

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Тамара ДУДАР
« _____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Інноваційні технології для забезпечення оборотного
водоспоживання»**

Виконавець: здобувач групи ЕК – 201М Слабченко Андрій Вікторович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд. техн. наук, доцент Бовсуновський Євген Олексійович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Катерина КАЖАН
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Андріан ЯВНЮК
(П.І.Б.)

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,

ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Дудар Т.В.

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Слабченка Андрія Вікторовича

1. Тема роботи «Інноваційні технології для забезпечення оборотного водоспоживання» затверджена наказом ректора від «10» липня 2023 р. №1096/ст.
2. Термін виконання роботи: з 10.07.2023 р. по 26.12.2023 р.
3. Вихідні дані роботи: літературні дані (монографії, посібники, наукові статті, матеріали конференцій, патенти, автореферати), технологічна схема очищення стічних вод автомобільних мийок.
4. Зміст пояснювальної записки: особливості виробничого (промислового) водопостачання автомийок. Аналіз існуючих методів очищення води для оборотного водоспоживання автомийок. Технології застосування сорбційних матеріалів в процесі очищення оборотної води на автомийці. Охорона праці. Висновки.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Отримання теми завдання	10.07.23	
2	Пошук літературних джерел	11.07.23 – 30.07.23	
3	Підготовка основної частини (Розділ I)	30.07.23 – 20.08.23	
4	Підготовка основної частини (Розділ II)	20.08.23 – 25.09.23	
5	Підготовка основної частини (Розділ III)	25.09.23 – 05.11.23	
6	Підготовка основної частини (Розділ IV)	05.11.23 – 15.11.23	
7	Формулювання висновків	15.11.23 – 18.11.23	
8	Оформлення пояснювальної записки	19.11.23 – 22.11.23	
9	I попередній захист роботи на кафедрі	23.11.2023	
10	Урахування зауважень	24.11.23 – 14.12.23	
11	II попередній захист роботи на кафедрі	15.12.2023	
12	Підготовка до захисту	16.12.23 – 25.12.23	
13	Захист роботи	26.12.23	

7. Консультація з окремого розділу:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	К.т.н., доцент кафедри цивільної та промислової безпеки ФЕБІТ НАУ Катерина КАЖАН		

8. Дата видачі завдання: «10» липня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи
(проекту):

(підпис керівника)

Євген БОВСУНОВСЬКИЙ

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання:

(підпис випускника)

Андрій СЛАБЧЕНКО

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Інноваційні технології для забезпечення оборотного водоспоживання»: 83 с., 31 рис., 6 табл., 48 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: водоспоживання та очищення стічних вод на автомобільних мийках.

Мета роботи: обґрунтування та розробка методу очищення стічних вод на автомобільній мийці для забезпечення оборотного водопостачання.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел, порівняння, оброблення, компонування даних, узагальнення.

АВТОМИЙКИ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ОБОРОТНЕ ВОДОСПОЖИВАННЯ, МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ, ПАР, ПРИРОДНІ СОРБЕНТИ.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧОГО (ПРОМИСЛОВОГО) ВОДОПОСТАЧАННЯ АВТОМІЙОК	11
1.1 Водопостачання та його джерела.....	11
1.2 Типи водоспоживачів	14
1.3 Системи оборотного виробничого водопостачання	15
1.4 Вимоги споживачів до якості технічної води	18
1.5 Основні джерела забруднення природних вод	20
1.6 Забруднюючі речовини стічних вод автомійок.....	22
1.7 Функціонування та принцип роботи автомійок при оборотному водоспоживанні	26
1.8 Висновки до розділу	31
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ОБОРОТНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ АВТОМІЙОК	32
2.1 Технології очищення води	32
2.1.1 Мембранні технології	37
2.1.2 Аеробні та анаеробні очисні системи.....	40
2.1.3 Електрокоагуляція та електрофлотація як методи очистки води від нафтопродуктів.....	43
2.1.4 Використання природних сорбентів.....	45
2.2 Переваги та недоліки методів для забезпечення оборотного водоспоживання автомійок.....	49
2.3 Висновки до розділу	52

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ ОБОРОТНОЇ ВОДИ НА АВТОМИЙЦІ.....	53
3.1 Технологічна схема очищення оборотної води від нафтопродуктів.....	53
3.2 Двокомпонентний сорбційний фільтр.....	57
3.3 Розрахунок витрат на сорбенти для очищення стічних вод.....	61
3.4 Способи утилізації використаного сорбенту	62
3.5 Рекомендації для зменшення впливу на навколишнє середовище функціонування автомийок.....	65
3.6 Висновки до розділу	66
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	67
4.1 Шкідливі та небезпечні фактори, що впливають на працівника автомийки.	67
4.2 Заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації очисних установок на автомийці	70
4.3 Рекомендації з охорони праці для працівника автомийки при роботі з очищувальними рідинами	71
4.4 Забезпечення пожежної безпеки на автомийці.....	72
4.5 Висновки до розділу	75
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ... 79	79

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ГДК – гранично допустимі концентрації.

ДСП – Державні санітарні правила

ПАР – поверхнево-активні речовини.

СПРВ – системи подачі та розподілу води.

СВВ – системи виробничого водопостачання.

ВСТУП

Актуальність теми. Водокористування в Україні має обмежені запаси води, що використовуються для постачання до водоспоживачів. Найбільше водних ресурсів використовується для промислового та сільськогосподарського виробництва.

Україна належить до європейських держав, які є найменше забезпеченими власними водними ресурсами, але, незважаючи на це, витрата свіжої води на одиницю виготовленої продукції значно більше відповідних показників в інших країнах Європи.

Проблема раціонального використання водних ресурсів щільно пов'язана з охороною навколишнього середовища, в тому числі — захисту і збереження водних ресурсів. Стічні води є найбільшим джерелом забруднення водних ресурсів, враховуючи кількість та масштабами впливу.

Стічні води – це найбільший за обсягом фактор, що постійно впливає на погіршення якості довкілля. Тому сьогодні перед промисловими підприємствами та міськими службами стоїть завдання використання нових технологій очищення води та сучасного інноваційного обладнання, що дозволяє організувати оборотне водопостачання та зробити наші міста, річки, озера чистими та придатними для здорового життя.

На даному етапі розвитку у світі використовується велика кількість автомобілів, що значною мірою сприяє забрудненню навколишнього середовища вихлопними газами, а й продуктами їх діяльності.

Одним із потужних джерел забруднення природного середовища є автомобільний транспорт, збільшення чисельності якого з початку другої половини ХХ століття призвело до різкого погіршення санітарних умов проживання у великих містах.

Автомобілі потребують не тільки систематичного технічного обслуговування, а й підтримання в належному вигляді. Саме тому, регулярне відвідування автомийок

є обов'язковим для багатьох автовласників. Окрім міркувань безпеки та збереження вартості коліс, зовнішній вигляд є причиною, чому багато водіїв надають значення чистоті автомобіля. Звідки береться вода і що з нею відбувається потім, для багатьох людей взагалі не має значення. Однак для власників/операторів порталних і мийних систем самообслуговування це питання може зробити значний внесок у прибутковість системи.

Основні завантажувачі стічних вод, що утворюються при митті автомобілів – механічні домішки та нафтопродукти. Стічна вода містить моторні масла, асфальт, пісок, ПАР, солі важких металів, різні види палива, а також речовини, що використовуються при митті машин.

Отже, виникає потреба у пошуку інноваційних методів для очищення стічних вод для меншого використання прісних вод для потреб автомобільних мийок. Найбільш ефективним є використання оборотного водопостачання, що суттєво зменшує об'єми використання чистої води та скидання забруднених вод у навколишнє середовище.

Сучасні технології дають можливість очищувати стічні води для повторного використання різними методами, як традиційними так інноваційними. В даній роботі розглянуто найбільш використовувані в даному виробництві методи, особливу увагу приділено очищенню стічних вод з використанням поєднання природних сорбентів – лушпиння соняшнику та деревної щепи.

Інноваційні методи оборотного водоспоживання включають в себе різноманітні технології, які дозволяють очищати та повторно використовувати воду, зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Мета і завдання дипломної роботи. Метою дипломної роботи є обґрунтування та розробка методу очищення стічних вод на автомобільній мийці для забезпечення оборотного водопостачання.

Відповідно до визначеної мети було поставлено та вирішено наступні завдання:

1. Проаналізувати принципи забезпечення оборотного водоспоживання та основні забруднюючі речовини стічних вод автомийок.

2. Дослідити існуючі методи очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів.

3. Модернізувати схему очищення оборотних стічних вод для повторного використання на автомийці.

4. Обґрунтувати раціональний спосіб очищення стічних вод.

Об'єкт дослідження – водоспоживання та очищення стічних вод на автомобільних мийках.

Предмет дослідження – застосування природних матеріалів під час очищення стічних вод автомийок для забезпечення оборотного водоспоживання.

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, порівняння, оброблення, компонування даних, узагальнення.

Наукова новизна отриманих результатів. Скидання недостатньо очищених стічних вод створює екологічні проблеми поверхневих вод. В роботі наведено узагальнене та вдосконалене вирішення проблеми очищення стічних вод автомобільних мийок від нафтопродуктів. Також, запропоновано використання двокомпонентного сорбційного фільтру з лушпиння соняшнику і деревної щепи осики та способи подальшої утилізації відпрацьованих сорбентів.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дипломної роботи рекомендовано використовувати для удосконалення технологічних схем очищення стічних на автомобільній мийці для покращення властивостей оборотної води

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧОГО (ПРОМИСЛОВОГО) ВОДОПОСТАЧАННЯ АВТОМІЙОК

1.1 Водопостачання та його джерела

Водопостачання – є важливою галуззю техніки, яка спрямована на підвищення рівня життя людей, благоустрою населених пунктів, розвиток промисловості та сільського господарства. Комплекс інженерних споруд, що виконують завдання водопостачання, називають системою водопостачання або водопроводом.

Під системою водопостачання також може матися на увазі комплекс взаємопов'язаних споруд, призначених для водозабезпечення будь-якого об'єкта або групи об'єктів. Схема водопостачання – це взаємне розташування споруд системи водопостачання, що відображене графічним способом.

Фактори, які впливають на вибір схеми [1]:

- тип використаного джерела та якість води в ньому;
- вид споживачів та їхні вимоги до води;
- рельєф місцевості та розміри водоспоживання;
- розміщення споживачів на плані;
- продуктивність джерела і його відстань від споживачів;
- наявність штучних і природних перешкод для будівництва споруд;
- санітарні, місцеві та екологічні умови.

Різні джерела класифікують системи постачання та розподілу води (СПРВ) у зв'язку з такими критеріями:

- за характером джерела – з використанням поверхневих вод, із використанням підземних вод, змішані;
- за способом подачі води – з механічною подачею (середовище транспортується за допомогою насосних установок), самопливні (вода з комунікацій тече під впливом гравітації), комбіновані (використовують два методи доставки

води);

- за призначенням – господарсько-питні, виробничі, протипожежні, об'єднані;

- за видами об'єктів, що обслуговуються – міські та селищні, промислові, залізничні та інші;

- за територіальним охопленням водоспоживачів – місцеві (забезпечують водою окремі об'єкти), централізовані (забезпечують водою всіх споживачів цього міста чи населеного пункту), групові (забезпечують водою кілька населених пунктів у великому районі);

- за характером використання води – прямоточні (вода в таких системах використовується одноразово, а потім зливається в каналізацію або подається на очищення), оборотні (воду повторно застосовують на тому ж об'єкті, у деяких випадках до складу таких систем входять очисні споруди), з повторним використанням води (є актуальною в тому випадку, якщо відпрацьована вода, непридатна для повторного застосування на одному об'єкті, проте може бути використана на іншому).

Централізована система водопостачання населеного пункту або промислового підприємства повинна забезпечувати прийом води з джерела в необхідній кількості, її очищення, якщо це необхідно, передачу до обслуговуваного об'єкта і подачу споживачу під необхідним тиском [2].

Для стійкого забезпечення населення і виробництва водою широко застосовували регулювання річкового стоку. В основному використовували поверхневі води навіть якщо потрібно було для їх використання будувати водоводи з великими відстанями, хоча поряд були підземні води із запасами.

Вибір джерела є одним із важливих завдань при проектуванні системи водопостачання.

До джерел водопостачання ставлять наступні вимоги [2]:

- 1) забезпечення безперебійного отримання необхідної кількості води з урахуванням перспективи зростання водоспоживання;

2) можливість подачі води об'єкту з найменшою витратою засобів на її транспортування;

3) якість води в джерелі повинна найбільшою мірою відповідати вимогам споживачів або необхідну якість можливо отримати шляхом простого і дешевого очищення;

4) достатня потужність для того, щоб отримання з них води не впливало на існуючу екологічну систему.

Джерела водопостачання можуть бути атмосферні, підземні та поверхневі (рис. 1.1).

Якість води даних джерел не постійна, вона залежить від геологічних, гідрологічних, метеорологічних особливостей, а також від пори року та характеру забруднень.

Атмосферні води слабо мінералізовані, дуже м'які, містять мало органічних речовин [3].



Рис. 1.1 Джерела водопостачання

Підземні води, що залягають найближче до земної поверхні, називаються верховодкою (легко забруднюються, є ненадійними і не можуть вважатися хорошим

джерелом водопостачання). Артезіанські води займають великі площі та вміщують потужні водоносні горизонти, що можуть задовольнити водопостачання великих населених пунктів. Ґрунтові води використовуються ґрунтові води головним чином в сільській місцевості при організації колодезного водопостачання.

Поверхневі води мають суттєву зміну показників якості та температурного режиму, у зв'язку із зміною сезонів. За сучасного ступеня розвитку господарської діяльності людей, що істотно впливає на стан джерел водопостачання як щодо їх об'ємів використання, так і щодо якості води.

Природні води використовуються комплексно, тобто не тільки для водопостачання, але і для багатьох інших цілей: зрошення, гідроенергетики, водного транспорту, лісосплаву та ін.

Раціональне вирішення питань використання водних ресурсів та забезпечення інтересів усіх видів водоспоживачів та водокористувачів можливе лише за умови їх розгляду як комплексних водогосподарських проблем.

1.2 Типи водоспоживачів

Водоспоживачі – це ті галузі, які вилучають воду з її природних джерел, споживають її для вироблення промислової чи сільськогосподарської продукції, для побутових потреб населення та повертають її в інші джерела, у меншій кількості та в гіршій якості.

Вода витрачається різними споживачами на найрізноманітніші потреби. Проте всі види водоспоживання можна звести до чотирьох основних категорій [2]:

1) Господарсько-питні потреби населення (тобто використання води для побутових потреб населення).

2) Технологічні потреби різних промислових підприємств – використання води як для промивки і охолодження сировини і продукції, так і для обслуговування устаткування.

3) Потреби пожежогасіння – використовується вода практично будь-якої якості.

4) Потреби сільського господарства (використання води для господарсько-

питних цілей, комунальних потреб, виробничих цілей, водопою худоби).

Тобто, основними водоспоживачами є [1]:

- населення;
- підприємства;
- поливальні установки та машини;
- пожежні установки для подачі води для гасіння пожеж;
- станції технічного обслуговування;
- худоба та птиця.

На рис. 1.2 показано об'єми використання поверхневих вод об'єктами економіки станом на 2020 рік.

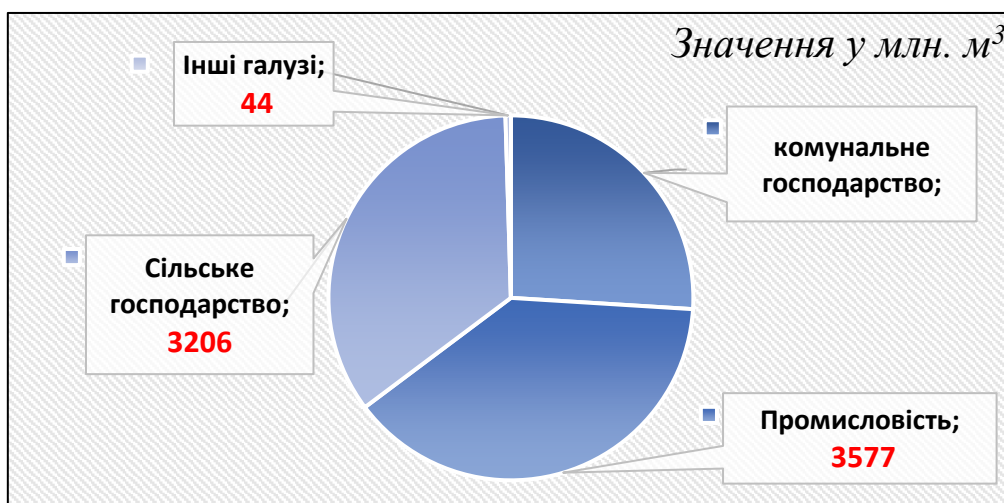


Рис. 1.2 Використання поверхневих вод

Отже, промислові підприємства використовують найбільше поверхневих вод для потреб виробництва. Постає питання очищення води, що використовується задля зменшення подальших витрат.

1.3 Системи оборотного виробничого водопостачання

Створення замкненого водооборотного циклу – важливий напрямок охорони гідросфери від забруднення, а також великі потенційні можливості економії й раціонального використання води.

Водооборотний цикл – це багаторазове використання однієї й тієї ж води при мінімальному поповненні втрат (підживленні) [4]. Оборотноє водопостачання – це багаторазове використання води для технічних потреб.

Система оборотного водопостачання підприємства майже повністю виключає скидання промислових стічних вод у водні об'єкти чи системи каналізації. Оборотноє водопостачання дозволяє вирішити найважливіші екологічні та економічні завдання: значно (на 85-95%) скоротити водоспоживання промислового підприємства, знизити втрати цінних компонентів зі стічними водами, уникнути плати за водовідведення та перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) стічних вод.

У процесі розроблення технічних завдань зі створення ефективних оборотних циклів водопостачання потрібно враховувати такі фактори, які суттєво впливають на якість води [5]:

- прогнозування складу води й можливості утворення щільних сольових відкладень;
- мінімізація витрати води, що підживлює;
- раціональне поєднання локальних і зворотних циклів з загальною оборотною системою підприємства;
- застосування нових розробок ефективних очисних споруд і апаратів для очищення води;
- використання сучасних методів стабілізаційної обробки води;
- спеціальна підготовка води для підживлення зворотних систем.

Оборотні системи відкривають можливості у здешевленні системи водопостачання, скороченні споживання свіжої води та скидів забруднених стоків. У цих системах можна використовувати технічну воду, яка забруднюється домішками, що легко видалити. Після очищення вода використовується повторно.

За допомогою цього загальна кількість води, що витрачається на одиницю продукції, залишається тією самою, а кількість свіжої води, що забирають із джерела, зменшується в 10–20 разів і становить 5–10 % від кількості оборотної води.

В залежності від виду охолодження оборотні системи водопостачання поділяють (рис. 1.3):

- відкриті (використовуються пристрої та споруди для охолодження води за рахунок її випаровування. При цьому є втрати води, що компенсуються свіжою водою високої якості) – найчастіше використовуються у виробництві;
- закриті (втрати води є незначними, або відсутні).



Рис. 1.3 Класифікація систем оборотного водопостачання

Всі оборотні системи водопостачання поділяються також на локальні, централізовані і змішані. В локальних – вода використовується для забезпечення одного або декількох технологічних процесів. При централізованому оборотному водопостачанні вода з різних технологічних процесів піддається очищенню одним потоком, після чого направляється на ті ж самі технологічні процеси. При змішаному – вода із однієї оборотної системи використовуються в другій, а із другої передається в третю оборотну систему.

Необхідність оборотних систем обумовлюється і екологічними вимогами. Застосування оборотних систем дозволяє знизити кількість скидів забрудненої води у водоймища, саме тому були розроблені норми водоспоживання.

Норма водоспоживання – це максимально допустима кількість води належної якості, яка необхідна для виробництва одиниці продукції чи товару установленної якості за певних (визначених) умов виробництва [6].

Норми водоспоживання залежать від:

- типу продукції;
- особливостей технологічного виробництва (ступінь використання води в технологічному процесі);
- якості використовуваної сировини;
- наявності обладнання для очищення і переробки води;
- характеристик системи водозабезпечення.

Кількість води, що витрачається на технологічну операцію, обслуговування обладнання визначається при розробці технології виробництва. З цією метою відомчими інститутами розробляються науково-обґрунтовані норми водоспоживання. Практика показала відносну значимість таких норм, оскільки витрата води на одиницю однієї й тієї продукції, але у різних підприємствах може коливатися у кілька разів. Багато в чому це визначається прийнятою технологією та принципами виробництва, якістю сировини, умовами розташування та якістю обладнання, що використовується.

1.4 Вимоги споживачів до якості технічної води

Якість води оцінюють за її складовими та властивостями, а потім визначають для яких цілей вона буде використовуватись. До води для господарсько-питних потреб висуваються дуже жорсткі вимоги, які регламентуються ДСТУ, а до технічної води – менш жорсткі.

Технічна вода – це вода, що використовується на виробництві (промисловості), взята з практично будь-якого джерела – наземного або підземного. Технічна вода, як і питна, проходить певні ступені очищення, але санітарні вимоги для виробничих потреб нижчі. Вони залежить від галузі промисловості (тобто склад та кількість домішок буде змінюватись, в залежності від її застосування).

Основні споживачі технічної води:

- автомийки;
- системи автономної каналізації;
- системи автономного опалення;

- АЗС для технічного використання, миття та туалетів;
- будівельна сфера.

Розрізняють фізичні (температура, запах, смак, прозорість, каламутність, кольоровість, вміст завислих речовин), хімічні (окисність, лужність, жорсткість, вміст хлоридів, сульфатів, фосфатів, азоту), біологічні (кількість бактерій, що містяться у воді) і технологічні показники якості води (осаджуваність, стабільність та корозійність води).

Але майже всі споживачі технічної води не пред'являють якихось особливих вимог до її запаху, кольору, присмаку і наявності або відсутності в ній бактерій. Тобто, вони є нижчими за вимоги ДСТУ 7525:2014 “Вода питна” [7]. Але для багатьох промислових об'єктів ці вимоги будуть вищими, оскільки для низки виробництв є важливим дотримуватись вимог щодо вмісту у воді різних речовин (наприклад: вміст заліза та марганцю, хлоридів; відслідковується жорсткість та окисність води).

Загальними є наступні вимоги до якості та властивостей технічної води [8]:

- 1) вода не повинна бути шкідливою для здоров'я обслуговуючого персоналу;
- 2) не повинна погіршувати якість продукції;
- 3) не повинна викликати корозії;
- 4) не повинна призводити до біологічних обростань у системі, тобто розвитку в трубопроводах та охолоджувальних апаратах живих мікроорганізмів, мікроводоростей, та інше.
- 5) не повинна давати карбонатних та інших сольових відкладень і не викликати біологічного обростання;
- 6) не повинна погіршувати техніко-економічні показники виробничого процесу.

Отже, вимоги до якості технічної води залежать безпосередньо від галузі виробництва та вимог, які вони потребують для нормального функціонування як обладнання так і виробництва в цілому. Тому, при використанні технічної води для автомийок потрібно враховувати її забруднення хімічними речовинами та обирати відповідний ступінь та метод очищення для безпечного її використання як для миття автомобілів, так і для обслуговуючого персоналу.

1.5 Основні джерела забруднення природних вод

Проблема забруднення водних ресурсів має в основному промислове походження та її розглядають багато дослідників [9 – 10]. Багато досліджень пов'язані із забрудненням гідросфери, а також питанням оцінки дії небезпечних стоків з міських вулиць та промислових територій.

Державне агентство водних ресурсів сформувало мапу забрудненості річок в “Чиста вода” (рис. 1.4), що створена на основі відкритих даних Державного водного агентства про якість поверхневих вод [11].

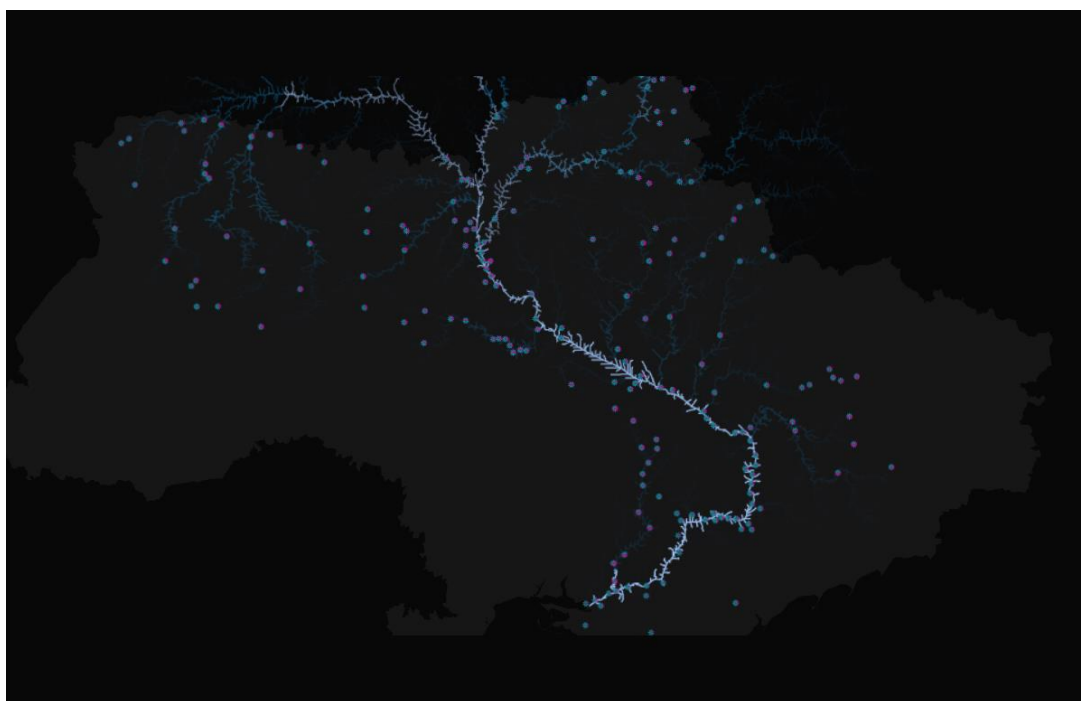


Рис. 1.4 Інтерактивна мапа забрудненості р. Дніпро

Джерелами забруднення визнаються об'єкти, з яких здійснюється скидання або інше надходження у водні об'єкти шкідливих речовин, які погіршують якість поверхневих вод, обмежують їх використання, а також негативно впливають на стан дна та берегових водних об'єктів. Охорона водних об'єктів від забруднення здійснюється у вигляді регулювання діяльності як стаціонарних, і інших джерел забруднення.

Основними джерелами забруднення природних вод є:

- промисловість (скидають неочищені або погано очищені промислові води);

- сільське господарство (є найбільшим споживачем ресурсів прісної води - використовує близько 70%, а також є серйозним забруднювачем. У водні об'єкти разом зі стічними водами потрапляють різні добрива, пестициди, хвороботворні мікроорганізми, спори грибів, яйця гельмінтів);
- теплоенергетика (спускають теплі та гарячі води у водойми, внаслідок чого змінюється хімічний та газовий склад води, збільшується кількість та ріст синьо-зелених водоростей (рис. 1.5));
- водний транспорт (у воду в значних кількостях потрапляє бензин, гас, мазут, мастильні речовини і сміття з кораблів та моторних човнів);
- атмосферні викиди (можуть спричиняти кислотні дощі);
- комунальні стоки (містять, наприклад, синтетичні миючі засоби, які подальшому потрапляють в річки і моря).



Рис. 1.5 «Цвітіння» води (з лівого боку) і гіпоксія води з утворенням «мертвої» зони (з правого боку).

До основних забруднень прісної води (водопровідної, колодязної, джерельної, свердловинної) відносять:

- механічні домішки (пісок, мул, глина, іржа);
- мікроорганізми, бактерії, віруси та органічні сполуки;
- залізо, марганець та важкі метали;
- гідрокарбонати, сульфати, хлориди;
- легкокорозивні солі та гази.

Наявність оборотних систем водного господарства є одним з найважливіших показників технічного рівня промислових підприємств. Упровадження систем оборотного водопостачання дає змогу значно зменшити кількість стічних вод, що скидаються та скоротити споживання свіжої води, що дає значний економічний і екологічний ефект [12].

1.6 Забруднюючі речовини стічних вод автомийок

Стічні води є різними за своїм складом та властивостями. Знання складу стічних вод і властивостей домішок, що в них наявні є основною умовою, що дозволяє правильно вибрати методи їхнього очищення [5].

В процесі миття автомобілів вода забруднюється завислими речовинами, компонентами ПАР, маслами та нафтопродуктами (рис. 1.6). Стічні води містять моторні олії, асфальт, пісок, солі важких металів, різні види палива, а також миючі речовини, що використовуються.



Рис. 1.6 Забруднюючі речовини стічних вод автомийок

Забруднення стічних вод класифікують:

- за фізичним станом:
 - нерозчинні;

- колоїдні;
- розчинні;
- за складом:
 - на мінеральні (пісок, глинисті частинки, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, тощо);
 - органічні (нафтопродукти, ПАР і т.д.).

Завислі речовини потрапляють у воду при змиванні бруду з поверхні автомобіля. Концентрація завислих речовин залежить від великої кількості факторів: типу автомобіля, його розміру, характеру дорожнього покриття, сезонних умов, складу ґрунту, періодичності миття рухомого складу та типу миття, що застосовується.

Поверхнево-активні речовини – органічні речовини, їх властивості спрямовані на зменшення поверхневого натягу води. Широко застосовуються при виготовленні засобів побутової хімії та засобів для автомобілів. Очищення стічних вод від ПАР реалізується за допомогою комбінацій різних методів фізико-хімічного очищення: флотації, адсорбції на активованому вугіллі, коагуляції та флокуляції, іонного обміну та біологічного очищення [13].

Через використання нафтопродуктів та мастил в частинах двигунів і транспортних засобів, зазвичай після миття, великі кількості цих речовин потрапляють у стічні води і мають негативний вплив на довкілля [14].

Нафтопродукти перебувають в слабо емульгованому стані, такий стан вимагає додаткової обробки та утилізації відокремлених від води нафтопродуктів.

Нафтовмісні стоки практично завжди одночасно з нафтопродуктами містять також механічні частинки, поверхнево-активні речовини, органічні сполуки та, у багатьох випадках, важкі метали. При створенні технологічних схем очищення, крім багатокомпонентності цих стічних вод, необхідно обов'язково враховувати стан та рівень стійкості нафтопродуктів (рис. 1.7).

Зниження концентрації нафтопродуктів у воді може відбуватися в результаті їх природного розпаду і хімічного окислення, випаровування і біологічної деструкції [15]. Проте ці процеси протікають дуже повільно.



Рис. 1.7 Характеристика стану нафтопродуктів у стічних водах

Речовини, до структури яких входять нафтопродукти: домішки мазуту, бензину, гасу та різних нафтових масел. Перелічені сполуки внаслідок високої токсичності є згубними для навколишньої природи.

Максимально-допустима концентрація нафти в стоках перед біологічним очищенням – не більше 2,5 мг/л. На очисних спорудах автомийок можливо знизити концентрацію завислих речовинами до 5-10 мг/л, нафтопродуктів до 5,0 мг/л.

Нафтопродукти практично не піддаються біологічному окисленню, тому перед стадією біологічного очищення необхідно зробити максимально глибоке очищення нафти. Нафта токсична живих організмів і різко погіршує роботу біологічних систем очищення. Методи очищення стічних вод від нафтопродуктів показано в табл. 1.1.

Класифікація методів видалення нафтопродуктів із водного середовища

Методи	Спосіб очищення
<i>Самоочищення</i>	Випаровування Емульгування Диспергування Розчинення Фотоокислення
<i>Механічні</i>	Локалізація розливу Збір за допомогою всмоктуючих пристроїв Збір за допомогою переливних пристроїв Збір за допомогою гідродинамічних пристроїв
<i>Фізико-хімічні</i>	Спалювання Сорбційний Осадження з використанням реагентів-диспергаторів Збір нафти з використанням реагентів-згущувачів
<i>Біологічні</i>	Розклад на місці розливу мікробіологічною культурою

Легкі нафтопродукти (наприклад, бензин) частково розчиняються в воді, але в основному утворюють з водою емульсії, важкі (мінеральні олії та мастила) потрапляють на дно водойм і накопичуються у вигляді осадів на дні.

Відпрацьовані масла – найчастіше потрапляють в очисні споруди автомобільних мийок. Вони можуть спливати на поверхні відстійників, частково осідати спільно з мінеральним шламом.

Застосування миючих засобів на основі ПАР викликають емульгування нафтопродуктів (розмір частинок більше 0,45 нм), тому очистка традиційними методами стає досить складною. Такі нафтопродукти видаляються методами електрокоагуляції і електрофлотації.

Хімічні засоби, що використовуються при миття автомобілів, значною мірою забруднюють навколишнє середовище. Саме тому встановлення системи водоочищення на кожній автомийці є обов'язковим. .

В даний час фізико-хімічний метод з використанням сорбентів визнаний найбільш ефективним та безпечним. Підбір того чи іншого сорбенту залежить від факторів, таких як масштаб забруднення, етап очищення, необхідна якість очищеної води, а також стан забруднення нафтопродуктами. Цей напрямок зараза активно

розвивається та відбувається активний пошук шляхів покращення якості вже існуючих речовин та розробка нових. Найбільш перспективними вважаються природні сорбенти та сорбенти з рослинних решток.

1.7 Функціонування та принцип роботи автомийок при оборотному водоспоживанні

В наш час зі збільшенням кількості автомобілів збільшилася і кількість автомийок. Миття автомобілів є джерелом 80-85% виробничих стічних вод автопромислового комплексу [16].

Автомийка – пристрій для миття автомобілів, а також підприємство, що здійснює миття автомобілів і надає супутні послуги.

Локальні очисні споруди, на які надходить акумульована на території автомийки стічна вода, виконують роль конструкцій, що дозволяють зберегти екологічний баланс. При виборі очисної споруди необхідно враховувати екологічні вимоги щодо ступеня очищення поверхневих стоків, надійність споруд, ступінь їх апробації, а також природно-кліматичні, гідрологічні та ґрунтові умови території будівництва.

Зазвичай автомийки розміщуються на автозаправних станціях або поряд з автомагазинами та станціями технічного обслуговування. Існують мийки самообслуговування, як правило автоматичні, а також миття, де операції з автомобілем здійснюються обслуговуючим персоналом.

Автомийки можуть бути ручними (рис. 1.8), безконтактними (рис. 1.9), порталними (рис. 1.10) та тунельними (рис. 1.11).

Портальна мийка – це автоматичне встановлення (схоже на арку), яке рухається вздовж автомобіля, поки він стоїть, і видаляє з нього бруд. Існують такі типи:

- контактні порталні мийки;
- безконтактні порталні мийки (вони є швидкими, а також мають менші затрати на персонал та витрати води).

За способом видалення забруднень автомийки є контактні (для видалення бруду

використовуються щітки, ганчірки, губки , а також з хімічні миючі засоби) та безконтактні (використовуються сильнодіючі поверхнево-активні речовини (ПАР) та потужні струмені води під високим тиском). Беззаперечною перевагою контактного миття є те, що можна застосовувати будь які миючі засоби або при не значних забрудненнях обійтися лише водою.



Рис. 1.8 Ручна автомийка



Рис. 1.9 Безконтактна автомийка



Рис. 1.10 Портальна автомийка



Рис. 1.11 Тунельна автомийка

Тунельна автомийка – це тунель, в якому встановлено кілька нерухомих арок, кожна з яких виконує свою функцію. Такі автомийки можуть включати зону попередньої і основної мийки, систему миття коліс і порогів (у тому числі із застосуванням високого тиску), зону споліскування, полірування і сушіння, а також миття або сушіння текстильними стрічками, що коливаються, і багато іншого.

Отже, в залежності від типу автомийки залежить кількість використаної води та ПАР, що є невід'ємною частиною при очищенні автомобілів від бруду. Тому, постає проблема в очищенні стічних вод від поверхнево-активних речовин та

нафтопродуктів для оборотного водоспоживання.

Послідовність роботи автомийки складається з етапів, що показані на рис. 1.12.

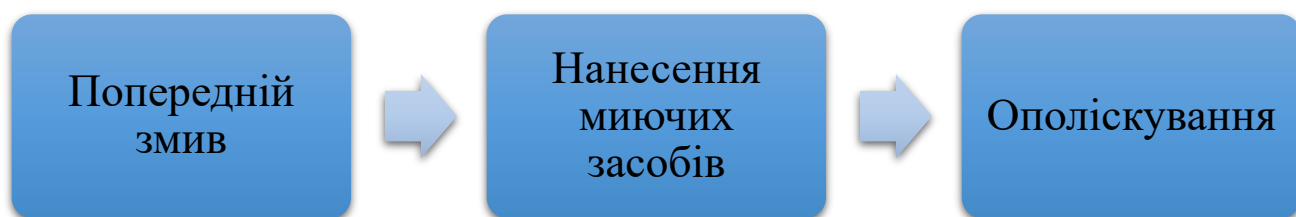


Рис. 1.12 Послідовність роботи мийки автомобілів

Приміщення автомийки обладнується двухконтурною системою водопостачання, яка живить миючі апарати високого тиску – контур з чистою водою і контур зі зворотною (очищеною) водою. Основні мийні операції (первинна мийка, обробка миючим розчином, змивання піни) йдуть із застосуванням оборотної води. Чиста вода використовується тільки для фінального ополіскування (для більшої економії спочатку миючі засоби змивають оборотною водою) і становить за обсягом не більше 10% від оборотної води.

Залежно від обладнання системи та типу мийки потрібно в середньому від 150 до 350 літрів води. У мийках самообслуговування середня потреба у воді становить приблизно 80 літрів на мийку. Це не тільки дорого, але й шкодить навколишньому середовищу.

Автомийки виробляють багато стічних вод, і багато компаній шукають систему переробки води, щоб заощадити гроші та відповідати вимогам. Стічні води потребують спеціального очищення через різноманітні потоки відходів, зокрема:

- бруд і пісок;
- нафтопродукти;
- миючі засоби.

За нормативними документами, які діють на території України воду від мийки автомобілів допускається скидати у міську мережу каналізації тільки після її очищення. Так, відповідно до п. 9.6 “Правил охорони праці на автомобільному транспорті” стічні води від миття автомобілів перед злиттям у каналізаційну мережу

повинні очищатися в локальних очисних установках. Тобто, відповідно до цих правил, на суб'єктів господарювання покладається обов'язок обладнати автомийки спеціальними очисними спорудами, які б дозволяли нейтралізувати вміст забруднюючих речовин [17].

Існують два основних напрямки в способах очищення стічних вод:

- локальне очищення із скиданням стічних вод в каналізацію (одноразове використання води, а потім скидання її у каналізацію або поверхневі водойми після очищення);
- використання оборотного циклу (передбачає очищення води, а потім подальше її використання на тих самих або інших етапах миття автомобілів).

Більшість сучасних автомийок використовують оборотний цикл водопостачання (знижує витрати та є екологічно чистим), який показано на рис. 1.13.

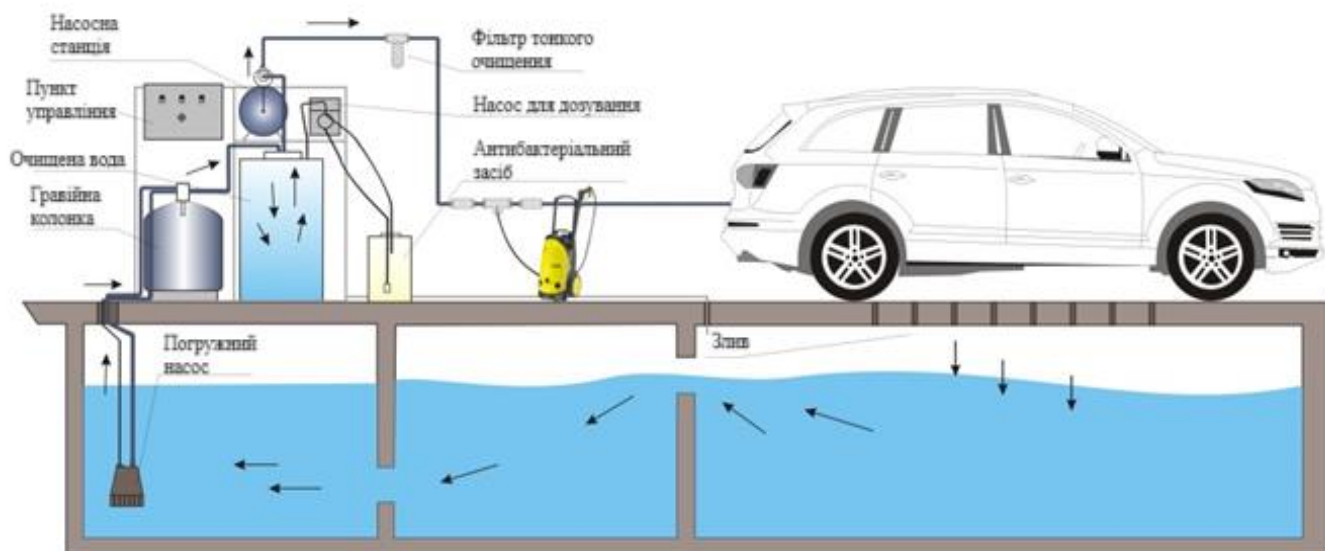


Рис. 1.13 Схема оборотного водоспоживання на автомийці

Сучасні системи очищують та забезпечують циркуляцію води, необхідної для мийки автомобіля, у замкнутому циклі. Стічні води можна значною мірою використовувати повторно (потрібна лише невелика кількість прісної води, решта – очищена вода). Завдяки таким системам можна заощадити до 98% прісної води за одне миття.

Етапи очищення технічної стічної води на автомийці показано на рис. 1.14.

Також, при певних умовах може проводитись біологічне або реагентне доочищення (при великому потоці транспорту – особливо вантажного та сільськогосподарського). Глибина очищення стічної води для повторних потреб регламентується технічними вимогами конкретного підприємства.

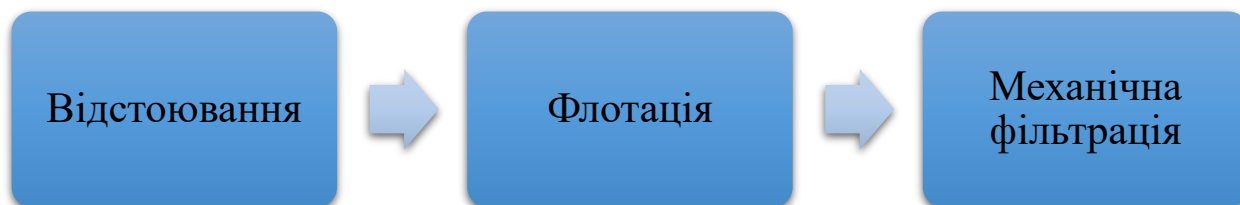


Рис. 1.14 Етапи очищення технічної стічної води

Відстоювання – в процесі якого завислі речовини осідають на дно, плаваючі домішки спливають на поверхню відстійників [12]. Крім твердих частинок на поверхню можуть ще й підніматися рідини – виносяться на поверхню води разом із повітрям у споруді під назвою флотатор (процес має назву флотація). Для доочищення стічних вод може використовуватися фільтр з різним складом. Вода просочується через фільтр, а забруднення залишаються у порах. Надлишки стоків постійно відводяться з робочого об'єму оборотної системи через сорбційний фільтр в каналізацію або в певний резервуар та направляються на утилізацію.

Ефективність системи оборотного водопостачання для мийок полягає у:

- зниженні водоспоживання до 90%, решта 10% – це безповоротні втрати, які поповнюються в процесі роботи;
- зменшенні витрати за водокористування, а також мінімізація можливості отримання штрафів за перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у стічних водах;
- виключенні забруднення ґрунту на водойм стічними водами, тобто зменшується негативний вплив на навколишнє середовище;
- оборотна система водоспоживання дозволяє при витраті води 1 м³ (було б достатньо для миття 9-10 авто без даної системи) помити 50-60 автомобілів.

1.8 Висновки до розділу

Таким чином, забруднення стічної води автомийок несе за собою негативні екологічні наслідки, враховуючи кількість поверхнево-активних речовин та нафтопродуктів у своєму складі. Також для забезпечення функціонування миття автомобілів витрачається велика кількість чистої води. Для того щоб зменшити витрати води на виробництвах впроваджується оборотне водопостачання.

Система оборотного водопостачання підприємства майже повністю виключає скидання промислових стічних вод у водні об'єкти чи системи каналізації.

Оборотне водоспоживання дозволяє вирішити проблему з використанням великих об'ємів чистої води. Тому, для впровадження даного способу необхідно враховувати найбільш раціональних метод очищення стічних вод для їх подальшого використання.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ОБОРОТНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ АВТОМИЙОК

Однією з невід'ємних складових будь-якої автомобільної мийки є система очищення води. Вибір методів та технологій очищення залежить від наступних факторів:

- кількості, складу та властивостей стічних вод;
- можливості їх достатньої очистки для повторного використання;
- схема очищення стоків миття повинна забезпечувати повний водообіг стоків, що очищаються, і виключати скидання води на ґрунт і в навколишнє середовище.

На сьогоднішній день найбільш широко застосовуються такі типи очищення стічної води автомобільних мийок: відстоювання, фільтрування, реагентна обробка з наступною фільтрацією, гравітаційна, флотаційна обробка, поєднання цих типів, а також відносно нові технології такі як, мембранні та біологічне очищення.

2.1 Технології очищення води

Миття автомобілів є джерелом 80-85% виробничих стічних вод автопромислового комплексу.

Очищення стічних вод потребує спеціальних очисних споруд, за допомогою яких виділяють, знезаражують або знешкоджують забруднюючі домішки. Побутові стічні води очищають механічним і біологічним способами. Виробничі стічні води очищають разом із побутовими, але якщо концентрація забруднюючих речовин перевищує допустиму або стічні води містять високотоксичні речовини, то такі води попередньо очищають на очисних спорудах відповідних підприємств, установ і тільки після цього скидають у загальні очисні споруди. Перед скиданням очищених стічних вод у водойми їх мають обов'язково знезаражувати [18].

Основними показниками якості води систем оборотного водопостачання автономних є концентрації завислих речовин, ПАР, нафтопродуктів, вмісту солей, лужності, хлоридів, сульфатів, температури та ін.

Методи обробки води і можливість використання її в системах оборотного водопостачання залежать від вимог, що пред'являються до якості води, використовуваної в цих системах [19].

Методи очищення, що використовуються для забезпечення оборотного виробничого (промислового) водопостачання та водоспоживання використання показано на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Способи очищення води

Найпоширенішими та основними методами очищення стічної води автомобільних мийок є:

- механічне очищення води (відстоювання та фільтрування);
- фізико-механічне очищення (флотація);
- також використовуються методи електрокоагуляції та електрофлотації – для очищення від нафтопродуктів, також набувають поширення відносно нові методи – очищення за допомогою мембранних технологій та використання аеробних та анаеробних очисних систем.

Механічне очищення води полягає в тому, щоб за допомогою кількох операцій, серед яких проціджування, відстоювання та фільтрація, затримати важкі нерозчинні домішки (розмір яких 50-200 мікрон) та не дати їм вирушити разом із водою далі (видаляється близько 60% домішок). Дане очищення проводиться в декілька етапів: на першому етапі проводиться очищення від великих частинок (глина, іржа, сміття, скло, волокно, шлаки) далі виводяться нерозчинені з'єднання.

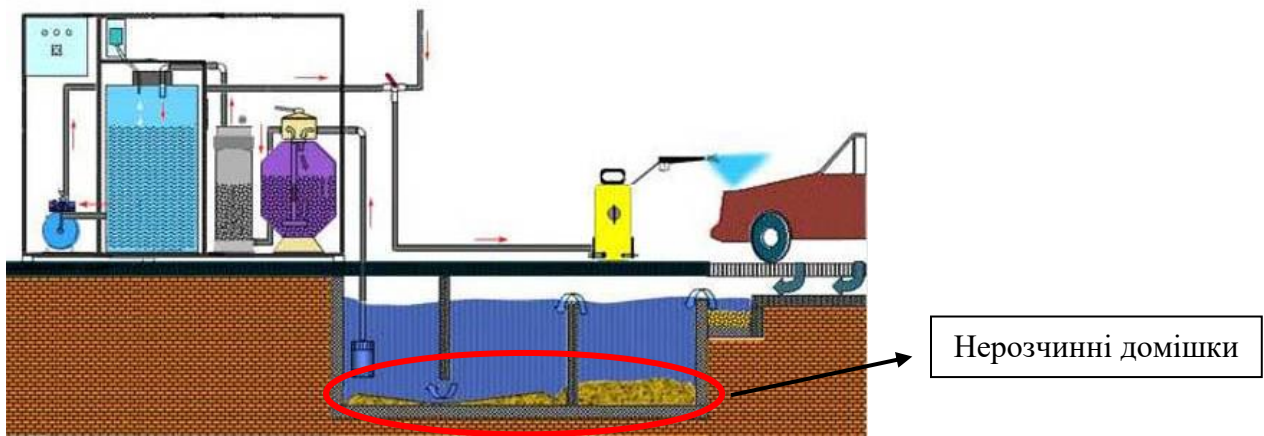


Рис. 2.2 Механічне очищення води

Відстоювання – процес опускання та скупчення на дні установок твердих частинок під впливом сил гравітації. Процес відбувається у спорудах під назвою – відстійники. Для прискорення осідання суспензії у стічні води додаються спеціальні речовини – коагулянти, які сприяють склеюванню дрібних забруднень, об'єднанню в великі за вагою структури. Часто додатково використовуються піско- або жироловлівачі, нафтовловлювачів та інші додаткові пристосування.

Фільтрування – видаляє зі стоків більш широкий перелік частинок. Фільтри ,

які використовуються підбираються під кожен об'єкт окремо, оскільки вони мають різну текстуру та властивості.

Споруди механічного очищення затримують основну масу супутніх забруднень мінерального походження (пісок, земля, і т.д.), захищаючи від зносу та забивання наступні пристрої та споруди [20]. Для забезпечення механічного очищення використовують такі засоби:

- фільтри;
- рослинні смуги;
- гідроциклони;
- відстійники (видалення завислих речовин шляхом відстоювання);
- сита (для відділення завислих речовин малого розміру);
- нафтовловлювачі (призначені для очищення стоків від нафтопродуктів);
- пісковловлювачі (затримуються домішки з розміром частин 200-250 мкм, видаляється близько 25% нафтопродуктів, що містяться у стічних водах);
- гідроциклони (виловлювання великих домішок та піску).

Фізико-механічний метод – флотація (при використанні даного методу вода, яка очищується насичується великою кількістю бульбашок повітря), принцип роботи показано на рис. 2.3. Метод використовується в основному для видалення поверхнево-активних речовин (ПАР).

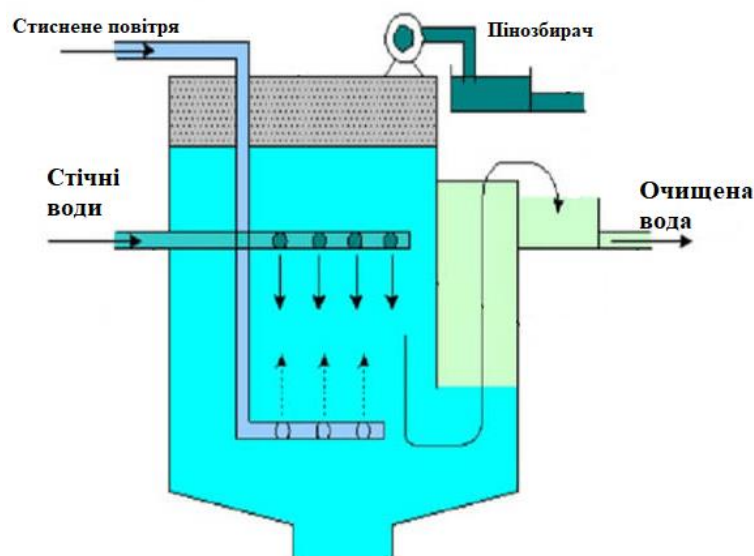


Рис. 2.3 Принцип очищення стічних вод методом – флотації

Після механічної фільтрації та відстоювання стічних вод у розчині залишаються завислі частинки, тому флоатація спрямована на видалення з водяних розчинів таких речовин. Крім твердих домішок методом флоатації можна звільняти воду від продуктів нафтопереробки, олій, ПАР та інших емульгованих рідких речовин.

Перевагами флоатації є безперервність процесу, широкий діапазон застосування, невеликі капітальні вкладення і експлуатаційні витрати, проста апаратура, селективність виділення домішок, у порівнянні з відстоюванням більша швидкість процесу, а також можливість одержання шламу (пінного продукту), більше низької вологості, високий ступінь очистки [12].

Метод флоатації є ефективним для очищення жирів, масел, нафтопродуктів – до 98%, завислих дрібнодисперсних частинок – до 95%, застосування реагентів підвищує метод до 99,7%.

На даному етапі розвитку актуальними стають аеробні та анаеробні очисні системи, мембранні технології (зворотний осмос, ультра-, нано- та мікрофільтрація). Вони є більш практичними, економічно вигідними та безпечними методами обробки стічних вод.

Застосування для миття автомобілів миючих засобів на основі ПАР викликають емульгування нафтопродуктів, що ускладнює очищення звичайними методами. Емульговані нафтопродукти видаляються методами електрокоагуляції та електрофлоатації.

Ці інноваційні рішення допомагають забезпечити якість води, зменшити втрати та забруднення водних ресурсів, а також знизити витрати на водопостачання та очищення стічних вод.

Інноваційні методи для очищення вод для оборотного водопостачання автомийок дозволяють зменшити в ній вміст бактерій та мікроорганізмів майже до 99,0%. Проте дана ефективність досягається тільки тоді, коли всі умови (як до обладнання, так і до технологічної послідовності) дотримуються без відхилень.

2.1.1 Мембранні технології

Мембранна система очищення води на сьогодні є передовою технологією. В основі таких систем лежать пористі напівпроникні мембрани, через які проходить водний потік і очищає його від домішок.

Значною подією у розвитку водопідготовки для енергетики та промисловості є впровадження технологій, які надають мінімально можливий негативний вплив на екологічну ситуацію навколишнього середовища, але в той час демонструють високу ефективність. Такою технологією можна назвати мембранні методи.

Мембранне очищення води – це фільтрація води за допомогою мембрани. Забруднена рідина пропускається через особливу плівку (напівпроникну мембрану), в якій зроблено безліч дрібних пор, вони настільки мініатюрні, що не помітні неозброєним оком. Після очищення всі домішки залишаються зовні, а далі проходить чиста вода.

Мембрани, як і інші матеріали, що фільтрують, можна розглядати як напівпроникні середовища: вони пропускають воду, але не пропускають (гірше пропускають) деякі домішки. Якщо звичайне фільтрування застосовують для видалення з води великих утворень – дисперсних та великих колоїдних домішок, то мембранні технології – для вилучення дрібних частинок, а також розчинених сполук.

Мембрани, що застосовуються в процесах водопідготовки і очищення стічних вод, можна класифікувати за розміром пор і, відповідно, розміром затримуваних домішок на мікро-, ультра-, нано- та гіперфільтраційні (тобто зворотного осмосу) (рис. 2.4). Важливим є те, що чим менше пори, тим вищий робочий тиск [21].

Типи мембран, що застосовується:

- мембрана зворотного осмосу (видаляються іони);
- мембрана нанофільтрації (видаляються багатозарядні іони, молекули, віруси);
- мембрана ультрафільтрації (використовуються для очищення від колоїдних частинок, молекул високомолекулярних забруднень, водоростей тощо);
- мембрана мікрофільтрації (використовуються для очищення від колоїдних частинок та тонкодисперсних домішок).

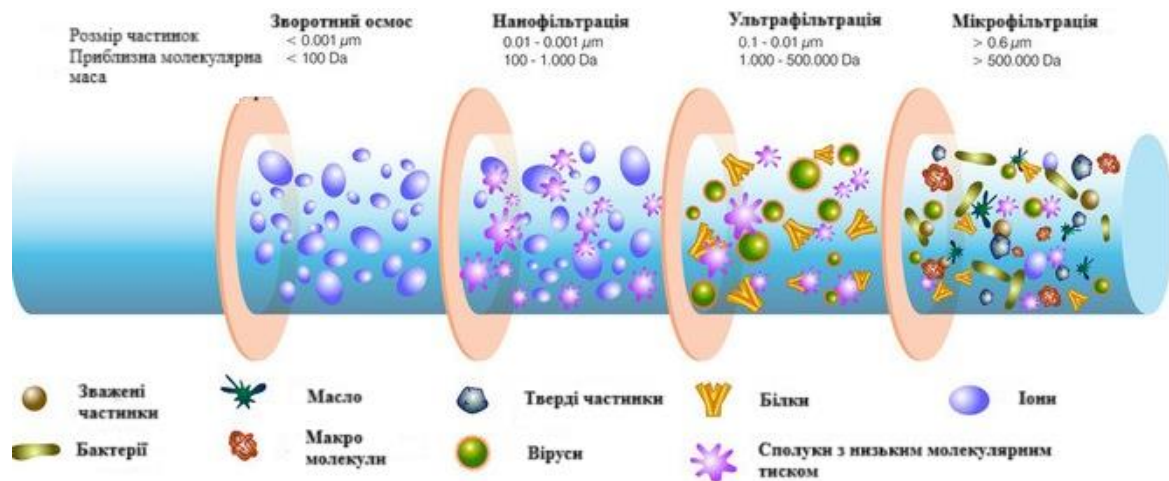


Рис. 2.4 Типи мембран

Зворотний осмос – це особливий тип фільтрації, який використовується для видалення більшості забруднень із води шляхом проштовхування води під тиском через напівпроникну мембрану. Враховуючи те, що розмір пор у мембрані не перевищує розміру молекули води, через фільтр проходить тільки вода і солі, іони яких менше отвору діаметром менше 0,0001 мкм, а розчинені домішки затримуються. Спосіб зворотного осмосу дозволяє відфільтровувати практично всі забруднення: органічні, неорганічні, іонного розміру.

Схема, що зображена на рис. 2.5 демонструє поділ потоку води, очищеної за допомогою системи зворотного осмосу, на два потоки: чисту воду та концентрат, що переміщується у каналізацію.

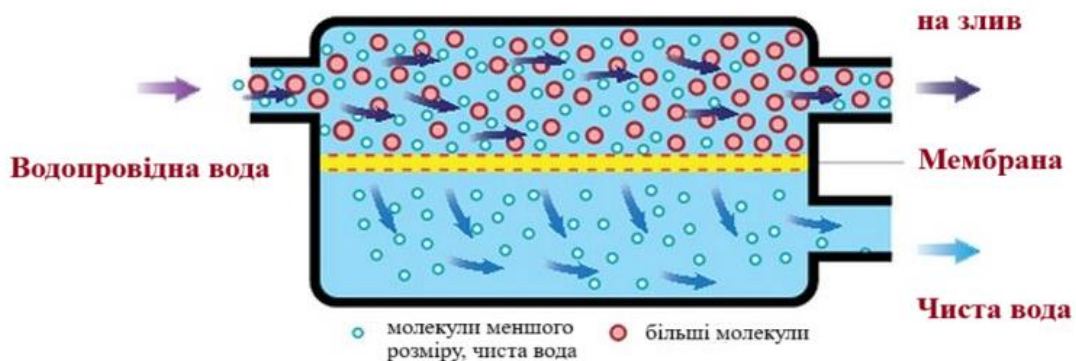


Рис. 2.5 Типова схема методу зворотного осмосу

Надійність установок зворотного осмосу підвищують через установлення резервного обладнання, з можливістю його багатofункціонального застосування,

оптимізації кількості мембранних елементів у кожній секції апарата, а також підвищуючи надійність фільтрувальних елементів й оснащуючи комп'ютерною системою пошуку мембранного елемента, що відмовив, і модуля [22-24].

Нанофільтрація – це поділ рідини мембраною з односторонньою проникністю. Принцип дії системи нанофільтрації аналогічний зворотному осмосу. Вода подається під надлишковим тиском на мембрану, яка затримує розчинені речовини. Потік забезпечує видалення затриманих домішок з поверхні мембрани для нанофільтрації, отриманий концентрат змивається в дренаж або надходить повторну фільтрацію.

Мембранна установка водопідготовки відфільтровує більші частки ніж зворотний осмос. Їх розмір вимірюється нанометрами, тому метод має таку назву. Після нанофільтрації покращується колір води та зменшується концентрація солей.

Ультрафільтрація – мембранний метод знесолення води за величиною частинок, що затримуються. Мембрани, що мають розмір пор від 0,002 до 0,1 мкм, які дозволяють затримувати тонкодисперсні та колоїдні домішки, макромолекули, водорості, одноклітинні мікроорганізми, цисти, бактерії, віруси тощо.

На рис. 2.6 показано принцип роботи ультрафільтраційної мембрани: вона пропускає частинки води та корисних речовин, але затримує шкідливі мікроби та потенційно небезпечні органічні частинки, які розчинені у воді.



Рис. 2.6 Ультрафільтрація

Після очищення від домішок вода проходить через спеціальний картридж, який покращує органолептичні властивості води, такі як смак і запах.

Ультрафільтрація є одним з найбільш продуктивних способів очистки з мембранних технологій. Цей спосіб можна використовувати для очищення

виробничих вод у багатьох галузях промисловості. Метод має найбільш високу ефективність очищення, економічно вигідний, відрізняється простотою і компактністю установок, автоматизацією та екологічністю процесу.

Мікрофільтрація – ще одна мембранна установка для води. Цей мембранний метод очищення води можна порівняти з ультрафільтрацією за принципом дії, але є її відмінність. Вона полягає в тому, що мембрана при ультрафільтрації має асиметричну будову, а при мікрофільтрації все визначає її товщина.

Мембрани, що застосовуються у мікрофільтрації мають пористу структуру і діють як глибокі фільтри. Мікрофільтрація ефективна для видалення з води мікрочастинок та деяких макромолекул (рис. 2.7).



Рис. 2.7 Принцип мікрофільтрації

Найчастіше даний метод використовують на водозабірних спорудах як ступінь механічного очищення (для видалення завислих домішок). Мікрофільтрація також ефективна як додатковий ступінь очищення після засипних і сорбційних фільтрів.

2.1.2 Аеробні та анаеробні очисні системи

Біологічне очищення стічних вод засноване на застосуванні певних бактерій, які здатні розкласти в стічних водах органічні сполуки на безпечні для життя та здоров'я людини компоненти.

У сучасному світі поділяють штучні та природні методи біологічного очищення. Під природними методами мається на увазі очищення за рахунок використання природних процесів самоочищення у водній екосистемі, що супроводжуються утримуванням, зв'язуванням, перенесенням, трансформацією, мінералізацією забруднень [25].

Аеробні та анаеробні очисні системи – це методи біологічного очищення, є ефективними технологіями для очищення стічних вод. Ці системи використовують мікроорганізми для розкладання органічних забруднень у воді, забезпечуючи очищення води для подальшого використання.

Аеробне очищення стічних вод — це біологічний метод, який розщеплює органічні домішки та інші забруднювачі, такі як азот і фосфор, за допомогою кисню.

Для аеробної очистки потрібно безперервне надходження кисню (саме від кисню залежить життєдіяльність органічних речовин) та температура 20-40°C (рис. 2.8). Щоб забезпечити постійний доступ кисню на дні ємкостей прокладаються аератори – спеціальні трубки з отворами. Повітря, яке проходить по них, насичує стоки киснем і тим самим створює необхідні для життєдіяльності та зростання аеробів умови.



Рис. 2.8 Схема аеробного процесу очищення

Аеробний процес може відбуватись нормально, якщо концентрація органічної речовини в очищеній воді, виражена у біологічній потребі в кисні, не перевищуватиме певне значення. У зв'язку з цим під час біологічного очищення концентровані стічні води розводять слабко концентрованими побутовими стічними водами, а в окремих випадках чистою водою [26].

Аеробне очищення зазвичай використовується для очищення промислових стоків, які вже пройшли анаеробну очистку. Це гарантує, що стічні води повністю зіпсовані та можуть безпечно утилізуватись відповідно до екологічних правил.

Анаеробне очищення стічних вод — це біологічний процес, у якому мікроорганізми розкладають органічні забруднення за відсутності кисню. Анаеробний метод використовується для ліквідації мулу та інших твердих осадів.

Також використовується для переробки інших видів осадів, твердих відходів.

Анаеробний процес очищення включає кілька етапів, що показані на рис. 2.9. Усі стадії очищення тісно пов'язані між собою. У разі порушення одного етапу очищення припиняється.

На останньому етапі відбувається виділення метану (це є одним із недоліків даної системи). Тому анаеробні очисні системи розташовують на рівній місцевості, яка постійно продувається вітрами, при цьому обов'язково встановлюються датчики. Якщо концентрація метану підвищується спрацьовує система сигналізації.



Рис. 2.9 Схема анаеробного процесу очищення

Анаеробна очистка стічних вод використовується для очищення різноманітних потоків промислових стоків сільськогосподарської, харчової, пивоварної, молочної, целюлозно-паперової та текстильної промисловості, а також муніципального осаду стічних вод. Анаеробне очищення також використовується для спеціальних застосувань, таких як очищення потоків відходів неорганікою або хлорованою органікою, і добре підходить для очищення теплих промислових стічних вод.

Аеробне очищення має певні переваги перед анаеробним процесом очищення. До них відносяться зменшення запаху і краща ефективність видалення поживних речовин (сприяння прямому скиданню в поверхневі води або дезінфекції).

Оскільки обидва ці методи мають свої переваги та недоліки, для ефективного очищення стічних вод часто використовується комбінація анаеробних та аеробних процесів очищення. Стічні води, що надходять в аеробний реактор, часто проходять попередню обробку в анаеробному реакторі, щоб відповідати стандартним вимогам щодо скидання стічних вод енергоефективним і економічно ефективним способом.

2.1.3 Електрокоагуляція та електрофлотація як методи очистки води від нафтопродуктів

Електрокоагуляція та електрофлотація – це методи електрохімічної обробки стічних вод.

Методи електрокоагуляції та електрофлотації застосовуються на місцевих очисних спорудах, забруднених дрібно-дисперсними та колоїдними забруднювачами. Очищення проводиться від різних емульсій, масел, жирів, нафтопродуктів, сполук хрому та інших важких металів. Ефективність очищення така: з нафтопродуктів і масел 54-68%, з жирів – 92-99% [27].

Електрокоагуляція – процес прискорення злипання колоїдних частинок під дією електричного струму, що використовується у водоочищенні. Цей процес використовуються для очищення стічних вод, що забруднені тонкодисперсними та колоїдними домішками, від олій, нафтопродуктів, деяких полімерів, сполук хрому та інших важких металів.

Процес електрокоагуляції полягає у введенні іонів важких металів, що отримані електрохімічним шляхом. Для цього воду пропускають через електролізер – пристрій з опущеними в нього електродами (анодом та катодом). Для виготовлення анодів використовують залізо, алюміній, магній, часто і катоди виконують з того ж матеріалу, що дозволяє підвищити роботу апарату, проте потрібно періодично змінювати полярність електродів. На цьому принципі заснований процес електрокоагуляції забруднених стічних вод.

Оброблювана вода проходить спочатку попереднє очищення в механічному фільтрі та гідроциклоні. Процес електрокоагуляції відбувається в електрокоагуляторі-відстійнику із вбудованою в нього електродною системою. Частина коагульованих домішок флотується, інша осідає в нижній частині апарату. Флотовані продукти з верхньої частини апарату та осад з нижньої відводяться до збірки, звідки направляються на подальшу переробку. Освітлена вода використовується в оборотному водопостачанні.

На процес електрокоагуляції впливає матеріал електродів, відстань між ними,

швидкість руху стічної води між електродами, її температура та склад, напруга та щільність струму.

Метод електрокоагуляції є прогресивним і широко поширеним методом завдяки низькій початковій вартості встановлення та обслуговування, невеликій кількості утворення осаду після обробки з коротким періодом відстоювання та хорошій ефективності видалення забруднюючих речовин.

Електрокоагуляцію з алюмінієвими анодами застосовують для обробки стічних вод, що містять емульсії олій, жирів та нафтопродуктів з початковою концентрацією не більше 10 г/л. Сталеві електроди використовують для електрокоагуляції хроматів, важких металів, фосфатів, полімерів.

Електрофлотація – це спосіб очищення води, при якому дрібні бульбашки водню (H_2) і кисню (O_2), що утворюються при електролізі (розпаді) води на катоді та аноді відповідно, які агрегують домішки навколо себе та підіймають їх на поверхню води (вони стискаються зі завислими частинками забруднень, прилипають до них, а вже потім підіймаються при цьому утворюють пінний шар).

Якщо застосовувати розчинний матеріал електродів, електрофлотацію доповнює електрокоагуляція та сприяє підвищенню ефективності флотаційного процесу.

Електрофлотація ефективно використовується в промисловості для вилучення зі стічної води нерозчинних домішок фосфатів та гідроксидів металів, суспензій, смолистих речовин, емульгованих речовин, нафтопродуктів, індустриальних олій, жирів та ПАР, також зменшується кольоровість води на 93-96%.

Електрофлотатор може працювати автономно, а також у поєднанні з іншим обладнанням. Цей метод рекомендується використовуватиме очищення стічних вод виробничих підприємств. Ступінь такої очистки досягає до 98-99%.

Переваги цього методу очищення – відносна простота конструкції установки, висока надійність та високий ступінь очищення.

Фізико-хімічні методи очищення стічних вод використовують із реагентами, які входять у хімічну реакцію з домішками у питній воді. Це сприяє виділенню колоїдів, нерозчинних та частково розчинних речовин, що зменшує їх кількість та

концентрацію у стічній воді.

Але суттєвим недоліком електрофлотаційного способу є середня продуктивність електрофлотаторів, викид бульбашок водню, витрати на купівлю та обслуговування електродів, об'ємне утворення флотаційного шламу.

2.1.4 Використання природних сорбентів

Більшість методів та технологій механічного та фізико-хімічного очищення води від нафтопродуктів є багатостадійними, мають багато матеріальних витрат, потрібно задіяти багато установок для процесів, а найголовніше, що не забезпечується повне видалення забруднюючих речовин із стічних вод.

Після біологічного очищення ще залишається вміст забруднюючих речовин у воді, потрібне додаткове доочищення. Таким методом доочищення може бути метод сорбційного очищення стічних вод від нафтопродуктів, як найефективніший, що дозволяє наблизитися до концентрації вуглеводнів на рівні значень, максимально наближених до ГДК. Даний метод рекомендують застосовувати для вод із низькою забрудненістю нафтою та нафтопродуктами.

Звичайна оптимальна послідовність процесів фізико-хімічного очищення: коагуляція – відстоювання (флотація) – фільтрування – сорбція.

Адсорбційні технології є одним з найперспективніших і прогресивніших напрямів водоочищення [28]. Перевагою їх є доступність, дешевизна, наявність достатніх сировинних ресурсів, не токсичність, висока ефективність, можливість очистки стічних вод, які містять одразу декілька забруднювачів.

Сорбція – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, силікагелем, активною глиною тощо). Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м³) [28].

За механізмом видалення нафти розрізняють сорбенти, у яких домінує фізична поверхнева сорбція. Сорбенти можуть працювати за прикладом адсорбентів (поверхнево поглинати) або як абсорбент (всмоктувати).

Адсорбція нафтопродукту відбувається вибірково, збираючи з поверхні речовини. А абсорбенти вбирають у себе нафтопродукти. Рідини проходять у твердий поглинаючий матеріал, як по капілярах, відбувається набухання абсорбенту. Рідини з'єднуються з матеріалом так, що вони не витікають і не можуть бути “вичавлені” під тиском. Абсорбенти виготовляють зі штучних полімерів з великою площею поверхні для швидкої абсорбції, проте вони мають суттєвий недолік – це час, що значно триваліше, ніж зазвичай (їх частіше використовують для видалення малов'язких рідин або хімічних речовин. Тому абсорбенти майже не використовують при усуненні розливів нафтопродуктів, на відміну від адсорбентів.

Основними технологічними параметрами фільтрів із зернистими завантаженнями є швидкість фільтрування, висота шару матеріалу, що фільтрує, форма зерна матеріалу, його пористість і неоднорідність.

Сорбенти повинні відповідати певним критеріям:

1. Здатність матеріалів поглинати нафту та нафтопродукти.
2. Плавучість для ефективної дії на плаваючу нафту.
3. Насищення (сорбенти можуть швидко насичуватись нафтою, вже після ці матеріали не можуть в себе вбирати та їх необхідно видалити, щоб запобігти витіканню).
4. Утримання нафти (є проблемою при використанні сорбентів з низьким внутрішнім запасом міцності, зокрема це стосується органічних сорбентів).
5. Міцність та довговічність (важлива в тих випадках коли сорбент довгий час залишається на поверхні, яка є забрудненою нафтою та нафтопродуктами. Сорбенти можуть почати руйнуватись та розкладатись на частини за невеликий проміжок часу в результаті впливу навколишніх факторів).
6. Ферментація.
7. Вартість (залежить від матеріалів, що використовуються. Органічні та неорганічні матеріали є дешевшими, ніж синтетичні).
8. Доступність, зберігання та транспортування.

Головний недолік застосування сорбентів – необхідність утилізації відпрацьованого сорбенту, способи промивання водою з поверхнево-активними

речовинами або екстрагентами.

Найбільш доступними та екологічно чистими для очищення стічних вод від забруднення нафтою та нафтопродуктами є сорбенти природного походження і відходи з виробництва рослинного походження.

Найчастіше застосовують деревну тріску і кору [29], целюлозу [30], лушпиння соняшнику [31], модифікований торф, шерсть, відходи виробництва льону. Одним з кращих природних адсорбентів, порівнянних за своєю здатністю до поглинання є шерсть. Проте після декількох таких разів застосування шерсть стає непридатною для подальшого використання. Висока вартість шерсті, недостатня її кількість і високі вимоги до зберігання не дозволяють вважати її перспективним адсорбентом.

Варто зазначити, що найперспективнішим напрямком у застосуванні сорбентів вважається розробка та використання матеріалів на основі рослинних відходів. Такі сорбенти при попаданні в довкілля не завдають їй екологічної шкоди.

Характеристики природних матеріалів, які застосовуються як сорбенти для збирання нафти і нафтопродуктів наведені в таблиці 2.1 [33].

Таблиця 2.1

Характеристики природних сорбентів

<i>Матеріал</i>	<i>Нафтопоглинання, г/г</i>	<i>Водопоглинання, г/г</i>	<i>Ступінь віджима нафти, %</i>
Солома пшенична	4,1	4,3	36
Листя	6,1	4,6	31
Лушпиння соняшнику	3,0 – 3,5	2,2	44
Кора сосни	0,3	0,8	0
Дерев'яна тирса	1,7	4,3	10 – 20
Торф	17,7	24,3	74
Мох сухий	3,5 – 5,8	3,1 – 3,5	-
Шерсть	8,0 – 10,0	4,5	87

В таблиці видно, що торф та шерсть мають найбільше нафтопоглинання. Проте шерсть не можна вважати ефективним сорбентом, оскільки вона є має високу

вартість, також має підвищені вимоги до її зберігання.

Автори [32, 34 – 35] розглядають як природний сорбент для очищення від нафти та нафтопродуктів – лушпиння соняшнику.

Лушпиння соняшника – це продукт, що утворюється при переробці насіння соняшника. Воно містить в своєму складі в основному жиру: 3%, білка 3,4%, безазотистих екстрактивних речовин 29,7%, клітковина 61,1%, зола 2,83%.

В роботах, що зазначені вище показано що попередня термообробка сорбенту позитивно впливає їх на поглинальну здатність. В [29, 32, 34-35] експериментально показано та доведено, що за температури 200°C ступінь очищення збільшується у 2 рази з використанням обробленого лушпиння соняшника.

В таблиці 2.2 показані результати дослідження сорбентів на ступінь вилучення нафти та нафтопродуктів з води.

Таблиця 2.2

Сорбція нафтопродуктів різними сорбентами [36]

<i>№</i>	<i>Сорбент</i>	<i>Ступінь вилучення нафтопродуктів, %</i>
1	Відходи рису	41,3
2	Відходи соняшника	99,2

В статті [36] розглянуто та виконано порівняння в лабораторних умовах таких природних сорбентів, як лушпиння рису та соняшника (в тексті зазначено, що використовували саме відходи сільськогосподарського виробництва). Для досліду сорбенти засипали в колонки на висоту стовпчика 6 см, через неї пропускали 1 літр води, що вміщував в собі 36,0 мг/л нафти.

Ефективним для очищення води від нафтопродуктів є використання, як природного сорбенту – деревної щепи. При використанні необробленого сорбенту ступінь очищення – 8,5%, проте якщо попередньо тирсу піддати термічній обробці то відсоток зростає до 50,4%.

Авторами [37] розглянуто використання як природного сорбенту – лушпиння гречки (попередньо обробленої оксалатом амонію), отриманий результат – на 69,9%

очищена вода від нафтовмісних речовин.

Тобто, використання природних сорбентів, особливо відходів сільськогосподарського виробництва є перспективним у подальшому впровадженні та використанні на невеликих об'єктах, в тому числі на автомийках. Переваги використання природних сорбентів включають їхню біорозкладаючу природу, доступність і вартість. Однак ефективність може залежати від конкретного типу забруднення та умов довкілля. Перед використанням будь-якого сорбента слід вивчити його властивості та оптимальні умови застосування.

2.2 Переваги та недоліки методів для забезпечення оборотного водоспоживання автомийок

Методи для очищення стічних вод для оборотного водопостачання автомийок дозволяють зменшити в ній не тільки нерозчинні домішки, а також зменшити кількість ПАР та нафтопродуктів, що присутні після миття автомобіля (рис. 2.10). На сьогоднішній день застосовуючи методи очищення води, можна досягнути високого ступеня очищення.

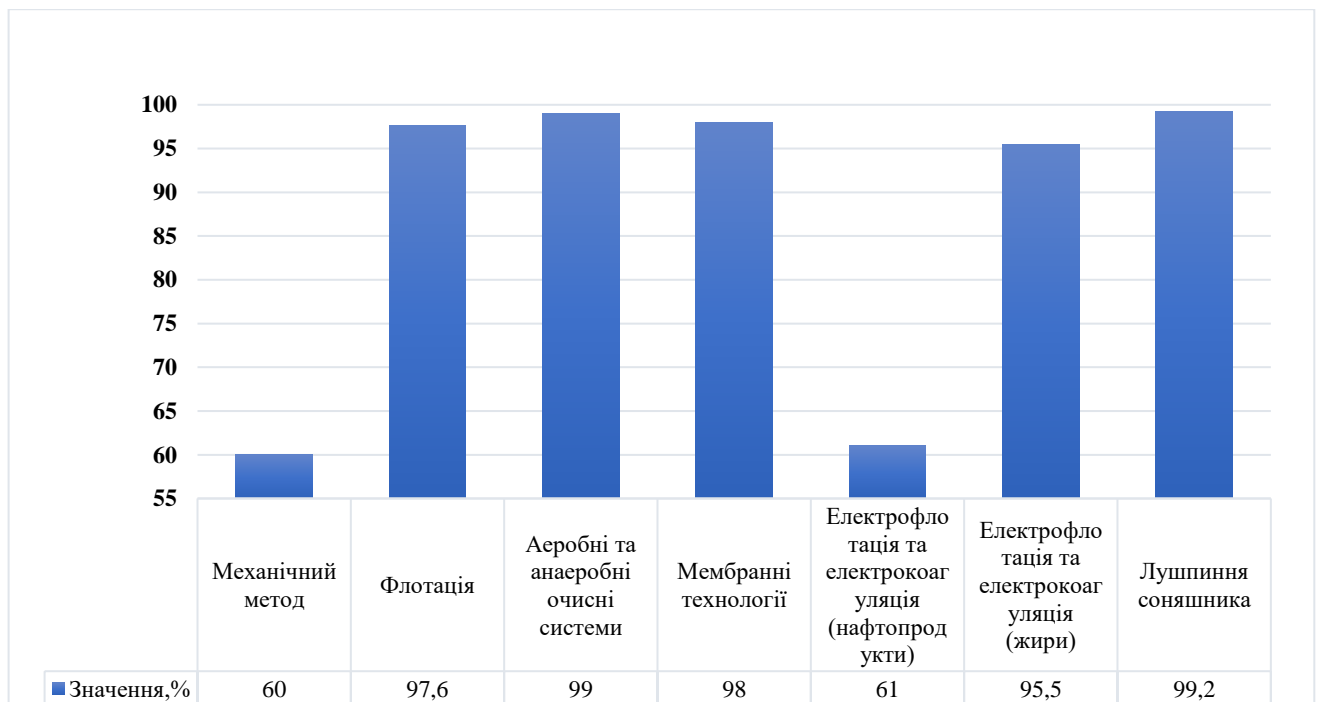


Рис. 2.10 Ефективність очищення води традиційними та інноваційними методами

Отже, аналізуючи діаграму стічні води автомобільних мийок можна очистити використовуючи:

- механічний метод (відстоювання та фільтрування) вода очищується від домішок на 60%;
- флотацію – в середньому 97,6% (очищення від нафтопродуктів, жирів, масел – до 98%, дрібнодисперсних частинок – до 95%);
- анаеробні та аеробні системи – на 99%;
- мембранні технології (від мікроорганізмів та бактерій) – 98%;
- електрофлотацію та електрокоагуляцію – з нафтопродуктів і масел 54-68% (в середньому 61,0%), з жирів – 92-99% (в середньому 95,5%);
- лушпиння соняшника (природний сорбент), очищує воду від нафти та нафтопродуктів – 99,2%.

Проте дана ефективність досягається тільки тоді, коли всі умови (до обладнання, і до технологічної послідовності) дотримуються без відхилень. Таку воду після очищення можна використовувати не тільки у виробничих цілях, а й у господарських.

У табл. 2.3 узагальнено та виділено переваги та недоліки використання вище описаних методів очищення стічних вод, що застосовуються для ефективного функціонування автомобільних мийок.

Таблиця 2.3

Традиційні та інноваційні методи, рекомендації щодо їх застосування

Метод	Переваги	Недоліки
<i>Мембранні технології</i>	<ul style="list-style-type: none"> – компактне обладнання; – надійна фільтрація; – низьке електроспоживання. 	<ul style="list-style-type: none"> – високі вимоги до якості води; (необхідність здійснення попередньої водопідготовки; пом'якшення, ультрафільтрація); – великі витрати води на власні потреби $\approx 25\%$; – висока чутливість мембран до забруднень; – обмежений температурний інтервал застосування (5-35 °C).

Механічні методи	<ul style="list-style-type: none"> – простий у застосуванні; – не потребує великих матеріальних вкладень; – речовини, що відфільтровані можна надалі використовувати на певних виробничих процесах. 	<ul style="list-style-type: none"> – очищення не здатне відокремити від рідини найдрібніші розчинені частки; – використовується лише як попередня очистка.
Флоатація	<ul style="list-style-type: none"> – невеликі капіталовкладення; – швидкий процес, в порівнянні з механічними методами; – високий ступінь очищення; – малі втрати води. 	<ul style="list-style-type: none"> – видаляються не всі забруднюючі речовини (ефективність залежить від гідрофобності речовини); – додаткові витрати на реагенти (покривається гідрофобність речовин); – відсутність універсального методу для видалення суспензій.
Аеробні та анаеробні очисні системи	<ul style="list-style-type: none"> – мінімальні витрати на роботу та обслуговування; – не виділяють шкідливі речовини; – стічні води є екологічними (їх можна сміливо зливати в ґрунт і це не вплине на стан навколишнього середовища); – ефективне видалення органіки та інших компонентів. 	<ul style="list-style-type: none"> – потрібне чітке дотримання технологічного процесу; – при роботі з деякими продуктами необхідний додатковий етап очищення від нафтопродуктів; – потрібні великі земельні ділянки для реалізації методу.
Електрофлоатація та електрокоагуляція	<ul style="list-style-type: none"> – високий ступінь очищення; – розміри очисних установок не великі; – видалення токсичних речовин, нафти та нафтопродуктів із стічних вод. 	<ul style="list-style-type: none"> – висока вартість обладнання; – високе енергоспоживання; – утворюються відкладення солей на електродах.
Сорбція (використання природних матеріалів)	<ul style="list-style-type: none"> – високий % очищення від нафти та нафтопродуктів; – не висока собівартість; – доступність; – використання відходів сільськогосподарського виробництва. 	<ul style="list-style-type: none"> – велика кількість відходів; – не встановлені можливості утилізації чи подальшого використання сорбентів після очищення.

Процеси обробки води на основі мембран, такі як зворотний осмос, вимагають в основному роботу на пізньому етапі, оскільки більша частина процесу автоматизована. Для цього процесу також потрібні такі хімічні засоби, як миючі засоби та засоби проти накипу, які є дорогими. Вони також є енергоємними та

утворюють багато залишків у формі концентратів, які потребують обережного поводження та утилізації.

Потрібно також враховувати, що застосування лише одного методу не може повністю усунути всі потенційні небезпеки, але використання комбінації методів може підвищити ефективність: наприклад змішані “гібридні” мембранні технології.

Гібридні мембранні процеси стосуються поєднання одного або кількох мембранних методів з іншими одиничними процесами, такими як коагуляція, іонообмін, адсорбція або інші мембранні процеси, щоб забезпечити кращу продуктивність, ніж будь-яка з технологій як автономний процес [38]. Кожен компонент у гібридному процесі має тенденцію доповнювати недоліки іншого, тим самим збільшуючи виробництво якісно очищеної води.

Вибір найкращих доступних технологій очищення води є для проектувальників на виробництві досить складним завданням, зумовленим різноманітністю забруднюючих речовин у стічній воді та високими вимогами до якості її очищення. На підставі результатів аналізу стічної води можна спроектувати очисні споруди та підібрати відповідне обладнання. Вибір обладнання для очищення стічних вод потрібно здійснювати шляхом порівняння даних про якість води з характеристиками даних технологічного обладнання.

2.3 Висновки до розділу

На даному етапі розвитку застосовуються такі типи очищення стічної води автомобільних мийок: відстоювання, фільтрування, флотаційна обробка, поєднання цих типів, а також нові технології такі як, мембранні та біологічне очищення.

Таким чином, на сьогоднішній день існує достатня кількість екологічно чистих методів очищення стічних вод автомийок, які в подальшому забезпечують оборотне водоспоживання на даному об’єкті. Саме застосування цих методів дозволяє зменшити (або майже звести до 0) використання чистої води, а також робить стічні води екологічно чистими для навколишнього середовища. Однак ще багато методів знаходяться на стадії розробки, лабораторних та виробничих випробуваннях.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ ОБОРОТНОЇ ВОДИ НА АВТОМІЙЦІ

3.1 Технологічна схема очищення оборотної води від нафтопродуктів

Технологічні процеси, пов'язані з миттям автомобілів, супроводжуються споживанням великого обсягу води та забрудненням стоків нафтопродуктами та ПВА. Тому для того щоб зменшити ці процеси впроваджується технологія оборотного водоспоживання на автомийках (заощаджується до 90% води та 50% миючих засобів).

Правильно спроектовані очисні установки для автомийок дозволяють очищати відпрацьовану воду від забруднень:

- хімічно активних миючих засобів;
- нафтопродуктів;
- забруднень із поверхні транспортних засобів;
- заліза, солей жорсткості та хлору.

Використана на автомийках вода потрапляє у відстійник для механічного очищення (видаляються великі частки та пісок, а також очищується від нафтопродуктів). Потім відбувається очищення води для миття від інших домішок.

Установки дозволяють очистити використану воду від бруду, солей і нафтошлему, перш ніж направити в стік або застосувати повторно. Нафтопродукти, що потрапляють на вхід очисного обладнання автомийки, складаються головним чином бензину, дизельного палива і мастильних матеріалів. Їх основними особливостями є менша порівняно з водою щільність і низька розчинність. Крім нафтопродуктів, що видаляються очисними спорудами для автомийок, необхідно пам'ятати про можливе забруднення стічних вод гальмівними рідинами, антифризами.

Вибір схеми очищення стоків миття автомобілів залежить від наступних

факторів:

- кількість, склад та властивості стічних вод;
- можливість їх достатньої очистки для оборотного використання;
- схема очищення стоків повинна забезпечувати повний водообіг води, що очищається, і виключати скидання води на ґрунт і в навколишнє середовище;
- розміри приміщень для обладнання, особливості території та ґрунту.

На рис. 3.1 показано технологічну схему очищення стічних вод автомийок, які відповідає такі методам очищення води: відстоювання – фільтрація – флотація – очищення сорбентами.



Рис. 3.1 Модернізована технологічна схема очищення оборотної води від нафтопродуктів з використанням сорбції

Опис технологічної схеми: забруднені стічні води автомийок поступають на пісковловлювач (для видалення важких домішок), потім вони потрапляють у нафтопастку (видаляється лише частина емульгованих нафтопродуктів). Далі не повністю очищена вода направляється на флотаційну установку (так званий флотатор), на якій видаляється велика частина нафтопродуктів. Після цього вода подається на установку на яку подають сорбент (в якості природного сорбенту для наших розрахунків – використовуємо двокомпонентний сорбційний фільтр на основі лушпиння соняшника та деревної щепи осики). Після останнього етапу очища вода направляється для подальшого використання в оборотному водоспоживанні, а вже відпрацьований природний сорбент – на утилізацію. Отже, постає питання методів утилізації або подальшого використання відпрацьованого лушпиння соняшника. Це

питання буде розглянуто та запропоновано шляхи вирішення нагального питання в наступних підрозділах дипломної роботи.

Узагальнена схема очищення стічних вод автомийок показана на рис. 3.2. Слідуючи за схемою забруднена вода спочатку потрапляє у відстійник (використовується метод механічної фільтрації), зверху відстійника знаходиться плаваючий нафтозбирач (можна використовувати природні сорбенти).

Основною особливістю вмісту нафтопродуктів є їх слабке емульгування та адсорбція, що суттєво ускладнює використання осаду з відстійників без його додаткової обробки та утилізації нафтопродуктів, що випливи. Відпрацьовані олії є основними органічними забруднювачами, що затримуються на очисних спорудах автомийок, частина їх спливає на поверхню відстійників, частина збирається на мінеральних частках шламу і знаходиться в осаді у відстійниках.

Після попереднього процесу насосом для подачі, вода подається на мембранний флотатор (відбувається насичення стічної води бульбашками повітря, після цього процесу утворюється піна, яка абсорбує залишки нафти, нафтопродуктів та миючих засобів). Після очистки вода надходить у резервуари, а потім використовується на технологічних процесах миття автомобілів.



Рис. 3.2 Схема очищення стічної води автомийок для забезпечення оборотного водоспоживання

Екологічно чиста сучасна автомийка потребує хорошої технології миття, належної системи оборотного водопостачання з наступними передовими методами

очищення води. Професійні системи регенерації автомийки використовують воду, оброблену одним або кількома з цих методів. Тому важливо зазначити, що вибір неправильної комбінації очисних розчинів або процесів обробки може створити більше проблем, ніж вирішити.

Технологічна схема, яка була запропонована нами для очищення стічних вод автомийок, щоб забезпечити оборотне водоспоживання, є ефективною для використання. Оскільки, в цій схемі запропоновано використовувати сучасні та результативні методи для очищення води.

Стічні води автомийок містять у своєму складі тверді залишки, а також ПАР, нафту та нафтопродукти. У системах оборотного водопостачання передбачається багаторазове використання однієї й тієї ж води. Для забезпечення оборотного водоспоживання варто застосовувати такі методи очистки стічних вод:

- відстоювання (встановлення нафтопасток);
- фільтрування;
- флотація (також можна використовувати електрофлотацію, метод є ефективним, проте потребує спеціального додаткового обладнання, що є економічно затратним);
- сорбція (використання природних сорбентів, робить очищення від нафти – екологічно безпечним та не несе великих матеріальних втрат).

Найбільш поширеним методом виділення нерозчинних домішок (зважених речовин, смол та олій) є відстій.

Фільтрація допомагає позбавитися механічних частинок, хімічних домішок, органічних сполук, важких металів, бактерій та інших забруднень.

На даний час є значна кількість нових методів очищення стічних вод, таких як: використання мембранних технологій, аеробні та анаеробні очисні системи (біологічні), а також використання природних сорбентів. Для автомобільних мийок доцільно використовувати очищення сорбентами, оскільки інші інноваційні методи несуть великі матеріальні затрати, а також потребують великої площі для очисних споруд.

Таким чином, використання оборотного водопостачання із системою біосорбційного очищення на основі лушпиння соняшника та тирси дозволяє не лише зменшити кількість скиданих у довкілля забруднених стічних вод, а й скоротити обсяг споживаної води. Крім того, відходи сорбентів після використання в сорбційній установці підлягають повній подальшій утилізації з використанням технології спалювання (при цьому застосовуючи теплову енергію для обігріву приміщень автомийки та відправки відпрацьованих залишків на спеціальні звалища).

Отже, для забезпечення оборотного водопостачання необхідно на автомийках встановлювати ряд очисних споруд, які будуть в кінцевому результаті давати очищену воду тієї якості, яку прагне отримати як користувач так і власник мийки, а також без шкоди для навколишнього середовища.

3.2 Двокомпонентний сорбційний фільтр

Останнім часом широкого поширення набуло використання рослинних сорбентів, отриманих з тирси, листового опаду, шкаралупи горіхів, лушпиння соняшника. Кожна область в залежності від специфіки промисловості, географічного положення має великі запаси того чи іншого рослинного відходу, який здебільшого спалюється (що погіршує екологічний стан атмосферного повітря).

Для поліпшення сорбційного очищення стічних вод від органічних та неорганічних забруднень були розроблені та експериментально апробовані нові, ефективні та дешеві сорбенти на основі рослинних відходів (лушпиння соняшника) та деревної щепи.

В модернізованій технологічній схемі для доочищення стічної води від нафти та нафтопродуктів на останньому етапі встановлено сорбційну установку з двома природними наповнювачами. Як природні сорбенти розглянемо лушпиння соняшнику (рис. 3.3) – є альтернативним джерелом для очищення води (до 80 т/рік вивозиться на звалища без подальшого використання), та деревну щепу (рис.3.4) – її пориста структура робить її чудовим сорбентом для нафтопродуктів.

Лушпиння соняшнику та щепи обидва ці матеріали мають високу поверхневу

площу та гідрофобні властивості, що робить їх ефективними для вбирання нафтопродуктів.

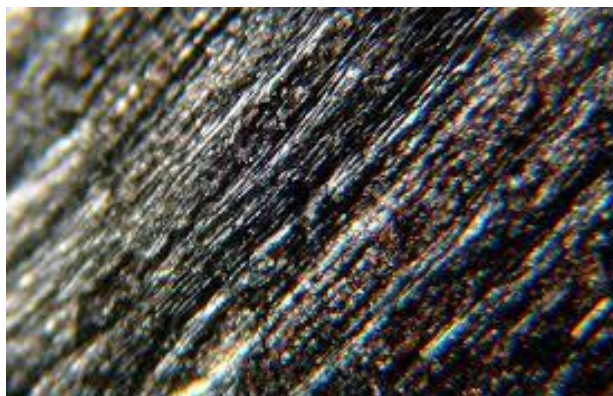


Рис. 3.3 Структура лушпиння соняшника

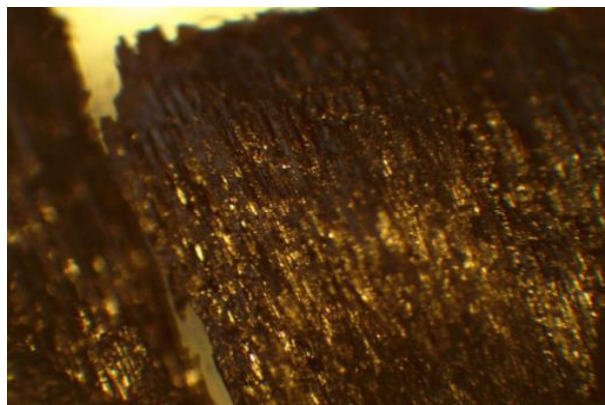


Рис. 3.4 Структура деревної щепи (тріски)

На території України 2023 році посіяно 5,042 млн га соняшнику [39], отже відходів від його подальшого використання буде значна кількість. У таблиці 3.1 показано відсоткове співвідношення використання соняшникового лушпиння [40].

Лушпиння соняшнику є доступним та дешевим для використання у якості сорбенту. Його пористість складає 60-75 %, а площа питомої поверхні – 0,27 м²/г [35].

Таблиця 3.1

Використання лушпиння соняшника на території України

<i>Шляхи утилізації</i>	<i>тис. т/рік</i>	<i>% від загального обсягу</i>
Спалювання	390	57,8
Виробництво гранул/брикетів	150	22,2
Вивіз на звалища	80	11,9
Інше (будівництво, як добавка до корму тварин)	55	8,1

Вивчення мікроструктури поверхні частинки лушпиння соняшнику як сорбенту показало наявність мікропор, діаметром більше 0,005 мкм, перехідних пор, розміром менше 0,05 мкм та макропор, розмір яких коливається в інтервалі 0,05-0,5 мкм [41]. Ефективність очищення стічних вод забруднених нафтою та нафтопродуктами

лушпинням соняшнику показано у роботі [35], і встановлено, що при 9-ти разовій фільтрації можна досягти ступінь очищення – 88%.

Деревна щепа (тріска) – це природній сорбент, що є у доступі постійно (не зважаючи на сезон), оскільки лісозаготівля відбувається цілий рік. На виробництві даний матеріал є залишком пиломатеріалів, що не застосовується як основна сировина в споживчих та будівельних цілях. Баланс їх хімічних речовин: 50% вуглець, 6% водень, 44% кисень та близько 0,1% азоту.

Деревна щепа має пористу структуру, гідрофільна, а також сорбція нафти на нафтопродуктів відбувається як на поверхні, так і в середині пор. Деревна щепа має властивості абсорбції та адсорбції, що можуть бути корисними при видаленні нафтопродуктів з води.

В залежності від породи деревини залежить нафтоємність деревної щепи (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Нафтоємність абсолютно-сухої тирси порід деревини

<i>Порода деревини</i>	<i>Нафтоємність, г/г</i>
Ялина	2,4
Осика	3,4
Сосна	2,3
Клен	2,9
Береза	1,9

Властивості деревної щепи, що роблять її ефективною для очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів:

- тріска має високі абсорбційні властивості, що дозволяє їй збирати і утримувати нафтопродукти в своїй структурі;
- високий ступінь поглинання води;
- має велику поверхневу площу, що сприяє високій ефективності в процесі фільтрації та адсорбції;
- застосування можливе за будь-яких температур;

- недорогий та легко доступний матеріал.

Природні сорбенти можна модифікувати за допомогою різних методів обробки (кислотної, термічної, сольової та ін). При цьому змінюється мікроструктура сорбенту, збільшується його пористість та питома поверхня. Крім цього обробка підвищує іонообмінні властивості за рахунок зміни складу обмінних катіонів та відкриває нові активні осередки. Термообробка породжує збільшення адсорбційної ємності за рахунок видалення адсорбованої води та деяких інших компонентів.

Використання двокомпонентного сорбційного фільтру на основі лушпиння соняшнику та деревної щепи осики є ефективним, це можна аргументувати, тим що:

- збільшується діапазон діаметрів пор для більш ефективної сорбції нафтопродуктів;

- підбір оптимального гідравлічного опору фільтру для забезпечення безперервного якісного очищення воду. Використовуючи лише лушпиння соняшнику опір фільтру – дуже високий, а якщо деревну щепу осики – то гідравлічний опір занадто малий та емульсія швидко протікає і не встигає очиститись до потрібних показників.

- покращуються показники горючості паливних брикетів, що будуть виготовлені з відпрацьованих природних сорбентів, оскільки збільшується теплоємність за рахунок наявності деревної щепи;

- механічні показники паливних брикетів будуть кращі, оскільки вони стануть міцніші та витрати на клеючі речовини зменшуються.

Отже, використання двокомпонентного сорбційного фільтру в основі якого лежить використання лушпиння соняшнику та деревної щепи осики є ефективним та екологічно безпечним при очищенні стічних вод автомийки забруднених нафтою та нафтопродуктами. Також, сорбенти перед їх безпосереднім використанням варто термічно обробити, і саме це підвищить ефективність його застосування. Використовуючи термічно оброблене лушпиння соняшнику та деревну щепу можна досягти високого рівня очищення від нафти та нафтопродуктів, при цьому використавши меншу кількість вхідної речовини.

3.3 Розрахунок витрат на сорбенти для очищення стічних вод

Кількість літрів води, яка потрібна для миття автомобіля, залежить від кількох факторів, таких як тип миття (ручне або автоматичне), ступінь забруднення автомобіля, тип обладнання та системи очищення води, які використовуються, та інші чинники. Для того, щоб зменшити кількість використовуваної води на сучасних автомийках встановлюють системи очищення води, які забезпечують повторне використання води.

При використанні ручного миття може знадобитись 50-100 л води в залежності від ефективності та ретельності миття, а також від ступеня забруднення автомобіля.

На автоматичних мийках води використовується в 2 рази менше в порівнянні з ручним миттям. Використовується 80 - 100 л на одне миття в залежності від типу обладнання та налаштувань.

Для розрахунку витрат на сорбенти для очищення стічної води з миття автомобіля візьмемо найменше значення використовуваної води для автоматичних мийок – 80 л (останнім часом, все більшої популярності набирає саме автоматичне миття в порівнянні з ручним).

Для очищення 80 дм³ стічних вод автомобільних мийок для досягнення оптимальних показників ГДК необхідно 2,9 кг лушпиння соняшнику [34].

Оскільки, нами запропоновано використання двокомпонентного сорбційного фільтру на основі лушпиння соняшнику та деревної щепи осики – то їх застосування буде у співвідношенні 50:50. Таке співвідношення можна обумовити тим, що обидва сорбенти мають різний діаметр пор для кращої сорбції нафтопродуктів. Також лушпиння соняшнику та деревна щепка мають різний гідравлічний опір (високий та малий відповідно), то для забезпечення високого рівня очищення будемо використовувати сорбенти в однаковому співвідношенні.

Тобто, для очищення 80 л стічних вод автомийки необхідно 1,45 кг лушпиння соняшнику (вартість 1 кг – 10 грн.) та 1,45 кг (вартість 1 кг – в середньому 14 грн.) деревної щепи.

- 1) $1,45 \text{ кг} \times 10 \text{ грн.} = 14,5 \text{ грн.}$ – вартість лушпиння соняшнику, для очищення води після миття 1 автомобіля
- 2) $1,45 \text{ кг} \times 14 \text{ грн.} = 20,3 \text{ грн.}$ – вартість деревної щепи осики, для очищення води після миття 1 автомобіля
- 3) $14,5 \text{ грн.} + 20,6 \text{ грн.} = 35,1 \text{ грн.}$ – вартість природних сорбентів для очищення стічних вод після миття 1 автомобіля

Можна, розрахувати також вартість сорбентів, що необхідні для очищення стічних вод одного поста автомийки за один день. В середньому на миття автомобіля потрібно близько 20 хвилин і 80 л [42].

Отже, за 8 робочих годин витрата води складає $80 \times (8 \times 60/20) = 1920 \text{ л.}$

Тобто, для очищення стічної води 1 поста автомийки за робочий день необхідно 34,8 кг лушпиння соняшнику та стільки ж деревної щепи осики.

Грошові витрати на очищення двокомпонентним сорбційним фільтром складатимуть $\left(1920 \frac{\text{л}}{80\text{л}}\right) \times 35,1 \text{ грн.} = 842,4 \text{ грн.}$

Отже, для того щоб очистити 80 л стічних вод (приблизно стільки води потрібно для миття 1 автомобіля) тільки на сорбенти витрачається 35,1 грн. – це без врахування витрат на електроенергію, амортизацію, додаткові засоби для попереднього очищення стічних вод, що представлені в технологічній схемі (див. рис. 3.1).

3.4 Способи утилізації використаного сорбенту

Сорбенти при розпаді виділяють небезпечні токсичні речовини, що мають серйозні наслідки для довкілля. Особливо небезпечними є сорбенти, які були використані для поглинання нафтопродуктів. Щоб уникнути забруднення довкілля потрібна правильна утилізація.

Застосовують три основні методи переробки та знешкодження відходів:

1. спалювання;
2. зневоднення;
3. сушка з поверненням нафтопродуктів у виробництво.

Найчастіше використовується спалювання нафтовмісних відходів у спеціальних печах, що є екологічно безпечним та майже не залишає відходів.

Після процесу сорбції виникає проблема в утилізації використаного лушпиння соняшнику та деревної щепи після очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів.

Відпрацьовані сорбенти часто відправляють на спеціальні звалища, або поміщають у паливні брикети. Також їх застосовують у ролі смоловмісних добавок в асфальтових сумішах або покрівельних матеріалах. Як паливо можна застосовувати лише природні сорбенти органічного типу з низьким показником зольності. Отже, використані сорбенти для двокомпонентного фільтру – лушпиння соняшнику та деревну щепу осики можна в подальшому використовувати як елемент палива.

Відходи після очищення води сорбентами: жмих, ПАР, нафтопродукти можна спалювати, і при цьому застосувати їх для обігріву приміщень автомийки. Таке використання є ефективним та дозволяє створити безвідходне очищення стічних вод.

На рис. 3.5 показано схему утилізації використаних сорбентів після їх використання методом спалювання. Спалювання відбувається при температурах не нижче 600°C, при цьому додаткових паливних елементів не потрібно. Проте, ми пропонуємо застосовувати даний метод більш ефективно для функціонування автомобільної мийки. Під час спалювання відпрацьованого лушпиння соняшника та деревної щепи виділяється теплова енергія, яку можна використати для обігріву підсобних приміщень автомийки.



Рис. 3.5 Утилізація відпрацьованого сорбенту методом спалювання

Саме ця схема зменшить витрати на купівлю елементів для обігріву та вирішить проблему з методами та процесами утилізації кінцевих продуктів очищення стічної води. Після спалювання – залишки (але при цьому вони мають вже значно меншу вагу, а небезпечні речовини стали – інертними), потрібно відправити на спеціальні звалища для подальшої їх утилізації.

На рис. 3.6 показано схему переробки використаних для очищення стічних вод автомийки лущиння соняшнику та деревної щепи використовуючи метод високотемпературної переробки. Це є новий метод термічного знешкодження, він є дорогим та потребує спеціального додаткового обладнання. Відходи спалюють при температурах 700 – 800°C, а для високотемпературна переробка відбувається при 1200 – 1600°C. Вона здійснюється за допомогою термічно-плазмових генераторів, і цей метод на даний момент інтенсивно розробляють та досліджують.

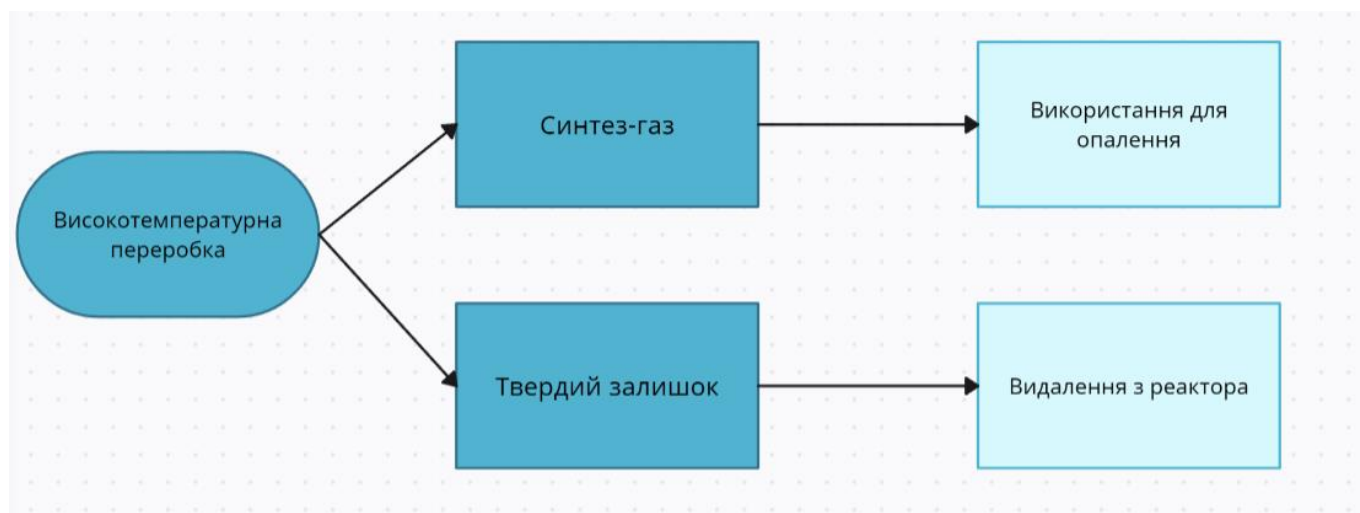


Рис. 3.6 Використання високотемпературної переробки використаних сорбентів для двокомпонентного сорбційного фільтра

Піролізна установка в єдиному комплексі з підприємством промислового сортування дозволяє добитись безвідходної переробки сміття (залишок складає 3-5% від початкового обсягу сміття). При цьому виробляється технічний вуглець і рідке паливо. Енергія використовується для роботи того ж підприємства [43].

Метод високотемпературної переробки (піролізу) є методом, що не забруднює навколишнє середовище шкідливими продуктами горіння та переробки. В

Європейських країн даний метод має найбільшого поширення, а також починає впроваджуватись та застосовуватись на території України.

Оскільки нам потрібно утилізувати відходи після очищення стічних вод автомийок найбільш раціонально використовувати спалювання. Тому, що для того щоб забезпечити піроліз потрібні великі приміщення в яких буде розташовано спеціальне обладнання. В умовах автомийок це буде не можливим, а також буде нести великі матеріальні затрати. Використання високотемпературної переробки буде доцільним, якщо поряд з автомийкою будуть знаходитись великі підприємства, що також будуть потребувати утилізації відходів. Тоді споруди для утилізації можна буде створювати на декілька установ чи підприємств, що буде не тільки забезпечувати екологічну безпеку для навколишнього середовища, а також економічно вигідним.

Отже, для утилізації використаних сорбентів – лушпиння соняшнику та деревної щепи доцільно використовувати метод спалювання. З відпрацьованих сорбентів можна виготовляти паливні брикети, що будуть в подальшому використані для опалення приміщень. Оскільки, використовуються два природні сорбенти, то відповідно і збільшується теплоємність, це досягається за рахунок наявності в складі брикетів – деревної щепи осики.

3.5 Рекомендації для зменшення впливу на навколишнє середовище функціонування автомийок

В результаті досліджень, що були виконані в рамках дипломного проекту, розроблено рекомендації, щодо зменшення впливу на навколишнє середовище функціонування автомобільних мийок:

- забезпечити оборотне водоспоживання для миття автомобілів, що зменшить витрати чистої води та зменшить навантаження на навколишнє середовище важкими речовинами;
- використовувати методи очищення стічних вод, що запропоновані в попередньому розділі для зменшення кількості завислих речовин, ПАР, нафти та нафтопродуктів;

- дотримуватись ГДК речовин, що є у складі стічних вод;
- використовувати двокомпонентний сорбційний фільтр на основі лушпиння соняшника та деревної щепи (тріски) осики для кінцевого очищення води;
- виготовляти паливні брикети з використаного сорбенту для опалення приміщень автомийки;
- залишки після виготовлення брикетів та їх утилізації відправляти на спеціальні звалища, що регламентовані законодавством.

3.6 Висновки до розділу

Таким чином, запропоновано оптимальну схему очищення стічних вод автомобільних мийок з врахуванням ефективності та раціональності використаних методів. В технологічній схемі послідовно використовуються такі методи очищення, як: відстоювання, фільтрування, флотація та сорбція (використання двокомпонентного сорбційного фільтру).

Розглянуто ефективність використання лушпиння соняшнику на основі досліджень авторів [32, 34-35], що дозволяє досягнути ступінь очищення води 99,2%. Також, запропоновано використовувати двокомпонентний сорбційний фільтр на основі лушпиння соняшнику та деревної щепи осики, що підвищить рівень очищення стічних вод автомийки від нафтопродуктів. Також, надано рекомендації та способи утилізації використаного сорбенту для забезпечення безвідходного виробництва.

В роботі обґрунтовано раціональний спосіб та схему очищення стічних вод та надано рекомендації щодо зменшення впливу на навколишнє середовище функціонування автомийок.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Стандарт України ДСТУ 2293-99 “Охорона праці. Терміни та визначення основних понять” встановлює терміни і визначення основних понять з охорони праці [44].

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [45].

В основі принципів охорони праці лежить пріоритет життя та здоров'я працівників, а також їх соціальний захист, встановлення єдиних норм для усіх підприємств, навчання працівників та підвищення їх кваліфікації з охорони праці.

Серед загальних знань для працівників автомобільних мийок обов'язковими мають бути:

- знання принципів роботи мийного обладнання;
- види несправностей, які можуть статися із обладнанням для миття та очисним;
- навички безпечної експлуатації приладів для миття;
- внутрішній регламент підприємства;
- основи пожежної безпеки.

4.1 Шкідливі та небезпечні фактори, що впливають на працівника автомийки

В залежності від наслідків виробничі фактори поділяють на шкідливі та небезпечні.

Небезпечний виробничий фактор – фактор, вплив якого на працівника у певних умовах приводить до травми або різкого погіршення здоров'я [44].

Шкідливий виробничий фактор – фактор, вплив якого на працівника у певних умовах приводить до захворювання або зниження працездатності [44].

В залежності від рівня негативної дії та часу впливу шкідливий фактор може стати небезпечним. За характером дії на організм людини небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяють на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні (рис. 4.1) [46].

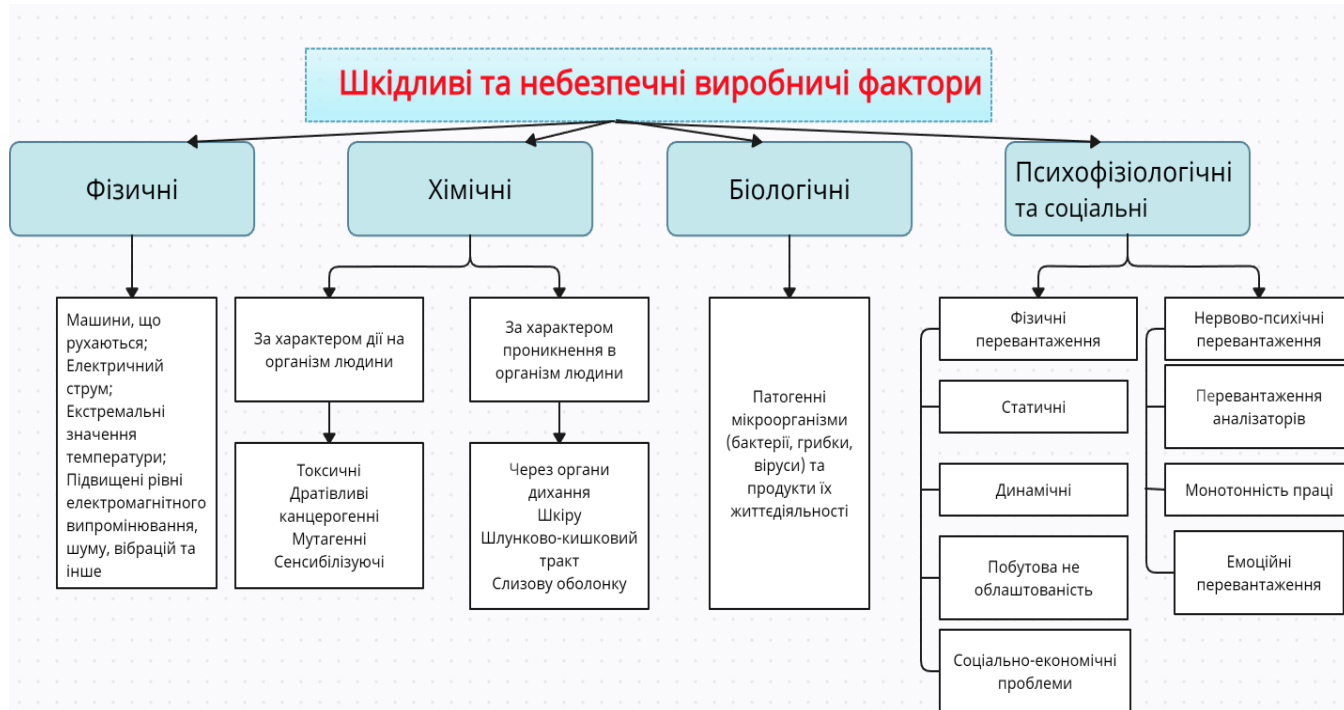


Рис. 4.1 Шкідливі та небезпечні виробничі фактори

На автомийці до фізичних небезпечних факторів можна віднести:

- конструкції автомобільних мийок, в залежності від типу;
- пошкодження очисних споруд;
- висока вологість (оскільки це автомобільна мийка, то вода присутня у всіх станах: твердому (лід – переважає в зимовий період), рідкому та газоподібному), зберігання чистої, забрудненої та очищеної води;
- конструкції для очищення води є джерелом напруги, що можуть при малій несправності призвести до проходження струму через тіло людини;
- висока або низька температура;
- постійний шум.

На автомийці до хімічних небезпечних факторів можна віднести:

- потрапляння на шкіру миючих засобів (що містять в собі ПАР), а також

нафтопродуктів при митті автомобіля;

- домішки нафтопродуктів в процесі очищення можуть випаровуватись (мають токсичний вплив на організм людини).

На автомийці до психофізіологічних небезпечних факторів можна віднести монотонність праці (пов'язано з однотипністю виконуваної роботи) та фізіологічні перевантаження (виснаження за рахунок знаходження в постійно вологому приміщенні, також не виключено, що в приміщенні не висока температура повітря).

Шкідливо впливають на здоров'я та самопочуття працівників автомийок перепади температур. Це відбувається через часте проходження машин через автомийку, оскільки вивірюється тепло із самого приміщення.

У процесі миття автомобілів та подальшого очищення стічних вод працівники постійно контактують з хімічними речовинами: засоби для миття машин, аерозолі, поліролі, очищувачі текстилю та шкіри. Деякі з речовин є дуже агресивними і не повинні контактувати з поверхнею шкіри та очима, оскільки можуть призвести до подразнення шкіри, алергічних реакцій або навіть отруєння при неправильному використанні або неналежних заходах безпеки.

У процесі миття автомобілів можуть бути такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- автомобілі, що рухаються, механізми, незахищені рухомі частини установок для миття машин;
- підвищені або знижені температура, вологість і рухливість повітря робочої зони;
- незахищені струмопровідні частини устаткування;
- шкідливі компоненти у складі застосовуваних засобів для миття та очищення, що впливають на організм працюючих;
- відходи після миття автомобілів, що вчасно та правильно не були утилізовані;
- відсутність спеціальних пристроїв, інструментів та обладнання для ведення робіт відповідно до прийнятої технології;
- високий рівень шуму (через роботу мийних та очисних установок);

- фізичне перевантаження (особливо якщо тип мийки – ручна).

Так, як на сучасних мийках передбачено очисні споруди для стічних, вони проектуються та регламентуються ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація: зовнішні мережі і споруди» [47]. Очищені стічні води, що скидаються до каналізації не повинні перевищувати гранично-допустимі концентрації.

4.2 Заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації очисних установок на автомийці

Для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації очисних споруд на автомийці можна застосовувати певні технічні та організаційні правила.

До технічних заходів можна віднести:

1. Впровадження сучасного обладнання (використання ефективних систем вентиляції для зменшення концентрації шкідливих речовин).
2. Використання сучасних систем очищення стічних вод автомийки (системи повинні бути високоефективними та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище шкідливих речовин).
3. Використання автоматизованих систем миття та очищення води для мінімізації впливу шкідливих речовин та випарів на робітників.
4. Застосування засобів індивідуального захисту (маски, рукавички, засоби захисту для очей).

До організаційних заходів можна віднести:

1. Підготовка персоналу (проводити навчання співробітників, систематичні тренінги з охорони праці та техніки безпеки).
2. Постійна та регулярна перевірка обладнання для миття машин та очищення стічних вод (для того щоб запобігти витоку шкідливих речовин). А також систематичне технічне обслуговування установок.
3. Проведення систематичного моніторингу рівнів шкідливих речовин у повітрі для вчасного виявлення відхилень та прийняття заходів.

4. Використання інноваційних систем очищення стічних вод, що будуть максимально ефективними для забезпечення подальшого оборотного використання води.
5. Також, можна проводити щоденну фіксацію рівня шкідливих речовин у повітрі для ведення звітності, а також фіксацію використання засобів індивідуального захисту працівниками (це дасть можливість мінімізувати нехтування правилами особистої безпеки).

4.3 Рекомендації з охорони праці для працівника автомийки при роботі з очищувальними рідинами

Робота на автомийці з використанням очищувальних рідин може бути небезпечною через можливість контакту зі шкірою, очима або вдиханням розпиленних речовин. Дотримання заходів безпеки допоможе запобігти травмам та захворюванням.

Рекомендації з охорони праці для працівників автомийки, які працюють з очищувальними рідинами:

1. Використання засобів індивідуального захисту. Захист для шкіри: використання спеціального одягу, рукавичок з натуральних або синтетичних матеріалів (щоб витримати хімічний вплив). Потрібно носити спеціальні захисні окуляри (рис. 4.2).



Рис. 4.2 Засоби індивідуального захисту для працівників автомийок

Якщо рідина потрапила на шкіру або в очі необхідно негайно промити її водою протягом 15-20 хвилин.

2. Приміщення, в якому працюєте, потрібно постійно провітрювати (якщо це мийки не відкритого типу), або встановити вентиляцію. Якщо при роботі використовуються важкі хімічні речовини, то за можливості використовувати захисні маски або респіратори.

3. Обладнати окреме приміщення для відпочинку та обідів працівників. Необхідно уникати їжі та напоїв під час роботи з очищувальними рідинами.

4. Очищувальні рідини потрібно зберігати у спеціальних контейнерах, на яких будуть спеціальні наліпки з вказаною назвою, складом та властивостями.

5. Утилізувати відходи після очищення стічних вод необхідно відповідно до правил щодо обробки небезпечних відходів.

6. Систематичне проведення навчання з охорони праці та правильної роботи з очищувальними рідинами.

7. Дотримуйтесь правил пожежної безпеки (потрібно уникати утворення відкритого вогню та необхідно правильно зберігати легкозаймисті речовини).

8. У разі надзвичайної ситуації викликайте екстрену допомогу: якщо сталася аварія або людина відчула погано після контакту з хімічними речовинами, негайно викликайте швидку медичну допомогу.

Поєднання захисних, гігієнічних, фізико-механічних та економічних показників матеріалів спеціального одягу є складним завданням. З одного боку, захист вимагає ізоляції організму людини, з іншого – відчуття дискомфорту з'являється при недостатньому повітрообміні та відведенні надлишкової вологи.

4.4 Забезпечення пожежної безпеки на автотранспорті

Пожежна безпека підприємства повинна забезпечуватись ще на стадії проектування і розробки генерального плану відповідно до вимог санітарно-гігієнічних, протипожежних правил і будівельних норм та правил.

Основними причинами пожеж на виробництві є:

- незадовільний стан електротехнічних пристроїв для подачі і подальшого очищення води та порушення правил експлуатації;
- не правильне облаштування систем вентиляції;
- витік продуктів утилізації;
- порушення послідовності технологічних процесів;
- невиконання правил з пожежної безпеки.

Робота автомийки забезпечується за допомогою електрифікованого обладнання, тому таке підприємство має відповідати певним нормам пожежної безпеки. Зокрема, необхідно передбачити наявність засобів пожежогасіння (пісок, вогнегасник тощо), порядок знеструмлення обладнання, інструкцію на випадок виникнення небезпечної ситуації. Відповідно, автомийка періодично перевірятиметься наглядовою пожежною службою на відповідність цим вимогам.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 приміщення територій класифікують від вищої (А) до найнижчої (Д) [48]:

- А (вибухопожежонебезпечна);
- Б (вибухопожежонебезпечна);
- В (пожежонебезпечна);
- Г (помірно пожежонебезпечна);
- Д (знижено пожежонебезпечна).

До категорії А відносять всі приміщення, на території яких висока ймовірність виникнення пожежі (зберігання горючих та легкозаймистих речовин, і т.п.). В таких умовах ці речовини здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою.

До категорії Б відносять приміщення в яких відбувається виготовлення деревної муки, вугільного пилю, мазуту.

До категорії В відносять приміщення, території яких відведені для зберігання торфу та вугілля, також сюди відносять швейні фабрики та фабрики з виготовлення паперу.

До категорії Г відносять приміщення, які мають помірну небезпеку утворення пожежі (відносять ливарні цехи, ремонтні майстерні і т.п.).

До категорії Д відносять приміщення, які не створюють небезпеки виникнення пожежі (виробництво, пов'язане з обробкою вогнетривких речовин холодному стані).

З врахуванням вимог, щодо розташування приміщень автомийки, вентиляції, приміщень з мокрим процесом, всі вони повинні бути обладнані автоматичними установками пожежної сигналізації та мати первинні засоби для гасіння пожежі. Також в кожному приміщенні повинен бути план евакуації в разі надзвичайної ситуації та план розташування засобів для гасіння пожежі.

Виникнення вибуху та подальшої пожежі можливе лише за умови одночасного контакту вибухонебезпечних концентрацій нафтопродукту та джерела запалювання. Джерелами запалення на автомобільній мийці можуть бути:

- теплові прояви електричної енергії при статичній електризації та несправностях електрообладнання;
- відкритий вогонь при порушенні правил пожежної безпеки.

Автомобільна мийка повинна бути обладнана первинними засобами пожежогасіння. Для цього у всіх приміщеннях (виробничих, складських, приміщеннях з очисними спорудами та резервуарами з відходами) повинні бути встановлені так звані пожежні щити (на них мають знаходитись засоби для гасіння пожежі). Ці щити повинні бути розташовані у легкодоступних та видних місцях. Найбільш широко використовуються вогнегасники (поділяють на пінні, газові та порошкові).

Особлива увага приділяється шляхам евакуації та евакуаційним виходам, що повинні забезпечити швидкий вихід людей та гасіння пожежі.

Забезпечення пожежної безпеки на автомийці – це вкрай важливий аспект, який потребує серйозної уваги та дотримання певних заходів та правил. Ось кілька рекомендацій для забезпечення пожежної безпеки на автомийці:

1. Встановіть автоматичні системи пожежогасіння (можуть швидко запобігти розповсюдженню вогню).
2. Використовуйте безпечні матеріали (при будівництві та для обладнання застосовуйте стійкі до вогню матеріали).
3. Потрібно постійно проводити навчання працівників за правилами пожежної

безпеки, включаючи розуміння схем евакуації, використання вогнегасників та дії при виявленні пожежі.

4. Регулярна перевірка та обслуговування обладнання для миття машин та очищення стічних вод.

5. Зберігання миючих речовин та матеріалів у спеціальних закритих контейнерах, призначених для цього.

6. Потрібно забезпечити легкодоступні та не заблоковані пожежні виходи та евакуаційні шляхи.

7. Розмістіть вогнегасники у зручних місцях на мийці та навчіть персонал їх правильному використанню.

8. Дотримуйтесь норм та стандартів, щодо пожежної безпеки.

Дотримання цих заходів дозволить мінімізувати ризик виникнення пожежі на автомийці та забезпечить безпеку як для персоналу, так і для клієнтів.

4.5 Висновки до розділу

Дотримання правил охорони праці на автомийці є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Недостатня увага до цих правил може призвести до серйозних наслідків, таких як травми, захворювання та навіть смерть працівників.

Застосування відповідного обладнання, правильні методи навчання працівників, а також суворе дотримання інструкцій з техніки безпеки можуть значно знизити ризики виробничих нещасних випадків.

В даному розділі розроблено рекомендації з охорони праці для працівника автомийки при роботі з очищувальними речовинами. Дотримання цих рекомендацій допоможе уникнути критичних ситуацій як для працівника, так і для автомийки в цілому. Особливу увагу необхідно звернути на обов'язкове навчання персоналу при прийомі на роботу, а також систематичне проведення інструктажів в процесі роботи (саме це допоможе знизити та попередити серйозні наслідки).

Крім того, дотримання правил охорони праці на автомийці також сприяє підтримці позитивного іміджу підприємства перед клієнтами та суспільством. Показуючи турботу про безпеку своїх співробітників, компанія демонструє свою соціальну відповідальність та професіоналізм. Зрештою, це може призвести до зміцнення репутації бренду та залучення більшої кількості клієнтів.

Отже, дотримання правил охорони праці на автомийці є ключовим чинником для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, підвищення продуктивності та виконання вимог законодавства.

ВИСНОВКИ

Наші запаси ґрунтової та поверхневої води знаходяться під загрозою надмірного використання в усьому світі, і це лише питання часу, коли попит стане більшим, ніж вода, що постачається дощем, річками, озерами та водосховищами. Збереження води, переробка та повторне використання стічних вод набувають все більшої уваги як стійкі, здійсненні та дуже практичні способи зменшення інтенсивності промислового та муніципального попиту на воду та забезпечення водостійкості.

Інноваційний метод оборотного водоспоживання у автомийках має значний потенціал для зменшення споживання води та покращення екологічних показників.

Системи оборотного водоспоживання можуть допомагати у фільтрації та очищенні води від забруднень, що надходять від мийних рідин та забруднень з поверхні автомобілів.

Використання інноваційних методів може допомогти значно зменшити негативний вплив стічних вод на ґрунтові води та водні екосистеми. Це особливо важливо в умовах зростання кількості автомобілів та автомийок, які щодня використовують величезні обсяги води.

У результаті виконання дипломної роботи проаналізовано інноваційні методи оборотного водоспоживання і обґрунтовано оптимальний метод очищення стічних вод на автомобільній мийці.

1. Проаналізовано принципи забезпечення оборотного водоспоживання та основні забруднюючі речовини стічних вод автомийок. Встановлено, що в процесі миття автомобілів вода забруднюється завислими речовинами, компонентами ПАР, маслами та нафтопродуктами.

2. Досліджено методи очищення стічних вод від нафти та нафтопродуктів. У результаті аналізу встановлено, що методи електрокоагуляції, електрофлотації та використання природних сорбентів забезпечують потрібний оптимальний ступінь

очищення стічних вод. Також визначено, що використання природних сорбентів дає високий рівень очищення від нафти та є безпечним для навколишнього середовища.

3. Модернізовано схему очищення стічних вод для повторного використання з встановленням установки на основі двокомпонентного сорбційного фільтру, що дозволить досягнути високого ступеня очищення від нафтопродуктів. Також, запропоновано способи утилізації сорбенту, що зменшують негативний вплив на навколишнє середовище та допоможуть досягнути майже безвідходного очищення.

4. Обґрунтовано раціональний спосіб очищення стічних вод автомийки. Застосування біосорбційного очищення дозволяє не лише зменшити кількість скидання у довкілля забруднених стічних вод, а й скоротити обсяг споживаної води.

Отже, щоб надалі зменшувати вплив автомийок на навколишнє середовище та вдосконалювати інноваційні методи очищення, важливо продовжувати наукові дослідження та розвиток технологій у цій галузі. Це може включати в себе співпрацю між науковими установами, виробниками техніки та громадськими організаціями з метою знаходження більш інноваційних та ефективних рішень.

Тому, інноваційні методи оборотного водоспоживання у автомийках можуть мати позитивний вплив на навколишнє середовище, економіку та імідж підприємств. Це ефективний спосіб зменшення споживання водних ресурсів та забруднення природних водойм.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шадура В. О., Кравченко Н. В. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2018. 343 с.
2. Сорокіна К.Б. Водопостачання та водовідведення: Конспект лекцій для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення». Харків: ХНАМГ, 2009. 80 с.
3. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація: підручник. Київ: Кондор, 2003. 288 с.
4. Алтунін В.С., Белавцева Т. М. Контроль якості води: довідник. М.: Колос, 1993. 367 с.
5. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очищення стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»). Харків: ХНУМГ, 2014. 121 с.
6. Розробка питомих норм водоспоживання та водовідведення. URL: <https://center-ltd.com.ua/rozrobka-pytomyh-norm-vodospozhyvannya-tavodovidvedennya/> (дата звернення 20.08.2023).
7. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [чинний від 2014-10-23]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2014. 30 с.
8. Айрапетян Т. С., Касімов О. М. Конспект лекцій з дисципліни «Зворотні і безстічні системи водопостачання промислових підприємств» (для студентів освітнього рівня «магістр», спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізація (освітня програма) «Раціональне використання і охорона водних ресурсів»). Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 150 с.

9. Волошин В.В. Проблеми сталого розвитку України. Київ: БМТ, 2012. 234с.
10. Гулянюк М., Пакуляк Р., Ганін Г., Шоломіцька О. та ін. За допомогою іммобілізованих мікроорганізмів. / Харчова і переробна промисловість. №1, 2018. 4 с.
11. Чиста вода. URL: <https://texty.org.ua/water/> (дата звернення 02.08.2023).
12. Айрапетян Т.С. Водне господарство промислових підприємств: навч. посібник. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. 2010. 280 с.
13. Wang L. K., Hung Y., Lo H. Waste treatment in the Process Industries. Taylor & Francis Group, 2006. 622 p.
14. Messrouk H., Mahammed M. hadj, Touil Y., Amrane A. Physico-chemical characterization of industrial effluents from the town of Ouargla (South East Algeria), Energy Procedia, 50. 2014. 255–262 p.
15. Стан довкілля в Україні. Інформаційно-аналітичний огляд/ Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. URL: <http://iac-menr.rgdata.com.ua> (дата звернення 01.09.2023).
16. Xiaobing L., Chunjuan G., Jiongtian L. Adsorption of oil from waste water by coal: characteristics and mechanism: Mining Science and Technology. 2010. V. 20. 778–781 p.
17. Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті: Наказ від 09.07.2012 р. № 964. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text> (дата звернення 20.07.2023).
18. Методи очищення стічних вод та їх вплив на водойми. URL: <https://deisumy.gov.ua/?p=2858> (дата звернення 20.08.2023).
19. Петухова О. А., Горносталь С. А., Чернуха А. М. Інженерні мережі та комунікації. Частина I. Водопостачання. Конспект лекцій. Харків: УЦЗУ, 2008. 89 с.
20. Бочкарев Г.Р., Пушкарева Г. И., Маслий А. И., Белобаба А. Г. Комбинированная технология извлечения ионов тяжелых металлов из техногенных растворов и сточных вод. Цветные металлы, 2008. № 1. С. 19–22.

21. Реагенти для мембранного очищення води. URL: <https://coagulant.com.ua/industrial-water-treatment/systemy-membrannyh-tehnologij/> (дата звернення 28.08.2023).
22. Касимов А. М., Семенов В. Т., Романовский А. А. Промышленные отходы. Проблемы и решения. Технологии и оборудование: учебное пособие / под ред. А. М. Касимова. Харьков: ХНАГХ, 2007. 436 с.
23. Касимов А. М., Семенов В. Т., Щербань Н. Г., Мясоедов В. В. Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами: учебное пособие / под ред. А. М. Касимова. Харьков: ХНАГХ, 2008. 510 с.
24. Касимов А. М., Товажнянский Л. Л., Гошинский В. И., Сталинский Д. В. Управление опасными отходами: монография / под ред. А. М. Касимова. Харьков: Изд. Дом НТУ «ХПИ», 2009. 500 с.
25. Когановский, А. М., Клименко, Н. А. Очистка и использование сточных вод промышленном водоснабжении. М.: Химия, 1983. 288 с.
26. Мальований М. С., Петрушка І. М. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами : монографія. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2012. 180 с.
27. Бон О. Р., Коновальчик М. В. Підвищення ефективності очищення вод від завислих речовин за рахунок використання сучасних технологій. 2010. 74 с.
28. Пономарев В. Г., Иоакимис Э. Г., Монгайт И. Л. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. М.: Химия, 1985. 256 с.
29. Павлюх Л.І., Зубченко О.М. Аналіз методів для видалення нафтопродуктів із водного середовища. Екологічна безпека держави: матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів (Київ, 17-20 квітня 2007р.). Київ: НАУ, 2007. С. 84–86.
30. Беляев Е. Ю., Беляева Л. Е. Применение целлюлозы в решении экологических проблем / Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 755–761.
31. Беляев Е. Ю., Беляева Л. Е. Использование растительного сырья в решении проблем защиты окружающей среды / Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 763–772.

32. Павлюх Л.І. Удосконалення технології очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами рослинного походження : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2012. 23 с.
33. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. Львов: Недра, 1983. 263 с.
34. Павлюх Л. І., Бойченко С. В. Перспективи використання сорбентів на основі рослинної сировини для очищення стічних вод від нафтопродуктів. Нафт. і газова пром-сть. № 3. 2011. С. 54–56.
35. Павлюх Л.І. Ефективність рослинних відходів для очищення нафтовмісних стічних вод. Наукоємні технології. 2013. № 1 (17). С. 108 – 110.
36. Кричковська Л. В., Єснаггар Л. В., Дубоносів В. Л. Пошуки сорбентів для елюації нафтопродуктів з води. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Хімія, хімічна технологія та екологія: зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ". – № 2. 2019. С. 47-52.
37. Земноухова Л. А., Шкорина Е. Д., Филиппова И. А. Изучение сорбционных свойств шелухи риса и гречихи по отношению к нефтепродуктам/ Химия растительного сырья. 2005. № 2. С. 51–54.
38. Fane A.G. Membranes for water production and wastewater reuse. Desalination. 1996; 106:1–9. doi: 10.1016/S0011-9164(96)00085-9.
39. Одещина та Миколаївщина входять в топ 5 областей з найбільшими посівними площами під соняшником. URL: <https://superagronom.com/news/17264-odeschina-ta-mikolayivschina-vhodyat-v-top-5-oblastey-z-naubilshimi-posivnimi-ploschami-pid-sonyashnikom> (дата звернення 04.10.2023).
40. Железна Т., Морозова О. Лушпиння соняшнику для теплових потреб / Зелена енергетика. 2007. № 4. С. 24-25.
41. Безденежних Л.А. Технологія очистки соняшникової олії з використанням модифікованого адсорбенту на основі лушпиння соняшнику: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 2005. 19 с.
42. Проектирование мойки автомобилей. Расход воды при замкнутом цикле мойки одного автомобиля. URL: <https://www.proektant.org/index.php?topic=10870.0>

(дата звернення 19.11.2023).

43. Козій О. І., Петрук М.П., Вахула О.М. Термічне знешкодження твердих побутових відходів: Європейський досвід / Комунальне господарство міст. 2015, №120 (1). С. 122-125.

44. ДСТУ 2293-93. ССБП. Охорона праці. Терміни та визначення [чинний від 1993–12–06]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1993. 15 с.

45. Про охорону праці: Закон України від 30.06.1999 р. № 783-XIV. Дата оновлення: 13.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 06.11.2023).

46. ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [чинний від 2014–04–08]. Вид. офіц. Київ: МОЗ України, 2014. 31 с.

47. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування [чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2014. 134 с.

48. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою [чинний від 2017–01–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2017. 34 с.