеральні масла.

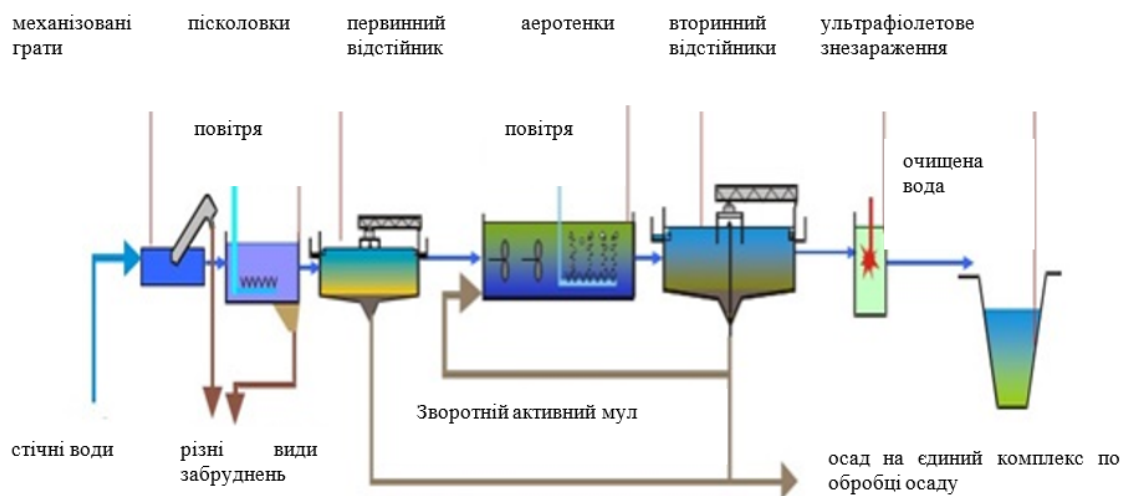


Рисунок 2.1 - Технологічна схема очисних споруд

Після проходження перших двох ступенів механічного очищення стічні води надходять у первинні відстійники, призначені для осадження нерозчинених домішок зі стічних вод..

Освітлені стічні води після первинних відстійників проходять повну біологічну очистку в аеротенках. Аеротенки — відкриті залізобетонні конструкції прямокутної форми 2-х або 4-х коридорного типу. Біологічне очищення стічних вод здійснюється за допомогою активного мулу з примусовою подачею повітря.

Суміш мулу з аеротенків поступає у вторинні відстійники, де відбувається процес розподілу активного мулу від очищеної води. Вторинні відстійники конструктивно подібні до первинних відстійників. Осад, що утворюється на різних етапах очищення стічних вод, поступають на єдиний комплекс по обробці осаду [11,14].

Найпростішими пристроями для очищення стічних вод від механічних домішок є відстійники, в основі яких лежить принцип гравітації – дії лише масових сил притягання на частинки [12,16]. У випадку з магнітними частинками систему відстійника можна вдосконалити за допомогою магнітного поля, в результаті чого можна скоротити тривалість седиментації та підвищити її ефективність. Встановлено, що швидкість осідання частинок в магнітному полі збільшується в десятки разів порівняно з седиментацією під дією сили тяжіння [13,18,19].

Інтенсифікація очищення стічних вод методами електричних технологій за рахунок використання сучасного обладнання дозволить підвищити надійність роботи всього комплексу в цілому, зменшити обсяг домішок, що підлягають подальшій утилізації, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та покращити екологію [10, 18]. Вжиті заходи дозволять підвищити якість очищення стічних вод, зменшити скидання забруднюючих речовин.

2.2 Розрахунок технологічного обладнання

Головна насосна станція є складовою частиною очисних споруд, що забезпечує перекачування побутових стічних вод на виробничий майданчик. Насосні станції являють собою досить складний комплекс механічного обладнання та силових установок (електродвигунів, силових трансформаторів, розподільних пристроїв), трубопроводів, арматури, контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматики. Постійно проводиться технічне переоснащення насосної станції.

Установка електроприводів на затвори в приймально-розподільчій камері дозволила регулювати відкриття затворів залежно від кількості працюючих насосів. Замість решіток марки МГ з прозорами 40 мм встановлені автоматизовані решітки фірми з прозорами 30 мм. Це дозволило збільшити кількість затриманих механічних домішок і знизити забивання решіток сміттям. Виконано ремонт двох (з трьох) напірних колекторів, що йдуть від головної насосної станції, з нанесенням цементно-піщаної ізоляції.

З метою виключення аварійного скиду неочищених стічних вод з головної насосної станції (навіть в період паводка) побудований і запущений в роботу резервний напірний колектор. Завдяки проведеним заходам не допускається аварійний скид неочищених стічних вод в річку.

Первинні відстійники призначені для видалення з стічних вод забруднень, питома вага яких більше або менше питомої ваги води. При продуктивності станції до 20 тис.м³/добу до проєктування приймаються вертикальні відстійники; при продуктивності більше 10 тис. м³/добу - горизонтальні відстійники; більше 20 тис.м³/добу - радіальні. Видалення осаду з первинних відстійників за проектом забезпечувалося плунжерними насосами, які часто виходили з ладу, тому рекомендується застосовувати насоси сучасних марок [20,21,22].

Для перекачування побутових стічних вод і аналогічних за складом промислових стічних вод рекомендується використовувати насоси марок СД, СДВ і СМ. Насос підбирається виходячи з продуктивності одного насоса і необхідного напору. За підсумковим графіком полів насосів спочатку попередньо визначається марка насоса. Нарешті, можливість використання обраної марки насоса визначається його $Q-H$ характеристикою. Робоча точка з координатами повинна розташовуватися нижче або лежати на характеристиці $Q-H$ обраного насоса. Крім того, ця точка повинна бути в робочій частині $Q-H$ характеристики прийнятого насоса [17,18,19].

Визначити необхідний тиск насоса для перекачування стічної води вологістю 90 % на відстань 1000 м з геометричним підйомом 10 м і вільним відтоком. Продуктивність насоса визначається наступною залежністю [17,18]:

$$Q_n = \frac{\sum Q_{\text{max.доб}}}{T}, \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{макс.доб}}$ – максимальна добова подача стоків;

T - тривалість роботи насосної установки (відповідає тривалості роботи насосної установки на інтегральному графіку), год.

$$Q_n = \frac{998,58}{16} = 62,4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Визначення напору.

Тиск насосної установки залежить від обраної схеми подачі стоків. Напір визначається по наступній залежності:

$$H = H_0 + h, \text{ м}, \quad (2.2)$$

де H_0 - геометрична висота підйому води, м;

h - втрати напору на лінії всмоктування і нагнітання, м;

$$H = 10 + 1,69 = 11,69 \text{ м.}$$

По розрахунковим значенням Q_a і H вибираємо насос СМ200-150-315/4, з технічними характеристиками подача - 0,139 м³/с, напір 35м [20].

2.3 Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання

Силове електрообладнання повинне якісно забезпечувати нормальне протікання технологічного процесу при заданій тривалості роботи робочої машини та високої економічної ефективності.

При виборі раціонального електроприводу необхідно дотримуватись наступних умов:

- найбільш повна відповідність силового обладнання характеристикам технологічного обладнання;

- максимальне використання потужності електродвигуна в процесі роботи машини;
- відповідність елементів електроприводу умовам навколишнього середовища;
- відповідність електроприводу.

В сучасному часі технологічні машини поставляються разом з електроприводами. Однак слід враховувати відповідність електроприводу робочої машини за умовами пуску та настройки апаратури керування та захисту.

Споживана потужність електродвигуна привода основного насосного агрегату визначається зі співвідношення:

$$P_{pm} = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma \cdot k_3}{\eta_{нас} \cdot \eta_{пер}}, \quad (2.3)$$

де Q - подача насоса, m^3/c ;

H - повний напір насоса, м; $H = 35m$;

$\eta_{нас}$ - ккд насоса; $\eta_{нас} = 0,75$;

γ - питома вага води, N/m^3 ; $\gamma = 9980 N/m^3$;

$\eta_{пер}$ - ккд передачі; для прямої передачі $\eta_{пер} = 1$;

k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3 = 1,05 - 1,1$; при $P \leq 10 кВт$ приймаємо $k_3 = 1,1$.

$$P_{дв} = \frac{0,139 \cdot 35 \cdot 9980 \cdot 1,1}{0,75 \cdot 1} = 71210 Вт$$

Відповідно до отриманої потужності $P_{дв} = 71,2$ кВт і частотою обертання 3000 об/хв вибираємо двигун з найближчою більшою потужністю і частотою обертання з урахуванням тривалого режиму роботи .

З каталогу вибираємо двигун марки АИР250S2У3 з наступними паспортними даними [20] (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Параметри електродвигуна приводу насосу

Тип	P_n , кВт	n_n , об/хв.	η_n , %	$\cos \Pi_n$, о.е.	I_n , А	τ_n	$\tau_{\min}$	$\tau_{\max}$	k_i , о.е.
АИР250S4У3	75	2940	93	0,9	136	1,8	1,6	3,0	7,5

Режим роботи електродвигуна тривалий S1.

Перевіримо обраний електродвигун за умовами пуску і по перевантажувальній здатності.

За умовою пуску:

$$M'_{\text{пуск.дв}} \geq M_{0.\text{нас}}, \quad (2.4)$$

де $M'_{\text{пуск.дв}}$ - пусковий момент обраного двигуна, Н·м;

$M_{0.\text{нас}}$ - момент опору насоса, Н·м.

$$M'_{\text{пуск.дв}} = \mu_n \cdot M'_{\text{ндв}} \cdot K_U^2, \quad (2.5)$$

де $M_{\text{ндв}}$ - номінальний момент обраного двигуна, Н·м;

K_U - коефіцієнт зниження напруги, $K_U = 0,9$.

$$M'_{\text{ндв}} = \frac{P_n}{\omega_n}, \quad (2.6)$$

де ω_n - номінальна кутова швидкість обертання валу електродвигуна, с^{-1} .

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30}. \quad (2.7)$$

$$M_{0.\text{нас}} = (0,05 \dots 0,15) \cdot M_{0.\text{ном}}, \quad (2.8)$$

де $M_{0.\text{ном}}$ - номінальний момент опору насоса, Н·м.

$$M_{0.\text{ном}} = \frac{P_{\text{рм}}}{\omega_n}. \quad (2.9)$$

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot 980}{30} = 102,6 \text{ c}^{-1}$$

$$M_{o.ном} = \frac{71200}{102,6} = 693,9 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_{o.нас} = 0,1 \cdot 693,9 = 69,4 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M'_{ндв} = \frac{75000}{102,6} = 730,9 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M'_{пуск.дв} = 730,9 \cdot 1,8 \cdot 0,9^2 = 769,6 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M'_{пуск.дв} = 769,6 \text{ Нм} > M_{o.нас} = 69,4 \text{ Нм} - \text{перевірка виконується.}$$

По перевантажувальній здатності:

$$M'_{max.дв} \geq M_{max.нас}, \quad (2.10)$$

де $M'_{max.дв}$ максимальний момент електродвигуна, Н·м;

$M_{max.нас}$ максимальний момент опору насоса, Н·м,

$$M'_{max.дв} = \mu_{max} \cdot M'_{ндв} \cdot K_U^2. \quad (2.11)$$

$$M_{max.нас} = M_{o.ном}$$

$$M'_{max.дв} = 3,0 \cdot 730,9 \cdot 0,9^2 = 1302,5 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M'_{max.дв} = 1302,5 \text{ Нм} > M_{o.ном} = 693,9 \text{ Нм} - \text{перевірка виконується.}$$

При запусканні електродвигуна з відцентровим насосом засувка на напірному трубопроводі закрита, запуск здійснюється при найменшій потужності, тобто при нульовому витраті, тому перевірку двигуна по умовам мінімального моменту виконувати не має значення.

Інше електросилове устаткування розраховуємо і вибираємо аналогічно. Дані розрахунків заносимо в таблицю технологічного устаткування насосної станції (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Електросилове обладнання

Найменування машини	Тип двигуна	Поз.	Кільк.	Р, кВт	п, об/хв	η , %	$\cos \varphi$	μ_{max}	$\mu_{пуск}$	μ_{min}	I_n , А	K_i
Насос	АИР90LB8У3	М1-М2	2	75	2940	93	0,90	3,0	1,8	1,6	136	7,5
Засувка	АИР56В4У3	М3	1	0,18	2940	63	0,66	2,1	1,8	2,2	0,63	5,0
Конвеєр	АИР80А4У3	М4	1	1,1	1395	75	0,81	2	2,2	1,6	2,75	5,5
Шламовідокремлювач	АИР71А4У3	М5	1	0,55	1360	70,5	0,7	2,3	2,2	1,8	1,69	5,0
Насос	АИР90L4У3	М6	1	2,2	1400	81	0,83	2,1	1,6	2,2	5,0	6,5
Насос аерації	АИР90L4У3	М7	1	2,2	1400	81	0,83	2,1	1,6	2,2	5,0	6,5

Висновки по розділу

На підставі проведеного аналізу стану технологічного та електросилового обладнання існуючих очисних споруд прийняті наступні зміни:

- обґрунтовано технологічну схему очищення виробничих стічних вод
- для впровадження технології очищення виробничих стічних вод вибрано та розраховано необхідне технологічне та електросилове обладнання.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

3.1 Аналіз факторів, які впливають на забрудненість стічних вод

Фахівці, які працюють у сфері водопідготовки агропідприємств, мають справу з великою кількістю піску, а також водою, яка крім мінералізації характеризується високим вмістом механічних домішок - в основному феромагнітних часток. Корозійне руйнування, якому піддається в цьому випадку метал труб і обладнання, обумовлено не тільки корозійною агресивністю самої рідини, але і абразивним зносом, причиною якого є механічні домішки.

При збільшенні концентрації механічних домішок у потоці рідини вище критичних значень опір усіх захисних плівок стає недостатнім для протидії ерозійному зносу. Тому з поверхні металу знімають захисні плівки, а поверхню голого металу піддають абразивному впливу. Також при збільшенні швидкості потоку спостерігається ерозійне руйнування захисної плівки під впливом механічних домішок, що містяться в рідині, і, як наслідок, корозійно-ерозійне зношування металу.

Механічні домішки, що містяться в рідині і прокачуються по промислових трубопроводах, ініціюють локальне руйнування металу внутрішньої поверхні труб. Тип корозійного руйнування під дією механічних домішок в основному визначається швидкістю потоку рідини, а інтенсивність розвитку корозії залежить від концентрації та компонентного складу механічних домішок.

На низьконапірних водоводах системи водоочищення було розглянуто вплив концентрації механічних домішок у стічній воді на швидкість корозії металу складових труб. Швидкість корозії оцінювалася гравіметричним методом. Проби брались по нижній, бічній і верхній складових водоводу. На рисунку 3.1 видно, що зі збільшенням вмісту механічних домішок швидкість корозії збільшується.

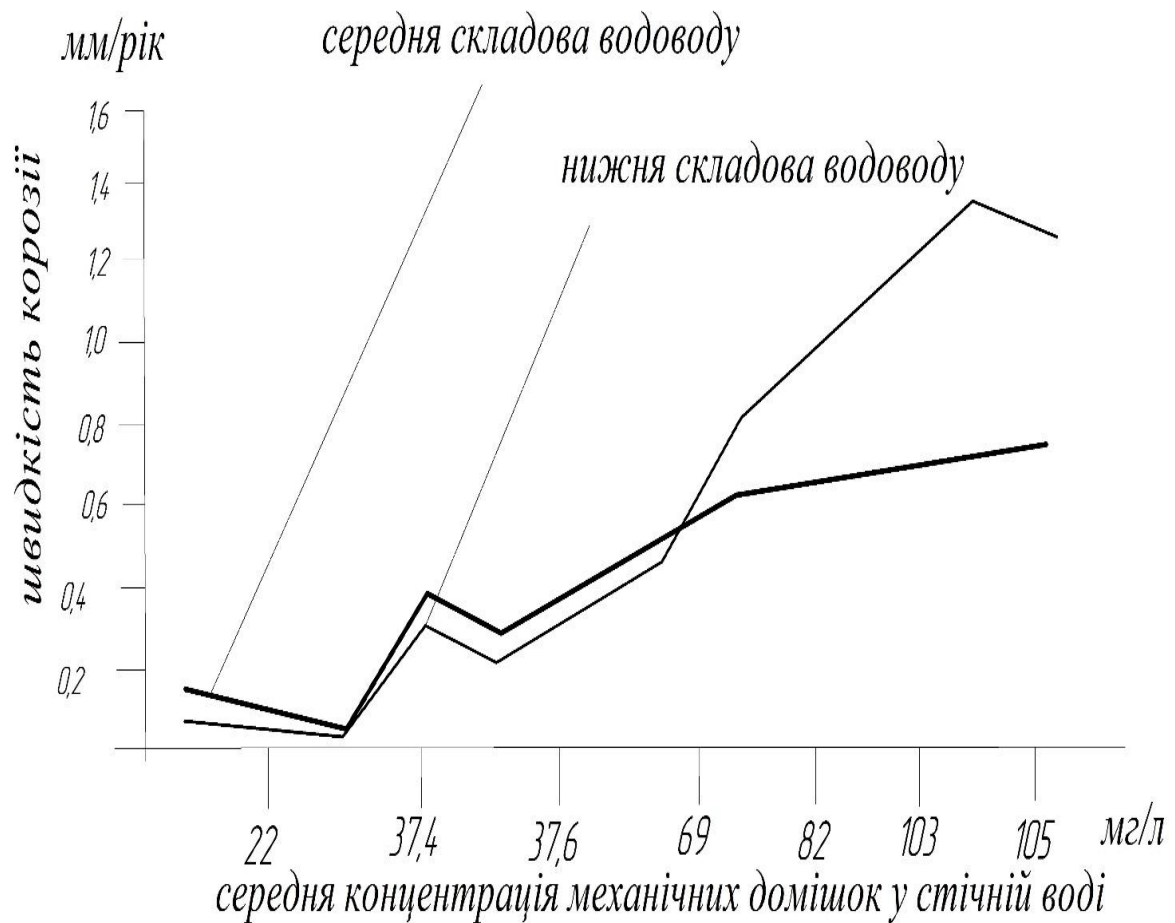


Рисунок 3.1 - Залежність збільшення швидкості корозії від вмісту механічних домішок

Для визначення способу видалення домішок із рідини та його ефективності важливо оцінити гранулометричний склад механічних домішок (рис. 3.2). Як правило, найбільший ефект від видалення завислих речовин існуючими методами, такими як відстоювання, циклон і фільтрація, досягається, якщо частинки знаходяться в грубодисперсному стані.

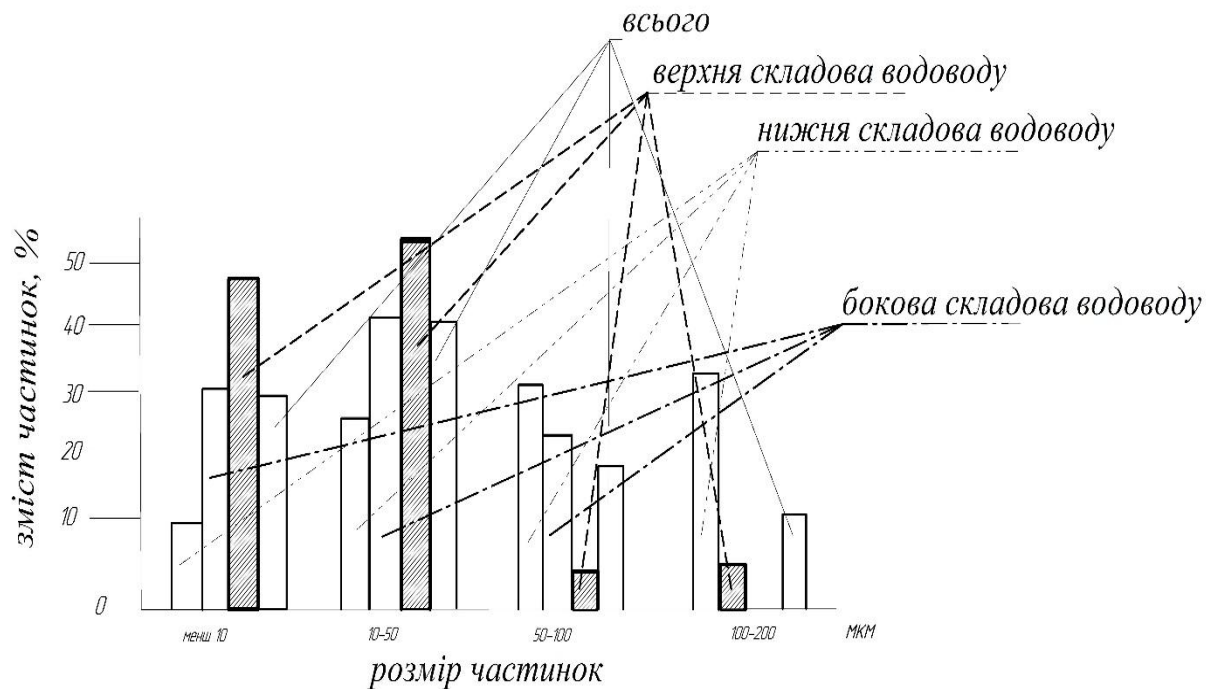


Рисунок 3.2 - Гранулометричний склад механічних домішок

В результаті експерименту встановлено, що основну частку (60%) домішок становлять частинки розміром не більше 50 мікрон. Отриманий результат свідчить про низьку ефективність видалення частинок розміром менше 50 мкм методом відстоювання, який є основним способом підготовки стічних вод перед закачуванням їх у трубопроводи системи.

Феромагнітні частинки та агреговані з ними сполуки можна видалити під дією магнітного поля. Перевагою методу є можливість уловлювання феромагнітних частинок розміром менше 0,5 мкм, чого практично неможливо досягти іншими методами очищення.

Магнітне поле також забезпечує коагуляцію твердих частинок [21,22,23]. Потік рідини спрямований на робочі поверхні точкових постійних магнітів, де градієнт магнітного поля максимальний. Це дозволяє притягувати феромагнітні частинки в широкому діапазоні магнітної сприйнятливості. Магнітні частинки, накопичені на поверхні, притягують інші феромагнітні частинки з потоку рідини, таким чином коагулюючи їх до певного розміру, досягнувши якого вони відриваються і виносяться потоком рідини у вигляді більших частинок.

Відомо, що коагульовані скупчення частинок утримуються в потоці за рахунок дії сил залишкової намагніченості і зв'язуючих властивостей наявних у рідині речовин (наприклад, смол, парафінів і асфальтенів нафти). Слід зазначити, що хоча на сьогоднішній день теоретично магнітне очищення вивчено достатньо, накопичений досвід і наявні експериментальні дані не дозволяють широкого застосування цього методу на практиці.

3.2 Визначення ефективності процесу очищення стічних вод від механічних домішок під дією магнітного поля

У відстійниках подача і скидання рідини здійснюється безперервно, без будь-яких живильних і змішувальних пристроїв, тому рух середовища є постійним або ламінарним, тобто швидкість частинок v_c збігається зі швидкістю потоку v_n в будь-якій точці.

Відношення сил інерції до сил тертя, що виникають при русі частки в рідкому середовищі, характеризується числом Рейнольдса, величина якого має бути менше одиниці [17,18]:

$$Re = \frac{d_c \cdot v_c \cdot \rho_c}{\eta_c} < 1, \quad (3.1)$$

де d_c - діаметр частки, м;

ρ_c - щільність середовища, кг/м³;

η_c - динамічна в'язкість рідини, Па·с.

Обумовлюється застосовність закону опору середовища F_c , що визначається за законом Стоксу [13]:

$$F_c = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \eta \cdot (v_n - v_c) \cdot k_\phi, \quad (3.2)$$

де v_n - швидкість потоку рідини, м/с;

k_ϕ - динамічний коефіцієнт форми частки.

При русі на частку діють сила тяжіння і сила Архімеда

$$F_{\text{г}} = V_c \cdot g \cdot (\rho - \rho_c), \quad (3.3)$$

де V - об'єм частки, м³;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

ρ_c - щільність частки, кг/м³.

Силу магнітного поля, яка діє на частку в очисниках різних конструкцій, визначають з вираження [22,25]:

$$F_m = \mu_0 \cdot \chi \cdot V \cdot H \cdot \text{grad}H, \quad (3.4)$$

де μ_0 - магнітна постійна, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

χ - магнітна сприйнятливості частки; м³/кг;

H - напруженість магнітного поля, А/м;

$\text{grad} H$ - швидкість зміни магнітного поля у напрямі руху частки, А/м².

Для магнітних матеріалів H є функцією напруженості магнітного поля. При будь-яких значеннях H , магнітна сприйнятливості металоманітних матеріалів може в сотні тисяч разів перевершувати магнітну сприйнятливості діаманітних матеріалів, отже, манітна сила F_m , діюча на манітне тіло в неоднорідному полі, буде в сотні тисяч разів більше сили, діючої на частку з діаманітного матеріалу. На цьому і засновано вилучення манітних часток (металевих часток) з рідких середовищ.

Так як проектування манітних відстійників в основному пов'язане з вибором варіанту конструкції, що забезпечує найбільше зусилля відведення (при цьому не потрібно знати абсолютні значення зусиль відведення, необхідно лише враховувати співвідношення сили для різних варіантів), у практиці проектування манітних відстійників завдання вирішується експериментально [22,25].

3.3 Експериментальне дослідження ефективності методу електричних технологій

Процес вилучення часток в магнітному полі і їх осадження на полюсах магнітної системи перевірялися на спеціально розробленій установці.

Перелік обладнання дослідної установки представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Перелік обладнання дослідної установки

Устаткування	Тип	Кількість	Примітка
1.Регулювальний трансформатор	ЛАТР –127/220	1	$U_{вх}=0\ldots 220\text{В}$, $I_{\text{max}} = 1,5\text{ А}$.
2.Знижувальний трансформатор	ОСОН 220/12	1	$U_{\text{вих}}=12\text{В}$.
3. Вольтметр	Э30	1	ГОСТ 8711-60
4. Амперметр	Э421	1	ГОСТ 8711-60
5. Діоди	ЭД245Б - III74	4	ГОСТ 9756-78
6. Електромагніт	Виготовлено самостійно	1	$W = 354$
7. Кювета з стічною водою	Виготовлена самостійно	1	$Y = 0,2\text{ м}$

Схема установки, за допомогою якої проводився експеримент з визначення ефективності електротехнічного методу, наведена на рисунку 3.3. Установка складається з електромагнітної обмотки (з параметрами: число витків 354; прямокутний провід $3,5 \times 2,4\text{ мм}$; переріз дроту $13,2\text{ мм}^2$; матеріал проводу - мідь), блоку випрямних діодів, амперметра, вольтметра, понижуючий трансформатор 220/12, регулюючий трансформатор ЛАТР.

На підставі проведених дослідів побудовані усереднені залежності, які показують, що час осадження часток до полюса із збільшенням напруженості поля скорочується в порівнянні з часом вільного осадження в 1,7; 2,1 і 5,3 разу при $I = 5\text{ А}$; 10 А ; 15 А ; 25 А відповідно [22,25].

Висновки по розділу

Результати проведених дослідів у цьому розділі дозволяють зробити такі висновки:

- інтенсифікація технологічного процесу очищення стічних вод неможлива без вдосконалення регенеративних пристроїв, успішне застосування яких залежить від темпів розвитку промисловості та розробки високоефективних пристроїв;

- наявність у стічних водах механічних домішок магнітних властивостей зумовлює можливість застосування методу електричних технологій очищення, який базується на впровадженні магнітних (електромагнітних) очисників.

4 РОЗРОБКА ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Визначення параметрів електротехнологічної системи

В основу розробки параметрів електротехнологічної системи очищення стічних вод від механічних домішок покладено такі принципи:

- використання аналогів і прототипів з оптимальними параметрами (простота виготовлення, надійність і висока економічність в експлуатації);
- використовувана енергія магнітного поля в робочих зонах розроблених пристроїв використовувалася таким чином, щоб силовий вплив на магнітні частинки максимально сприяв підвищенню ефективності їх вилучення;
- джерела живлення, а також ряд елементів конструкції зібрані з вузлів і вузлів серійного виробництва.

4.2 Аналіз конструктивних типів відстійників

Ефективні процеси осадження необхідні як муніципальних, так промислових очисних споруд стічних вод. Коли неочищені стічні води надходять на очисні споруди, вони проходять перевірку перед надходженням у відстійники, де починається процес поділу. Цей етап має вирішальне значення для захисту наступних очисних установок та мінімізації потенційних збитків або додаткових витрат на обробку. Більше того, розуміння принципів, що управляють осадженням, дозволяє ефективно проектувати, експлуатувати та обслуговувати відстійники, оптимізувати їх продуктивність та гарантувати, що вода, що скидається у навколишнє середовище, відповідає нормативним станам.

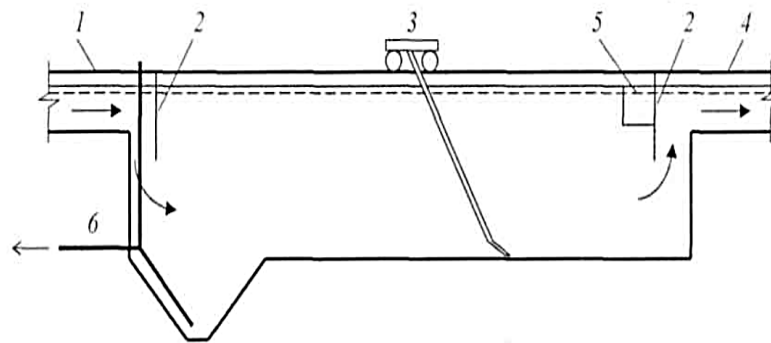
У системі очисних споруд відстійники за призначенням поділяються на первинні та вторинні. Первинні відстійники призначені для відстоювання стічних вод, що пройшли через решітки та пісковловлювачі, вторинні

відстійники призначені для освітлення стічних вод, які пройшли біохімічне очищення в аеротенках або біофільтрах.

За конструктивними особливостями і напрямом руху стічних вод у споруді відстійники поділяють на горизонтальні, вертикальні та радіальні.

Тип відстійника приймають на підставі прийнятої технологічної схеми очищення стічних вод і обробки їх осаду, потужності споруд, черговості будівництва, числа одиниць, що експлуатуються, рельєфу місцевості, геологічних умов, рівня ґрунтових вод.

Горизонтальні відстійники. Застосовують на очисних спорудах каналізації продуктивністю 15–100 тис. м³/добу. Вони являють собою прямокутні у плані резервуари, розділені повздовжніми перегородками на декілька відділень (рис. 4.1) [4,19,23,24,25,].



1 – підвідний лоток; 2 – напівзанурена дошка; 3 – скребковий візок; 4 – відвідний лоток; 5 – жирозбірний лоток; 6 – видалення осаду

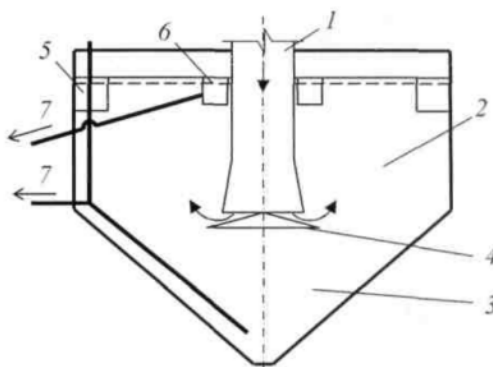
Рисунок 4.1 – Горизонтальний відстійник

Осад, що випадає за довжиною відстійника переміщується скребком у прямки, які розташовані на вході, звідки під гідростатичним тиском видавлюється у самопливний трубопровід. Нафтопродукти, що спливають, і жирові речовини збираються у кінці споруди у жирозбірний лоток, з якого також самопливом відводяться на перекачування.

Вертикальні відстійники. Вертикальні відстійники застосовують на очисних спорудах продуктивністю 2–20 тис. м³/добу. Вони являють собою круглі в плані резервуари з конічним днищем, у яких потік проясненої води рухається у вертикальному напрямку. Вертикальні відстійники бувають із центральним впуском води, з нисхідно–висхідним рухом води, з

периферійним впуском води

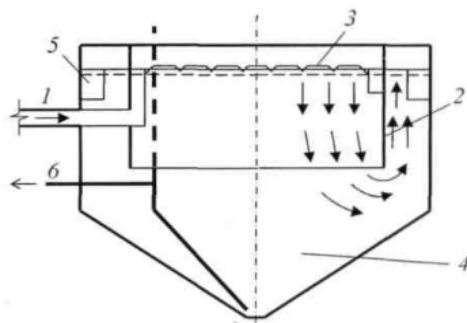
У відстійниках з центральним впуском (рис. 3.2) стічна вода опускається вниз по центральній розтрубній трубі, відбивається від конусного відбивного щита й надходить у зону прояснення. Відбувається флокуляція частинок, причому ті з них, гідравлічна крупність яких перевершує швидкість висхідного вертикального потоку, випадають в осад [4,24,25].



1 – центральна труба; 2 – зона відстоювання; 3 – осадочна частина; 4 – відбивний щит; 5 – периферійний збірний лоток; 6 – кільцевий лоток; 7 – видалення осаду

Рисунок 4.2 – Вертикальний відстійник із центральним впуском

Різновидом вертикальних відстійників є квадратні в плані чотирьох бункерні відстійники з центральним впуском води й збором проясненої води периферійним лотком [4,19,23].



1 – трубопровід, що подає; 2 – кільцева перегородка; 3 – зубчастий водозлив; 4 – осадочна частина; 5 – периферійний збірний лоток; 6 – видалення осаду

Рисунок 4.3 – Вертикальний відстійник з нисхідно–висхідним потоком

Аналізуючи існуючі системи, можна зробити висновок, що при початкових концентраціях завислих речовин у стічних водах 300–400 мг/л і вище необхідний ефект первинного відстоювання може досягати 70–80%. Первинні освітлювачі відомих конструкцій зазвичай затримують 40-55% механічних домішок, тому їх концентрація в освітлених стічних водах перед надходженням в аеротенки або біофільтри може значно перевищувати рекомендовані значення 100-150 мг/л. В результаті виникають великі економічні витрати. У цьому випадку для забезпечення необхідного ефекту первинного відстоювання стічних вод необхідно інтенсифікувати процес осідання механічних домішок.

4.3 Технологічний розрахунок відстійників

Основними завданнями технологічного розрахунку відстійників є виявлення зв'язку характеристик суспензії і продуктивності з її основними геометричними розмірами, а при періодичному процесі - також з її тривалістю. Усереднення витрат і концентрацій забруднювачів стічних вод забезпечує більш рівномірне навантаження на очисні споруди протягом доби, створює стабільні умови їх роботи, а також дозволяє істотно знизити шкідливий вплив на біологічні процеси залпових скидів механічних домішок.

Тип відстійника вибирають, виходячи з прийнятої технологічної схеми очищення стічних вод і осаду, потужності споруд, порядку будівництва, геологічних і гідрогеологічних умов. Кількість первинних відстійників приймається не менше двох, а вторинних відстійників - не менше трьох. При мінімальній кількості їх розрахунковий обсяг необхідно збільшити на 20 - 30%. Наявність декількох відсіків дозволяє відремонтувати або почистити одне з відсіків без істотного зниження якості прибирання.

Швидкість руху води у відстійниках становить 5-10 м/с - в горизонтальних і 0,7 - 1,5 м/с - у вертикальних. Розрахунок відстійників, крім вторинних, проводиться за кінетикою випадання завислих речовин з врахуванням необхідної ефективності очищення та умов роботи споруд біологічної обробки води [4,23].

Методика розрахунку магнітних відстійників для видалення механічних домішок рекомендована до використання як при розробці нових конструкцій і систем, так і при вдосконаленні існуючих [4,21,22].

Загальна схема розрахунку магнітного відстійника така: виходячи з конкретної конструкції відстійника визначається ефективність очищення, яка виражається часом притягання частинки до полюсів магнітної системи для час перебування частинки t_{zn} у відстійнику.

$$t_m, < t_{\text{zn}} , \quad (4.1)$$

Час знаходження частки t_{zn} у відстійнику, визначається, враховуючи, що продуктивність відстійника дорівнює [4,22,23]:

$$V_o = v_n \cdot A \cdot Y , \quad (4.2)$$

де A - довжина відстійника, м;

Y - відстань від поверхні полюса, м;

v_n - швидкість потоку, м /с

З виразу (4.2) визначимо швидкість потоку:

$$v_n = \frac{V_o}{A \cdot Y} , \quad (4.3)$$

Час знаходження частки t_{zn} у відстійнику:

$$t_{\text{zn}} = \frac{A}{v_n} , \quad (4.4)$$

Варіюючи параметрами часток d_q , і магнітного поля H , визначаються як конструктивні (габарити відстійника, ампер-витки і так далі) так і інші технологічні характеристики (швидкість руху рідини, час знаходження

часток), які дозволяють отримати дані, необхідні для проектування і експлуатації системи очищення.

4.4 Розробка електротехнологічної системи очищення стічних вод

Якісно керувати технологічним процесом можливо тільки при наявності контрольно-вимірювальних приладів і автоматизованих систем, що дозволяють своєчасно і плавно змінювати режими роботи обладнання.

Для керування процесом очищення стічних вод розроблена схема електрична принципова [26,27].

Схема працює у двох режимах : налагоджувальному (Р) та автоматичному (А). Перемикання режимів роботи здійснюється перемикачем SA1. Живлення до схеми подається включенням автоматичного вимикача QF1. Далі включають автоматичні вимикачі кожної робочої машини (QF2 для двигуна М1; QF3 для двигуна М2; QF4 для двигуна М3; QF5 для двигуна М4, QF6 для двигуна М5, QF7 для двигуна М6, QF8 для двигуна М7, а також автоматичний вимикач SF1 схеми керування. В налагоджувальному режимі (положення “SA” в “Р”) керування здійснюється за допомогою кнопок постів SB1.1- SB2.1- SB3.1- SB4.1- SB5.1- SB6.1 – SB7.1- SB8.1- SB9.1 “Стоп “; SB1.2- SB2.2- SB3.2- SB4.2- SB5.2- SB6.2 – SB7.2- SB8.2- SB9.2 “Пуск”. Налагоджувальний режим призначений для перевірки роботи кожної технологічної машини. В автоматизованому режимі (положення “SA” в “А”). Автоматичні вимикачі кожної робочої машини QF2 -QF8, а також автоматичний вимикач SF1 схеми керування включені. Якщо є рідина на очищення, то контакт датчика рівня SL1 встановлений в баку для підживлювання замикається в ланцюгу живлення котушки проміжного реле KL1. Допоміжний контакт KL1.1 замикається в ланцюгу живлення котушки пускача КМ1. Головні контакти КМ1 в силовому ланцюгу подають живлення до двигуна М1 приводу насоса подачі рідини. Горить сигнальна лампа HL1 робочого режиму. Одночасно допоміжний контакт KL1.2 замикається в ланцюгу живлення котушки пускача КМ2.

Резервний насос получить живлення при натисканні кнопки SB2.1. Також замикається допоміжний контакт KL1.3 ланцюгу живлення котушки пускача КМ5.1, а KL1.4 розмикається в ланцюгу живлення котушки пускача КМ5.2. Головні контакти КМ5.1 замикаються в силовому ланцюгу і подають живлення до двигуна М5 приводу засувки. Засувка відкривається до положення, який контролюється шляховим вимикачем SQ1. При досягненні розрядження у вакуумній камері фільтра певної величини замикається контакт вакуумметра SP1 в ланцюгу живлення котушки проміжного реле KL2. Допоміжний контакт KL2.1 замикається в ланцюгу живлення клапану YA2. Відкривається клапан на усмоктувальному колекторі. Одночасно допоміжний контакт KL2.2 замикається в ланцюгу живлення котушки реле часу КТ1. Допоміжний контакт КТ1.1 замикається в ланцюгу живлення котушки пускача КМ6. Головні контакти КМ6 в силовому ланцюгу подають живлення до двигуна М6 приводу конвеєра. Горить сигнальна лампа HL6 робочого режиму. Величина переміщення визначається реле часу КТ1. Одночасно допоміжний контакт КМ6.2 замикається в ланцюгу живлення котушки пускача КМ7. Головні контакти КМ7 в силовому ланцюгу подають живлення до двигуна М7 приводу шлаго - відокремлювача. Горить сигнальна лампа HL7 робочого режиму. Після стабілізації розрядження у вакуумній камері контакт вакуумметра SP1 розмикається і процес регенерації фільтра закінчується. Якщо рівень забруднення в ємності для збору шламу перевищує рівень який контролює датчик рівня SL2 в цій ємності, то останній замикається в замикається в ланцюгу живлення котушки пускача КМ8. Головні контакти КМ8 в силовому ланцюгу подають живлення до двигуна М8 приводу насоса збирання шламу. Горить сигнальна лампа HL8 робочого режиму. Схема електрична принципова наведена на аркуші графічної частини роботи.

Висновки по розділу

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що очищення стічних вод методами електричних технологій. дозволяє значно підвищити якість очищення стічних вод від феромагнітних часток, а також створює можливість використання магнітного методу безпосередньо в технологічному циклі при низьких витратах. Застосування електромагнітної системи дозволить підвищити якість очищення стічних вод від механічних домішок.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз стану організації охорони праці на підприємстві

Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності. Особливістю системи управління охороною праці на даному підприємстві є те, що підприємство за розмірами належить до малих та здійснює свою діяльність в аграрній галузі.

Підприємство має у своєму розпорядженні необхідні допоміжні виробництва, служби і господарства: виробничо-опалювальну котельню, інструментальне і складське господарство, ремонтно-експериментальні і енерго-ремонтні ділянки, транспортне господарство [29,30,31].

Система управління охороною праці підприємства розроблена з урахуванням специфіки виробництва. В основу СУОП покладено економіко-цільову спрямованість функціонування і комплексний підхід до вирішення проблем охорони праці.

Суб'єктами управління підприємства виступає головний інженер з техніки безпеки та охорони праці та директор підприємства; об'єктами управління - с/г підрозділи, служба головного інженера, служба головного технолога, служба головного енергетика, складська служба, комерційний відділ, транспортна ділянка.

Положення про службу охорони праці агрофірми визначає, що службу охорони праці представляє головний інженер з охорони праці. Це положення закріплює перелік функцій, які виконує головний інженер з охорони праці, його права, обов'язки та підпорядкованість.

Головний інженер з охорони праці підпорядковується безпосередньо директору підприємства і у разі виявлення порушень має право:

- безперешкодно будь-який час відвідувати виробничі об'єкти з метою перевірки стану їх безпеки;

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

У господарстві заведені журнали інструктажів, а також ведеться облік і звітність нещасних випадків і професійних захворювань.

Для запобігання можливим травмам і хворобам проводяться заходи щодо техніки безпеки : готується наочна агітація, проводиться інструктаж перед початком роботи, техніка має бути у повному порядку, перевіряється наявність у робітників спецодягу, індивідуальних засобів захисту органів дихання, зору і шкіри.

При експлуатації виробничого устаткування в результаті небезпечних чинників створюється можливість травматизму.

До роботи допускаються особи, які досягли за віком 18 років, пройшли навчання, стажування та інструктаж з безпеки праці[32,33]

На підприємстві обладнання робочих місць та умови праці на них відповідають вимогам таких нормативних документів:

- показники мікроклімату (температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, теплове випромінювання) в робочій зоні - Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99;

- рівні виробничого шуму не перевищують допустимих значень Державних санітарних норм ДСН 3.3.6 037-99;

– параметри виробничого освітлення (коефіцієнт природної освітленості, освітленість робочої поверхні) відповідають вимогам ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

5.2 Удосконалення та впровадження елементів системи управління охороною праці (СУОП) на підприємстві

Для забезпечення безпеки працівників від дії технологічного устаткування, засобів зв'язку і оргтехніки, електротехнічних і вентиляційних установок, систем тепло-, водо- і газопостачання, будівельної техніки, транспортних засобів, підіймальних машин і механізмів, які використовуються або запроваджуються в експлуатацію, здійснюють:

- призначення осіб, відповідальних за утримання цього устаткування в належному стані;
- завчасний контроль устаткування на відповідність вимогам норм і правил безпеки праці, за наявність сертифікатів;
- вивчення проектної та технічної документації, визначення заходів безпечної експлуатації устаткування у відповідних інструкціях;
- встановлення порядку введення в експлуатацію нового устаткування або такого, що пройшло ремонт після відпрацьованого амортизаційного терміну;
- своєчасне навчання персоналу, який обслуговує, використовує устаткування;
- організацію своєчасного проведення ремонтів і випробувань згідно встановлених нормативів.

Виробничі приміщення, інженерні мережі, які вводяться в експлуатацію після будівництва або реконструкції, повинні відповідати вимогам відповідних актів з охорони праці.

Забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці на робочих місцях у відповідності до нормативів, встановлених Міністерством охорони здоров'я і Міністерством праці і соціальної політики України, здійснюється за

результатами атестації робочих місць і паспортизації їх санітарно-технічного стану [34].

Оцінка фактичного стану умов праці за ступенем шкідливості та безпеки проводиться на основі гігієнічної класифікації умов праці за показниками вадливості та безпечності факторів виробничого середовища, важкості і напруженості виробничого процесу.

Нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці досягається усуненням причин виникнення і використання ефективних засобів захисту; вдосконаленням устаткування, механізацією і автоматизацією виробничих процесів; вентиляцією, освітленням виробничих приміщень, а також своєчасним забезпеченням працівників засобами захисту, спеціальним одягом і іншими засобами індивідуального захисту, встановлення чіткого порядку їх видачі, використання та зберігання.

Оптимальний режим праці і відпочинку для працівників встановлюється з урахуванням специфіки їх роботи, фізичного і нервово-емоційного навантаження, психофізіологічної характеристики праці.

Надання працівникам особливих режимів праці та відпочинку згідно нормативами, встановленими Міністерством праці та соціальної політики, передбачається колективним договором.

Лікувально-профілактичне обслуговування працівників, зайнятих на виконанні робіт з використанням речовин 1-4 класів небезпеки, проводиться відповідно нормативним актам з охорони праці.

Професіональний добір встановлює фізичну і психофізіологічну придатність працівників окремих спеціальностей (водій транспортних засобів, кранівник і т.п.) до можливості безпечного виконання робіт.

Робота з охорони праці здійснюється у відповідності з планами створення безпечних і нешкідливих умов праці, в яких визначені задачі підприємства в цілому і окремих структурних підрозділів, а також керівникам і спеціалістам.

Планування робіт здійснюється на основі:

- заходів, які забезпечують досягнення встановлених нормативів безпеки праці, гігієни праці та виробничого середовища;
- заходів, передбачених колективним договором;
- заходів по усуненню недоліків, виявлених при розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій.

Стимулювання роботи з охорони праці, направлене на підвищення зацікавленості працівників у забезпеченні безпечних умов праці, здійснюється відповідно Положенню, існуючому на підприємстві, в якому визначені конкретні показники, умови, види і форми заохочення за активну участь і ініціативу в реалізації заходів з підвищення безпеки праці і за роботу без порушень правил безпеки, а також заходи впливу на порушників [28].

5.3 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Для підприємства система заходів захисту від надзвичайних ситуацій включає:

- планування та здійснення необхідних заходів для захисту своїх працівників, об'єктів господарювання;
- розроблення планів локалізації та ліквідації аварій з подальшим погодженням з Державною службою України з надзвичайних ситуацій;
- підтримання у готовності до застосування сил і засобів із запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- створення та підтримання матеріальних резервів для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;
- забезпечення своєчасного оповіщення своїх працівників про загрозу виникнення або при виникненні надзвичайної ситуації.

До основних заходів, що проводяться на території в разі загрози або виникнення НС мирного і воєнного часу відносяться:

- оповіщення працівників про небезпеку, їх інформуванні про порядок дій в сформованих надзвичайних умовах;

- евакуація і розосередження;
- прогнозування обстановки;
- інженерний захист населення і територія;
- радіаційна і хімічна захист;
- медичний захист;
- забезпечення пожежної безпеки.

Практика показує, що найважливішими захисними заходами є заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, що включають:

- нормативне правове регулювання і здійснення державних заходів у галузі пожежної безпеки;
- розробку і здійснення заходів пожежної безпеки;
- реалізацію прав, обов'язків і відповідальності в галузі пожежної безпеки;- проведення протипожежної пропаганди та навчання населення заходам пожежної безпеки;
- сприяння діяльності добровільних пожежних і об'єднань пожежної охорони, залучення населення до забезпечення пожежної безпеки;
- інформаційне забезпечення в галузі пожежної безпеки;
- здійснення державного пожежного нагляду та інших контрольних функцій щодо забезпечення пожежної безпеки;
- гасіння пожеж та проведення пов'язаних з ними першочергових аварійно-рятувальних робіт, та інші.

Основною особливістю дій підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій є в першу чергу захист персоналу та відвідувачів.

Виходячи з цього, ст. 130 Кодексу цивільного захисту України передбачає, що на підприємствах з чисельністю персоналу 50 осіб і менше розробляються та затверджуються інструкції щодо дій при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

Розроблена інструкція не суперечить положенням та вимогам Кодексу цивільного захисту України.

Інструкція розроблена та підписна посадовою особою підприємства з питань цивільного захисту, затверджена керівником підприємства та доводиться до всіх працівників під підпис.

Крім Інструкції, на підприємстві розроблено План евакуації при пожежі або загрозі вибуху.

Деякі конкретні заходи, не відображені в нормативних документах підприємства, потребують внесення до посадових інструкцій працівників. Крім того, на підприємстві необхідно розроблено й доводиться до всіх працівників

Порядок цілодобового оповіщення керівництва та працівників у випадку загрози або виникнення надзвичайної ситуації.

Всі працівники підприємства навчені діям, чітко знають свої обов'язки та неухильно їх виконують. Це також стосується адміністрації підприємства, яка в екстремальній обстановці не може приймати помилкові рішення або віддавати необґрунтовані розпорядження.

Уникнути цього дозволить якісно розроблена Інструкція щодо дій персоналу малого підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

Безпосередні обов'язки із забезпечення належної охорони праці співробітників підприємства покладені на заступника директора з технічних питань за сумісництвом. На підприємстві за час його діяльності не зафіксована нещасних випадків та випадків виробничого травматизму. Санітарно-гігієнічні, будівельні, пожежні норми неухильно дотримуються.

Висновки по розділу

У розділі розглядаються питання охорони праці в надзвичайних ситуаціях, а саме: аналіз організації охорони праці на виробництві; удосконалення та впровадження елементів системи управління охороною праці на дослідницькій дільниці; запропоновані заходи щодо забезпечення пожежної безпеки.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

6.1 Загальні положення

Розрахунок економічної ефективності реконструкції підприємства повинен містити характеристику організації виробничого процесу, розрахунки капітальних вкладень і техніко-економічних показників до і після реконструкції [35,36].

Реконструкція підприємства має забезпечити підвищення рівня механізації виробництва, поліпшити організацію праці на робочих місцях, підвищити безпеку праці, створити комфортні умови праці тощо.

Автоматизація процесів сільськогосподарського виробництва усе більше впливає на підвищення продуктивності праці в сільському господарстві й скорочення витрат на виробництво продукції.

Якщо показник абсолютної ефективності більше або дорівнює нормативному, то розглянуті капітальні вкладення зізнаються ефективними. Для сільського господарства норматив загальної (абсолютної) ефективності капітальних вкладень прийнятий рівним 0,07. Це означає, що на кожную гривню капітальних вкладень щорічний приріст чистої продукції повинен скласти 7 коп. у грошовому вираженні.

При виборі найкращого технічного рішення використовують порівняльну економічну ефективність капітальних вкладень, обумовлену наведеними витратами по кожному варіанті автоматизації або відношенням різниці поточних витрат до різниці капітальних вкладень (або відношенням зниження поточних витрат до приросту капітальних вкладень).

Для визначення ефективності автоматизації виробництва можуть бути використані показники, до яких ставляться:

- підвищення продуктивності праці, що характеризує економію праці, зниження трудомісткості виробництва продукції й скорочення потреби в робочій силі;

- зниження собівартості продукції, що характеризує скорочення трудових і матеріально-грошових витрат на виробництво продукції в порівнянні з витратами до автоматизації;

- збільшення прибутку;

- підвищення рентабельності виробництва.

Як додаткові показники можуть бути використані: загальні й питомі капіталовкладення, необхідні для автоматизації процесів, які виражають витрати праці, упередметнені в основних засобах виробництва для скорочення майбутніх витрат праці;

- строк окупності капітальних вкладень в автоматизацію об'єкта, знижуваних за рахунок скорочення виробничих витрат, обумовлених застосуванням автоматичного керування.

6.2 Розрахунок економічної ефективності

Як окремі машини, так і технологічні лінії поставляються у комплекті зі стандартним електросиловим обладнанням, що забезпечує високий рівень електромеханізації. Але під час роботи машин необхідне активне втручання обслуговуючого персоналу в технологічний процес, ручне керування машинами. Для зниження долі ручної праці, підвищення точності дотримання параметрів виготовлення та зниження аварійності розроблено схему автоматизованого керування, впровадження якої дасть змогу знизити споживання електроенергії на 7% за рахунок встановлення системи автоматизованого керування.

Економія електроенергії від впровадження розробки визначається в показниках:

- в фізичних показниках за формулою:

$$E_i = \sum_{n=1}^{i=1} P_{BCT} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\Delta} , \quad (6.1)$$

де E_i – річні витрати електроенергії, $\kappa Bm \text{ год.}$;

$$\sum_{n=1}^{i=1} P_{BCT} - \text{сумарна встановлена потужність лінії, } \kappa Bm, \quad \sum_{n=1}^{i=1} P_{BCT} = 156,23 \kappa Bm;$$

K_{Γ} – кількість годин роботи лінії на добу, годин ; $K_{\Gamma} = 8 \text{ годин}$;

K_D – кількість днів роботи лінії на рік, дні ; $K_D = 200 \text{ днів}$.

Споживання електричної енергії E_i визначаємо за формулою:

$$E_i = P \cdot T \cdot \kappa \cdot \kappa_0 \quad (6.2)$$

де T – час роботи обладнання, $\text{год} / \text{рік}$; $T = 1600 \text{ год} / \text{рік}$;

κ_0 – коефіцієнт, що враховує зниження споживання електроенергії за рахунок автоматизації, $\kappa = 0,93$;

κ - коефіцієнт одночасності, $\kappa = 1,0$

$$E_{\sigma} = 156,23 \cdot 1600 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 249968 \kappa Bm / \text{год}$$

$$E_n = 156,23 \cdot 1600 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 232470,24 \kappa Bm / \text{год}$$

Зміна витрати електроенергії визначається за формулою:

$$E_{\kappa} = E_{\sigma} - E_n; \quad (6.3)$$

$$E_{\kappa} = 249968 - 232470,24 = 17498 \kappa Bm \cdot \text{год.}$$

В грошових одиницях зміна витрати електроенергії визначається за формулою:

$$\Gamma_{e2} = E_{\kappa} - C_e \quad (6.4)$$

де Γ_{e2} – витрати електроенергії в грошових одиницях, грн. ;

C_e – тариф на електроенергію, грн. ; $C_e = 4,32 \text{ грн.}$

Витрати електроенергії для двох варіантів визначаються:

- для базового варіанту:

-

$$\Gamma_{\text{ел.б}} = 249968 \cdot 4,32 = 1079861,76 \text{ грн.}$$

;

- варіанту, що проєктується:

$$\Gamma_{ел.пр} = 232470,24 \cdot 4,32 = 1004270,4 \text{ грн.}$$

Економія електроенергії в грошових одиницях від впровадження розробки:

$$\Gamma_{егр} = \Gamma_{егбаз} - \Gamma_{егпроект}; \quad (6.5)$$

$$\Gamma_{впр} = 1079861,76 - 1004270 = 75590,6 \text{ грн.}$$

Економія на оплаті праці від впровадження розробки визначається з урахуванням фонду оплати праці, який визначається за формулою:

$$\Phi_{оп} = T_{ст} \cdot K_P \cdot 12, \quad (6.6)$$

де $\Phi_{оп}$ - річний фонд заробітної плати, *грн.*;

$T_{ст}$ - тарифна ставка за місяць *грн.*;

$T_{стбаз} = 17230 \text{ грн.}; T_{стпроект} = 17230 \text{ грн.};$

K_P -кількість робітників, які обслуговують лінію, люд.,приймаємо $K_{PB} = 2$;

$K_{P\Pi} = 1$.

Таким чином, річний фонд оплати праці складає:

- для базового варіанту:

$$\Phi_{опб} = 17230 \cdot 2 = 34460 \text{ грн.}$$

;

- для варіанту, що проєктується

$$\Phi_{опб} = 17230 \cdot 1 = 17230 \text{ грн.}$$

Енергоозброєність праці персоналу по варіантам складе:

$$W = \frac{E}{K_p}, \quad (6.7)$$

$$W_{ен.б} = \frac{249968}{2} = 124984 \text{ год} / \text{люд.}$$

$$W_{ен.пр} = \frac{232470}{1} = 232470 \text{ год} / \text{люд.}$$

Електроємність очищення стічних вод складе:

$$E' = \frac{E}{A}, \quad (6.8)$$

де A - кількість очищених стічних вод, м^3 .

$$A = M \cdot T, \quad (6.9)$$

де M - середній щоденний потік, $\text{м}^3 / \text{добу}$, $M = 0,75 \text{ м}^3 / \text{добу}$;

T – час роботи обладнання, $\text{дiб} / \text{рiк}$; $T = 365 \text{ дiб} / \text{рiк}$

$$A_{об} = 0,75 \cdot 365 = 273,75 \text{ м}^3 \text{ рік.}$$

,

Тоді

$$E'_б = \frac{249968}{273,75} = 913,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}^3 / \text{рiк.}$$

$$E'_н = \frac{232470,24}{273,75} = 849,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}^3 / \text{рiк.}$$

.

Економія по оплаті праці визначається за формулою:

$$\Phi_{ЕКОП} = \Phi_{ОПбаз} - \Phi_{ОПпроект}; \quad (6.10)$$

де $\Phi_{ЕКОП}$ - річна економія праці від впровадження розробки, *грн.*;

$\Phi_{ОПбаз}$ - фонд оплати праці для базового варіанту, *грн.*;

$\Phi_{ОПпроект}$ - фонд оплати праці для варіанту, що проектується

$$\Phi_{екон} = 34460 - 17230 = 17230 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від впровадження розробки визначається за формулою:

$$E_p = \Gamma_{ер} + \Phi_{ЕКОП}, \quad (6.11)$$

де E_p – річний економічний ефект від впровадження розробки, *грн.*

$$E_n = 75590,6 + 17230 = 92820,6 \text{ грн.}$$

Термін окупності при впровадженні розробки дорівнює:

$$T_{ок} = \frac{K_{\epsilon}}{E_p}, \quad (6.12)$$

де $T_{ОК}$ - термін окупності при впровадженні розробки, *рік*;

K_B - капітальні вкладення, *грн.*;

E_p - річний економічний ефект, *грн.*

Капітальні вкладення в розробку:

$$K_{\epsilon} = K_p + K_y; \quad (6.13)$$

де K_p - вартість обладнання, грн.; таблиця 6.1

K_y - витрати на монтажні роботи, грн., $K_y = 0,12 K_p$;

$$K_{\text{с}} = 78045 + 9365,4 = 87410 \text{ грн}$$

Таблиця 6.1 – Вартість обладнання

Технологічне обладнання	Електросилове обладнання			Загальна вартість, грн.
Тип	Тип електродвигуна	Кількість, шт.	P_n , кВт	
Насос	АИР90LB8У3	2	75	34 050
Засувка	АИР56В4У3	1	0,18	870
Конвеєр	АИР80А4У3	1	1,1	1 585
Мастиловідокремлювач	АИР71А4У3	1	0,55	970
Насос	АИР90L4У3	1	2,2	3 260
Насос аерації	АИР90L4У3	1	2,2	3 260
Вартість установки				78 045

$$T_{\text{ок}} = \frac{87410}{92820} = 0,9 \text{ рік.}$$

Таким чином, термін окупності дорівнює 0,9 року.

Результати техніко-економічних розрахунків наведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 - Показники економічної ефективності

ПОКАЗНИКИ	Базовий	Проектний	Відхилення, +: -
Капітальні вкладення, грн.	-	87410	-
Споживання електроенергії, $\text{кВт} \cdot \text{год.}$	249968	232470	-17498
Витрати на електроенергію, грн	387450	360328	-27122
Фонд оплати праці, грн.	34460	17230	-17230
Електроємність виробництва, $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$.	913,1	849,2	- 64
Енергоозброєність, $\text{год}/\text{люд}$	124984	232470	+107486
Річний економічний ефект, грн.	-	92820	-
Термін окупності, рік.	-	0,9	-

Висновки по розділу

З приведених розрахунків видно, що інтенсифікація очищення стічних вод методами електричних технологій дозволяє зекономити електричну енергію на 17498 кВт/год. Також знижуються витрати на електроенергію на 27122 грн. Річний економічний ефект від впровадження розробленої системи складає 92820 грн при терміні окупності 0,9 року.

ВИСНОВКИ

1 Інтенсифікація очищення стічних вод не можлива без вдосконалення регенеративних пристроїв. Той факт, що залізовмісні домішки у стічних водах мають магнітні властивості, визначає можливість використання методу електричних технологій, який заснований на впровадженні магнітних (електромагнітних) очищувачів.

2 Існуючі промислові пристрої і системи вилучення механічних домішок з енерговитратні і малоефективні (рівень очищення не перевищує 68-75 %).

3 Розроблена експериментальна установка та методика експериментальних досліджень дозволили встановити, що застосування відстійника з електромагнітною системою дозволяє істотно поліпшити якість очищення стічних вод від феромагнітних часток, також створити можливість використання безпосередньо в технологічному циклі при невеликих витратах.

4 Для ефективного очищення стічних вод запропоновано метод електричних технологій. Використання електромагнітної системи в конструкції відстійника дозволить понизити метало витрати на 40 % і одночасно дозволить підвищити якість очищення стічних вод від механічних домішок

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. Моніторинг довкілля: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2004. 140 с.
2. Левандовський Л. В., Бублієнко Н. О., Семенова О. І. Природоохоронні технології та обладнання: підруч. К.: НУХТ, 2013. 243 с.
3. An Introduction to Wastewater Treatment. *Cambi* веб-сайт. URL: <https://www.cambi.com/blog/wastewater-treatment> (дата звернення: 29.12.2024).
4. Навчально-методичний посібник "Технології захисту водного середовища" для спеціальностей 101"Екологія", 183 «Технології захисту навколишнього середовища» всіх форм навчання / Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. 2022. – 306 с.
5. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2: Методи очищення стічних вод / В. Г. Петрук, Л. І. Северин, І. В., Васильківський, І. І. Безвозюк. Вінниця: ВНТУ, 2014. 254 с.
6. Afreen Nishat, Mohammad Yusuf, Abdul Qadir, Yassine Ezaier, Viola Vambol, M. Ijaz Khan, Sana Ben Moussa, Hesam Kamyab, Satbir S. Sehgal, Chander Prakash, Hsi-Hsien Yang, Hussameldin Ibrahim, Sayed M. Eldin, Wastewater treatment: A short assessment on available techniques, Alexandria Engineering Journal, Volume 76, 2023, Pages 505-516, ISSN 1110-0168, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.06.054>
7. S. Krishnan, H. Rawindran, C.M. Sinnathambi, J.W. Lim, Comparison of various advanced oxidation processes used in remediation of industrial wastewater laden with recalcitrant pollutants, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng, Malaysia 206 (2017) 012089.
8. T. Mandal, S. Maity, D. Dasgupta, S. Datta, Advanced oxidation process and biotreatment: Their roles in combined industrial wastewater treatment, Desalination 250 (1) (2010) 87–94.

9. Гулевський В. Б., Постол Ю. О. Перспективи вдосконалення очищення стічних вод та технічних рідин. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-техн. журнал / Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ). 2022 №2 (26). С.144-146
10. Григоренко В. Я., Мигуля В. В., Гулевський В. Б., Постол Ю. О. Інтенсифікація очищення стічних вод методами електричних технологій. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Запоріжжя, 01- 25 листопада 2024 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. С. 177-180. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/18235>
11. Гіроль М. М., Гіроль А.М., Гіроль А. М. Технології водовідведення промислових підприємств: навч. посіб Рівне : НУВГП, 2013. 625 с.
12. Запольський А.К. Фізико-хімічні технології очищення стічних вод. К.: Вища школа, 2005. 671 с.
13. Очистка технических жидкостей в магнитных отстойниках / В.И. Просвирнин, Е.П. Масюткин, В.Б. Гулевский // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2004. Вип. 24. С. 39-47.
14. Milan Belik, Vadym Hulevskyi, Yulia Postol, Olena Rubanenko. Ways to improve the efficiency of cleaning cutting fluids. PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, 2024.R. 100 NR 4. С. 83-86
<http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/17484>
15. Долина, Л. Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод [Текст] : монография. Днепропетровск : Континент, 2005. 296 с.
16. Водовідведення і очищення стічних вод міста: Підручник / Г.М. Смірнова, С.М. Епоян, І.В. Корінько та ін. Харків: Каравела, 2003. 144 с.
17. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування К.: Мінрегіонбуд України, 2013 128 с. (державні будівельні норми).
18. Герасимов Г. Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини : підручник. Рівне: НУВГП, 2008. 241 с. : іл.

19. Розробка методики розрахунку та розрахунок комбінованого горизонтального відстійника / С. М. Епоян, Т. С. Айрапетян, В. М. Волков, О. Г. Гайдучок, Г. І. Сухоруков // [Науковий вісник будівництва](#). 2022. Т. 107, № 1. С. 27-33.
20. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві [Текст]: навчальний посібник для виклад. і студ. ф-тів механізації, електрифікації та автоматизації с.-г. вузів III-IV рівнів акредитації / О.С. Марченко, О.В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко; За ред. О.С. Марченка. К.: Урожай, 1995. 416 с.
21. Сандуляк А.В. Очистка жидкостей в магнитном поле. Львов: Вища школа, 1984. 167 с.
22. До розрахунку електромагнітних фільтрів для очищення технічних рідин / В.І. Просвірнін, Є.П. Масюткін, В.Б. Гулевський, М.В. Красавчиков // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2006. Вип. 38. С. 25 - 32.
23. Epyan, S.M. & Sukhorukov, G. & Volkov, V & Haiduchok, Oleksandr. (2021). До питання про розрахунок горизонтальних відстійників / TO THE QUESTION OF CALCULATION HORIZONTAL FLOW SETTLING TANKS. 103. 274-280. 10.29295/2311-7257-2021-103-1-274-280.
24. Патент на корисну модель (Україна). - № 128571; Електромагнітний відстійник. Гулевський В. Б.; Халіман Л. Г.; Нестерчук Д. М.; Вороновський І. Б.; Петров В. О. Заявл. 30.03.2018; МПК (2006): B02C 1/00, B02C 1/02 (2006.01). Опубл. 25.09.2018; Бюл. № 18.
25. Гулевський В.Б., Постол Ю.О., Яценко В.В. Удосконалення конструкції електромагнітного відстійника для очищення технічних рідин від механічних домішок. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2019. Вип. 19.Т.3 . С. 152-163.
26. Григоренко В.Я., Мигуля В.В. Цифрові технології в АПК. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали VI Міжнар, наук. -практ. Інтернет-конф., 01-25 листопада 2024 р. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024.
27. ДСТУ 2709-94. Метрологія. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення.

Чинний від 1 995-07-01 // Кат. нормат. док. К.: Держстандарт України, 2001.
Група 17.020 (Т80).

28. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. Х.: «Точка», 2012. 340 с.

29. Зеркалов Д. В. Охорона праці в галузі: загальні вимоги : навчальний посібник. К. : Основа, 2011. 551 с.

30. Григоренко В. Я., Лисенко О. В. Енергоменеджмент в Україні під час війни. Факультет енергетики та комп'ютерних технологій : матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти ТДАТУ (Запоріжжя, 01-12 квітня 2024 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. С. 5-6.
<http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/17619>

31. Григоренко В. Я., Петренко К. Г., Постол Ю. О. Підвищення ефективності та модернізація застарілих будівель. Факультет енергетики та комп'ютерних технологій : матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти ТДАТУ (Запоріжжя, 01-12 квітня 2024 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. С. 6-8.
<http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/17620>

32. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. Нова редакція. Станом на 21.07.2017 р. К. : Міненерговугілля України, 2017. 617 с.

33. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.

34. Зоря М.В., Євтушенко Г.О. Управління охороною праці в сучасних умовах розвитку аграрного сектору економіки Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Мелітополь-Кирилівка, 7-8 червня 2018 р.); <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/4431>

35. Пушкар, Т. (2021). ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ. Економіка та суспільство, (28).
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-33>

36. Методичні рекомендації по виконанню 6 розділу дипломного проєкту «Техніко-економічна оцінка проєктних рішень» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія». Мелітополь, ТДАТУ, 2018. 15 с.

37. Коваленко О. І., Гулевський В. Б., Квітка С. О., Постол Ю. О. Виконання і захист кваліфікаційної роботи зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» : Методичний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти. Запоріжжя : ТДАТУ, 2025. 113 с.

