

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІННОВАЦІЙНИХ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО»
ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО»

**Тема: «Підвищення екологічної безпеки автозаправних комплексів
модернізацією очисних споруд»**

Виконавець: студентка групи ЕК-201Мз Устименко Вікторія Юріївна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд.тех. наук, доцент кафедри екології Павлюх Леся Іванівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____ доцент, к.т.н.каф.БЖД Кажан К.І.
(підпис) (П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явнюк А. А.
(П.І.Б.)

КИЇВ-2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут інноваційних освітніх технологій
Кафедра екології
Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Фролов
В.Ф.
« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломної роботи
Устименко Вікторії Юріївни

1. Тема роботи «Підвищення екологічної безпеки автозаправних комплексів модернізацією очисних споруд» затверджена наказом ректора від «22» листопада 2019 р. №27/ст.
2. Термін виконання роботи: з 25 листопада 2019 р. по 29 лютого 2020 р.
3. Вихідні дані роботи: площа стоку 820 м², вхідна концентрація нафтопродуктів у стічних водах АЗК 80мг/л.
4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел з тематики дипломної роботи. Дослідження основних техногенних забруднювачів водного середовища. Аналіз існуючих методів та технологій очищення стічних вод від нафтопродуктів. Модернізація очисних споруд додатковим встановленням сорбційних реакторів з використанням природних органічних матеріалів. 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, пошук літературних джерел та законодавчої бази | 02.09- 10.09.2019 | |
| 2 | Підготовка основної частини (Розділ I) | 11.09- 25.09.2019 | |
| 3 | Підготовка основної частини (Розділ II) | 26.09- 15.10.2019 | |
| 4 | Підготовка основної частини (Розділ III) | 16.10- 08.11.2019 | |
| 5 | Формулювання висновків та рекомендацій дипломної роботи | 09.11- 18.11.2019 | |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки до попереднього представлення на кафедрі, консультація з нормоконтролером | 18.11- 26.11.2019 | |
| 7 | Представлення роботи на кафедрі | 08.12.2019 | |
| 8 | Урахування зауважень, рекомендацій та підготовка до захисту | 09.12.2019.- 09.02.2020 | |
| 9 | Захист роботи на кафедрі | 26.02.2020 | |

7. Дата видачі завдання: «25» листопада 2019 р.

Керівник дипломної роботи:

(підпис керівника)

Павлюх Л.І.

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання:

(підпис випускника)

Устименко В.Ю.

(П.І.Б.)

7. Консультанти з окремих розділів:

| Розділ | Консультант (посада, ПІБ) | Підпис, дата | |
|---------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | Доцент, к.т.н.каф.БЖД Кажан К.І. | | |

8. Дата видачі завдання «20» грудня 2019 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис керівника)

Павлюх Л.І

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис випускника)

Устименко В.Ю.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Підвищення екологічної безпеки автозаправних комплексів модернізацією очисних споруд» містить: 92 с., 14 рис., 13 табл., 43 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: вплив автозаправних комплексів на довкілля.

Предмет дослідження: очисні споруди автозаправних комплексів.

Мета роботи: модернізувати очисні споруди автозаправного комплексу шляхом використання сорбційного реактора для доочищення стічних вод від нафтопродуктів.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел, порівняння, гіпотетичний, узагальнення.

Результати дипломної роботи рекомендовано використовувати для удосконалення очисних споруд на об'єктах паливозабезпечення для поліпшення екологічної ситуації в Україні.

АВТОЗАПРАВНИЙ КОМПЛЕКС, НАФТОВМІСНІ СТІЧНІ ВОДИ, ОЧИСНІ СПОРУДИ, СОРБЦІЙНИЙ РЕАКТОР, ОРГАНІЧНИЙ СОРБЕНТ.

ЗМІСТ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП | 7 |
| РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК СТАЦІОНАРНОГО ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ | 9 |
| 1.1. Класифікація джерел забруднення водних акваторій та видів поллютантів ...9 | |
| 1.2. Аналіз нормативно-правової бази щодо експлуатації автозаправних станцій (АЗС) | 17 |
| 1.3. Оцінювання ризиків надзвичайних ситуацій на автозаправному комплекс..... | 23 |
| 1.4. Висновки до розділу 1..... | 27 |
| РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВОДООЧИСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ | 28 |
| 2.1. Методи очищення стічних вод від нафтопродуктів..... | 28 |
| 2.1.1. Механічні засоби очищення стічних вод від нафтопродуктів..... | 29 |
| 2.1.2. Фізико-хімічний методи очищення стічних вод від нафтопродуктів..... | 39 |
| 2.1.3. Біохімічні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів..... | 42 |
| 2.2. Аналіз ефективності сорбційних матеріалів..... | 47 |

2.3. Дослідження процесу екстракції нафти з водних розчинів.....53

2.4. Висновки до розділу

2.....54

РОЗДІЛ 3. МОДЕРНІЗАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ.....

55

3.1. Характеристика технологічної схеми експлуатації автозаправних станцій

55

3.2. Характеристика очисних споруд автозаправних комплексів

.....58

3.3. Розрахунок потужності очисних споруд АЗК

.....60

3.4. Конструкція гідроциклона та його

розрахунок.....60

3.5. Розрахунок сорбційної установки з використанням лушпиння

соняшника.....

65

3.6. Утилізація відпрацьованого сорбенту та нафтошламу

.....71

3.7. Рекомендацій для зменшення навантаження на довкілля

при експлуатації

АЗК.....73

3.8. Висновки до розділу

3.....74

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА

ПРАЦІ.....76

4.1. небезпечні та шкідливі виробничі фактори при експлуатації очисних

споруд.....

76

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації очисних споруд..... | 77 |
| 4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при експлуатації очисних споруд..... | 80 |
| ВИСНОВКИ..... | |
| | 83 |
| СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | |

ВСТУП

Актуальність теми. В Україні, на відміну від багатьох розвинутих країн світу, системи водоспоживання, водовідведення та водоочищення знаходяться, на жаль, в незадовільному стані. Такий занедбаний їх стан, без сумніву, негативно впливає на якість води, як питної, так і вод господарського використання, а також річкових басейнів, куди викидаються недоочищені стоки. При цьому Водна стратегія України передбачає одним із основних завдань зменшення скидів забруднювальних речовин зі стічними водами, а також докорінну модернізацію та реконструкцію каналізаційних очисних споруд.

Як відомо, питна вода є найважливішим фактором здоров'я людини. Організація Об'єднаних Націй (ООН) визнала воду одним з найважливіших ресурсів на планеті, без якого неможливе життя, а доступ до джерел чистої води згідно норм ООН є одним з найважливіших показників сталого розвитку. Недоліки існуючих способів і технологій утилізації осадів стічних вод спричиняють значні негативні впливи на здоров'я людини, інших живих екосистем та стан довкілля в цілому.

За даними ЮНЕСКО найбільш розповсюдженими і небезпечними забруднювачами гідросфери, є нафтопродукти.

Відтак, удосконалення існуючих та створення нових екологічно безпечних систем і процесів очищення нафтовмісних стічних вод, а також розроблення енергоефективних ресурсозберігаючих та рециклінгових технологій водокористування визначає актуальність даної роботи.

Мета та завдання. Метою роботи є модернізація очисних споруд автозаправного комплексу шляхом використання сорбційного реактора для доочищення стічних вод від нафтопродуктів.

Завдання:

1. Дослідити джерела забруднення біосфери та встановити найбільш небезпечні сполуки, які негативно впливають на довкілля під час експлуатації автозаправних комплексів;
2. Проаналізувати існуючі методи та технології очищення стічних вод від нафтопродуктів;
3. Модернізувати очисні споруди автозаправних комплексів для зменшення навантаження на довкілля.

Об'єкт – вплив автозаправних комплексів на довкілля.

Предмет – очисні споруди автозаправних комплексів.

Методи дослідження. Аналіз літературних джерел, порівняння, гіпотетичний, узагальнення.

Наукова новизна. В роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення актуальної науково-прикладної проблеми: зниження екологічної небезпеки функціонування автозаправних комплексів шляхом удосконалення екологічно безпечних технологічних процесів та використання засобів, що забезпечить раціональне використання ресурсів та зменшення шкідливих впливів водоочисних систем на навколишнє природне середовище.

Практична значущість отриманих результатів. Результати дипломної роботи рекомендовано використовувати для удосконалення очисних споруд на об'єктах паливозабезпечення для поліпшення екологічної ситуації в Україні.

Особистий внесок. Особистий внесок полягає у аналізі та опрацюванні літературних джерел за темою дослідження та розрахунках засобів для модернізації очисних споруд.

Апробації. За результатами дипломного дослідження подані матеріали статті до фахового видання “Proceedings of the National Aviation University”.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК СТАЦІОНАРНОГО ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Глобальною екологічною проблемою сучасності стало інтенсивне прогресування забруднення гідросфери та всіх її складових – океанів, морів, річок, ставків, боліт, підземних вод. За останні десятиліття промислово розвинені країни стали виробляти таку величезну кількість різноманітних речовин (забруднювачів води), при яких водоочисні споруди не забезпечують необхідне очищення питної води. Економіка України щорічно використовує близько 30 млрд. м³ води, а людство у цілому – до 4 трлн.м³ [1]. Вода після її використання скидається у водойми і річки, і майже третина її – без належного очищення. Велика частина води в результаті водоспоживання безповоротно втрачається. Проблема нестачі водних ресурсів – це не природний процес, а результат людської діяльності.

1.1 Класифікація джерел забруднення водних акваторій та видів полютантів

Внаслідок різко зростаючих масштабів промислової діяльності людини у природні водойми потрапляє величезна кількість зважених і розчинених речовин, в основному неорганічних, органічних, бактеріальних і біологічних.

Джерелом забруднення вважають об'єкт, що вносить забруднюючі речовини, мікроорганізми та тепло в поверхневі або підземні води [2]. Класифікацію джерел забруднення водних акваторій зображено в таблиці 1.1.

У більшості випадків причиною забруднення водних басейнів служить скидання у водойми неочищених або частково очищених стічних вод, після використання їх у виробничій та побутової діяльності людини. У поняття "стічні води" входять різні за походженням, складом й фізико-хімічними властивостями води, які використовуються людиною для побутових і технологічних потреб. При цьому вода забруднюється, і її фізико-хімічні властивості змінюються. Стічні води різноманітні за складом й, отже, за своїми властивостями [3].

Таблиця 1.1

Джерела забруднення водних басейнів

| Джерела забруднення | |
|---------------------|----------------------|
| Природні | Антропогенні |
| Атмосферні | Промислові |
| Гідросферні | Комунальні |
| Літосферні | Сільськогосподарські |
| | Транспортні |

Носії забруднюючих речовин, як правило, стічні, інфільтраційні і підземні води, поворотні води зрошення і дренажні води, поверхневий стік із забрудненої території, атмосферні опади. За вмістом забруднень водойми поділяють на три групи ті, що містять неорганічні, органічні, бактеріальні і біологічні речовини [3].

У першу групу входять мінеральні домішки, що містять частинки піску, глини, мінеральних солей, кислот, лугів, сірчані сполуки, іони важких металів. До них слід віднести води сірчано-кислотних, содових і азотно-тукових заводів, шахт і рудників, збагачувальних фабрик свинцевих, цинкових, нікелевих руд і інших галузей промисловості, стічні води яких несприятливо діють на природну воду, значно погіршуючи її природні властивості – смак, запах, колір, прозорість, рН [3].

До другої групи забруднень відносять органічні речовини, в які входять і отруйні. Такі стічні води зазвичай надходять у водойми з нафтопереробних і нафтохімічних заводів, підприємств синтетичного каучуку і органічного синтезу, коксохімічних, газосланцевих, феромарганцевих та інших підприємств. Ці стоки містять небезпечні для рослинності і живих організмів водойм феноли, смоли, сірководень, аміак, кетони, нафтеніві кислоти і відходи нафтопродуктів [3].

Третя група забруднень – стічні води побутового господарства, скиди підприємств медицини і харчової промисловості; сюди слід віднести також стоки деяких промислових підприємств – шкіряних заводів, біофабрик, виробництв обробки вовни, хутра тощо.

Найбільш значущу частку забруднення водоймищ становлять промислові стічні води, половина обсягу яких скидається у водоймища без очищення, а інша значна частина – в недостатньо очищеному вигляді. Тому майже всі річки забруднені нафтопродуктами, важкими металами, органічними і мінеральними сполуками.

Отже, до промислових стічних вод відносяться:

- умовно чисті (від охолодження агрегатів);
- хімічно забруднені стічні води;
- зливові стоки, що збираються з території підприємства.

Хімічно забруднені стічні води, в свою чергу, підрозділяють на:

- органічно забруднені (підприємства м'ясної, харчової, целюлозно-паперової, хімічної промисловості, заводи з виробництва пластмас, каучуку);
- забруднені переважно мінеральними домішками (підприємства металургійної, машинобудівної, рудо- вуглевидобувної промисловості, заводи з виробництва мінеральних добрив, кислот, будівельних матеріалів);
- забруднені мінеральними і органічними домішками (підприємства нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної,

легкої, фармацевтичної промисловості; заводи з виробництва консервів, цукру тощо);

- води, що мають специфічні забруднення.

Сільськогосподарські забруднення водою обумовлені використанням отрутохімікатів для придушення шкідників і хвороб рослин, бур'янів. Ці хімікати змиваються з великих територій і неминуче виявляються у водоймах. Крім того, великі маси забруднень надходять у водні об'єкти від тваринництва. Атмосферні води, несуть значні кількості політантів (забруднювачів), що вимиваються з повітря і мають переважно промислове походження. При стіканні по схилах, атмосферні та талі води додатково захоплюють з собою значну кількість речовин. Особливо небезпечні стоки з міських вулиць та промислових майданчиків, які містять нафтопродукти, сміття фенолів, різних кислот [3]. Для переважної більшості підприємств промисловості та комунального господарства скидання забруднюючих речовин істотно перевищував встановлений рівень гранично допустимого скидання. Орієнтовний склад стічних вод основних галузей промисловості показано в табл.1.2.

Таблиця 1.2

Склад стічних вод основних галузей промисловості

| Галузь | Показник | Концентрація,г/м ³ |
|----------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Чорна металургія | Зважені речовини | 200-500 |
| | Окалина | 3000-20000 |
| | Залізо | 300-500 |
| | Феноли | 700-1000 |
| | Смоли й олії | 700 – 1000 |
| | Залізний купорос | до 700 |
| | Сірчана кислота | до 300 |
| Кольорова металургія | Зважені речовини | 10-8000 |
| | Кольорові метали | 1,5-170 |
| Нафтопромисли | Зважені речовини | 150 – 11000 |
| | Нафтопродукти | 100 – 5000 |
| | Залізо | 10 – 150 |
| | Сірководень | 25 – 400 |

| | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Текстильне виробництво | Зважені речовини Тваринний жир | 250 – 40000 8000 – 12000 |
| Коксохімічні заводи | Зважені речовини ГПК ₅ Аміак Феноли Смоли й олії Ціаніди і роданіди | 300 – 500 800 – 3000 200 – 3000 400 – 1800 300 – 500 100 – 400 |
| Нафтопереробні заводи з нафтохімічними виробництвами | Зважені речовини Нафтопродукти БПК ₅ | до 300 150 – 15 000 150 – 7000 |
| Целюлозно – паперові заводи | Зважені речовини ГПК ₅ | 400 – 2000 100 – 2000 |
| Машинобудівна | Зважені речовини Ціаніди Хром Кислоти Нафтопродукти і мастила | 100 – 200 70 – 120 40 – 60 70 – 100 25 – 40 |

Особливу небезпеку становлять об'єкти паливозабезпечення. На всіх стадіях (видобуток нафти, виділення супутніх газів і води, збереження, транспортування, переробка) відбувається забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів нафтою і нафтопродуктами (фенолом, бензолом, толуолом, етиловим ефіром тощо). Районам, де здійснюється видобуток нафти, властиве забруднення водойм, оскільки нафта і нафтопродукти можуть знаходитися як у вигляді поверхневої плівки або емульсії, так і в розчиненому стані. Наявність у воді цих забруднювачів згубно відбивається на її якості. Негативний вплив нафтопродуктів позначається і на рибному господарстві: навіть незначні домішки нафтопродуктів у водоймах надають рибі неприємного присмаку і запаху, а у великій кількості призводять до її загибелі. Нафтопродукти у водойми надходять в основному під час розливу з нафтосховищ, аварій на нафтопроводах, залізничних перевезень, а також внаслідок змиву дощовими і талими водами з промислових територій, на яких видобувають і переробляють нафту. Оскільки за термічної обробки

вуглеводневих сполук виділяються канцерогенні речовини, нафто- і газопереробні заводи забруднюють ними довкілля за відсутності надійних природоохоронних систем [4].

Речовини, що забруднюють виробничі стічні води, різноманітні і залежать від технології та виду виробництва [3].

За вмістом забруднюючих речовин виробничі стічні води (слабкоконцентровані та висококонцентровані) розділяються на чотири групи: 1-500, 500-5000, 5000-30000 і більше 30 000 мг/л.

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і за їх концентраціями. Так, наприклад, у стічних водах заводів чорної металургії в окремих цехах затримуються: завислі неорганічні речовини 0,2-5 г/л, окалини 0,3-2 г/л, фенолів 0, 7-1 г/л, смол і мастил 0,2-1,8 г/л. У стічних водах целюлозно-паперових заводів завислих речовин затримуються 400-2000 мг/л – це переважно волокно і целюлоза. У стічних водах текстильних підприємств утримуються завислих речовин 250-400 мг/л, миючих речовин 50-120 мг/л. У стічних водах підприємств важкої індустрії затримуються в основному забруднення мінерального походження, а харчової й легкої промисловості – забруднення органічного походження [3].

У складі стічних вод можуть бути органічні і мінеральні речовини в розчиненому, нерозчиненому або колоїдному стані.

Десятки мільйонів тонн органічних сполук, у тому числі мільйони тонн поверхнево-активних речовин (ПАР), щорічно надходять в атмосферу і водоймища із багато чисельних і різноманітних джерел (випаровування, втрати і неповне згоряння хімічного органічного палива, міські і промислові рідики, тверді і газоподібні відходи).

В оточуючому середовищі вони піддаються впливу різних фізико-хімічних і біологічних агентів. Багато із них розпадаються за порівняно короткий термін (10–100 днів) з утворенням проміжних продуктів, у тому

числі метаболітів – продуктів обміну речовин у живих організмах, включаючи повну мінералізацію.

Особливу небезпеку становлять біологічно стійкі органічні сполуки, що важко окислюються. Вони здатні накопичуватися в оточуючому середовищі і протягом тривалого часу проявляти токсичну дію на живі організми (ефект тривалої дії).

До стійких хімічних забруднень кумулятивної дії відносяться і важкі метали. Трійку найбільш екологічно небезпечних металів складають свинець, ртуть і кадмій. Більше 35 видів металів видаляються в складі руд і хімічного палива із надр Землі на її поверхню. У процесі переробки руд, спалювання енергоносіїв, споживання важких металів величезна їх кількість надходить до атмосфери і водоймища у вигляді відходів.

Наприклад, у Світовий океан із атмосфери щорічно надходить 200 тис. тонн свинцю. А антропогенне накопичення ртуті у біосфері (головним чином у гідросфері) до теперішнього часу оцінюється в 1 млн тонн. Втрати кадмію, що потрапляють в біосферу складають 5 тис. т/рік.

Находячи у водне середовище, важкі метали вступають у взаємодію з іншими компонентами середовища, утворюючи гідратовані іони, оксигідрати, іонні пари, комплексні неорганічні і органічні сполуки. Конкретна форма існування металів залежить від їх природи, природи іонів і молекул, конкуруючих за місце ліганду, рН, температури та іонності середовища. Більшість важких металів утворюють так звані синергетичні суміші, що токсично впливають на водні організми, значно перевищуючи суму дій окремих компонентів.

Особливу небезпеку становлять сполуки азоту і фосфору, що у великих кількостях надходять до водоймищ із побутовими промисловими стічними водами. Із атмосфери (оксиди азоту), а також внаслідок вимивання мінеральних і органічних добрив із ґрунту. У результаті змивання добрив у водоймища світу щорічно надходить від 3 до 6 млн тонн P_2O_5 [1].

Попадаючи у водоймища, біогенні елементи стимулюють розвиток синьо-зелених водоростей. Відбувається евтрофікація (цвітіння) водоймищ. Внаслідок масового гниття водоростей у воді з'являється сірководень, меркаптани, феноли та інші токсичні продукти, зникає кисень, вода стає мертвою.

Окрему групу хімічних забруднень становлять неорганічні солі. Не дивлячись на малу токсичність багатьох розчинних солей, все зростаюче накопичення їх у природних прісних водах викликає низку серйозних економічних і екологічних проблем: збільшення затрат на водопідготовку на електростанціях і промислових підприємствах, зменшення запасів прісної води, придатної для поливу сільськогосподарських угідь, погіршення умов нересту риби, погіршення якості питної води тощо. Основними джерелами надходження солей у водоймища є дренажні сільськогосподарські води, промислові стічні води, у тому числі продувні води систем водозабезпечення, регенераційні розчини, промивні води установок водопідготовки електростанцій.

Особливу групу хімічних забруднень складають нафтопродукти. Загальна маса нафтопродуктів, що щорічно попадають в моря і океани, оцінюється за даними досліджень американських учених в 6,1 млн тонн, із них 2,1 млн тонн складають втрати від транспортування нафти, 1,9 млн тонн виносяться ріками, решта надходить з міськими і промисловими відходами прибережних районів та із природних джерел. За даними ООН щорічне надходження нафти в моря і океани оцінюється в 6–7 млн тонн, а на думку авторів – в 10 млн тонн нафтопродуктів [5]. Ступінь впливу нафтопродуктів на водне середовище визначається перш за все їх складом. У високомолекулярних фракціях нафти міститься до 5% сірки, 1% азоту і кисню, а також різні комплексоутворюючі метали. У водному середовищі нафтопродукти утворюють плівку, що взаємодіє з природною поверхневою плівкою, збільшуючи її товщину і утворюючи квазірівноважну систему. Одна тонна нафти може розтікатися і покривати поверхню води рівну 20 км²

протягом 6–7 діб. До 25% від загальної маси (легколеткі компоненти) випаровується за декілька днів. Важкі фракції осідають на дно водоймищ, змінюючи біологічні особливості середовища перебування. Від негативної дії нафтопродуктів у воді гине усе живе: планктон, риба, молюски, птахи. Так вуглеводні, обволочуючи пір'я птахів, порушують гідрофобність і захисну функцію оперення, через що птахи переохолоджуються і гинуть від гіпотермії. Під час пірнання птахів у забруднену воду відбувається інтоксикація, що призводить до порушення роботи ендокринної системи, а зокрема надниркової залози [6].

Із збільшенням часу контакту нафтопродуктів із водою від 2 до 120 год кількість нафти у воді збільшується від 0,2 до 1,4 мг/л, дизельного палива від 0,2 до 0,8 мг/л, а розчинність бензинів залежить не тільки від часу контакту, але й від метильних і метиленових груп вуглеводнів, що входять до складу бензинів. Для метильних і метиленових груп вуглеводнів концентрація бензину А-76 у воді при контакті від 2 до 120 год збільшується від 1,4 до 11,9 мг/л, а для ароматичних вуглеводнів – від 2,6 до 34 мг/л.

Середньорічний вміст нафтопродуктів водних басейнів України перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК). Гранично допустимі концентрації нафтових забруднень у різних об'єктах навколишнього середовища залежить від виду нафтопродукту чи призначення води. Прийнято за вимогами ГОСТ 287482 [7] норму (ГДК) сумарного вмісту нафтопродуктів для рибогосподарських водних об'єктів, що не повинна перевищувати 0,05 мг/л; для водних об'єктів санітарно-побутового призначення (за вимогами ГОСТ 17.1.4.01-80 [8]) – 0,3 мг/л. Відповідно до Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України допустима концентрація нафтопродуктів у стічних водах не повинна перевищувати 20 мг/л [9].

Очищення стічних вод підприємств машинобудівної галузі промисловості має особливості. На машинобудівних заводах застосовують в основному оборотні системи водопостачання окремих цехів і діляниць, стічні

води яких мають стабільний склад домішок, або двоступеневе очищення, при якому стічні води попередньо очищають у локальних очисних спорудах від домішок, найбільш характерних для ділянок і цехів, а потім проводять доочищення на загальнозаводських очисних спорудах.

Вибір способів очищення стічних вод на машинобудівних підприємствах визначається в першу чергу типом і потужністю підприємства, характеристиками джерел водопостачання, ступенем впровадження безвідходних технологічних процесів тощо.

При розробленні оборотних систем водопостачання промислових підприємств необхідно планувати очищення та повторне використання поверхневих стічних вод, враховуючи такі напрямки оптимального вирішення завдань:

- локалізацію стоку з окремих ділянок території підприємства та його відведення в загальнозаводські очисні споруди або в загальну схему очищення поверхневих стічних вод;
- відокремлену організацію стоків з водозбірних ділянок, які відрізняються за складом і кількістю домішок, що надходять до стічних вод;
- очищення поверхневого стоку з виробничими стічними водами;

локальні очисні споруди для поверхневих стічних вод.

1.2 Аналіз нормативно-правової бази щодо експлуатації автозаправних станцій (АЗС)

Автозаправний комплекс — автозаправна станція з об'єктами (будинками, спорудами, приміщеннями) сервісного обслуговування водіїв, пасажирів (роздрібна торгівля продуктами харчування), автотранспорту (технічного обслуговування, миття автомобілів, роздрібна торгівля запасними частинами, мастильними речовинами) [10].

АЗС за умови дотримання санітарно-гігієнічних, екологічних, протипожежних та інших нормативних вимог можуть проектуватися також як автозаправні комплекси (АЗК).

У населених пунктах АЗС, АЗК слід розміщувати на земельних ділянках, планувально відокремлених від кварталів житлової та громадської забудови, з урахуванням загальної потреби в залежності від рівня автомобілізації населеного пункту, інтенсивності руху та споживчого попиту. Вибір типу АЗС для конкретного місця розташування слід проводити в залежності від потужності та технологічних рішень, а також з урахуванням містобудівних обмежень і вимог природоохоронного законодавства. АЗК з пунктами технічного обслуговування транспортних засобів (технічне обслуговування, миття, змащування автомобілів) слід розміщувати тільки уздовж вулиць і доріг промислових і комунально-складських зон, на їх територіях та на виїздах із населених пунктів. Забороняється розміщувати ці АЗК у межах сельбищних територій і зон відпочинку. Вимоги до розміщення АЗК без пунктів технічного обслуговування транспортних засобів слід приймати такими, як при розміщенні АЗС.

Резервуар вважається підземним, якщо найвищий рівень пального в ньому знаходиться не менше як на 0,2 м нижче рівня планувальної відмітки прилеглої території на відстані не менше 3,0 м від стінки резервуара.

Одна паливо-роздавальна колонка (ПРК) може мати від 1 до 10 роздавальних пістолетів в залежності від кількості видів пального та відсіків у резервуарі. При цьому в розрахунках потужності АЗС приймається заправлення не більше двох автомобілів на одну ПРК одночасно, незалежно від кількості пістолетів у ній.

АЗС всіх типів та категорій при розміщенні у стислих містобудівних умовах щільної забудови можуть бути запроектовані із додатковими технологічними заходами щодо підвищеного рівня екологічної безпеки.

Малі АЗС при їх розміщенні на сельбищних територіях населених пунктів призначаються для заправлення паливом тільки легкових автомобілів

та мікроавтобусів, а середні та великі - для автомобілів всіх типів за умови розміщення за межами житлових кварталів (мікрорайонів).

При визначенні орієнтовної потужності АЗС за показником кількості автозаправок на добу слід керуватися таким співвідношенням - при пропускній здатності до: 40 од./год. відповідає 100 од./добу 135 од./год. відповідає 500 од./добу 80 од./год. відповідає 200 од./добу 150 од./год. відповідає 750 од./добу 100 од./год. відповідає 250 од./добу більше 150 од./год. відповідає більше 1000 од./добу.

АЗС слід розміщувати: в найзначніших та великих містах уздовж магістральних вулиць загальноміського та районного значення, в середніх та малих містах - уздовж магістральних вулиць і доріг, а також уздовж вулиць і доріг промислових і комунально-складських зон та на їх територіях. Розміщувати АЗС на пішохідних вулицях та внутрішньоквартальних проїздах забороняється.

Земельні ділянки, відведені для будівництва АЗС, розміщують поза межами червоних ліній вулиць або частково в їх межах, якщо містобудівною документацією ця територія не передбачена для розширення проїжджої частини вулиці на перспективу. В межах червоних ліній допускається відводити земельні ділянки та розміщувати споруди АЗС тільки тимчасово за умови погодження та затвердження у встановленому порядку.

Розміщення АЗС повинне здійснюватись на ділянках, передбачених для їх будівництва відповідною містобудівною документацією. В інших випадках, у разі відсутності або після завершення розрахункового терміну дії цих документів вибір земельної ділянки та погодження місця розташування АЗС здійснюється у відповідності з вимогами чинного законодавства на підставі містобудівного обґрунтування розміщення об'єкта, погодженого і затвердженого в установленому порядку. АЗС можуть бути з підземним або наземним розміщенням резервуарів, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, мінеральних добрив, отрутохімікатів та інших об'єктів, що можуть спричинити хімічне забруднення підземних вод.

У центральних щільно забудованих районах міст з населенням 200 тис. чол. і більше допускається розміщення нових АЗС лише малої потужності з підземним розташуванням резервуарів типів А і Б без пунктів технічного обслуговування та при застосуванні пожежобезпечних технологій та екологобезпечного обладнання, що сертифіковане в Україні, або можливість використання якого підтверджена експертним висновком органів державного нагляду у встановленому порядку. При розміщенні в межах населених пунктів АЗС типу В максимальна сумарна місткість наземних резервуарів для зберігання рідкого палива не повинна перевищувати 80 м^3 при застосуванні пожежобезпечних технологій та екологобезпечного обладнання, що сертифіковане в Україні, або можливість використання якого підтверджена експертним висновком органів державного нагляду у встановленому порядку. При цьому місткість кожного окремого з резервуарів не повинна перевищувати 20 м^3 . АЗС великої потужності типів А і Б слід розміщувати у промислових та комунальних зонах, санітарно-захисних зонах об'єктів у відповідності з встановленим законодавством режимом їх використання. Застосування контейнерних АЗС малої та середньої потужності типу Г допускається в межах населених пунктів на земельних ділянках автогосподарств, промислових підприємств, гаражних кооперативів, платних стоянок автомобілів, моторних човнів і катерів, на пристанях з дотриманням санітарних розривів та протипожежних відстаней і вимог природоохоронного законодавства. Улаштування АЗС із підземними одностінними резервуарами в межах населених пунктів не дозволяється. Зменшення санітарних розривів від АЗС до оточуючих споруд за наявності на цій території небезпечних явищ геологічного та геотехногенного походження (тектонічних, сейсмічних, зсувних сельових, карстових явищ та інших деформацій земної поверхні, підтоплення, затоплення тощо) не дозволяється.

Розміщення нових та реконструкцію існуючих АЗС необхідно здійснювати з дотриманням санітарних розривів та протипожежних

відстаней від найближчої з споруд АЗС до найближчих будинків, споруд та інженерних мереж.

Відстані обчислюються від найближчого з вибухонебезпечних пристроїв та джерел забруднення споруд АЗС - стін наземних резервуарів палива та корпусів паливороздавальних колонок (ПРК), технологічних колодязів, дихальних пристроїв підземних резервуарів, витяжних вентиляційних шахт аварійних резервуарів та очисних споруд, вузла зливу палива у резервуари до: зовнішніх стін житлових та громадських будинків; межі ділянок садибних, дачних та садівницьких будинків, дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл, лікувально-профілактичних установ із стаціонаром, санаторіїв, санаторіїв-профілакторіїв, будинків-інтернатів загального та спеціального типів, закладів відпочинку, фізкультурно-спортивних та фізкультурно-оздоровчих комплексів, а також майданчиків для ігор, занять фізкультурою та спортом, відпочинку населення, місць масового скупчення людей.

Допускається за погодженням з органами державного пожежного нагляду зменшувати відстані від АЗС середньої потужності з наземними резервуарами (тип В) до житлових і громадських будинків I і II-го ступенів вогнестійкості проти показників, але не більше ніж на 25 %.

Величину санітарних розривів від обладнання АЗС до оточуючих будинків і споруд установлюють за розрахунками хімічного і акустичного забруднення атмосферного повітря, але не менше 50 м. Для АЗС малої та середньої потужності типів А і Б величина санітарних розривів від обладнання АЗС та автотранспортних засобів, що обслуговуються, може бути зменшена за умови застосування пожежобезпечних технологій та екологобезпечного обладнання, що сертифіковане в Україні, або можливість використання якого підтверджена експертним висновком органів державного нагляду у встановленому порядку, але не менше ніж до 25 м для малої та 40 м для середньої АЗС. При цьому розрахункові показники викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря з урахуванням його фонового

рівня не повинні перевищувати гігієнічні нормативи та нормативи екологічної безпеки. Зменшення санітарних розривів погоджується з органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду та місцевими органами Мінекоресурсів у встановленому порядку.

Не допускається розміщувати АЗС на ділянках вулиць і доріг з поздовжнім похилом більше 40 % та з радіусами закруглення у плані 250 м і менше. Наземні споруди АЗС слід розміщувати на відстані не менше 10 м від краю проїжджої частини. На дорогах з 1 - 2 смугами руху в кожному напрямку на під'їздах до АЗС необхідно улаштовувати додаткову смугу накопичення транспортних засобів завширшки, що дорівнює основній смузі руху, але не менше 3,0 м, впродовж 50 м до в'їзду на АЗС та 15 м від виїзду з неї. Довжину переходу від основної ширини проїжджої частини до додаткової смуги накопичення слід приймати не менше 15 м. Допускається зменшення довжини смуги накопичення до 30 м для малих та 40 м для середніх АЗС за умови їх розташування на вулицях з інтенсивністю руху не більше 300 авт./год.на 1 смугу руху.

Територія АЗС відокремлюється від проїжджої частини острівцем безпеки, ширина якого встановлюється з умов розміщення транспортного бар'єра, тротуару. В'їзд та виїзд з території АЗС влаштовують окремо один від одного завширшки не менше 4,2 м кожний з радіусом закруглення не менше 10 м. Якщо в'їзд та виїзд влаштовуються суміщеними, між ними необхідно передбачити розділювальний острівець безпеки завширшки не менше 1 м, піднятий над проїжджою частиною на 0,1 м.

Найменшу відстань від в'їзду та виїзду з території АЗС слід приймати:

- а) до перехрестя з магістральною вулицею (найближча межа її проїжджої частини) - 100 м;
- б) до перехрестя з вулицею або проїздом місцевого значення (найближча межа її проїжджої частини) - 35 м;

в) до вікон робочих та житлових приміщень, ділянок загальноосвітніх шкіл, дитячих дошкільних та лікувальних закладів, майданчиків відпочинку - 15 м.

Забезпечення паливом автомобільного парку відбувається через автозаправні станції.

АЗС віднесені до об'єктів, що являють собою підвищену екологічну небезпеку. Тому при проектуванні АЗС необхідно розробляти матеріали оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Автозаправні станції стаціонарного типу, як правило, складаються з підземних резервуарів та заправних колонок. За згодою з місцевими органами самоуправління нерідко вони включають торгово-технічний комплекс, в тому числі мийки, станції техобслуговування та т. ін. При проектуванні на станціях застосовуються сучасні технологічні схеми заправки автотранспорту з використанням надійного обладнання, яке має систему автоматичного обліку, контролю і сигналізації. Вітчизняного обладнання, що відповідає сучасним вимогам організації праці, автоматизації технологічних процесів, надійності, універсальності та екологічності поки що практично немає, тому у проектах часто застосовується імпортне обладнання, наприклад шведських фірм, що використовується в багатьох країнах світу і в даний час належить до числа найбільш екологічно небезпечних на європейському ринку. Розглянута в роботі АЗС має три паливо роздавальних колонок продуктивністю понад 300 заправок автомобілів на добу, що призначені для заправки паливом легкових та вантажних автомобілів.

На території АЗС спроектовані і стабільно функціонують наступні будівлі і споруди: - операторська; три паливо роздавальні колонки з навісом; паливний парк на 4 резервуари (місткістю 26 м³ кожний); - споруди для очистки дощових стоків (для всього торгово-технічного комплексу).

1.3 Оцінювання ризиків надзвичайних ситуацій на автозаправному комплексі

Усі види сучасного транспорту завдають великої шкоди біосфері, найбільш небезпечний вважається автомобільний транспорт. У таблиці 1.3 представлений вплив різних видів транспорту на біосферу.

Таблиця 1.3

Вплив різних видів транспорту на біосферу

| | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Водний | Відходи експлуатаційної діяльності |
| | Аварійні розливи токсичного вантажу |
| | Відведення баластної води |
| | Миття цистерн для видалення залишків раніше перевезеного вантажу |
| Автомобільний | Викидання хімічних сполук в атмосферу |
| | Реутилізація використаних мастильних матеріалів |
| | Реутилізація відпрацьованих шин |
| Повітряний | Розливи нафти в аеропорту |
| | Заправлення літаків |
| | Обробка літальних апаратів рідинами проти обледеніння та обмерзанням |
| Залізничний | Перевезення сипучих вантажів (руди, вугілля тощо) |
| | Утилізація відпрацьованих паливно-мастильних матеріалів |
| | Надзвичайні ситуації |
| Трубопровідний | Самовільні розливи нафти, аміаку, бензину |

Підтримання стану техногенної безпеки країни на пріоритетах безпечної життєдіяльності людини, здорового і безпечного довкілля – одне з найважливіших завдань держави. Важливою ланкою процесу забезпечення техногенної безпеки є процедура оцінювання ризиків надзвичайних ситуацій на ПНО, що закріплено у Законі України «Про об'єкти підвищеної небезпеки», Постанові Кабінету Міністрів України «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки». Ці документи є основою для прийняття зважених управлінських рішень. Внаслідок

збільшення числа автомобілів в Україні, насамперед, у великих містах, зросла чисельність автозаправних станцій (АЗС), кількість яких складає близько 7000 та постійно збільшується. Значні обороти нафтопродуктів на АЗС, які є легкозаймистими рідинами (ЛЗР), зумовлюють посилення уваги до цих об'єктів як джерел підвищеної пожежовибухової небезпеки. Нормативні акти, які регулюють проектування і будівництво АЗС із забезпеченням протипожежних і противибухових норм, швидко стають застарілими і не встигають за ринком нафтопродуктів, який динамічно розвивається.

Особливе занепокоєння викликає тенденція розміщення нових АЗС у межах міської забудови, у історичних центрах міст із визначними архітектурними пам'ятками, а також поблизу місць масового скупчення людей (дитячі майданчики, садово-паркові насадження, пішохідні зони із значним потоком людей). Іншим негативним фактом стало загострення конкуренції між мережами АЗС, які економлять на заходах техногенної безпеки, застосовують бензин низької якості, наймають некваліфікований персонал.

Аварійні ситуації на АЗС можуть виникнути при:

- переповненні резервуарів при зливу нафтопродуктів з автоцистерн;
- роз'єднанні з'єднувальних трубопроводів між резервуаром та автоцистерною;
- переповненні паливних баків автомобілів;
- пошкодженні паливно-роздавальної колонки (ПРК);
- корозійному зносі трубопроводів та резервуарів.

Потенційна небезпека АЗС також обумовлена технологічним обладнанням, що відпрацювало свій нормативний термін експлуатації. Підвищена пожежна небезпека притаманна як автоцистернам, так й автомобілям, які можуть одночасно заправлятися, що залежить від кількості працюючих заправних паливом і маслом постів (4 – для масла, до 8 – для палива).

Наявність великої кількості дизельного пального та бензину у ємнісному обладнанні АЗС створює небезпеку виникнення пожежі у випадку витоку палива та джерел спалахування. При витоку палива у технологічному колодязі створюється небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій паливноповітряної суміші (ППС), що при наявності джерела ініціювання може обумовити вибух цієї суміші у технологічних колодязях і створити умови для подальшого розвитку аварії у підземних сховищах. Таким чином, причинами пожеж та вибухів на АЗС можуть бути (рис.1.1):

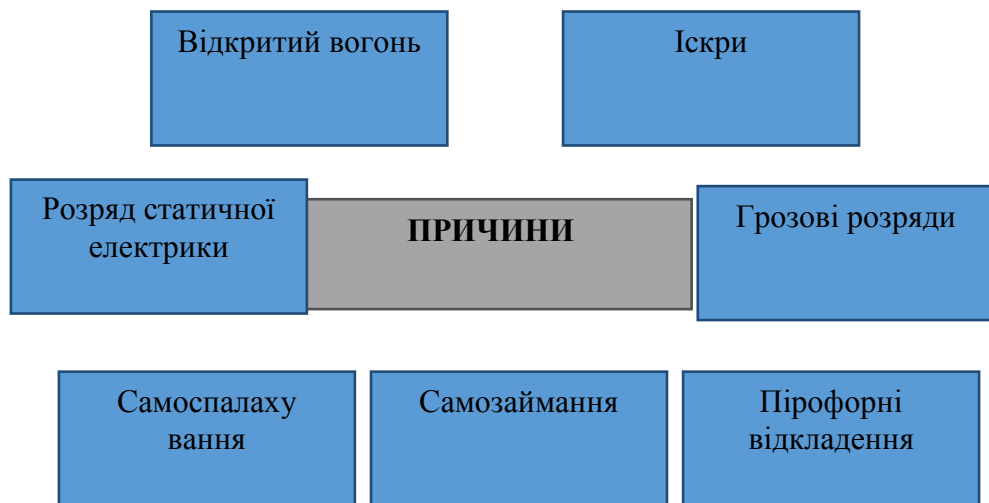


Рис. 1.1. Причини пожеж на АЗС

Початковою подією аварії на АЗС є витік пожежовибухонебезпечного продукту.

При оцінці шкоди навколишньому природному середовищу розглядаються сценарії розвитку найбільш важких аварійних ситуацій:

- розлив нафтопродуктів при миттєвому руйнуванні ємностей (якщо всі ємності об'єкта підземні, то в якості джерела розливу розглядається автоцистерна);
- пожежа в резервуарі з нафтопродуктами;
- вибух резервуара з нафтопродуктами.

На рисунку 1.2 визначено основні джерела негативного впливу на довкілля

в умовах автозаправного комплексу.

Основними джерелами виділення забруднюючих речовин на АЗК є [11]:

- резервуари з нафтопродуктами (випаровування нафтопродуктів – «великі і малі дихання»); паливо-роздавальні колонки (випаровування при заповненні бензобаків автомобілів);
- об'єкти очисних споруд (випаровування нафтопродуктів і скидання залишків (після очищення) в систему каналізації);
- відходи при очищенні резервуарів;
- забруднення атмосфери в результаті випаровування нафтопродуктів в процесі їх приймання, зберігання, відпуску;
- забруднення ґрунтів в результаті можливих протікань пального з підземних резервуарів-сховищ;
- автомобільні вихлопи, що містять вуглеводні бензину, діоксид сірки, сажу, свинець та його сполуки.

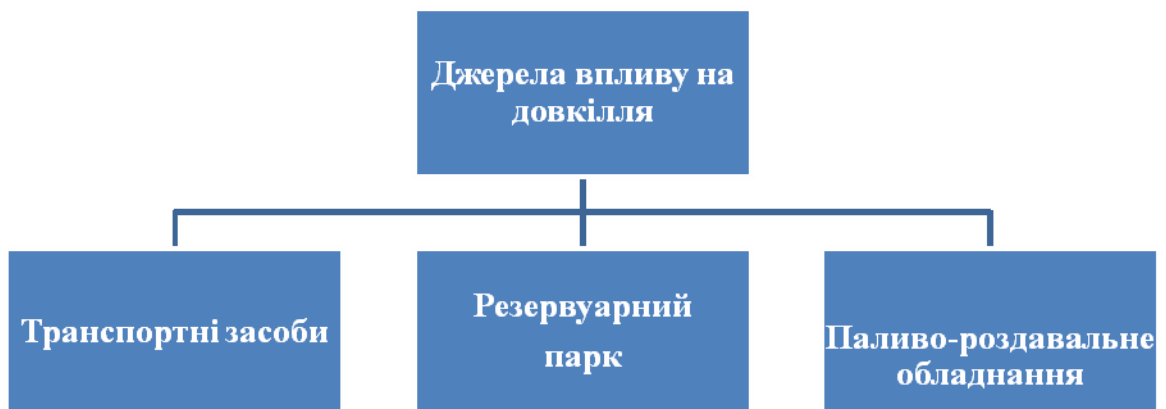


Рис.1.2 Джерела впливу на довкілля під час експлуатації АЗК

Очищення нафтовмісних стічних вод повинна забезпечувати:

- максимальне вилучення цінних домішок для використання їх за призначенням;
- застосування очищених стічних вод в технічних процесах;
- мінімальне скидання стічних вод у водойму.

Орієнтовно значення окремих джерел в загальній частці забруднення (%):

- розливи при заправці автотранспорту..... 30
- розливи при зливі нафтопродуктів із автоцистерни 25
- розливи і витікання нафтопродуктів при обслуговуванні і ремонті технологічного обладнання 20
- витікання нафтопродуктів через несправності обладнання 15
- інші джерела 10

1.4. Висновки до розділу 1

У результаті дослідження глобальної екологічної проблеми – забруднення гідросфери – встановлено, що у результаті діяльності людини та розвитку різних галузей промисловості основними забруднювачами біосфери є нафта та її похідні, які надходять, в основному, зі стічними водами. Серед численних техногенних об'єктів, які безпосередньо впливають на стан довкілля, основна увага у розділі приділена автозаправним комплексам. Встановлено, що основними джерелами впливу на довкілля є транспортні засоби, резервуарний парк та паливо-роздавальне обладнання. Визначено основні сценарії розвитку аварійних ситуацій на об'єктах паливозабезпечення.

Наступний розділ буде присвячений аналізу водоочисних технологій, які застосовуються для видалення нафтопродуктів з водного середовища та характеристику найбільш розповсюджених засобів для розділення нафтової

та водної фаз, що дасть змогу модернізувати очисні споруди автозаправного комплексу.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ВОДООЧИСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ

Попередження забруднення водних об'єктів стічними водами може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження скидання стічних вод у водойми без їхнього очищення. Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними методами, повторне використання стічних вод для технічних потреб та поливу, створення обортних та замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на підприємствах у напрямку зменшення надходження забруднень у стоки, перехід на безвідходні технології, зменшення забруднення територій нафтопродуктами, котрі зі зливовими стоками можуть потрапляти до водойм.

2.1 Методи очищення стічних вод від нафтопродуктів

Серед численних екологічних проблем одним із найважливіших питань є розробка методів та засобів боротьби із забрудненнями нафтопродуктами. Це обумовлено тим, що нафтопродукти стали найбільш поширеними забруднюючими речовинами гідросфери і їх негативний вплив відмічається в усіх процесах, які протікають у водному середовищі і на межі середовищ (вода – повітря, вода – дно).

Враховуючи характерні особливості способів очищення стічних вод, їх можна розділити на три основні класи:

- механічні;
- фізико-хімічні;
- біохімічні.

Для очищення водних басейнів від забруднень, зокрема від нафтопродуктів, на сьогодні використовують методи, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Класифікація методів видалення нафтопродуктів із водного середовища

| Методи | Спосіб ліквідації |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самоочищення | Випаровування Емульгування Диспергування Розчинення Фотоокислення |
| Механічні | Локалізація розливу Збір за допомогою шнекових пристроїв Збір за допомогою всмоктуючих пристроїв Збір за допомогою переливних (порогових) пристроїв Збір за допомогою гідродинамічних пристроїв (з використанням відцентрових сил) |
| Фізико-хімічні | Спалювання Збір за допомогою адгезійних пристроїв Сорбційний Осадження з використанням реагентів-диспергаторів Збір нафти з використанням реагентів-згущувачів |
| Біологічні | Розклад на місці розливу мікробіологічною культурою |

Усі наведені методи характеризуються низкою переваг та недоліків.

2.1.1 Механічні засоби очищення стічних вод від нафтопродуктів

Механічні способи очищення застосовуються для очищення стоків від твердих та масляних забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

- подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;
- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів;

— усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;

— вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребків та інших пристроїв;

— фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше — шляхом пропускання їх через пісок;

— освітлення води шляхом пропускання її через пісок або спеціальні пристрої, наповнені композиціями або мінералами, здатними поглинати завислі частки.

Вибір схеми очищення води від завислих часток та нафтопродуктів залежить від виду та кількості забруднень, необхідного ступеня очищення.

Механічне очищення стічних вод від нафтопродуктів застосовують переважно як попередню, видаляючи основну масу мінеральних та грубодисперсних домішок, що містять нафту.

За принципом дії механічні засоби можуть бути: всмоктуючими, адгезійними, відстійно-уловлюючими, адсорбційними. За способом використання – стаціонарними, плавучими, переносними [12]. До механічних засобів очищення відносяться: пісковловлювачі, нафтовловлювачі, озера-відстійники, фільтри, гідроциклони та ін.[13].

Пісковловлювачі, нафтовловлювачі і флотаційні установки є основними спорудженнями на складах ПММ і АЗС і призначаються для відстоювання стічних вод, що містять у собі нафтопродукти.

Пісковловлювачі. Пісковловлювачі призначені для виділення механічних домішок з розміром частин 200-250 мкм. При їх відсутності ці домішки виділяються в інших очисних спорудах і тим самим ускладнюють експлуатацію останніх. Принцип дії пісковловлювача базується на зміні швидкості руху твердих важких частин у потоці рідини. Вони діляться на горизонтальні, вертикальні та пісковловлювачі з поступально-круговим рухом. Конструкцію пісковловлювача вибирають у залежності від кількості

стічних вод та концентрації забруднюючих речовин. У пісковловлювачах видаляється близько 25 % нафтопродуктів, що містяться у стічних водах [14]. Осад, що випадає в піскоуловлювачах, містить не тільки грубодисперсні домішки мінерального походження, але й значну кількість органічних забруднень, що захоплюються частинками, які осідають. Конструкція піскоуловлювачів повинна забезпечувати випадіння частинок заданих розмірів й по можливості скорочувати можливе випадіння органічних речовин. З існуючих конструкцій більш за все цим вимогам задовольняють аеровані піскоуловлювачі. Горизонтальні піскоуловлювачі відрізняються простотою конструкції і експлуатації, забезпечують достатньо високий ефект затримання піску (приблизно 65–75 %). Оптимальна швидкість руху стічних вод у горизонтальних піскоуловлювачах, призначених для очищення міських стічних вод, складає 0,3 м/с. Зниження швидкості потоку менше 0,3 м/с призводить до випадання в осад значної кількості нерозчинних органічних домішок, більше 0,3 м/с – до винесення піску з піскоуловлювача [3]. Коливання витрати викликає зміну швидкості руху очищуваних стічних вод у горизонтальних піскоуловлювачах і, як наслідок, призводить до погіршення їх роботи. Крім цього, певні труднощі виникають і при видаленні з них осаду. Для підтримання постійної швидкості, незалежної від витрати стічних вод, на вихідних каналах горизонтальних піскоуловлювачів встановлюються регулюючі лотки або водозливи. Суттєвим недоліком горизонтальних піскоуловлювачів є те, що затриманий осад в них розташовується за всією площею дна, що ускладнює збір його при вивантаженні. У сучасних конструкціях піскоуловлювачів переміщення осаду до приямка здійснюють за допомогою механічних скребоків чи гідромеханічним способом (гідрозмив). Намагання спростити вивантаження осаду призвело до створення горизонтальних піскоуловлювачів з коловим рухом води. Такі піскоуловлювачі займають менше місця, ніж звичайні піскоуловлювачі з прямолінійним рухом рідини. Тому їх використовують в умовах обмеженої території для розміщення очисної станції. Обертювий рух, що створюється за

рахунок підведення води по дотичній в тангенціальних піскоуловлювачах, позитивно позначається на роботі піскоуловлювачів такого типу, тому що він сприяє відмиванню від піску органічних речовин і виключає їх випадання в осад. Завдяки цьому осад з тангенціальних піскоуловлювачів містить менше органічних забруднень, ніж у піскоуловлювачах інших типів. Перевагами аерованих піскоуловлювачів над іншими типами піскоуловлювачів є високий ефект затримання піску: кількість затриманого в аерованих піскоуловлювачах осаду складає 0,03 л/мешк. на добу чи 75 л на 1000 м³ стічних вод, що приблизно у 1,5 рази більше, ніж у звичайних піскоуловлювачах, низький вміст органічних домішок в осаді, що складає 5–10 % (зольність осаду – 90–95 %) при значно меншій, ніж в горизонтальних, швидкості поступального руху – 0,08–0,12 м/с [3]. Перевагами аерованих піскоуловлювачів є також стійкість роботи при змінах витрати й добре відмивання піску від органіки. Аеровані піскоуловлювачі одночасно можуть використовуватися для вловлювання спливаючих забруднень (жирів, нафтопродуктів й ін.). Для цього уздовж всього піскоуловлювача напівзануреною перегородкою відокремлюється спеціальна зона для виділення й накопичення спливаючих забруднень. Аеровані піскоуловлювачі не потребують пристроїв для стабілізації в них швидкості руху води.

Як відомо, у горизонтальних піскоуловлювачах осад розташовується за всією площею дна споруд, а в аерованих зосереджується в піскових лотках. Переміщення затриманого піску до приямків у сучасних конструкціях піскоуловлювачів здійснюється за допомогою механічних скребків чи гідромеханічним способом (для видалення піску в аерованих піскоуловлювачах). При гідромеханічній системі переміщення осаду у піскові приямки в пісковий лоток укладають змивний трубопровід зі сприсками, направленими під кутом вниз в бік вивантаження піску. Вивантаження піску здійснюють гідроелеватором з бункера, який влаштований на початку піскового лотка. Змивання піску відбувається тоді коли пісок, що випав у осад, висхідним потоком рідини зі сприсків

переведений у псевдорідкий стан. Вода, яка виходить зі сприсків в товщу осаду, починає фільтруватися шляхом найменшого опору – вверху. При певній швидкості осад розширюється і стає доволі рухомим. Для цього необхідно подавати воду під тиском, що забезпечує псевдорідкий стан піску, який випав у осад, і достатню рівномірність розподілу його за довжиною лотка. Таким чином, осад не розпушується, а навпаки, підсмоктується згори і змивається в сторону бункера. Оптимальна витрата промивної води 0,03–0,09 м³/с. Пісок видаляється із піскоуловлювачів з великим об'ємом води. Осад з піскоуловлювачів (піскопульпа) має вологість 98–99 %, тому його необхідно зневоднювати. Для цього влаштовуються бункери, піскові майданчики або накопичувачі піску. Відкачування накопиченого в бункерах піскоуловлювачів осаду здійснюється пісковими насосами, гідроелеваторами, шнековими підйомниками й рідше ерліфтами. Видалення затриманого піску з піскоуловлювачів усіх типів допускається ручним способом при його об'ємі до 0,1 м³/доб. Якщо кількість вловленого піску понад 0,1 м³/добу, його видаляють механічним або гідромеханічним способом.

Нафтовловлювачі. Нафтовловлювачі призначені для очищення стічних вод від основної маси плаваючих нафтопродуктів, а також для осадження механічних домішок.

Нафтовловлювачі працюють за принципом різниці щільності води й окремих часток. У процесі відстоювання нафтопродукти спливають, а механічні домішки випадають в осад. Вони забезпечують очищення стічних вод до залишкового змісту нафтопродуктів до 50-1000 мг/л. У залежності від обсягу стічних вод застосовують нафтовловлювачі різної продуктивності і конструкції. У більшості випадків на складах ПММ застосовують двосекційні нафтовловлювачі, побудовані по типових проектах зі складального і монолітного залізобетонну.

Типовий нафтовловлювач, розрахований на витрату води 30 л/хв показана на рис. 2.1. Нафтовловлювач складається з двох прямокутних секцій. Обсяг однієї секції нафтовловлювача складає 25 м³. Після очищення у

нафтовловлювачі стічні води надходять у міську каналізаційну. Уловлені масла і нафтопродукти збираються в резервуарі, а потім автотранспортом направляються на регенерацію.

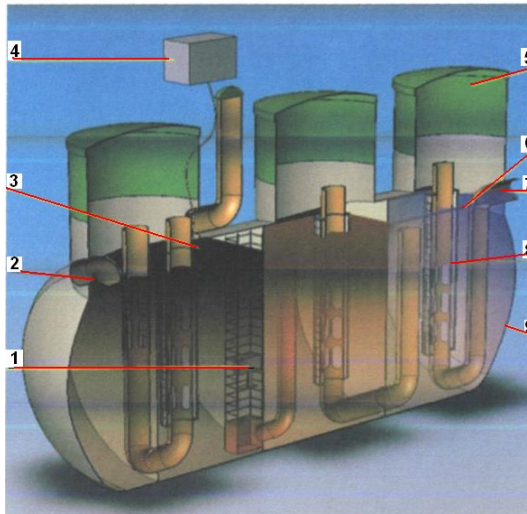


Рис. 2.1. Типовий нафтовловлювач:

1 – поплавок ; 2 – подача стоків; 3 – датчик рівня забруднень; 4 – електропанель керування; 5 – кришка; 6 – рівень стічних вод ; 7 – стік; 8 – коалесцентний фільтр; 9 – корпус.

Очищення поверхневих і виробничих стоків від нафтопродуктів відбувається в три етапи. Очисна установка також складається з трьох камер. Спочатку стічна вода потрапляє в першу камеру, де стоки гомогенізуються, а важкі частинки осідають. Перший ступінь очищення – це седиментація, тобто очистка стоків проходить методом гравітації. Після цього стічна вода потрапляє в другу камеру, в якій, за допомогою коалесцентних фільтрів відбувається відділення нафтопродуктів. Тут стоки очищаються до другого ступеня, тобто до 5 мг/л [15]. Коалесцентний фільтр ефективніше відокремлює нафтопродукти, що дозволяє зменшити розміри очисної установки. Після проходження через коалесцентні фільтри вода потрапляє в третю, додаткову камеру, де установлені абсорбуючі фільтри. Тут ступінь очищення стічної води досягає 1 мг/л. (третій ступінь).

Недоліком цього пристрою є те, що не забезпечується якість очищення стічної води, що відповідає умовам скидання в міську каналізаційну мережу по концентраціям масел, нафтопродуктів і зважених речовин. Це обумовлено тим, що нафтовловлювач представляє собою відстійник примітивної конструкції, не придатний до очищення стічних вод складного складу, що не дозволяє здійснити їхнє очищення до норм скидання в міську каналізаційну мережу.

Стічні води, що пройшли нафтоловлювач, потребують додаткового очищення, яка, в основному, здійснюється в озерах-відстійниках, що представляють собою земляні басейни. Озера мають довільну форму та глибину, а місця впуску та випуску води діаметрально протилежні. Видаляють нафтопродукти з поверхні за допомогою насоса, занурюючи всмоктуючий кінець гнучкого шланга у шар нафтопродукту.

Проблеми використання сепараторів нафтопродуктів. За останні роки розроблено значну кількість нових компактних конструкцій сепараторів нафтопродуктів. Більшість з них схожі за принципом дії та конструктивними особливостями: висока інтенсивність очищення поверхневого стоку від нафтопродуктів забезпечується в них використанням тонкошарових коалесцентних модулів. Поряд з тим залишаються не розв'язаними задачі, пов'язані з науковим обґрунтуванням роботи цих споруд. Більшість виробників декларує, що на виході з сепараторів нафтопродуктів, обладнаних коалесцентними модулями, концентрація нафтопродуктів не перевищує $C_{нп}=0,3 \text{ мг/дм}^3$, але при цьому істотно відрізняються як схеми і розміри проточних трактів, так і габарити, розміри комірок і матеріал коалесцентних модулів. У проаналізованих нами матеріалах для жодної з конструкцій не подано рекомендованої середньої розрахункової тривалості перебування поверхневого стоку в сепараторах залежно від кількісних і якісних характеристик потоку, схеми течії рідини крізь коалесцентний модуль та від конструкційних характеристик самого модуля. Важливим фактором, який впливає на ефект очищення, є те, що нафтопродукти можуть знаходитися у воді в різних дисперсних станах та мають різну питому масу рпн, що істотно

впливає на кінетику виділення нафтопродуктів. У ряді методик вплив питомої маси враховується, але надто спрощено, шляхом введення у випадку важких нафтопродуктів (при $\rho_{\text{нп}} > 850 \text{ кг/м}^3$) коефіцієнта запасу по продуктивності сепаратора. Недостатньо дослідженим є вплив вмісту завислих речовин у стічних водах та вплив процесу їх седиментації на ефективність виділення нафтопродуктів у тонкошарових модулях. Вагомою проблемою є забезпечення стабільного гідравлічного режиму роботи сепаратора нафтопродуктів при різних витратах стічних вод, а також при різному ступені заповнення робочої ємності затриманими забрудненнями – осадам в нижній частині та нафтопродуктами на вільній поверхні.

Одним із найбільш поширених методів очищення стічних вод від нафтових забруднень є фільтрація. Процес очищення стічних вод фільтрацією базується на прилипанні диспергованих частин до поверхні зерен фільтруючої загрузки і на затриманні твердих речовин у пористому просторі. Як фільтруючі матеріали, звичайно, використовують: кварцовий пісок, відходи азбестової промисловості, діатоміт, цегляний щебінь, кераміку, керамзит, графіт, кокс, полімерні матеріали.

Для механічного очищення стічних вод застосовують також гідроциклони. Гідроциклон являє собою конічну посудину, закриту зверху кришкою. Патрубок встановлений над дном. У нижній частині гідроциклону є піскова насадка. У верхню частину гідроциклону введений зливний патрубок. Поступаючи у циліндричну частину гідроциклону стічна вода піддається коливальному рухові. Під дією виникаючої при цьому центробіжної сили, частини домішок відкидаються у зовнішній нижній патрубок, який рухається по спіралі до нижнього розвантажуючого отвору.

2.1.1.1 Напірні гідроциклони

Для уловлювання крупних твердих домішок і піску використовують напірні й безнапірні (відкриті) гідроциклони. На відміну від споруд

відстійного типу, в яких процес очистки в гідроциклонах відбувається під дією відцентрових сил забруднюючих домішок, які виникають в результаті обертального руху води в апаратах. Поле відцентрових сил виникає завдяки тангенціальному підведенню води до циліндричного корпусу апарата. Гідроциклони бувають двох типів – напірні (закриті) та низьконапірні (відкриті). Відведення очищеної води здійснюється через центральну трубу. Уловлені частинки падають у конусну частину та видаляються через шламову насадку з частиною води. Основні переваги напірних гідроциклонів: 1. компактність; 2. висока продуктивність; 3. простота конструкції. Недоліки напірних гідроциклонів – великі втрати напору, швидке зношення елементів впуску води та небезпека засмічення шламових отворів. У цих апаратах не вдається затримувати дрібнодисперсні частки крупністю менше 1-5 мкн, які найбільш характерні для промислових стічних вод. Крім того, завислі речовини, що втримуються в стічних водах промислових підприємств, практично повсюди характеризуються полідисперсним складом, що приводить до забивання шламових отворів.

2.1.1.2 Відкриті гідроциклони

У відкритих гідроциклонах використовуються переваги відстійних апаратів і напірних гідроциклонів. Відкриті гідроциклони доцільно застосовувати для освітлення порівняно невеликих кількостей стічних вод (100-200 м³/год), що володіють значною концентрацією суспензії та високими флокуляційними властивостями. Відокремлення зависі від води здійснюється під дією як сил тяжіння, так і відцентрових сил. У відкритих гідроциклонах можна очищати забруднені води від завислих речовин, нафтопродуктів, допускається також застосування коагуляції для інтенсифікації процесу очистки стічних вод.

Звичайний відкритий гідроциклон за конструкцією подібний до вертикального відстійника, у нього тільки відсутня центральна труба, а

підведення води здійснюється тангенціально у нижній частині апарату. Відкритий гідроциклон складається з трубопроводу подачі стічних вод, що очищаються, тангенціального до циліндричної частини апарата та циліндричного корпусу з витягнутим вниз конічним днищем. Вода рухається в апараті обертаючись уверх, проходить через отвір у конічній діафрагмі, збирається в кільцевий водозбірний лоток та відводиться з апарату. Осад випадає в конічну частину апарата. Найбільшого поширення в чорній металургії одержали гідроциклони діаметром 6 м. Завдяки тангенціальній подачі води в апараті створюється обертально-поступальний рух, який сприяє укрупненню, флокуляції завислих часток. Це укрупнення відбувається завдяки градієнтній коагуляції. Укрупненню часток сприяє також та обставина, що вода, яка очищується і домішки, що осаджуються, перебувають у зустрічному русі. Така гідродинаміка апарата дозволяє домогтися істотної інтенсифікації процесу очистки в порівнянні з вертикальними відстійниками і освітлювачами зі зваженим шаром осаду. Відвід проясненої води здійснюється через кільцевий лоток з водозливом. Для підвищення ефективності конструкція гідроциклона доповнюється циліндричною перегородкою. Впуск води здійснюється тангенціально в простір, обмежений внутрішнім циліндром. При цьому виникає замкнутий циркуляційний потік, який сприяє поліпшенню якості очистки. Швидкості руху води у відкритих гідроциклонах значно менше, ніж у напірних гідроциклонах, тому вони забезпечують не відкидання часток до стінок апарата, а їхнє укрупнення в процесі повільного обертально-поступального руху. У нижній частині відкритого гідроциклона відбувається швидке укрупнення часток за рахунок кінетичної і градієнтної коагуляції. Наявність діафрагми сприяє розширенню потоку води та відділенню завислих речовин, зменшенню обсягу застійних зон і як наслідок цього збільшенню коефіцієнта використання обсягу апарата. Цей коефіцієнт (α) для відкритих гідроциклонів дорівнює 0,8. При відсутності конічної діафрагми $\alpha = 0,5-0,6$. Відкриті гідроциклони застосовують наступних типів: без внутрішніх

устроїв, з діафрагмою, з діафрагмою і циліндричною перегородкою та багатоярусні. Відкриті гідроциклони без внутрішніх устроїв рекомендується застосовувати для затримання крупно- та дрібнодисперсних домішок гідравлічною крупністю 5 мм/с і більше. Значення коефіцієнта $K = 0,61$. Гідроциклони з конічною діафрагмою призначені для видалення зі стічних вод дрібнодисперсних домішок гідравлічною крупністю більше за 0,2-0,3 мм/с. Їх доцільно застосовувати для обробки невеликих витрат води (до 200 м³/год). Значення коефіцієнта $K = 1,98$ [16].

Ефект очищення у відкритих гідроциклонах визначається в основному гідравлічним навантаженням, що встановлюється залежно від характеристики стічних вод, від ступеня очищення і від геометричних розмірів гідроциклона. Для всіх видів відкритих гідроциклонів питома гідравлічне навантаження на гідроциклон, (м³/(м² · год)) визначають за формулою $q = U_0 \cdot 3,6 \cdot K$, де U_0 – гідравлічна крупність часток, мм/с; K – коефіцієнт пропорційності, що залежить від конструкції гідроциклона (для простих гідроциклонів $K=0,61$). Апарат працює як без коагуляції й флокуляції за допомогою реагентів, так і особливо ефективно за допомогою цих речовин. Ефект роботи гідроциклону значно збільшується при використанні коагулянтів. Так, стосовно до стічних вод газоочисток мартенівських печей та конверторів для досягання необхідної ефективності очистки (150 мг/л у освітленій воді) навантаження без коагуляції складає 5-6 м³/м²·год, а з застосуванням коагулянтів – 12 м³/м²·год. Головним недоліком відкритих гідроциклонів є небезпека забивання шламових отворів, що істотно ускладнює експлуатацію. Як можливі шляхи виключення цього явища можна відзначити: 1) устрій скребкового пристрою, який приводиться в дію за допомогою електропривода; 2) видалення осаду з гідроциклона за допомогою шламових насосів. Ці рішення дозволяють не тільки виключити забивання шламових отворів, але й зменшити кількість шламової пульпи, що видаляється з апарата і відповідно дозволяє збільшити концентрацію твердої речовини. Інтенсифікація процесу очистки в гідроциклонах може бути

досягнута при використанні принципу тонкошарового відстоювання шляхом влаштування в гідроциклонах декількох ярусів.

Досліджено, що якщо вміст нафтопродуктів у стічних водах перед нафтовловлювачами складає 5000-20000 мг/л, то після нафтовловлювачів 150-400 мг/л, після озера додаткового відстоювання 60-300 мг/л, після піщаних фільтрів 40-120 мг/л. Отже, після очищення стічних вод механічними засобами для досягнення норм ГДК потрібна доочистка іншими методами.

2.1.2 Фізико-хімічні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів

Фізико-хімічний метод очищення стічних вод (в основному призначений для етильованих бензинів) здійснюється шляхом екстракції й застосування різних реагентів, що сприяють коагуляції й посвітлінню стоків. До цього методу очищення також відносяться хлорування й озонування стоків.

Після проходження стічних вод через спорудження механічного очищення зміст нафтопродуктів у них може бути знижено тільки до 20-30 мг/л. З таким змістом нафтопродуктів воду зливати у водойми не можна, тому роблять її доочищення у флотаторах.

Напірна флотація – це процес очищення стічних вод від завислих речовин, таких як нафта, жири або тверді речовини, шляхом розчинення повітря у воді або стічних водах під тиском та його вивільнення при атмосферному тиску в корпусі флотатора. Виділене повітря утворює крихітні бульбашки, які прилипають до завислих речовин, в результаті чого завислі речовини спливають на поверхню флотатора, де їх потім можна видалити за допомогою скімера.

В склад технологічної лінії при напірній флотації входить флотатор, напірний резервуар, система розподілу стоків і водно-повітряної суміші,

насос подачі умовно-чистої води, компресор, обладнання для подачі флокулянта чи коагулянта, трубопроводи і запірні арматури. Перед подачею у флотатор стічні води досить часто подаються у спеціальну ємність, в якій відбувається їх змішування з флокулянтом. В результаті такого змішування значно прискорюється процес утворення флокул і покращується процес спливання нафтопродуктів, жирів і завислих речовин у флотаторі.

На сьогодні фахівцями Корпорації «Енергоресурс-інвест» розроблено і впроваджено у виробництво такі види обладнання для попереднього очищення промислових стоків:

- сепаратори жирів вертикального і горизонтального типу марки Hydroman SEG® продуктивністю від 1,0 до 50,0 л/с;
- напірні флотатори в самонесучих поліетиленових корпусах марки Hydroman DAF® продуктивністю від 3,0 до 15,0 м³/год.

В якості корпусів як сепараторів жирів, так і напірних флотаторів використовуються поліетиленові конструкції із пустотілою (стільниковою) будовою стінки. Така конструкція корпусів обладнання полегшує монтаж та експлуатацію очисних споруд, оскільки вона витримує великі ґрунтові навантаження, не потребує зміцнення бетоном, має відносно малу вагу, не кородує в агресивному середовищі і є повністю герметичною. Конструкція напірних флотаторів розроблена з урахуванням досвіду іноземних та вітчизняних компаній і має ряд індивідуальних особливостей, які зумовлюють їх успішне застосування при попередньому очищенні стічних вод. Корпорація «Енергоресурс-інвест» пропонує оптимальну циліндричну конструкцію напірних флотаційних установок вертикального типу з конічним днищем марки Hydroman DAF®. В таких установках відбувається ефективний контакт повітря із забруднюючими речовинами, які знаходяться в стічних водах, спрощуються процеси видалення піни та осаду [17].

Залежно від обсягу й ступеня забруднення стічних вод нафтопродуктами використовують горизонтальні, вертикальні і радіальні

флотатори. Продуктивність горизонтальних і вертикальних флотаторів до $100 \text{ м}^3/\text{г}$, радіальних – більше $100 \text{ м}^3/\text{г}$.

Принцип роботи радіального флотатора заснований на прилипанні часток нафтопродуктів до поверхні пухирців повітря, якими штучно насичується вода. Стічна вода, насичена повітрям, через обертовий повітророзподільник 5 (рис. 2.2) надходить у флотаційну камеру 6, де виділяються пухирці повітря, і далі рухається у відстійну камеру. Пухирці із частками нафтопродуктів, що прилипли до них, спливають; на поверхні камери 7 утвориться піна 1. Вона скребковими пристроями згрібається в піносбірний лоток 2 і виводиться із флотатора. Очищена вода проходить через кільцевий зазор, утворений стінкою флотатора й підвісною нафтоутримуючою стінкою 4, іде в лоток 3 і виводиться в ставок додаткового відстоювання, що складається з одного або двох відділень. Так відбувається вивітрювання, окислювання й розкладання забруднень. Ставок повинен бути виконаний так, щоб забезпечував рівномірний розподіл води по всьому перетині й відвід нафтопродуктів, що спливли. При експлуатації ставка не можна допускати переповнення його вище встановленого рівня, а при нагромадженні нафтопродуктів на поверхні їх варто вчасно видаляти.

Один-два рази в рік перевіряти кількість осаду, що випав на дно ставка й не рідше чим у два роки дно очищують. Крім того, підтримують обвалування й устаткування ставка в належному технічному стані.

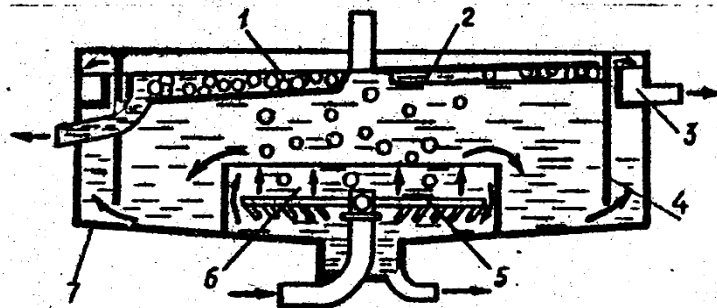


Рис. 2.2. Радіальний флотатор:

1 – піна; 2 – пінозбірний лоток; 3 – лоток; 4 – підвісна нафтоутримуюча стінка; 5 – повітророзподільник; 6 – флотаційна камера; 7 – відстійна камера.

Залишковий зміст нафтопродуктів у стічних водах після механічного або фізико-хімічного очищення становить 10-20 мг/л, тому подальше очищення проводять біохімічними методами.

При зберіганні етильованих бензинів, відбувається забруднення стічних вод тетраетилсвинцем (ТЕС), зміст якого у воді не допускається, тому поряд з виробничою каналізацією споруджується спеціальна каналізація для збору й нейтралізації етилутримуючих стоків.

2.1.3 Біохімічні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів

Після механічного й фізико-хімічного очищення стічні води, що містять 15-20 мг/л нафтопродуктів у вигляді емульсії, направляються на біохімічне очищення.

Біохімічні методи застосовуються для очистки стічних вод від органічних речовин, які використовуються мікроорганізмами як поживні речовини і джерела енергії і при цьому піддаються деструктивному розпаду – окисненню при аеробному та анаеробному очищенні.

Такі методи очищення води ґрунтуються на використанні тих чи інших живих істот, їх комплексів – біоценозів. Таких біоценозів нині відомо п'ять: біоплівка, активний мул, анаеробні мікроорганізми, селекціоновані мікроорганізми-деструктори певних забруднень, гідробіоценози, що становлять просторовий біоконвеєр. Основна роль у процесі очистки належить бактеріям, число яких у перерахунку на 1 г сухої речовини мулу коливається від 10^8 до 10^{14} клітин [18].

Для оцінки ефективності біохімічного окислювання органічних речовин, що втримуються в стічних водах, застосовується біохімічний показник, обумовлений відношенням повної біохімічної потреби в кисні (БПК_{повн.}) до хімічної потреби в кисні (ХПК).

Біохімічним споживанням кисню називається кількість кисню, необхідне для окислювання органічних речовин у результаті біохімічних процесів, що відбуваються у воді аеробних. Визначають повне біохімічне споживання (БПК_{повн.}), коли процес триває 15-20 доб. (БПК₂₀), і п'ятидобове споживання (БПК₅) для поточного контролю експлуатованих очисних споруджень.

Хімічне споживання кисню характеризує забруднення стічних вод органічними сполуками й для окремих фракцій нафтопродуктів становить у г О₂/г: бензину – 3,5; гасу – 3,6; газойля – 4,0; мазуту – 4,2. Відповідно БПК дорівнює 0,12; 0,15; 0,18; 0,4.

Біохімічне окислювання проводять як у природних умовах на полях фільтрації, зрошення й біологічних ставків, так і в штучно створених умовах на біофільтрах і в аеротенках. Поля фільтрації, поля зрошення й біофільтри функціонують за рахунок ґрунтових біоценозів; біологічні ставки й аеротенки – біоценозів водойм. На нафтобазах використовують краплинні й високонавантажені біофільтри. Для проведення біохімічного очищення стічної води, що містять нафтопродукти, змішують із господарсько-побутовими.

У краплинних біофільтрах (рис. 2.3) як фільтруючий матеріал використовують шлаки, гранітні щебені, кокс, вапняк, антрацит і інші водо стійкі матеріали.

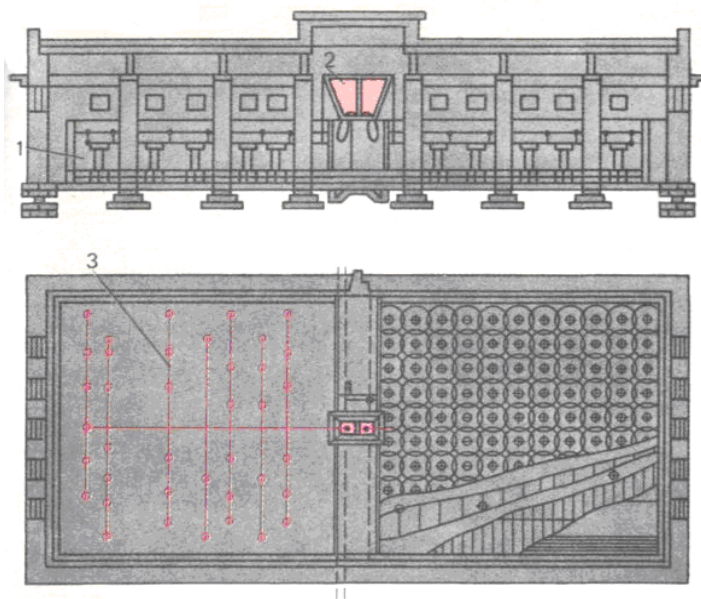


Рис. 2.3. Краплинний біофільтр:

1 – камера для фільтруючого завантаження; 2 – бак для стічної води ; 3 – розподільні пристрої

Обмін повітря в біофільтрі відбувається шляхом природної вентиляції при висоті завантаження 1,5-2 м і примусової вентиляції при висоті завантаження більше 2 м. Для забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів стічна вода, що надходить на фільтр, повинна містити не більше 25 мг/л нафтопродуктів, не більше 10 г/л розчинених солей. На кожні 100 мг/л стічних вод повинне втримуватися не менш 5 мг азоту й не менш 1 мг фосфору. Поверхнено-активні речовини, смоли й нерозчинені масла повинні повністю бути відсутні.

Процес очищення протікає в такий спосіб: нерозчинні забруднення утворюють на поверхні біофільтра біологічну плівку, густо заселену мікроорганізмами. У процесі роботи біофільтра плівка відмирає. Очищену в біофільтрі воду хлорують і вона надходить у вторинний відстійник, де відмерла плівка затримується. Очищену воду спускають у водойму. Для забезпечення нормальної роботи в біофільтр спочатку подають господарсько-побутові стоки слабкої концентрації. У фільтр вводять біогенні елементи у вигляді солей азоту й фосфору й у міру утворення біоплівки поступово

додають нафто утримуючі стічні води. Період адаптації мікроорганізмів триває 2-4 тижня. Протягом цього часу об'ємний зміст нафтоутримуючих і господарсько-побутових стоків доводять до співвідношення 1:1. Для забезпечення нормальної життєдіяльності мікроорганізмів біологічні фільтри вводять в експлуатацію влітку при температурі близько 20 °С.

Поряд із краплинними біофільтрами використовуються високонавантажені фільтри. В табл. 2.2 наведені характеристики краплинних і високонавантажених біофільтрів.

В основу роботи аеротенків покладена діяльність мікроорганізмів, що живуть у природних водоймах. Вони мають назву активного мулу. Активні мули містять мікроорганізми різноманітної систематичної належності, велика частина яких (50-80 %) належить до роду *Pseudomonas*. Крім того, виділено культури бактерій родів *Bacillus*, *Aeromonas*, які розвиваються на середовищах із нафтопродуктами та є стійкими до ряду металів: Co, Cu, Pb, Ag, Mo, Zn. Постійним компонентом біоценозу активного мулу є капсульна гетеротрофна бактерія *Zooglea ramigera*, яка грає важливу роль у біофлокуляції, що визначає седиментаційні властивості мулу [19, 20].

Таблиця 2.2

Характеристики краплинних і високонавантажених біофільтрів

| Показники | Краплинні біофільтри | Високонавантажені біофільтри |
|------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Гідравлічне навантаження, м ³ /м ² | 1-3 | 10-30 |
| Окисна потужність, БПК _{повн.} , г/м ³ | 150-300 | 500-2000 |
| Висота завантаження, м | 1,5-2,0 | 2,0 |
| Розмір часток завантаження, мм | 25-40 | 40-70 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Припустима початкова БПК _{повн.} , г/м ³ | 220 | 300 |
| Рекомендована продуктивність по стічних водах, м ³ /доб | до 1000 | до 50 000 |

Аеротенки підрозділяються на аеротенки з регенерацією й без регенерації активного мулу, аеротенки-змішувачі, аеротенки, що витісняють й аеротенки-відстійники. Залежно від застосовуваних аераційних пристроїв є аеротенки з механічної, пневматичної й пневмомеханічної аерацією.

По ступені очищення аеротенки підрозділяють на високонавантажені, із частковим очищенням, залишкова БПК_{повн.} більше 10-15 мг/л, нормально-навантажені з повним біоочищенням БПК_{повн.} = 10-15 мг/л і низьконавантажені (із частковим і повним очищенням).

Показники роботи трьох типів аеротенків наведені в табл. 2.3.

Промисловість випускає аеротенки низького навантаження (нормального окислювання), серед яких найбільше застосування знайшли установки марки КУ продуктивністю від 12 до 200 м³/доб. Для очищення стічних вод при відносно високій концентрації активного мулу використовують комбіновані спорудження, що виконують функції аеротенка й вторинного відстійника.

Таблиця 2.3

Характеристики показників роботи трьох типів аеротенків

| Показники | Високо навантажені | Нормально навантажені | Низько навантажені |
|---------------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Навантаження на активний мул, г БПК/г АИ | 0,5-5,0 | 0,1-0,5 | 0,05-0,10 |

| | | | |
|------------------------------------------------|-----------|----------|---------|
| Доза активного мулу, г/л | 2-6 | 1,2-3,0 | 3-5 |
| Швидкість окислювання, мг БПК/(г АИ-ч) | – | 20-80 | 2-6 |
| Окисна потужність, г БПК/(м ³ ·доб) | 1200-6000 | 500-1200 | 150-500 |
| Час аерації, год | 1-3 | 6-8 | 20-30 |

Промисловість випускає аеротенки низького навантаження (нормального окислювання), серед яких найбільше застосування знайшли установки марки КУ продуктивністю від 12 до 200 м³/доб. Для очищення стічних вод при відносно високій концентрації активного мулу використовують комбіновані спорудження, що виконують функції аеротенка й вторинного відстійника.

Особливої уваги заслуговують аероакселератори, що отримали велике поширення, які залежно від концентрації забруднень, характеру стічної рідини й періоду аерації можуть працювати на повне або неповне біологічне очищення побутових і виробничих стічних вод.

Найбільшою популярністю й поширенням у світовій практиці користуються аероакселератори закордонних фірм «Інфілко» (США), «Патерсон» (Англія), «Дегремон» (Франція), «Лурги» (ФРН) і ін.

Аероакселератори можуть бути із пневмомеханічної, механічної (поверхневої) і пневматичної системами аерації. Ці спорудження підрозділяються на два типи: із центральною зоною аерації й периферійною відстійною зоною й із центрально розташованим відстійником і периферичною зоною аерації.

Однієї з модифікацій комбінованих споруджень є проти плинний аеротенк, розроблений ВНІ ВОДГЕО. У цьому аеротенку забезпечується тривалий контакт муловій суміші з пухирцями потоку, що рухається назустріч, води, а отже, і висока ефективність використання кисню.

У протиплинних аеротенках витрата повітря може бути істотно знижена у порівнянні з типовими конструкціями аеротенків.

За кордоном знаходять застосування шахтні аеротенки, які дозволяють у кілька разів скоротити виробничі площі й істотно знизити енерговитрати на аерацію.

Шахтний аеротенк із ерліфтною циркуляцією являє собою циліндричний вертикальний резервуар діаметром від 0,6 до 3 м висотою 12-100 м. Він може бути заглиблений або встановлений на поверхні землі у вигляді колони.

2.2 Аналіз ефективності сорбційних матеріалів

Проблема забруднення природних водойм нафтою та нафтопродуктами та їх знешкодження у водних екосистемах з застосуванням сорбентів є комплексною темою, що висвітлена у наукових працях таких учених і практиків, як: Г. О. Білявський, О. П. Хохотва, А. В. Шеметова, О. В. Кравченко, О. М. Бугаєнко, А. В. Хохлова. Однак цей напрямок досліджень залишається актуальним і сьогодні, особливо в умовах надзвичайно високого рівня забруднення водних екосистем.

Негативні наслідки діяльності нафтопереробних заводів та інших об'єктів нафтового комплексу можуть поширюватись на поверхневі, ґрунтові та підземні води. Забруднення формується безпосередньо за рахунок нафтопродуктів, що зберігаються на території підприємств, а також через стічні та зливові води, забруднені ними.

Сорбція – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежать від структури пор, їхньої величини, розподілу за розмірами, природи утворення. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м^3) [20].

Сорбційні методи очищення води від нафтопродуктів розвиваються в трьох напрямках:

- розподілення тонкодисперсних матеріалів на великій поверхні води з наступним їх збиранням;
- обробка забруднених поверхонь води фіксованими сорбційними матеріалами поза судном або установкою;
- очищення в спеціальних установках поверхневих, трюмних та стічних вод [21].

Пристрої для вилучення зі стічних вод або розчинів за цим методом виготовляють у вигляді фільтрів.

Розрізняють три види сорбційних процесів очищення стоків: абсорбція, адсорбція, хемосорбція.

При абсорбції поглинання забруднень здійснюється всією масою (об'ємом) абсорбованої речовини.

При адсорбції поглинання забруднювачів відбувається тільки поверхнею адсорбента за рахунок молекулярних сил двох тіл, що взаємодіють.

При хемосорбції поглинання забруднювачів сорбентом відбувається з утворенням на поверхні розподілу нового компонента або фази.

Вибір сорбента визначається характером та властивостями забруднень.

Основні характеристики засобів очищення відображені в таблиці 2.4 [5].

Таблиця 2.4

Характеристика засобів очищення стічних вод

| Засоби очищення стічних вод до очищення, мг/л | Фізичний процес | Вміст нафтопродуктів, мг/л | Вміст нафтопродуктів після очищення, мг/л | Гранично-допустима концентрація, мг/л |
|-----------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| Нафтоуловлювач | Коагуляція | 5000 – 15000 | 50 – 100 | 0,05 |
| Ставок-відстійник | Відстій | 50 – 100 | 25 – 30 | |
| Флотаційна установка | Флотація | 50 – 100 | 15 – 30 | |
| Піщаний гравійний фільтр | Фільтрування | до 30 | 10 – 15 | |
| Сорбційний реактор | Сорбція | 4,5 | 0,15 | |

Проведений аналіз сучасних методів очищення нафтовмісних стічних вод дозволив нам зробити висновок, що найбільш доцільним є використання фізико-хімічних методів, що забезпечують вищий ступінь (до 99 %) очищення стічних вод [5].

Найбільш ефективним і екологічно доцільним серед існуючих методів видалення плівки нафтопродуктів вважається сорбційний. Відомо, що в якості нафтових сорбентів використовуються природні матеріали на рослинній і мінеральній основі (бавовна, торф, торф'яний мох, тирса, деревинна стружка, деревинна мука, пенька, солома, глина, перліт тощо).

Найбільш доступними для ліквідації забруднення водної поверхні нафтопродуктами є сорбенти на основі природної сировини і відходів виробництва рослинного походження. Як правило, вони є органічною частиною існуючих екосистем. Тому, сорбенти на їх основі в найбільшій мірі відповідають екологічним вимогам.

Властивості деяких природних матеріалів, які застосовуються для збирання нафти і які служать основою для отримання нафтових сорбентів наведені в таблиці 2.5 [22].

Таблиця 2.5

Властивості природних матеріалів для збирання нафти

| Матеріал | Нафтопоглинання, г/г | Водопоглинання, г/г | Ступінь віджима нафти, % |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Солома пшенична | 4,1 | 4,3 | 36 |
| Листя | 6,1 | 4,6 | 31 |
| Лушпиння соняшнику | 3,0 – 3,5 | 2,2 | 44 |
| Кора осина/сосни | 0,5/0,3 | 0,8/0,8 | 25/0 |
| Дерев'яна тирса | 1,7 | 4,3 | 10 – 20 |
| Лігнін гідролізний | 1,5 – 3,0 | 4,1 | 25 |
| Відходи ватного виробництва | 8,3 | 0,26 | 60 |
| Торф | 17,7 | 24,3 | 74 |
| Мох сухий | 3,5 – 5,8 | 3,1 – 3,5 | – |
| Шерсть | 8,0 – 10,0 | 4,5 | 87 |
| Вугілля буре подрібнене | 1 – 2 | 0,2 | – |

З таблиці видно, що найбільше поглинальні властивості і ступінь віджима нафти має шерсть, торф, відходи ватного виробництва. Шерсть може поглинути до 8 – 10 кг нафти на юну своєї маси, при цьому природна пружність шерсті дозволяє віджати велику частину легких нафтових фракцій. Проте після декількох таких віджимань шерсть стає непридатною для подальшого використання. Висока вартість шерсті, недостатня її кількість і високі вимоги до зберігання (шерсть притягує гризунів, комах, зазнає біохімічного перетворення) не дозволяють вважати її перспективним сорбентом [22].

Ефективним сорбентом на основі природних матеріалів являється лушпиння соняшнику. Як відомо, лушпиння соняшнику – це біомаса у вигляді твердого субпродукту, що утворюється в результаті переробки насіння соняшнику.

Відомо, що соняшникове лушпиння має подібний до інших рослинних відходів (деревини осики, сосни) склад компонентів, а саме: целюлозу,

геміцелюлозу, лігнін та екстрактивні речовини – смоляні кислоти, вільні жирні кислоти, різні ефіри жирних кислот .

Порівняльний аналіз з іншими природними матеріалами наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Ефективність очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами

| Розмір фракції, мм | Час впливу, хв | Температура, °С | Вихід сорбенту В, % | Концентрація після очищення, мг/л | Ступінь очищення S, % |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| На основі тирси | | | | | |
| 1 – 3 | 20 | 100 | 91,7 | 1,450 | 22,9 |
| | | 200 | 89,5 | 0,932 | 50,4 |
| На основі лущиння соняшнику | | | | | |
| 10 | 20 | 100 | 91,3 | 1,360 | 27,7 |
| | | 200 | 87,6 | 0,812 | 56,8 |
| На основі шкарлупи волоського горіха | | | | | |
| 1 – 10 | 20 | 100 | 97,7 | 1,624 | 13,6 |
| | | 200 | 92,3 | 1,548 | 17,7 |

Під час проведення цього експерименту використовували шар сорбентів висотою 13 см, а вхідна концентрація нафтопродуктів становила 1,880 мг/л. Із табл. 2.4 видно, що ступінь очищення у процесі термообробки за температури 200 °С є у 2,2 рази вищим, ніж під час 100°С обробки та у шість разів, ніж під час використання необробленої сировини [5, 23].

Результати експериментальних даних табл.2.4 свідчать про позитивний вплив термообробки на поглинальну здатність сорбентів. Як бачимо з таблиці, за температури обробки 200°С ступінь очищення у 2 рази вищий, аніж за 100°С термообробки та у 2,9 разів, аніж при використанні необробленого лущиння соняшника [5, 24].

За підвищених температур (100 і 200° С), зростає і площа питомої поверхні сорбентів, що, у свою чергу, позитивно позначається на здатності сорбентів поглинати домішки нафтопродуктів зі стічних вод (табл. 2.7) [5, 25].

Таблиця 2.7

Площі питомих поверхонь сорбентів рослинного походження,
оброблених за різних температур

| Сорбент | Питома поверхня S, м ² /г (у залежності від термообробки) | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| | 0°С | 100°С | 200°С |
| Лушпиння соняшнику | 0,27 | 0,36 | 0,49 |
| Тирса | 0,24 | 0,30 | 0,39 |
| Шкарлупа грецького горіха | 0,17 | 0,19 | 0,22 |

З таблиці 2.7 видно, що найбільшу площу питомої поверхні має лушпиння соняшнику, при температурі 0°С вона становить 0,27 м²/г, при 100°С – 0,36 м²/г, та при 200°С – 0,49 м²/г. Залежність площі питомої поверхні від температури проілюстровано на графіку (рис. 2.4).

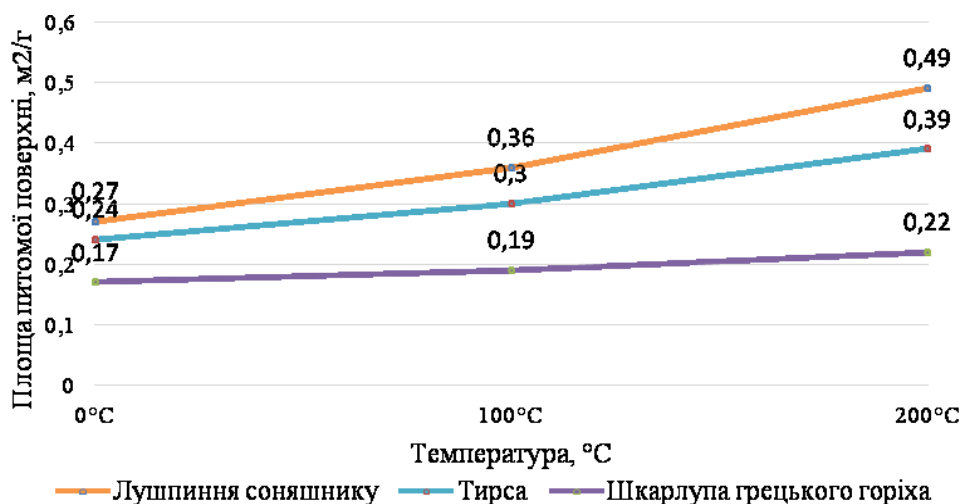


Рис. 2.4. Залежність площі питомої поверхні від температури обробки сорбента

Високий ступінь очищення нафтовмісних стічних вод ми отримуємо при обробленому лушпинні соняшнику, аніж при необробленому, це видно з таблиці 2.8 і 2.9 [5, 26].

Таблиця 2.8

Ефективність очищення нафтовмісних стічних вод зі змінною висотою шару необробленого лушпиння соняшнику

| До очищення мг/л | Висота шару, см | Після очищення, мг/л | Ступінь очищення, % |
|------------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| 1,880 | 13 | 1,516 | 19,4 |
| | 39 | 0,815 | 56,6 |
| | 78 | 0,435 | 76,7 |
| | 117 | 0,225 | 88,0 |

Таблиця 2.9

Ефективність очищення нафтовмісних стічних вод зі змінною висотою шару обробленого лушпиння соняшнику за температурою 200 °С

| До очищення мг/л | Висота шару, см | Після очищення, мг/л | Ступінь очищення, % |
|------------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| 1,880 | 13 | 0,826 | 56,1 |
| | 39 | 0,190 | 89,9 |
| | 78 | 0,020 | 98,9 |

З таблиці 2.9 видно, що обробленого лушпиння соняшнику достатньо у кількості шести шарів (78 см), при цьому концентрація нафтопродуктів становить 0,01 мг/л при ГДК 0,05 мг/л. З цих даних видно що збільшення висоти шару сорбенту впливає на ступінь очищення стічних вод від нафтопродуктів. Збільшення висоти шару в шість разів (з 13 до 78 см) приводить до поліпшення ступеня очищення у 36 разів (2,7 за 13 см і 94 за 78 см), що становить майже 99 % [5].

2.3 Дослідження процесу екстракції нафти з водних розчинів

Визначення нафтових забруднень є однією з найскладніших задач в аналізі органічних речовин природних вод зв'язку з багатокомпонентністю систем нафта і нафтопродукти. До складу нафти входять переважно парафінові, олефінові, нафтеніві та ароматичні вуглеводні.

Розвиток методів визначення нафтопродуктів у стічних водах нафтопереробних підприємств в наш час здійснюється у таких напрямках: експрес-методи, що застосовуються при залпових викидах і мають низьку чутливість і точність; атестація і вдосконалення існуючих методів; розвиток високоінформативних методів з використанням газової хроматографії, ІЧ-, УФ-, квазілінійчатих спектрів та спектрів люмінесценції, індуктивно зв'язаної плазми. *Гравіметричний метод.* Гравіметричний метод визначення вмісту нафтопродуктів базується на зважуванні нафтопродуктів, виділених з води. Вилучення нафтових вуглеводнів здійснюється рідинною екстракцією (наприклад, CCl_4 , CHCl_3 , гексан, циклогексан, н-пентан, тетрагідрофуран та ін.), або на твердому сорбенті (силікагель, активоване вугілля, графітизована сажа) з наступним елююванням. Другий спосіб найбільш підходить при концентруванні вуглеводнів з вод з низькою їх концентрацією, коли необхідно обробити великий об'єм проби (до 10 л). Найбільше поширення отримав гравіметричний метод визначення нафтопродуктів по Лур'є. Перспективним є модифікований ваговий метод [26, 27].

Нафтопродукти у воді визначають екстракційно-спектрофотометричним методом. Як екстрагенти застосовують: гексан, чотирихлористий вуглець, хлороформ, бензол, толуол. З метою визначення максимумів поглинання на спектрофотометрі SPECORD M40 в кюветі з товщиною шару 1 см зняли спектри поглинання екстрактів нафти, отриманих обробкою 50 см^3 водної емульсії нафти з концентрацією близько 30 мг/дм^3 10-ма см^3 екстрагента. Розчином порівняння був відповідний

розчинник. Паралельно знімали спектри поглинання самої водної емульсії з концентрацією нафти 100 мг/дм^3 .

Залежність ступеня екстракції нафти від рН водного розчину досліджують в інтервалі значень $1 \div 12$. Об'єм водно-емульсійної фази складає 50 см^3 , концентрація нафти 5 мг/дм^3 , іонна сила розчину $0,1$, об'єм екстрагента 5 см^3 ; рН розчину створюється додаванням HCl або NaOH з концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$ до заданого значення.

Ступінь екстракції нафти (S) розраховується за формулою:

$$S = \left(1 - \frac{C_B}{C_n}\right) \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де C_B – визначена концентрація нафти у воді, мг/дм^3 ,

C_0 – початкова концентрація нафти у воді, мг/дм^3 .

Вплив сторонніх іонів і поверхнево-активних речовин на ступінь екстракції нафти вивчають з використанням іонів і сполук Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , додецилбензолсульфонату натрію. Концентрації іонів Na^+ , K^+ , Mg^{2+} і Ca^{2+} змінюють в діапазоні від 0 до 2000 мг/дм^3 , концентрацію Fe^{3+} – від 0 до 20 мг/дм^3 , концентрацію додецилбензолсульфонату натрію – від 0 до 4 мг/дм^3 .

Ступінь екстракції (S) в присутності сторонніх речовин розраховують за формулою:

$$S = \frac{C_B}{C_n} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

де C_B – визначена концентрація нафти у воді, мг/дм^3 ,

C_0 – концентрація нафти у воді при відсутності сторонніх речовин, мг/дм^3 .

На основі проведених дослідів будують градувальні графіки для визначення нафти екстракційно-спектрофотометричним методом при використанні різних екстрагентів (гексану, чотирхлористого вуглецю, хлороформу). Стандартні розчини нафти готують двома способами. Перший - шляхом її розчинення у відповідному розчиннику. Для цього $0,1000 \text{ г}$ нафти

розчиняють у $50,0 \text{ см}^3$ органічного розчинника, що відповідає концентрації нафти у водній фазі 20 мг/дм^3 (враховуючи ступінь концентрування при екстракції). Усі наступні розчини готують шляхом розведення вихідного. Оптичну густину розчинів вимірюють на спектрофотометрі СФ-46 при довжинах хвиль, які відповідають максимумам поглинання для відповідних екстрагентів, і товщині кювети 1 см. Другий спосіб полягає у наступному. Наважку нафти $5,0 \text{ мг}$ струшували з $0,500 \text{ дм}^3$ води протягом 15 хв. При цьому утворюється стійка емульсія. Розчини для градуувального графіка отримують розведенням вихідної емульсії, створюють певне значення рН у діапазоні оптимальних значень, екстрагують і вимірюють світлопоглинання в умовах першого способу.

2.4. Висновки до розділу 2

Отже, очищення води від нафтопродуктів може складатися з фізико-хімічних, хімічних, механічних і біологічних засобів. Використання кожного методу залежить від масштабів і першоджерела забруднення, обсягу нафтових викидів.

У результаті аналізу водоочисних методів та технологій, які застосовуються для видалення органічних з'єднань зі стічних вод, видно, що механічні засоби очищення не забезпечують необхідний ступінь очищення від нафтопродуктів.

Тому, системи очищення нафтовмісних вод, особливо в умовах експлуатації об'єктів паливозабезпечення, повинні бути вдосконаленими шляхом встановлення додаткового обладнання.

РОЗДІЛ 3

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД АВТОЗАПРАВНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1 Характеристика технологічної схеми експлуатації автозаправних станцій

Технологічна схема АЗС складається із трьох стадій:

- стадія прийому нафтопродуктів із бензовозів у підземні резервуари;
- стадія зберігання нафтопродуктів у резервуарах до моменту їх перекачування через паливороздавальні колонки для заправки автотранспортної техніки;
- стадія заправки нафтопродуктами з підземних резервуарів автотранспортної техніки через паливороздавальні колонки.

Нафтопродукти можуть надходити на АЗС всіма видами транспорту, – головним чином, автомобільним (автоцистерни); за наявності близько АЗС залізничних шляхів, нафтопродукти на АЗС можуть доставлятися в залізничних цистернах; якщо АЗС знаходиться поблизу нафтобази, нафтопродукти надходять по трубопроводах безпосередньо з резервуарів нафтобази в резервуари АЗС. Кількість палива, що надійшла по трубопроводу з нафтобази, визначається на АЗС і нафтобазі виміром висот наповнення в резервуарах до і після надходження. За градуовальними таблицями цих резервуарів і вимірними висотами наповнення визначаються обсяг нафтопродукту, що надійшов, а потім його масова кількість, як і при перевезеннях автоцистернами. Нафтопродукти, що надійшли на АЗС в автоцистернах, повинні зливатися в резервуари АЗС тільки через зливні пристрої резервуарів, обладнані фільтрами та противибуховими пристроями.

Резервуар з обладнанням встановлюється на АЗС в залізобетонний колодязь, який споруджується двома способами:

– з використанням як стінок колодязя безнапірних залізобетонних труб та виготовленням днища і перекриття колодязя на місці монтажу;

– колодязь повністю виготовляється на місці монтажу шляхом заливки бетону в опалубку.

Нафтопродукти на АЗС зберігаються в підземних вертикальних або горизонтальних сталевих резервуарах, цистернах, бідонах і дрібній тарі. Експлуатація резервуарів здійснюється відповідно до вимог правил технічної експлуатації резервуарів. Технічне та технологічне обладнання АЗС повинно забезпечувати виключення забруднення, змішування, обводнення, впливу атмосферних опадів на нафтопродукти, що зберігаються в резервуарах. У дно залізобетонного колодязя замуrowаний швелер, в якому закріплені дві труби, які служать для закріплення резервуара всередині залізобетонного колодязя і оберігають його від спливання в разі заповнення простору між стінками колодязя та обичайкою резервуара водою (в період монтажу). Труба має в нижній частині перфорацію й є одночасно зондовою. Через цю ж трубу і патрубок, що проходить через перекриття колодязя і закритий кришкою, в разі необхідності відкачують воду із залізобетонного колодязя. На дно колодязя насипається профільована піщана подушка товщиною 200 мм, на неї укладається полотно зі склотканини, а потім встановлюється резервуар. Ізоляція днища резервуара склотканиною оберігає його від корозії, яка виникає внаслідок дії на днище блукаючих струмів. При функціонуванні резервуара під час зливу палива в резервуар вимірюють тиск. Якщо після зливу палива тиск у пароповітряному просторі резервуара виявиться відмінним від проектного (0,01 МПа), клапан регулюють. Герметичність резервуара перевіряють на місці експлуатації шляхом заповнення резервуара водою і створення в ньому надлишкового тиску $5 \pm 0,1$ м вод. ст. Час випробування – 20 хв. Місткість горизонтальних резервуарів, призначених для зберігання нафтопродуктів, – 3, 5, 10, 25 м³ та в окремих випадках – 50

або 75 м³. Розташування резервуарів, як правило, підземне. Для прийому, зберігання та відпуску нафтопродуктів резервуари для світлих нафтопродуктів обладнані зливними, вимірювальними пристроями, прийомними та дихальними клапанами; крім того, з метою зменшення втрат нафтопродуктів газові простори декількох резервуарів з однаковими сортами нафтопродуктів іноді з'єднуються загальною газовою обв'язкою (газоурівнювальна система). Щорічно резервуари для зберігання світлих нафтопродуктів підлягають очищенню від забруднення, що накопичилися всередині, опадів смол і залишків нафтопродуктів. Одночасно з цим перевіряється технічна готовність резервуарів. Зливати нафтопродукти в резервуар із виявленим дефектом категорично забороняється до його усунення. На кожній АЗС в обов'язковому порядку повинна бути технологічна схема розташування резервуарів, колонок і трубопроводів, куди вносяться всі зміни. Відпуск нафтопродуктів на АЗС здійснюється відповідно до чинних інструкцій нафтозбутової організації через паливо- і маслороздавальні колонки за показаннями лічильників. Масла і мастила, розфасовані у дрібну тару, відпускаються в торгових павільйонах АЗС, обладнаних вітринами. На кожній паливо- чи маслороздавальній колонці повинен бути покажчик із найменуванням сорту нафтопродукту. Нафтопродукти відпускаються тільки через ті колонки, технічну справність яких попередньо встановлено. Автотранспорт заправляється на АЗС у порядку черги, виняток становлять машини спеціального призначення (автомобілі швидкої допомоги, пожежної охорони, рейсові автобуси та ін.) [28]. Крім того, важливим аспектом є те, що автозаправні станції належать до переліку об'єктів, де дотримання правил безпеки та вимог до виконання робіт є одним із найважливіших факторів забезпечення екологічної безпеки об'єкта при його експлуатації.

3.2 Характеристика очисних споруд автозаправних комплексів

АЗС мають бути оснащені локальними очисними спорудами від нафтопродуктів. На автозаправних станціях найчастіше застосовуються локальні очисні споруди (пісковловлювачі, нафтоуловлювачі, станції нейтралізації, флотаційні установки тощо), будівництво яких дозволить виключити скидання забруднених стічних вод і після проходження яких попередньо очищені стічні води передаються на очисні споруди інших підприємств. Локальні очисні споруди на АЗС повинні забезпечувати очищення поверхневих стічних вод під час проливів нафтопродуктів, аварійних ситуацій, а також загальній забрудненості території автозаправної станції. Основними вимогами до очищення поверхневих стічних вод повинні бути такі: правильні планувальні рішення на території об'єкта, що забезпечують повне приймання поверхневого стоку дощової каналізації; забезпечення приймання очисними спорудами розрахункового дощу відповідно до технологічних рішень, закладених у проектах очисних споруд, нормативними вимогами до очищення поверхневого стоку, надійність та екологічність очисних споруд, цілорічний режим роботи, наявність заходів щодо захисту конструкції очисних споруд від корозії. Основним показником роботи очисних споруд є якість очищення [29].

У стічних водах об'єктів паливозабезпечення у значних концентраціях знаходяться нафта і нафтопродукти, які після відділення від води можна повторно використовувати. Типова технологічна схема очищення стічних вод від нафтопродуктів показана на рис. 3.1.

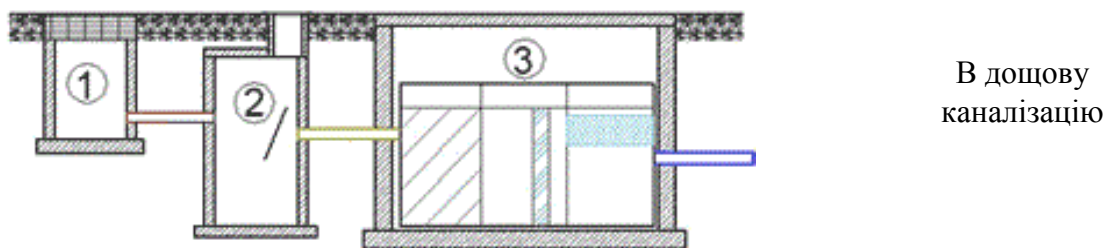


Рис. 3.1 Технологічна схема очищення дощових вод з території АЗС:

1 – дощоприймальний колодязь; 2 – резервуар – пісковловлювач; 3 – нафто сепаратор

Після відстоювання у пісковловлювачах та проходження через нафтовловлювач та напірну флотаційну установку стічні води автозаправного комплексу не відповідають встановленим нормативам скиду у каналізаційну систему міста. Згідно з «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» гранично допустимі концентрації (ГДК) нафтопродуктів у зворотних водах, що дозволяються до скидання, становлять: для водойм культурно-побутового водокористування – 0,3 мг/дм³, а для водойм рибогосподарського призначення – 0,05 мг/дм³. Тому нами запропоновано встановлення додаткового пристрою для механічного очищення перед флотаційною напірною установкою, а саме гідроциклону, який дозволить забезпечити необхідний ступінь очищення нафтовмісних стічних вод.

3.3 Розрахунок потужності очисних споруд АЗК

Для середньостатичного АЗК, який має площу 1200 м², загальна площа стоку становить 820 м², визначимо потужність очисних споруд для даної території. Потужність очисних споруд для автозаправного комплексу приймають, виходячи з середньорічного об'єму стічних вод [31]:

$$W_r = W_d + W_t, \quad (3.1)$$

де W_d , W_t – середньорічний об'єм дощових, талих вод, м³ відповідно. Середньорічний об'єм дощових і талих вод визначають:

$$W_d = 10 h_d \Psi_d F \quad W_t = 10 h_t \Psi_t F, \quad (3.2)$$

де F – загальна площа стоку, га;

h_d – кількість опадів у теплий період року, мм;

h_T – кількість опадів за холодний період року, мм;

Ψ_d і Ψ_T – коефіцієнт стоку дощових і талих вод, відповідно. Для автозаправних комплексів доцільно прийняти максимальний коефіцієнт $\Psi_d = \Psi_T = 0,6$, характерний для територій з асфальтобетонним покриттям.

Кількість опадів в теплий і холодний період року приймаємо за даними гідрометеорологічного центру: $h_T = 168$ мм, $h_d = 392$ мм.

Розраховуємо стік для автозаправного комплексу площею 0,082 га.

$$\text{Тоді: } W_d = 10 \cdot 392 \cdot 0,6 \cdot 0,082 = 192,86 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$W_T = 10 \cdot 168 \cdot 0,6 \cdot 0,082 = 86,68 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Таким чином, $W_T = 94,08 + 40,32 = 279,54 \text{ м}^3/\text{рік}$, що становить 31,9 л/год.

Приймаємо потужність очисної установки ~ 32 л/год.

3.4 Конструкція гідроциклону та його розрахунок

Для модернізації схеми очищення стічних вод від нафтопродуктів в автозаправного комплексу нами розраховано параметри гідроциклону для відокремлення нафтопродуктів від води та механічних домішок. На рис. 3.2 зображений наглядний варіант гідроциклону.

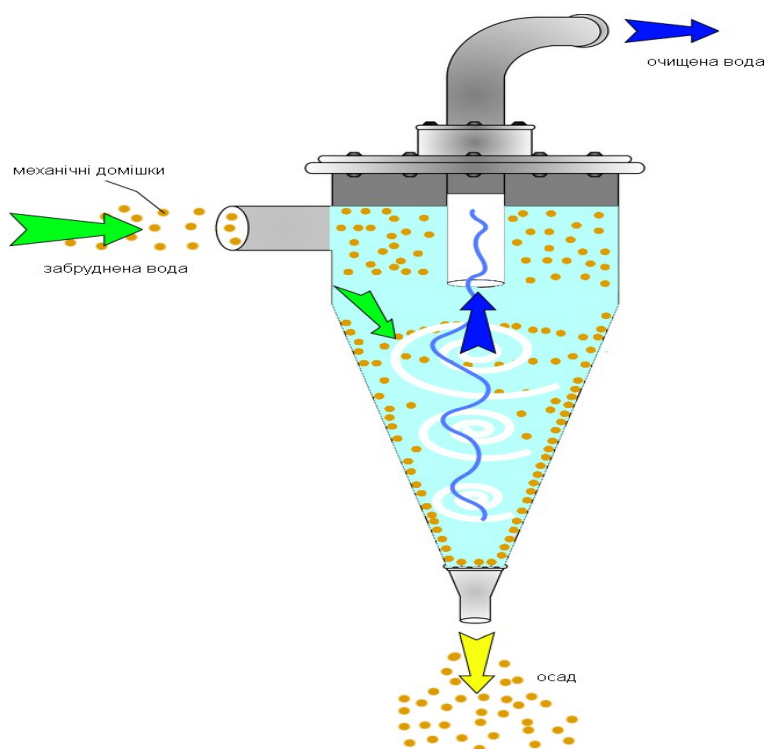


Рис. 3.2 Гідроциклон

Схема сил діючих у гідроциклоні наведена на рис. 3.3.

Оцінимо ефективність роботи баку-гідроциклона, який працює по принципу відстійника циклонного типу.

Робота такого пристрою полягає в використанні відцентрових сил інерції, що з'являються при обертанні потоку в просторі між корпусом-розділювачем і корпусом. У результаті цього частки переміщуються в радіальному напрямку до стінок корпусу і осідають у відстійник, звідки вони періодично відводяться через патрубок зливу-відстою.

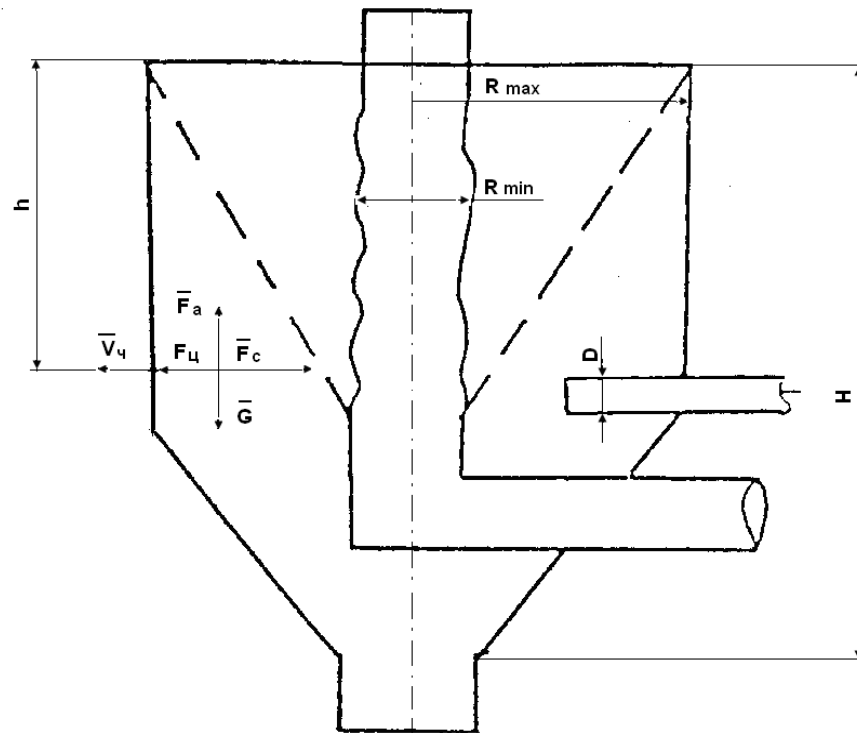


Рис. 3.3 Схема діючих сил в гідроциклоні

Силами, що визначають рух часток забруднення в радіальному напрямку є відцентрова сила інерції F_{IH} і сила стоксівського опору F_C .

Щодо сил ваги P і Архімедової сили F_a , то вони практично врівноважують одна одну.

Умовою відносного руху часток забруднення являється $F_{IH} > F_C$, де:

$$; F_C = 3\pi d \cdot \mu \cdot v_r \quad (3.3)$$

де v_r – відносна швидкість часток;

μ – динамічний коефіцієнт в'язкості рідини.

Маса часток забруднення дорівнює:

$$m = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho \quad (3.4)$$

де: d – діаметр часток;

ρ – густина часток.

Диференційне рівняння відносного руху часток можна записати у вигляді:

(3.5)

Але: $v_r = \frac{dR}{dt}$, тому враховуючи формулу (3.1) отримуємо:

$$\frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho \cdot \frac{d^2 R}{dt^2} = \frac{v_{c^2}}{R} \cdot \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho - 3\pi d \cdot \mu \cdot \frac{dR}{dt} \quad (3.6)$$

Або:

$$\frac{d^2 R}{dt^2} + 18 \frac{\mu}{d^2 \rho} \cdot \frac{dR}{dt} - \frac{v_{c^2}}{R} = 0 \quad (3.7)$$

Радіус $R_{\max} \geq R \geq R_{\min}$

$$R_{\min} = 2,5 \text{ см}; R_{\max} = 25 \text{ см}; \mu = 0,085 \text{ г} \cdot \text{см} \cdot \text{с};$$

Визначаємо R:

$$R = (R_{(0)} + R_{(0)}t) + \frac{R_{(0)}t^2}{2} + \frac{R_{(0)}t^3}{3} + \dots + \frac{R_{(0)}t^n}{n} \quad (3.8)$$

Для часток, діаметром $d \geq 0,002$ см рівняння має вигляд:

$$R = 2,5 + 25t - 2 \cdot 127500t^2 + 4800000t^3 - 4 \cdot \dots + nt^{n+1} \quad (3.9)$$

Підставляємо в ліву частину рівняння (3.8) замість R величину, що дорівнює $25 - 2,5 = 22,5$ см. Знаходимо час руху часток забруднення $t = 0,26$ с. Для більш великих часток забруднення цей час буде меншим.

Час τ – перебування рідини в пристрої – можливо визначити знаючи обсяг пристрою і витрат Q через патрубок, тобто

$$\tau = \left(\frac{\pi R^2}{4} (2l_{\max}) \cdot h \cdot \frac{\pi R^2}{4} (2l_{\min}) \cdot 2/3(H - h) \right) / Q = 3,125 \text{ с}$$

де $H = 740$; $h = 70$. Таким чином за час перебування рідини в пристрої всі частки розміром $d \geq 0,002$ см встигають усісти.

За результатами розрахунків був розроблений гідроциклон очищення, конструкція якого представлена на рис. 3.4

Бак-гідроциклон (рис. 3.4) виконаний циліндром з конічним днищем. Бак-гідроциклон виготовлений із сталюого листа (об'єм $V = 70$ л). Внутрішня поверхня баку-гідроциклону має високий клас точності обробки з антикорозійним покриттям. Підвід води, виконується по дотичній в нижній частині баку-гідроциклону. Це дозволяє крім сил гравітації використовувати відцентрові сили, які підсилюють процес осаджування часток. Відбір води із баку 1 виконується за допомогою плаваючого забірника 5, який дозволяє

вибирати найбільш чисту (відстояну) воду, яка далі поступає на подальше очищення. На кришці баку 4 монтується дренажна магістраль (забірник; повітряний фільтр; осушувач повітря), а також, заливна горловина 3. В нижній часті баку-гідроциклону встановлений патрубок відводу 9 для зливання концентрату забруднення, який накопичувався в кінцевому відстійнику 7. За рівнем рідини в баці 1 можна слідкувати по мірному склу.

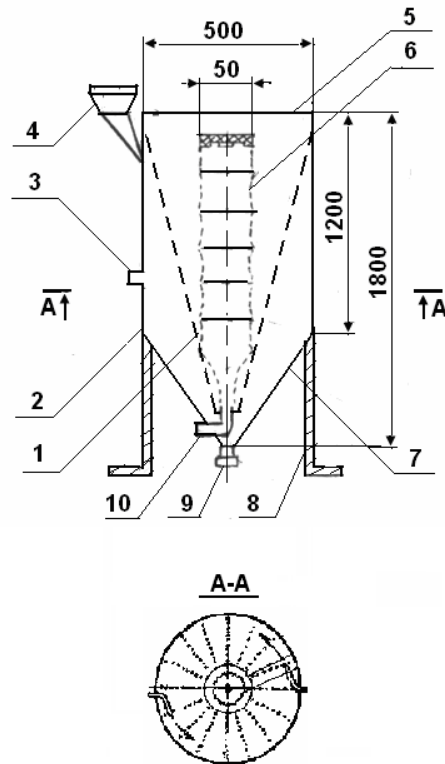


Рис. 3.4 Конструкція гідроциклону:

1 – перфорований конус; 2 – корпус; 3 – вхідний патрубок; 4 – заливна горловина; 5 – кришка; 6 – плаваючий забірник; 7 – брудозбірник; 8 – опора; 9 – патрубок відводу бруду; 10 – патрубок відводу чистої води.

Отже модернізовані очисні споруди представлені на рис.3.5. Вони включають наступні механічні пристрої: пісковловлювач, нафтовловлювач та гідроциклон, а також напірну флотаційну установку.

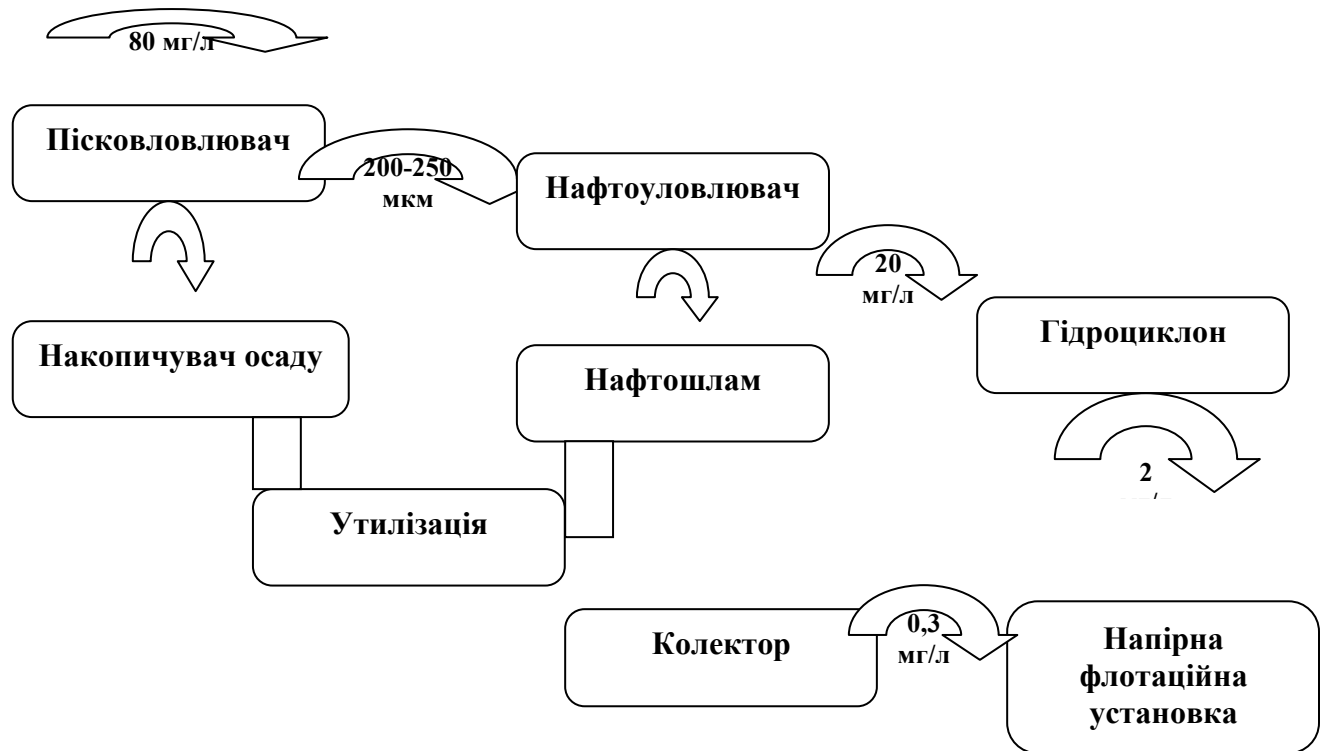


Рис. 3.5. Модернізована схема очисних споруд АЗК з використанням гідроциклону

Наведена система очищення за підрахунками буде цілком задовольняти встановленим нормативам щодо скиду стічних вод міську каналізаційну систему.

3.5. Розрахунок сорбційної установки з використанням лушпиння соняшника

Як альтернативу для очищення стічних вод автозаправного комплексу ми запропонували використання сорбційного реактора для доочищення від нафтових забруднень. Для очищення стічних вод від розчинних нафтопродуктів, найбільш ефективним є використання сорбційного методу. Процес сорбції може виконуватися під час інтенсивного перемішування сорбента з водою, під час фільтрування через нерухомий шар або через псевдорозріджений шар на споруді періодичної або неперервної дії [30]. Основна схема сорбційної установки наведена на рис. 3.6.

Рис. 3.6. Схема сорбційної установки для очищення нафтовмісних стічних вод з послідовним введенням сорбента: 1 – відстійник; 2 – крани; 3 – ємність для осілих завислих речовин; 4 – сорбційний реактор; 5 – ємність для відпрацьованого сорбенту

Під час послідовного введення нових порцій сорбента в очищену воду, теоретично можна очистити її від нафтопродуктів до будь-якої концентрації [30].

В якості сорбента застосовують різні природні та штучні пористі матеріали. Серед природних матеріалів рослинного походження більш доступним і дешевим є лушпиння соняшнику. Його пористість складає 60-75 %, а площа питомої поверхні – $0,27 \text{ м}^2/\text{г}$ [31].

Вивчення мікроструктури поверхні частинки лушпиння соняшнику як сорбенту показало наявність мікропор, діаметром більше $0,005 \text{ мкм}$, перехідних пор, розміром менше $0,05 \text{ мкм}$ та макропор, розмір яких коливається в інтервалі $0,05\text{-}0,5 \text{ мкм}$. Дисперсність часток сорбенту варіює в широких межах. Основна фракція (до 70%) представлена мікро-частинками, розмірами $1,0\text{-}2,0 \text{ мкм}$. Значно менше (близько 20%) ультрамікрочастинок, розмір яких лежить в межах $0,5\text{ - }1,0 \text{ мкм}$. Разом з невеликою кількістю (до 10%) мезочастинок, діаметром $2,0\text{-}3,0 \text{ мкм}$, зустрічаються великі агрегати, що складаються в основному з мікрочастинок [32].

Макропори і перехідні пори виконують, як правило, функції транспортних каналів, а сорбційна властивість лушпиння соняшнику визначається в основному мікропористою структурою. Молекулярно розчинені органічні речовини (розмір частинок менше $0,001 \text{ мкм}$) заповнюють мікропори, повна ємність яких відповідає поглинальним властивостям сорбента [33].

Основною технологічною характеристикою сорбентів являється активність, під якою розуміється кількість поглинутих речовин на одиницю об'єму або маси сорбенту. Статична активність виражається максимальною

кількістю речовин, поглинутого одиницею об'єму або маси сорбента до моменту досягнення рівноваги при сорбції в статичних умовах і незмінних початкових умовах [33].

Розрахуємо параметри сорбційного реактора для очищення стічних вод від нафтопродуктів (рис. 3.7).

Рис. 3.7. Сорбційний реактор

Сорбційний реактор являє собою циліндричну колону з конусоподібним дном висотою 3,5 м і діаметром основи 1 м.

Знаходимо площу реактора за формулою:

$$S = 2\pi r(h + r), \quad (3.10)$$

де π – математична константа, що дорівнює 3,14;

r – радіус реактора, м;

h – висота реактора, м.

$$S = 2 * 3,14 * 0,5 * (3,5 + 0,5) = 3,14 * 4 = 12,7 \text{ м}^2.$$

Знаючи висоту і радіус реактора можемо знайти його об'єм:

$$V = \pi r^2 h; \quad (3.11)$$

$$V = 3,14 * 0,5^2 * 3,5 = 2,7 \text{ м}^3.$$

Отже, наш реактор має наступні параметри : висота – $h = 3,5$ м; діаметр – $d = 1$ м ($r = 0,5$ м); площа – $S = 12,7 \text{ м}^2$; об'єм – $V = 2,7 \text{ м}^3$.

В основу розрахунку сорбційної установки покладено матеріальне балансове рівняння [30]:

$$(3.12) \quad m = a + Q(C_0 - C)$$

де m – необхідні витрати сорбента, кг/л ;

a – питома сорбція , кг/кг ;

Q – об'єм забруднених стічних вод, $\text{дм}^3/\text{год}$;

C_0, C – концентрація нафтопродуктів до і після очищення, мг/л.

Під час проведення експерименту для одноступеневого процесу використовували шар сорбенту висотою 35 см, при вхідній концентрації нафтопродуктів 1,880 мг/л [31].

З рівняння (3.12) визначаємо витрати сорбента для одноступеневого процесу:

$$(3.13) \quad m = Q (C_0 - C) / a$$

$$m = 80 * (1,880 - 0,516) / (0,007) = 80 * (0,000001880 - 0,000000516) / (0,007) = 0,02 \text{ кг/л.}$$

Отже, для очищення 80 $\text{дм}^3/\text{год}$ нафтовмісних стічних вод до концентрації 0,516 мг/л нам необхідно 2 кг лушпиння соняшнику. Час фільтрації при очищенні склав 20 хв.

Знайдемо швидкість фільтрації в реакторі за формулою:

$$(3.14) \quad v = S/t$$

де v – швидкість фільтрації , м/год;

S – шар сорбенту , м;

t – час фільтрації, год.

$$v = 35 / 0,33 = 0,35 / 0,33 = 1,1 \text{ м/год.}$$

Знаходимо об'єм, зайнятий масою сорбента з формули:

$$(3.15) \quad \rho = m/V$$

де ρ – густина, $\text{кг}/\text{м}^3$; m – маса, кг; V – об'єм, м^3 .

$$V = \frac{m}{\rho}; \quad (3.16)$$

$$V = 2 / 510 = 0,004 \text{ м}^3 = 4 \text{ дм}^3.$$

Як відомо, ГДК нафтових забруднень у водних об'єктах господарсько-побутового призначення не повинна перевищувати 0,3 мг/л [34]. Розрахуємо кількість реакторів для очищення нафтовмісних стічних вод для отримання концентрації, яка б не перевищувала ГДК.

При числі ступенів сорбції n концентрація забруднень в стічній воді після очистки в n - ой ступені C_n визначають за формулою :

$$C_{\text{кон}} = \left(\frac{Q}{Q + K \cdot m} \right)^n \cdot C_0. \quad (3.17)$$

Одноразове очищення не дозволяє зменшити концентрацію стічних вод до необхідного рівня ? 0,3 мг/л. Тому для двоступеневого процесу ми зменшили витрати і шар сорбенту втричі. Тобто при вхідній концентрації нафтопродуктів 0,516 мг/л ми використовували шар сорбенту товщиною 11 см, а витрати становили 0,6 кг. Час фільтрації при очищенні склав 10 хв.

Тому при двохступеновому процесі концентрація нафтопродуктів в стічній воді буде становити:

$$C_{\text{кон}2} = (80 / (80 + 0,77 \cdot 0,007))^2 \cdot 0,000000516 = 0,000000413 \text{ кг/л} = 0,413 \text{ мг/л}.$$

Швидкість фільтрації через шар сорбенту 11 см складе:

$$v = 11 / 0,16 = 0,11 / 0,16 = 0,7 \text{ м/год}.$$

Об'єм, зайнятий масою сорбента складе:

$$V = 0,6 / 510 = 0,001 \text{ м}^3 = 1 \text{ дм}^3.$$

Двоступеневого процесу в нашому випадку не достатньо для очищення нафтовмісних стічних вод до необхідної ГДК. Розрахуємо концентрацію при триступеновому процесі, зменшивши шар сорбенту і витрати вдвічі. Тобто, ми використовуємо шар сорбенту 5,5 см і витрати 0,3 кг. Час фільтрації склав 5 хв.

При триступеновому процесі (рис.3.6) концентрація забруднень в стічній воді буде становити:

$$C_{\text{конз}} = (80 / (80 + 0,77 * 0,003))^3 * 0,000000413 = 0,000000301 \text{ кг/л} = 0,301 \text{ мг/л.}$$

Швидкість фільтрації через шар сорбенту 5,5 см складе:

$$v = 5,5 / 0,08 = 0,055 / 0,08 = 0,7 \text{ м/год.}$$

Об'єм, зайнятий масою сорбента складе:

$$V = 0,3 / 510 = 0,0006 \text{ м}^3 = 0,6 \text{ дм}^3.$$

Отже, при триступеновому процесі очищення ми отримали концентрацію нафтопродуктів 0,301 мг/л, що відповідає встановленій ГДК. Для очищення 80 дм³/год нафтовмісних стічних вод до моменту скидання їх у водні об'єкти господарсько-побутового призначення нам необхідно було 2,9 кг лушпиння соняшнику.

На рис. 3.8 представлена модернізована схема очисних споруд АЗК з використанням сорбційного реактору для доочищення стоків, у якому як сорбент використовується органічний природний матеріал – лушпиння соняшнику.



Рис. 3.8. Модернізована схема очисних споруд АЗК з використанням сорбційного реактору

3.6 Утилізація відпрацьованого сорбенту та нафтошламу

В даний час застосовуються три методи знешкодження й переробки нафтовмісних відходів: спалювання, зневоднення і сушка з поверненням нафтопродуктів у виробництво, переробка в газ.

Найбільш поширеним, простим, надійним і маловідходним при утилізації нафтовмісних відходів отримав метод спалювання в спеціальних печах. Як відомо, спалювання – досить розповсюджений метод термічної переробки відходів. Він реалізується при температурах не нижче 600°C і належить до окисних термічних процесів автогенного характеру. Автогенність означає, що теплоти, виділюваної при окислюванні, досить для підтримки горіння й що додаткового палива для цього не потрібно [35].

При згорянні органічної частини відходів утворюються діоксид і оксид вуглецю, пари води, оксиди азоту й сірки, аерозолі. Методи спалювання не мають потреби в організації шламового господарства, мають компактне, просте в обслуговуванні обладнання, низьку вартість очищення газів, що відходять. Однак галузь їхнього застосування обмежується властивостями продуктів реакції. Їх не можна використовувати для переробки відходів, при згорянні яких можуть утворюватися продукти реакції, наприклад діоксини й фурані, які по токсичності в багато разів переважають вихідні газові викиди [36].

Утилізація нафтошламів. Склад і фізичні властивості відпрацьованої і забрудненої нафти, які зазвичай називають просто - нафтошлами, можуть змінюватись в залежності від джерела. Важливим об'єднуючим чинником є те, що всі нафтошлами містять як воду, так і тверді домішки великого і дрібного діаметру. Кислі гудрони являють собою смолоподібні високов'язкі маси різного ступеня рухливості, що містять в основному сірчану кислоту,

воду та різноманітні органічні речовини. Вміст органічних речовин становить 10- 93%. Нафтові шлами утворюються при проведенні таких виробничих процесів, як переробка, видобуток і транспортування нафти. Даний тип відходів становить велику небезпеку для НС та підлягає захороненню або переробці. Утворюватися нафтошлами можуть як в результаті природних контрольованих процесів (наприклад, очищення нафти від домішок і води), так і від всіляких аварій (розливів). В останньому випадку під час пізнього виявлення або масштабної аварії природі може бути завдано величезних збитків. Переробка та утилізація нафтошламів проводиться із застосуванням різних технологічних прийомів, залежно від складу відходів. Основні методи: 1. Термічні – спалювання (утворюється твердий сухий продукт, який використовується в якості добрив). 2. Біологічні - використання біологічно активних препаратів 3. Фізико-хімічні - поділ на фракції (легку і тверду, які знешкоджуються і утилізуються), зневоднення і сушка. 4. Хімічні - використання хімічних реагентів (екстракційний: за допомогою розчинників із шламу виділяють органіку; гідрофобізований: шлам обробляють високомолекулярними сполуками, що знижує токсичність в 20 раз). Є сучасний шлях утилізації нафтошламів - створення регіональних шламопереробних комплексів, які забезпечують збір нафтошламів з навколишніх місць нафтовидобутку і з НПЗ – нафтопереробних заводів з подальшою їх переробкою. У результаті «на виході» виходять: відновлена нафта, склад для дорожнього покриття (типу асфальту), технічна вода (очищена до вмісту нафтопродуктів не більше 0,5 мг / л). В наслідок переробки нафтошламів можна отримати наступні компоненти: Дизельне паливо = 20%, Котельне паливо = 22%, Вода очищена, у складі якої механічні домішки < 5% нафтопродуктів, 10% використовується в дорожньому будівництві. При використанні нафтових шламів для одержання пального газу вода, рівномірно розподілена в нафтопродуктах і тісно з ними зв'язана, служить активним хімічним середовищем: при термічній переробці шламів вона взаємодіє з паливом більш ефективно, ніж пара, використовувана в

подібних процесах. До нафтових шламів можна додавати негашене вапно (5-50 %) і після висушування одержуваної маси протягом 2-20 діб у природних умовах використовувати її як наповнювач і для підсипання при нівелюванні поверхні в будівництві, оскільки вилугованість такого матеріалу незначна. Сучасні технології переробки кислих гудронів розділяють на 4 основні групи: 1) високотемпературне розщеплення; 2) низькотемпературна утилізація; 3) використання в якості компонента палива для промислових печей; 4) комплексна переробка з отриманням палива, коксу та ін. продуктів. Кислі гудрони підлягають високотемпературному впливу, найбільш радикальний шлях їх переробки – при $t=800-12000\text{C}$ у печах, з утворенням SO_2 та повним спалюванням органіки. Але додають рідкі виробничі відходи-розчини відпрацьованої сірчаної кислоти. Кінцевий продукт переробки – сірчана кислота, утворюється кокс. Термічний крекінг кислого гудрону відбувається в присутності органо-мінеральної добавки (горючих сланців), що взяті у трьохкратному надлишку. До складу горючих сланців входить: карбонат кальцію та магнію, які потім зв'язують сірку кислих гудронів в сульфати. Під час цього процесу відбувається утворення нафтового палива, в кількості 50%, від загальної маси гудрону. В якості побічного продукту утворюється порошкоподібна маса, що складається із суміші мінеральної частини горючих сланців сульфідів Ca і Mg, коксу. Цей побічний продукт використовують для приготування асфальтобетонів. Нейтралізація кислих гудронів вапном, з подальшим гранулюванням. Отримані гранули можна зберігати або спалювати як паливо на цементних заводах або ТЕЦ в якості добавки до палива. (Технологія запропонована і введена в дію і Данії). Отже, на сучасному етапі розвитку існують новітні технології переробки відходів нафтопереробки. Вибір тієї чи іншої технології повинен враховувати конкретний склад сировини та можливість реалізації отриманих продуктів. Також підходити до вирішення проблеми комплексно, тобто не допускати утворення додаткових відходів та викидів, які можуть бути токсичними.

3.8 Рекомендацій для зменшення навантаження на довкілля при експлуатації АЗК

В результаті виконаних досліджень рекомендовані заходи, при впровадженні яких АЗК не буде створювати відчутного впливу на стан навколишнього середовища:

- забезпечувати належне асфальтобетонне покриття під'їзних доріг;
- встановлювати глиняні піддони під резервуарами зберігання палива;
- забезпечувати заглиблення резервуарів на 1,4 м від поверхні землі; - встановлювати на дихальні трубки резервуарів надійні клапани;
- забезпечувати прийом палива з бензовозів в резервуари через зливні пристрої;
- забезпечувати комплекс надійними системами збору стічних вод та ефективну роботу водоочисних споруд,
- встановлювати навісу над паливороздатними колонками;
- підтримувати на необхідному рівні згідно санітарних вимог озеленення території автозаправних станцій.

3.9. Висновки до розділу 3

Очисні споруди для АЗК істотно відрізняються від тих систем, які застосовуються для очищення побутових і навіть промислових стоків. Вся справа в тому, що стічні води, які утворюються на автозаправних комплексах, мають свою власну специфіку, яка полягає в значному вмісті в них нафтопродуктів та завислих речовин. Виявлено, що існуюче очисне обладнання на АЗК не ефективне, тому запропоновано модернізувати очисну систему стічних вод, додатковим встановленням гідроциклону або ж

сорбційної установки, які дозволять знизити концентрації нафтопродуктів та завислих речовин в стічних водах автозаправного комплексу до нормативних показників і покращити екологічний стан навколишнього середовища.

Пропонована нами технологія очищення стічних вод сорбційним методом за допомогою лушпиння соняшника, є ефективною, екологічною та економічно вигідною. За допомогою цієї установки ми очистили нафтовмісні стічні води до дозволених концентрацій ГДК для господарсько-побутового призначення. У нашому випадку стічна вода пройшла триступеневий процес очищення, у результаті чого була досягнута допустима концентрація нафтопродуктів – 0,301 мг/л. Для очищення 80 дм³/год нафтовмісних стічних вод до моменту скидання їх у водні об'єкти господарсько-побутового призначення необхідно 2,9 кг лушпиння соняшнику.

Найбільш поширеним, простим, надійним і маловідходним при утилізації відроблених сорбентів є метод спалювання в спеціальних печах (установках). Утилізаційні установки дозволяють істотно знизити викиди шкідливих речовин в порівнянні з відкритим спалюванням, забезпечити найбільш повне спалювання в камері згоряння, а також зробити процес утилізації безпечним. Установки забезпечені ефективною системою очищення відведених газів, що дозволяє знизити викид шкідливих речовин (оксид вуглецю, сірки, азоту, зважених речовин) та температуру відхідних газів.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при експлуатації очисних споруд

Відповідно до класифікації, наведеної у ГОСТ 12.0.003-74 [40], небезпечні і шкідливі виробничі фактори поділяються за природою дії на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори :

- конструкції, що руйнуються ;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена вологість повітря робочої зони;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- недостатнє освітлення робочої зони.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- токсична дія на організм людини;
- проникнення в організм людини через органи дихання, шкіряні покрови і слизові оболонки.

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці).

До джерел конструкцій, що руйнуються в даному робочому приміщенні можна віднести: пошкодження відстійника, гідро циклона та нафтосепаратора.

Підвищеній вологості повітря робочої зони сприяє постійна наявність в робочому приміщенні води, як забрудненої так і очищеної.

Насоси є джерелом підвищеної напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може пройти через тіло людини.

Основним джерелом токсичної дії на людину є випаровування нафтопродуктів.

Нервово-психічні навантаження, такі як, монотонність праці – допускається при послідовності операції з очищення стічних вод від нафтопродуктів.

4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації очисних споруд

При очищенні стічних вод від нафтопродуктів треба передбачити: контроль справності обладнання очисних споруд, періодичну перевірку справності електричного ланцюга заземлення, контроль за виконанням вимог з техніки безпеки, правильне застосування спецодягу і його наявність, а також засобів індивідуального захисту.

Відстійник необхідно перевіряти не рідше одного разу на зміну, а саме: герметичність зовнішніх і внутрішніх фланцевих з'єднань, комплектність кріплення, відсутність поломок і пошкоджень, герметичність і справність приладів і засобів автоматики, герметичність з'єднань і справність манометрів, прослуховування запобіжного клапана, герметичність з'єднань і справність запірної арматури. Обов'язково повинна бути присутня на робочому місці схема включення відстійника із зазначенням джерела тиску, параметрів, її робочого середовища, арматури, контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматичного керування, запобіжних і блокуючих пристроїв. Схема повинна бути затверджена керівництвом організації.

В таблиці 4.1 наведено основні види неполадок та заходи для їх усунення.

Таблиця 4.1

Види несправностей та заходи для їх усунення

| Характерні несправності | Причина виходу з експлуатації | Заходи для усунення несправностей |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| Болти на фланцах зім'яті, зірвано різьблення | Нерівномірне затягування. Нестабільний | Заміна болтів. Посилення контролю робочого |

| | робочий тиск. | режиму. |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Вихід із фланцевого патрубка | Корозія. Деформація фланцевого патрубка | Заміна фланцевого патрубка чи зварювання |
| Порушення герметичності в стиках засувки | Знос прокладки. Знос різьби гайки шпинделя | Заміна прокладки. Заміна засувки |
| Дефекти корпусу (вм'ятини, вирачені) | Підвищення тиску, механічні впливи, старіння матеріалу корпусу | Тимчасове налагодження до наступного капітального ремонту |
| Тріщини | Механічний вплив, старіння матеріалу корпусу | Тимчасова накладка до наступного капітального ремонту без механічного впливу |
| Корозія в середині корпусу | Агресивне середовище в середині судини | Зачистка, тимчасова накладка, показання до капітального ремонту |
| Порушення цілісності зварної сполуки | Шлюб зварного шва, механічний вплив, перепад робочих тисків | Виконання поточного ремонту |

Повинна передбачатися періодична перевірка справності технологічних параметрів насосів, а саме: перевірка справності манометрів і з'єднувальної трубки; своєчасний ремонт електрообладнання і пускових пристроїв; перевірка тиску в напірних трубопроводах; контроль стану ізоляції електропроводки; проведення періодичного і позачергового контролю цілості в електроланцюгах заземлення для захисту від статичної електрики.

До основних заходів, що до зменшення шуму в джерелі можна віднести: акустичну обробку приміщень, зменшення шуму на шляху його поширення. Слід застосовувати засобів індивідуального захисту (протишумні шоломи, навушники, вкладиші у вуха).

Для зменшення вологості у виробничих приміщеннях слід уникати технологічних процесів з відкритими поверхнями випаровування рідини. Технологічне обладнання повинно бути герметизоване. Як засіб видалення вологи із повітря приміщення використовується вентиляція.

Розрахуємо необхідну кількість повітря для видалення надлишкової вологи:

$$L = W \cdot \rho_{\text{m}} / ((d_{\text{в}} - d_{\text{з}}) \cdot \gamma), \quad (4.1)$$

де γ – густина повітря, кг/м³.

m – коефіцієнт, що враховує висоту;

$d_{\text{в}}$ – вологомісткість повітря, що видаляється, г/кг;

$d_{\text{з}}$ – вологомісткість повітря, зовнішнього, г/кг.

У виробничому приміщенні в повітря з очисних споруд надходить волога у кількості $W_1 = 2600$ г/год. Кількість виділеної вологи за годину:

$$W_2 = n \cdot W_1 = 12 \cdot 160 = 1920 \text{ (г/год)}.$$

Сумарна кількість виділення вологи:

$$W = W_1 + W_2 = 2600 + 1920 = 4520 \text{ (г/год)}.$$

$$L = 4520 - 0,85 / ((20 - 18) \cdot 1,2) = 1620 \text{ (м}^3\text{/ год)}.$$

Всі елементи електричних приладів, по яких проходить струм мають бути надійно захищені від випадкового дотику. При експлуатації електронагрівальних приладів необхідно слідкувати за тим, щоб вони були розміщені як найдалі від легко займистих речовин, матеріалів, предметів і конструкцій. Не можна залишати безнагляду не виключені електро- і радіоприлади, допускати до них сторонніх осіб.

Освітленість виробничих приміщень робочих поверхонь має бути постійною у часі, відповідати характеру зорової роботи, джерело світла не повинне засліплювати працюючого, електро освітлювальні установки штучного освітлення повинні бути безпечними при обслуговуванні, освітленість повинна бути рівномірною і без різких тіней.

Особливо високі вимоги ставляться до спецодягу, який призначений для захисту при роботах з нафтопродуктами. До них належать: опір механічному впливу на спецодяг та його частини, теплопровідність, повітропровідність і паропровідність, електричний опір і коефіцієнт захисту від електричних розрядів, електромагнітних і електричних полів, пилонепроникливість і стійкість до обезпилювання, кислотонепроникність, лугонепроникність та ін.

Для захисту працівників від небезпечного чиннику, як статична електрика, використовують такий процес як заземлення.

4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при експлуатації очисних споруд

Пожежна безпека повинна забезпечуватися за допомогою проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на запобігання пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих матеріальних втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Причини пожеж і загорянь при експлуатації очисних споруд можуть бути такі:

- перевантаження електричних установок;
- самозапалювання і самозаймання нафтопродуктів при неправильному їхньому зберіганні;
- порушення режиму роботи систем опалення, вентиляції і кондиціонування повітря;
- залишення без догляду електронагрівальних приладів.

Згідно ГОСТ 12.1.004?91 [41] до небезпечних факторів пожежі відносяться:

- відкритий вогонь чи іскри;
- підвищена температура повітря, предметів тощо;

- токсичні продукти горіння;
 - дим (високодисперсна аерозоль із твердими частками);
 - знижена концентрація кисню;
- вибух.

Територія приміщення повинна бути забезпечена відповідними знаками безпеки відповідно до ГОСТ 12.4.026-76 [42].

Протипожежні системи, установки, устаткування приміщень (протидимний захист, пожежна автоматика, протипожежне водопостачання, протипожежні двері, клапани, інші захисні пристрої у протипожежних стінах, перекриттях тощо) повинні постійно утримуватися у справному робочому стані.

Евакуаційні шляхи і виходи повинні утримуватися вільними, нічим не зашарашуватися і в разі виникнення пожежі забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщенні.

Електричні машини, апарати, обладнання (апарати управління, пускорегулювання, контрольно-вимірювальні прилади, електродвигуни, світильники тощо), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони згідно НПАОП 40.1?1.32?01 [43], мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів. У електропроводках вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон слід застосовувати відгалужувальні та з'єднувальні коробки з негорючих або важкогорючих матеріалів. Ці коробки повинні бути постійно закриті кришками із зазначених матеріалів.

Перед початком опалювального сезону котельні, теплогенеруючі й калориферні установки, печі та інші опалювальні прилади мають бути ретельно перевірені і відремонтовані. Несправні опалювальні пристрої не повинні допускатися до експлуатації.

Системи вентиляції та кондиціонування повітря повинні відповідати протипожежним вимогам будівельних норм. Залежно від умов виробництва на об'єктах повинні бути встановлені терміни проведення профілактичних

оглядів та очищення повітроводів, фільтрів, вогнезатримуючих клапанів, іншого обладнання вентиляційних систем, а також визначений порядок відключення вентиляційних систем і дій обслуговуючого персоналу при виникненні пожежі або аварії.

Утримання в працездатному стані установок пожежної сигналізації та автоматичних установок пожежогасіння повинно забезпечуватися такими заходами:

- проведенням технічного обслуговування з метою збереження показників безвідмовної роботи на період терміну служби ;
- матеріально-технічним (ресурсним) забезпеченням з метою безумовного виконання функціонального призначення в всіх режимах експлуатації , підтримання і своєчасного відновлення працездатності ;
- розробкою необхідної експлуатаційної документації для обслуговуючого та чергового персоналу .

Для підтримки систем протидимного вентиляції в працездатному стані необхідно:

- щотижня перевіряти стан вентиляторів , виконавчих механізмів , положення клапанів , заслінок , наявність замків та пломб на щитах електроживлення автоматичних пристроїв , захисного засклення на кнопках ручного пуску;
- періодично очищати від забруднення і пилу (у зимовий час – від обледеніння) вентиляційні решітки , клапани , виконавчі механізми, плавкі замки, кінцеві вимикачі; регулювати натяг пасів трансмісії вентиляційних агрегатів, усувати несправності електричних пристроїв, вентиляційних установок , порушення цілісності повітропроводів і їх сполук.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи розв'язано важливе науково-прикладне завдання: запропоновано модернізацію очисних споруд автозаправного комплексу для мінімізації негативного впливу на довкілля.

1. Проаналізовано джерела забруднення довкілля під час експлуатації автозаправного комплексу та встановлено найнебезпечнішу групу поллютантів – нафтопродукти. Встановлено, що основними джерелами впливу на довкілля є транспортні засоби, резервуарний парк та паливо-роздавальне обладнання. Визначено основні сценарії розвитку аварійних ситуацій на об'єктах паливозабезпечення.

2. Досліджено існуючі методи, засоби та технології, які використовуються для очищення нафтовмісних стічних вод з підприємств паливозабезпечення. У результаті аналізу водоочисних методів та технологій, які застосовуються для видалення органічних з'єднань зі стічних вод, видно, що механічні засоби очищення не забезпечують необхідний ступінь очищення від нафтопродуктів.

3. Удосконалено систему очищення нафтовмісних стічних вод додатковим встановленням сорбційної установки, яка дозволить знизити концентрацію нафтопродуктів та завислих речовин в стічних водах автозаправного комплексу до нормативних показників і покращити стан довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K, 2012. 258 с.
2. Клименко Л.П. Техноекологія : нав.посібник / Сімферополь: Таврія, 2000. 542 с.
3. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод: конспект лекцій» /Харк. нац. акад. міськ, госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2008. 81 с.
4. Дорогунцов С.І., Коценко К.Ф., Хвесик М.А. Екологія / за ред. С.І. Дорогунцова. Київ: КНЕУ, 2005. 371 с.
5. Павлюх Л.І. Удосконалення технології очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами рослинного походження : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 21.06.01 “Екологічна безпека”. Київ, 2012. 23 с.
6. Гончарук В. В. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. Київ: Наукова думка, 2005. 399 с.
7. ГОСТ 287482. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. [Чинний від 1985–01–01]. Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. 69 с. (Інформаія та документація).
8. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. [Чинний від 1983–01–01]. Государственный комитет СССР по стандартам, 1983. 2 с. (Інформаія та документація).
9. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України : за станом на 19 лютого 2002 р. // Офіційний вісник України. Київ, 2002. С. 52. (Інформаія та документація).

10. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/term/281>
11. Свердлов І. Ш. Очищення стічних вод автозаправних станцій. Водопостачання та санітарна техніка: матеріали наук.-практ. конф. 1998. С. 25-26.
12. Долина Л.Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод. Днепропетровск: Континент, 2005. 296 с.
13. Семенова О.І., Бублієнко Н.О., Ткаченко Т.Л. Природоохоронні технології та обладнання : курс лекцій для студ. спеціальностей 7.04010601, 8.04010601 “Екологія та охорона навколишнього середовища” та 8.04010604 «Екологічний контроль та аудит» ден. та заоч. форм навч. Київ: НУХТ, 2012. 74 с.
14. Перевалов В.Г., Алексеева В.А. Очистка сточных вод нефтепромыслов. Москва: Недра, 1969. 224 с.
15. Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Соколовський І.А. Промислова екологія: навч. посіб. Київ: Знання, 2012. 430 с.
16. Захаров С.Л. Очистка сточных вод нефтебаз. *Экология и промышленность России*. 2009. 35–37 с.
17. https://energoresurs.com/wp-content/uploads/2017/10/Energoresurs-Invest_stattya_4_2017.pdf
18. Киреева Н.А., Онегова Т.С., Жданова Н.В. Биологическая очистка нефтезагрязненного водоема. *Вода и экология*. 2004. №2. С. 67–69.
19. Семенова О.І., Бублієнко, Н.О., Ткаченко Т.Л. Природоохоронні технології та обладнання: курс лекцій для студ. спеціальностей 7.04010601, 8.04010601 “Екологія та охорона навколишнього середовища” та 8.04010604 «Екологічний контроль та аудит» ден. та заоч. форм навч. Київ: НУХТ, 2012. 74 с.
20. 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 2007 р.). Київ: НАУ, 2007. С. 84–86.

21. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Львов: Химия, 1999. 168 с.
22. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. Львов: Недра, 1983. 263 с.
23. Воробьев Ю.А., Єкимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Москва: Ин-октаво, 2005. 368 с.
24. Соромотин А.В., Гашев С.Н., Гашева М.Н., Быкова Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на биогеоценозы. *Экология нефтегазового комплекса* : материалы I Всес. конф. Москва. 1989. Вып. I. Ч. 2. С. 180-191.
25. Артемов А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений. *Вода: химия и экология*. 2008. №1. С. 18-24.
26. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. Москва.Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”. 2005. 268 с.
27. Мальований С.М. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності . 2007. 61 – 65 с.
28. Інструкція щодо вимог пожежної безпеки під час проектування автозаправних станцій». НАПБ Б.05.019-2005. Київ: Офіційний вісник України, від 05.04. 2006. 25 с. (Інформаія та документація).
29. Шалай В.В. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС : учебное пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. 296 с.
30. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с .
31. Павлюх Л.І. Ефективність рослинних відходів для очищення нафтовмісних стічних вод. *Наукоємні технології*. 2013. № 1 (17). 108 – 110 с.

32. Безденежних Л.А. Технологія очистки соняшникової олії з використанням модифікованого адсорбенту на основі лушпиння соняшнику : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.06 – «Технологія жирів, ефірних масел та парфумерно-косметичних продуктів». Харків 2005. 19 с.
33. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. Львов: Недра, 1983. 263 с.
34. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України : за станом на 19 лютого 2002 р. Офіційний вісник України. Київ, 2002. С. 52. (Інформаія та документація).
35. Дудышев В.Д. Утилизация нефтешламов. *Экология и промышленность России*. Москва. №5. 2002.
36. Пальгунов П.П., Сумарохов М.В. Утилизация промышленных. Москва: Стройиздат, 1990. 352 с.
37. Перевалов В.Г., Алексеева В.А. Очистка сточных вод нефтепромыслов. Москва: Недра, 1969. 224 с.
38. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. Київ: Вища шк., 2005. 671 с.
39. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. –Москва: Недра, 1997. 483 с.
40. Система стандартів безпеки праці "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация". Государственный стандарт Союза ССР ГОСТ 12.0.003-74 (утв. и введен в действие постановлением Госстандарта СССР от 13 ноября 1974 г. N 2551). (Інформаія та документація).
41. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. (Інформаія та документація).
42. ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности. (Інформаія та документація).

43. НПАОП 40.1?1.32?01 Правила будови електроустановок.
Електрообладнання спеціальних установок. (Інформаія та документація).