

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра хімії і хімічної технології

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ А.Д. Кустовська
« ____ » _____ 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

за спеціальністю: 161 «Хімічні технології та інженерія»

освітньо-професійної програми «Хімічні технології альтернативних енергоресурсів»

Тема: «Адсорбційне очищення стічних вод нафтохімічних підприємств»

Виконавець: Сус І. С. студент групи АП - 407 _____

Керівник: Трофімов І. Л. к.т.н., доц., _____

Нормоконтролер: Максимюк М.Р.

КИЇВ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра хімії і хімічної технології
Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»
ОПП «Хімічні технології альтернативних енергоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.Д. Кустовська

«_____» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Суса Івана Сергійовича

1. Тема роботи: «Адсорбційне очищення стічних вод нафтохімічних підприємств»
затверджена наказом ректора від 20.04.2022р. № 417/ст

2. Термін виконання роботи і захисту дипломних робіт з 23 травня 2022 року
по 19 червня 2022 року.

3. Вихідні дані до роботи: адсорбційне очищення стічних вод.

4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ. Розділ 1. Аналіз стану водних об'єктів в Україні

Розділ 2. Адсорбційне очищення промислових стічних вод

Розділ 3. Адсорбер для очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів

Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Одержання теми. Пошук та аналіз літератури за темою дипломної роботи.	23.05.2022-24.05.2022	
2.	Опрацювання літературних джерел з даної теми	25.05.2022-26.05.2022	
3.	Вибір об'єктів та методів дослідження	27.05.2022-29.05.2022	
4.	Збір, систематизація та вивчення інформації	30.05.2022-02.06.2022	
5.	Опрацювання інформації (групування, зведення у таблиці, побудова графіків, схем)	03.06.2022-05.06.2022	
6.	Обробка та оформлення вихідних матеріалів	06.06.2022-07.06.2022	
7.	Формулювання висновків та рекомендацій	08.06.2022-09.06.2022	
8.	Оформлення дипломної роботи згідно вимог діючих стандартів підготовка доповіді та презентації.	10.06.2022	
9.	Захист дипломної роботи	16.06.2022	

Дата видачі завдання: 23 травня 2022 р.

Керівник дипломної роботи к.т.н., доц. Трофімов І. Л.

Завдання прийняв до виконання Сус І. С.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Адсорбційне очищення стічних вод нафтохімічних підприємств»: 49 с., 8 рис., 1 таб., 21 використаних джерел, 1 додаток.

АДСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ, СТІЧНІ ВОДИ, АДСОРБЕНТ, АДСОРБЦІЙНА УСТАНОВКА, НАФТОПРОДУКТИ, МЕТАНОЛ, ЗАБРУДНЕННЯ, ПРОМИСЛОВІСТЬ, НАФТОХІМІЧНІ ПІДПРИЄМСТВА.

Об'єкт дослідження: адсорбційне очищення стічних вод нафтохімічних підприємств.

Предмет дослідження: адсорбційна установка очищення стічних вод нафтохімічних підприємств.

Мета роботи: удосконалення адсорбційного очищення стічних вод нафтохімічних підприємств.

Методи дослідження - теоретичні: аналіз наукової літератури, порівняння, аналіз, синтез і систематизація; узагальнення науково-теоретичних і дослідних даних; системний підхід, методи спостереження та порівняння.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити такі завдання:

1. Дослідити загальний стан промислових стічних вод України.
2. Дослідити стан промислових стічних вод у зоні впливу нафтохімічних підприємств.
3. Проаналізувати вміст стічних вод різних підприємств України.
4. Дослідити відомі методи очищення промислових стічних вод та перспективи їх застосування в Україні.
5. Вибрати оптимальну технологічну схему адсорбційного очищення промислових стічних вод.
6. Удосконалити адсорбційну колону для очищення стічних вод від метанолу та світлих нафтопродуктів.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УКРАЇНІ	
1.1. Аналіз загального стану промислових стічних вод України.....	10
1.1.1. Характеристика забруднень водних об'єктів нафтопродуктами.....	14
1.1.2. Вплив промислових стічних вод на водні екосистеми.....	15
1.1.3. Класифікація промислових стічних вод.....	16
1.2. Методи і засоби очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів.....	18
1.3. Висновки до розділу.....	20
РОЗДІЛ 2. АДСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД	
2.1. Теоретичні основи процесу адсорбції.....	21
2.1.1. Природні адсорбенти та їх використання в Україні.....	23
2.2. Обґрунтування вибору адсорбенту для очищення промислових стічних вод від метанолу.....	26
2.3. Обґрунтування та вибір технологічної схеми адсорбційного очищення промислових стічних вод.....	29
2.3.1. Обґрунтування вибору технологічної схеми адсорбційної установки очищення.....	30
2.3.2. Конструкція та принцип дії удосконаленої адсорбційної установки для очищення промислових стічних вод.....	34
2.4. Висновки до розділу.....	36
РОЗДІЛ 3. АДСОРБЕР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ	
3.1. Розрахунок адсорбера рекуперації з нерухомим шаром адсорбенту.....	37
3.1.1. Ізотерма адсорбції метанолу на активному вугіллі.....	37
3.1.2. Діаметр і висота адсорбера.....	38
3.1.3. Коефіцієнт масо передачі.....	39

3.1.4. Тривалість адсорбції. Вихідна крива. Профіль концентрації в шарі адсорбенту.....	41
3.1.5. Матеріальний баланс.....	43
3.1.6. Допоміжні стадії циклу.....	44
3.2. Конструкція та принципи дії удосконаленого адсорберу для очищення промислових стічних вод.....	45
Висновки до розділу.....	46
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	49

ВСТУП

Актуальність теми. На даний момент в Україні є дуже важливим питання щодо забруднення ґрунтів та ґрунтових вод в результаті потрапляння у них промислових стічних вод, які в собі містять доволі високу кількість нафтопродуктів, кислот, лугів і інших забруднень. В наш час в регіонах України, містять хімічні, нафтопереробні, металургійні, машинобудівні підприємства, під час роботи яких виділяються великі обсяги промислових стоків. Саме тому, питання очищення вод на даний момент залишається відкритим та актуальним.

Основними джерелами господарсько-побутових стоків є жилі будівлі і споруди такі як: їдальні, готелі, дитячі садки, школи, і т.д. Основними джерелами промислових стічних вод є підприємства важкої та легкої промисловості, насамперед, підприємства нафтохімічної промисловості. Причиною забруднення водою промислових підприємств є поверхневий стік. Виникаючий за допомогою дощових і талих снігових вод, поверхневий стік з території підприємств утворює різні шкідливі речовини такі як: залишки миючих, дезинфікуючих, антиобліднювальних і протиожеледкових реагентів, продукти руйнування штучних покриттів, спеціальні рідини на ремонтних підприємствах авіаційної та наземної техніки, відходи нафтопродуктів тощо.

В значних випадках, причиною забруднень поверхневого стоку промислових підприємств відносять території технічних баз, площадки для доводочних робіт, мийки та антиобліднювальної обробки техніки, приміщення служб ПММ та ін.

На даний момент для очищення води від нафти і нафтопродуктів використовують хімічні, біологічні і також фізико-хімічні методи.

Існуючі на даний момент методи ліквідації екологічних наслідків аварій з нафтопродуктами недосконалі.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УКРАЇНІ

1.1. Аналіз загального стану промислових стічних вод України

Вплив стоків на водойми залежить від типу забруднювачів і також від їх пропорцій. Забруднення водойм завдає непоправних збитків народному господарству через неможливість використання води для виробничих і побутових цілей.

Хімічні домішки, що знаходяться в складі стоків, можуть знаходитися в водних об'єктах в невеликих кількостях. Даже незначне збільшення їх концентрації може завдати непоправну шкоду організмам. Для здоров'я людини важливим є чітка визначена кількість фтору в питній воді, яка не повинна перевищувати 1,5 мг/л. Інакше завдається шкода зубній емалі, а при великій концентрації спостерігається пошкодження кісток (флюороза). Потрапляючи в організм людини з питною водою, переважна більшість металів та їхніх сполук, що містяться в стоках підприємств, можуть викликати отруєння. Деякі важкі метали, наприклад, ртуть, можна віднести до постійно забруднювачами, оскільки потрапивши в навколишнє середовище, вони, не розкладаючись, переходять із повітря в воду, в водні організми, в їжу людей, і такі цикли продовжуються нескінченно [11].

Деякі метали, такі, як лантан, молібден, галій менше шкідливі, однак діючи разом з іншими більш небезпечними забруднюючими речовинами, які містяться в складі стічних водах, можуть посилювати їх реакцію при попаданні в організм людини з питною водою або продуктами харчування. Токсична дія багатьох металів залежить від їх фізико-хімічних властивостей (наприклад, розчинності в воді), а також особливостей водойми, куди вони попадають.

Слід позначити ацетон і бензол, серед багатьох небезпечних, шкідливих органічних сполук, характерних для стоків авіапідприємств. Ацетон для людини і тварин малотоксичний при надходженні в організм. Подразнює шкіру і слизову оболонку. Бензол чинить гостру локальну подразнюючу дію також всмоктується

шкірою і спричинює загальнотоксичну дію на організм. Попадаючи в організм риби набуває неприємного запаху при концентрації бензолу перевищуючу 10 мг/л. Деякі метали, що знаходяться в складі виробничих водах, попадаючи на очисні споруди і осідаючи в відстійниках і метантенках, негативно діють на мікрофлору, яка приймає участь в зброджуванні осаду, і тим самим сповільнюють його мінералізацію, а в метантенках – також утворення газу.

Для промислових стічних вод ряду авіапідприємств, особливо заводів, характерна присутність сполук берилію, алюмінію, хрому і деяких інших.

Потрапляючи в водойми, сполуки алюмінію сповільнюють процеси їх самоочищення. Концентрація азотнокислого алюмінію з розрахунку на іон металу 1 мг/л сповільнює розмноження мікрофлори води і таким чином також затримує процеси самоочищення водойм. Застосування води з концентрацією алюмінію понад 1 мг/л в сільському господарстві може призвести до загибелі посівів.

Високотоксичні стічні води які містять сполуки берилію, який використовується на авіапідприємствах для підвищення зносостійкості авіаційних деталей. В концентраціях понад 0,15 мг/л в м'якій воді і понад 11–20 мг/л в твердій воді берилій спричиняє загибель риб, а дафнії гинуть при концентрації берилію понад 0,05 мг/л. При концентрації берилію 0,5–1,0 мг/л різко сповільнюються процеси самоочищення водойми і розмноження мікрофлори. Застосування стічних вод з вмістом берилію понад 15 мг/л для зрошування сільськогосподарських культур недоцільно [4].

Спостереження за експлуатацією очисних споруд дозволяє забезпечити аналізи стічної води до і після комплексу споруд. Здебільшого, оцінка роботи очисних споруд базується на аналізі разових і середніх проб, які відбираються на протязі 24 годин і через кожні 1–2 години. Проби відбираються в пунктах повного змішування. Оскільки склад досліджуваних речовин може змінюватися за період між відбором проб та їхнім аналізом, то їх звичайно зберігають при 3-4°C. Частину проби, яка призначеної для визначення вмісту кисню, азоту амонійних солей, загального азоту, важких металів (крім свинцю), консервують, додаючи сірчану кислоту. До іншої порції, призначеної для визначення зважених часток, нітрит- і

нітрат-іонів, додають хлороформ. На місці відбору проб визначають або фіксують розчинений кисень, активний хлор, розчинені сульфіді, температуру.

Про загальний вміст органічних речовин в стічних водах частіше всього говорить значення ХСК. Для визначення ХСК використовують біохроматний метод. Хлорид-іони мають заважаючий характер, які завжди присутні в забруднених водах, усувають за допомогою додавання сульфату срібла в кількості, яка достатня для зв'язування всіх хлорид-іонів. Роль каталізатора виконує при цьому відіграє сульфат срібла, який допомагає більш повному окисленню багатьох органічних речовин.

Неорганічні сполуки отруйних металів можуть знаходитися в водах, в грубо дисперсному, колоїдному та розчиненому станах. Важкі метали разом з грубодисперсною суспензією потрапляють в осад при відстоюванні стічних вод. Метали які знаходяться в тонкодисперсному і розчиненому стані потрапляють в аеротенки, звідки з очищеною водою частина розчинених металів та металів, сорбованих на активному мулі (на зважених речовинах), потрапляє в водойму. Тому визначення вмісту металів в такій воді слід проводити як до, так і після фільтрації. З цією метою використовують хімічні методи або атомно-абсорбційну спектрофотометрію. В останньому варіанті метали переводять в інший стан “мокрим” оголенням сумішшю азотної та хлорної кислот.

Очистка стічних вод

Для зменшення кількості об'єму органічних і неорганічних забруднень здійснюють їхню очистку і знешкодження. Необхідний ступінь очистки забрудненої води визначають їхньою кількісною та якісною характеристиками, а також за об'ємом їх використання та значимістю використання водойми для промисловості, в яку передбачається спуск чищених на очисних споруда вод [5].

Для зменшення забруднення використовується сорбція. Процес сорбції здійснюється додаванням подрібненого сорбенту у стічну рідину (в статичних умовах) або фільтруванням води за допомогою шару сорбенту – вугілля, торфу, каоліну, стружки тощо (в динамічних умовах). Нейтралізація є важливим хімічним способом регулювання значення показника кислотності рН. Її використовують для

доведення реакції стічної рідини до нейтрального середовища (рН7). Для нейтралізації кислих вод використовують як розчинні, так і слабкорозчинні у воді реагенти. До перших відносяться: вапно, їдкий натр, сода; до других—оксид та гідроксид магнію, карбонати кальцію та магнію.

Для прискорення процесу видалення колоїднорозчинних домішок із стічних вод застосовується процес коагуляції.

Для попередження забруднення водойм на авіапідприємствах рекомендується: не допускати утворення побічних продуктів, які в кінці технологічного процесу потрапляють в стічні води; підбирати сировину, що не містить шкідливих домішок або речовин, які утворюють такі домішки, якщо вони можуть потрапити в стічні води; промивні води повторно використовувати в технологічному процесі з метою концентрування речовин, що вимиваються, подальшого їх виділення та утилізації [6].

1.1.1. Характеристика забруднень водних об'єктів нафтопродуктами.

В стоках виробничих ділянок аеропортів та інших авіапідприємств містяться бензен, ацетон, нафтопродукти, кислоти, луги, розчинені різні сполуки металів: алюмінію, міді, берилію, хрому тощо, також інші речовини які забруднюють стічні води. Для поверхневого стоку з території аеропортів характерна присутність мінеральних суспензій, нафтопродуктів, розчинених органічних сумішей та речовин, що мають в своєму складі нітроген.

Зазвичай завдають шкоду водоймам саме нафта і нафтопродукти. Забруднення нафтопродуктами стічних вод, що особливо характерно для аеропортів, що призводять до значного впливу на склад водних біоценозів і навіть у фауни і флори. Це спричинено фізикохімічними властивостями самої нафти, яка за своїм хімічним складом різноманітна і може переносити в воду речовини в різних агрегатних станах: твердому, рідкому і газоподібному. Частина компонентів опадає в осад на дно, частина має вигляд суспензій та емульсій у товщі води, а частина її знаходиться у розчиненому стані. У зв'язку з такими особливостями нафти вона, потрапляючи у воду, забруднює її в повному об'ємі. Організми які знаходяться у водному

середовищі, де б вони не мешкали, піддаються дії нафти, її компонентів та продуктів окиснення вуглеводнів і продуктів переробки нафти і через це їхня кількість у водоймі зменшується, що призводить до негативного впливу для екосистеми в такій воді.

З органічних компонентів, які є в складі стоків авіапідприємств, в першу чергу слід визначати нафтопродукти. Для цього застосовують метод, розроблений на хроматографічному відокремленні нафтопродуктів від інших домішок, що екстрагуються, в тонкому шарі силікагелю. Визначення проводять ваговим, нефелометричним і колориметричним методами. Актуальність застосування варіанту тонкошарової хроматографії визначається тим, що силікагель на відміну від окиду алюмінію сприяє більшому відокремленню нафтопродуктів від домішок ліпідної природи, присутність яких характерна для стічних вод авіапідприємств. Крім того, тонкошарова хроматографія з використанням характерних люмінесцюючих зон дозволяє контролювати повноту відокремлення нафтопродуктів від основної маси сторонніх домішок [2].

1.1.2. Вплив промислових стічних вод на водні екосистеми.

Через те, що при підвищенні концентрації хімічних елементів викликають токсичну дію на організми, які мешкають у воді. Гідробіонти в тій чи іншій мірі реагують на зміну гідрохімічного режиму водойми, яка відбулася в результаті потрапляння у водойму стічних вод. Якщо якийсь організм не може пристосуватись до нового хімічного складу води і внаслідок чого гине, то відбувається зміна у співвідношенні між видами в біоценозах. Такі зміни можуть також зменшити плодючість у гідробіонтів, зменшити їхній життєвий період та стати фактором, який обмежує та сповільняє розвиток і чисельність водних організмів. Так, кислі води при водневому показнику кислотності $pH=6,4-5,0$ небезпечні для риби при концентраціях вуглекислого газу понад 20 мг/л або при значному вмісті у воді солей заліза; кислі води при $pH < 5,0$ й лужні при $pH > 9,5$ завжди небезпечні для риби. При $pH < 4,5$ можуть загинути всі живі організми в водоймі.

Забруднена хімічними речовинами вода навіть при значному змішуванні з чистою водою, для зменшення токсичності, порушує нормальний розвиток заплідненої ікри, швидко знищує зародок і тим самим зменшується популяція риби в такій водоймі. Забруднення водойм, що приводить до безпосередньої риби наносить запасам риби шкоду і в іншому відношенні: гине їжа якою харчується риба - дрібні безхребетні тварини, водорослі.

Вища водна рослинність, яка піддається впливу шару нафтопродуктів, смол та інших рідких речовин антропогенного походження які потрапляють у водойму разом із стічною водою, непридатна для нересту риби і розвитку кормових організмів. Згубною концентрацією для водоростей виявляється нафтове забруднення від 1 мг/л, а припинення розмноження клітин спостерігається при концентраціях 0,1–0,001 мг/л. Донні відклади, вкриті шаром нафтопродуктів, незалежно від товщини шару також непридатні для мешкання організмів.

Забруднення місця де мешкають водоплавні та інші птахи і тварин, які є вазливою складовою екосистеми призводить до різкого скорочення їх кількості, що як наслідок впливає негативно на всю екосистему. Нафтова плівка на поверхні води, яка з'явилася внаслідок зливання у водойму стічних вод з нафтопродуктами, просочує пір'я у перелітних та інших птахів, вони не можуть злетіти і через це гинуть. Значної шкоди водоймам завдає нафтова плівка, яка розташовується на поверхні водойми тим самим перешкоджаючи газообміну між водою та атмосферою, в наслідок чого вміст кисню у воді знижується, тим самим зменшуючи здатність води, у водоймі яка зазнала забруднення нафтою та нафтопродуктами, до самоочищення, перешкоджає випаровуванню вологи з поверхні водойми (порушує кругообіг води).

Метали, що містяться в виробничих стічних водах які надходять з підприємств, надходячи на очисні споруди і осідаючи в двоярусних відстійниках і метантенках, згубно діють на мікрофлору, яка приймає участь в зброджуванні осаду, і тим самим затримують його мінералізацію, а в метантенках – також утворення газу.

На біофільтрах та аерофільтрах вони призводять до негативного впливу на мікроорганізми які приймають участь в очищенні стічних вод, і повністю стерилізують, або знижують їхню ефективність для процесу біологічної очистки стічних вод. Особливо шкідливого впливу на мікрофлору очисних споруд мають хром, нікель, свинець, мідь, цинк, срібло і ртуть.

Найбільш губними для риб являються окис алюмінію, а також нітратнокислий та хлористий алюміній. Сполуки алюмінію згубно впливають також на інші організми які мешкають у водному середовищі, що приймають участь у самоочищенні водойм і є кормовими ресурсами для риб, а також на мікроорганізми. Так, алюміній нітратнокислий згубно діє на дафнії вже з концентрації 0,5 мг/л. Другим за токсичністю є алюміній хлористий, решта сполук алюмінію малотоксичні.

Так чи інакше всі види забруднення, що присутні в наслідок потрапляння стічних вод у водойми, завдають негативного впливу для здоров'я людей, тварин, на розвиток водних організмів. Вода яка зазнає забрудненню не тільки стає непридатною чи малоприсдатною для використання, але й завдає значної, часто непоправної шкоди всьому природному середовищу, з яким вона взаємодіє [11].

1.1.3.Класифікація промислових стічних вод.

Стічні води можуть бути класифіковані за такими показниками:

за джерелом походження:

- виробничі (промислові, що утворюються в технологічних процесах при виробництві або видобутку корисних копалин);
- побутові (господарсько-фекальні) [2].

Виробничі стоки, на відміну від атмосферних і побутових, не мають постійного складу і можуть бути розділені.

За складом забруднювачів на:

- забруднені здебільшого мінеральними домішками;
- забруднені здебільшого органічними домішками;
- забруднені як мінеральними, так і органічними домішками;

По концентрації забруднюючих речовин стічні води поділяють:

- з вмістом домішок 1-500 мг / л;
- з вмістом домішок 500-5000 мг / л;
- з вмістом домішок 5000-30000 мг / л;
- з вмістом домішок більше 30000 мг / л;

За кислотності стічні води класифікуються на:

- неагресивні (рН 6,5-8);
- слабоагресивні (слаболужні - рН 8-9 і слабокислі - рН 6-6,5);
- сильноагресивних (сильнощільний - рН > 9 і сильнокислому - рН < 6);

За токсичною дією і дією забруднювачів на водні об'єкти:

- містять речовини, що впливають на загальносанітарний стан водойми (напр., на швидкість процесів самоочищення);
- містять речовини, що змінюють органолептичні властивості (смак, запах і ін);
- містять речовини, токсичні для людини і що мешкають у водоймах тварин і рослин.

1.2.Методи і засоби очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів

В наш час для очищення води від нафти і нафтопродуктів застосовують механічні, хімічні ,біологічні та фізико-хімічні методи.

Методи, які існують в даний час для ліквідації екологічних наслідків аварій з нафтопродуктами не тільки недосконалі, але і практично не призводять до зменшення впливу аварій на довкілля.

Перевагами стандартних методів ліквідації з поверхні води нафти та нафтопродуктів є те, що вони в тій чи іншій мірі сприяють локалізації, збору і утилізації нафти і нафтопродуктів, які є містять в собі токсичні речовини, що призводять до негативного впливу, але практично в кожного методу є свої недоліки.

Для попереднього очищення стічних вод використовують механічне очищення стічних вод від нафти та її нафтопродуктів, даний вид очищення забезпечує видалення зважених речовин з побутових стічних вод на 60%...65%, а з деяких виробничих стічних вод на 90%...95%. Завдання механічного очищення полягає у підготовці стічних вод до фізико-хімічного та біологічного очищення. Даний вид очищення є найдешевшим методом очищення стічних і тому для більш глибокого їх очищення завжди є доцільним використанням більш глибого очищення стічних вод від механічними методами. Механічне очищення застосовують для виділення з стічної води нерозчинних грубодисперсних домішок шляхом проціджування, відстоювання та фільтрування. Слід відмітити також недоліки даного методу очищення тим, що механічні пристрої не забезпечують достатньої ефективності очищення води від нафти та нафтопродуктів. Складності у відділенні нафти та нафтопродуктів з водної поверхні в тому, що нафта розливається тонким шаром, при її відділенні захоплюється і вода, що ускладнює процес очищення стічних вод даним методом.

Хімічний метод (із застосуванням детергентів емульгуючої дії на нафтову дію): даний метод широко поширений в практиці з забрудненням нафтою та нафтопродуктами водою. Суть даного методу полягає, що в воду додають різні хімічні реагенти, які вступають в реакцію з нафтою і осідають у вигляді нерозчинних осадів. Однак недоліком цього методу очищення є те, що при застосування детергентів тільки посилює негативний вплив нафтової плями, оскільки емульгована нафта легше потрапляє в організм водних мешканців. Тому, цей метод застосовують лише для очищення локалізованої кількості води від нафти.

Біологічний метод (базується на мікробіологічному розкладанні нафти за допомогою нафтоокислюючих бактерій) : в даному методі в процесі очищення використовують мікроорганізми, однак при температурі менше 10° бактерії практично не активні, оптимальна температура для них 20...30°C, що є недоліком використання даного методу, оскільки використання даного методу потребує оптимальних температурних умов для мікроорганізмів, які використовуються в даному методі. Перевагами біологічного методу є те, що з'являється можливість

видаляти різноманітні органічні сполуки, в тому числі токсичні, відносно невисока експлуатаційна вартість, про те до недоліків цього методу слід додати високі капітальні затрати, необхідність суворого дотримання технологічного режиму очищення, токсична дія на мікроорганізми деяких органічних сполук.

Фізико-хімічне очищення проводиться за допомогою розчинників, які вибірково видаляють небажані компоненти з очищуваного продукту, тобто зі стічних вод, внаслідок чого відділяються тонкодисперсні і розчинені домішки, руйнуються органічні речовини, які не окиснюються чи погано окиснюються.

Найбільшого поширення у очищенні стічних вод є метод коагуляції, нейтралізація кислот і лугів, перегонка водяним паром, обробка води газоподібним хлором. Як коагулянти, в залежності від складу стічних вод, застосовують сірчаноокислий амоній, сірчані і хлоридні солі заліза, гашене вапно. Даний вид очищення часто застосовують на підприємствах хімічної, нафтохімічної, легкої і текстильної промисловості. Недоліком даного методу очищення є значні витрати коагулянтів, великий об'єм осаду, що утворюються при очищенні, складність його обробки. Отже, цей метод не рекомендується використовувати як самостійний, після нього потребується доочищення.

Біосорбційний метод: біосорбційний метод очищення дозволяє очищати стічні води від продуктів переробки нафти до будь-якого рівня, що потребується, майже до ГДК незалежно від їх хімічної стійкості і без внесення у воду будь-яких вторинних забруднень. Цей безінерційний рівноважний процес, що є перевагою даного методу очищення та дає можливість успішно використовувати його як в умовах нормальної експлуатації, так і при ліквідації аварій. Перевагами методу є висока ефективність, різноманітність форм (гранули, волокна тощо) та широкий спектр видів адсорбентів, що можуть забезпечити очистку води до будь-якого потрібного рівня.

Отже, серед існуючих методів очистки води від нафти та нафтопродуктів найбільшу ефективність в процесі очищення проявляє біосорбційний метод. Оскільки, в наш час він є практично єдиним методом, який має надзвичайно високу ефективність очищення, не потребує утилізації, універсальний в застосуванні.

1.3. Висновки до розділу

1. Нафтопродукти негативно впливають на оточуюче середовище і основними джерелами забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами та нафтою є видобувні підприємства, системи перекачування і транспортування, нафтові термінали і нафтобази, сховища нафтопродуктів, залізничний транспорт, річкові та морські нафтоналивні танкери, автозаправні комплекси та станції.

2. Усі промислові стічні води повинні піддаватися очищенню від шкідливих речовин перед скиданням. Для виконання цих вимог застосовують механічні, хімічні, біологічні, а також комбіновані методи очищення. З механічних практичне значення мають відстоювання, центрифугування і фільтрування; з фізико-механічних - флотація, коагуляція і сорбція; з хімічних - хлорування і озонування.

3. Склад очисних споруд системи очистки стічних вод промислових об'єктів обирають в залежності від характеристики і кількості стічних вод, що поступають на очищення, необхідного ступеня їх очищення, методу використання їх осаду і від інших місцевих умов у відповідності зі СНіП.

4. Ступінь очищення промислових стічних водадсорбційним методом очистки може сягати 4-го класу.

РОЗДІЛ 2

АДСОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОД

2.1. Теоретичні основи процесів адсорбції

Адсорбція - це процес поглинання одного чи декількох компонентів із газової суміші чи розчину твердою речовиною - адсорбентом. (Адсорбція являє собою процес поглинання газів, парів або рідин поверхнею пористих твердих тіл - адсорбентів.) Речовина, яка поглинає, називається адсорбат, чи адсорбтив.

Процес адсорбції має вибірковий характер. Це пояснюється тим, що кожний поглинач має здатність поглинання лише певні речовини, які вимагає процес очищення і не поглинає (чи поглинає лише в незначній мірі) інші речовини, тобто ті які непотрібно видаляти, які містяться в газовій суміші чи розчині, а поглинута речовина завжди може бути виділена з поглинача шляхом десорбції.

Адсорбція використовується лише при незначних концентраціях речовини яка підлягає поглинанню у вихідній суміші, коли потрібно досягнути практично повного видалення адсорбтиву.

Адсорбційні методи зазвичай застосовуються у промисловості при очистці й осушці газів, очистці й освітленні розчинів, розділенні сумішей газів і парів і т.д. Процес адсорбції застосовують для очистки аміаку перед контактним окисленням, осушки природного газу, виділення й очистки мономерів у виробництвах синтетичного каучуку, смол і пластичних мас, виділення ароматичних вуглеводнів із коксового газу та для багатьох інших цілей. У багатьох випадках після адсорбції поглинені речовини виділяють (десорбують) із поглинача.

Розділяють фізичну та хімічну адсорбцію. Фізична адсорбція зумовлена взаємним притяганням молекул адсорбата й адсорбента під дією сил Ван-дер-Ваальса та не супроводжується хімічною взаємодією адсорбованої речовини з поглиначем. При хімічній адсорбції (хемосорбції) у результаті хімічної реакції між молекулами поглинутої речовини та поверхневими молекулами поглинача виникає хімічний зв'язок.

В якості адсорбенту використовуються тверді пористі тіла. Проходження процесу адсорбції залежить від розміру пор (капілярних каналів), які є різними по діаметру у різних адсорбентів.

Адсорбенти характеризуються своєю поглинаючою (адсорбційною) здатністю (адсорбційна здатність називається активністю адсорбента), яка визначається концентрацією адсорбтиву в одиниці маси чи об'єму адсорбента.

Здатність адсорбенту до поглинання потрібної речовини тісно залежить від температури та тиску, при яких відбувається адсорбція, та від концентрації поглинаючої речовини.

У промисловості в якості поглиначів застосовують активоване вугілля та мінеральні адсорбенти (силікагель, цеоліти й ін.), а також синтетичні іонообмінні смоли (іоніти).

Цеоліти. Даний вид адсорбентів являють собою природні та синтетичні мінерали, які є водними алюмосилікатами катіонів елементів першої та другої груп періодичної системи Д.І.Менделєєва. В якості промислових адсорбентів застосовуються штучні (синтетичні) цеоліти.

Цеоліти відзначаються високою поглинаючою здатністю стосовно води й являються високоефективними адсорбентами для осушки й очистки газів і рідин. Розмір гранул цеолітів складає 2-5 мм

Будова адсорбенту і фізичні принципи адсорбції

Адсорбенти, які використовуються у промисловості - це адсорбент з високорозвиненою поверхнею. Важливим є те, щоб розглянути процеси які відбуваються при розділенні газів чи рідин.

Самим давнім адсорбенту який використовується в промисловості є активоване вугілля, яке було синтезований напочатку 20-го століття, і використовується у багатьох процесах. Другим адсорбентом який почали використовуват в промисловості, що з'явилися наринку в 20-х роках минулого століття, став селікагель. Третю групу складають складають адсорбенти, які почали використовувати в промисловості відносно недавно є цеоліти (алюмініосилікати

легких металів). Через те, що кількість речовин досить різноманітна і через це використовують адсорбенти які мають різні розміри пор для того, щоб ефективно видалити з рідини чи газу потрібні елементи. Але завжди існує оптимальна залежність від цільового призначення використання, оскільки розмір пор повинен бути мінімально таким, щоб молекули, що адсорбуються могли в них проникнути, а з іншого, чим менше часу, тим більше накладення сил протилежних стінок і сильніше адсорбція, а значить відповідно десорбція. Характерною особливістю цеолітів є те, що мають дуже однорідні пори за їх розміром та кількістю, причому такої величини (близько 1 нм), що виключають адсорбцію в них тих чи інших речовин. Цеоліт мають тільки такі пори і отримали другу назву - молекулярні сита. Довгий час ця винятковість була характерна тільки для них. Але в результаті інтенсивних робіт у створенні нових промислових адсорбентів з'явилися вуглецеві молекулярні сита і селікагелеві молекулярні сита з високою однорідністю пір.

Промислові адсорбенти випускаються у вигляді гранул, кульок і пресованих елементів спеціальної форми. Їх зовнішня поверхня становить лише малу частку загальної поверхні, що формується в основному за рахунок внутрішніх пір. Площа їх поверхні пор становить кілька сотень квадратних метрів на грам адсорбенту.

2.1.2. Природні адсорбенти. та їх використання в Україні.

Активоване вугілля у процесах водопідготовки

Завдяки сильного пилення і вибухонебезпечності ПАУ в сухому вигляді у воду добавляють рідко. Здебільшого попередньо готують суспензію 2-10% ПАУ у воді, яку і направляють в основний потік оброблюваної води. Дозу ПАУ підбирають з урахуванням забруднення води і сорбційних властивостей вугілля. У нашій країні (1982 р) як правило, $D_y = 1-5 \text{ мг / дм}^3$, у Фінляндії $5-15 \text{ мг / дм}^3$, у ФРН (водозабори на Рейні) $25-40 \text{ мг / дм}^3$, у Франції $5-40 \text{ мг / дм}^3$, в Англії і США $5-30 \text{ мг / дм}^3$.

Хлор очисні фільтри регенерують не частіше одного разу на місяць гарячим розчином соди або їдкою натра. До регенерації 1 кг ГАУ дехлорує $50-100 \text{ м}^3$ води.

Для постійної сорбційної обробки води використовують гранульовані активні вугілля (ГАУ), які можна регенерувати, що значно понижає вартість очищення води, хоча ГАУ і дорожче, а їх застосування вимагає великих капітальних витрат.

Концентрації різних речовин, при яких відчувається їх запахи чи присмак у воді, неоднакові. Сірководень відчувається при концентрації його у воді більше 0.2-0.3 мг / л, хлор - при концентрації понад 0,3 мг / л, хлорфенол - при концентрації більше 0.02 мг / л, продукти життєдіяльності актиноміцетів, які надають воді землистий запах, відчуваються при концентрації більше $1 \cdot 10^{-8}$ мг / л.

Механізм дехлорування води на ГАУ складається з сорбції та подальшого розкладання хлорноватистої кислоти. Іон OCl^- менш реакційноздатний і гірше сорбується ніж HOCl , тому зрушення рН, що призводить до збільшення ступеня дисоціації $\text{HOCl}^+ + \text{OCl}^-$ знижує дехлоруючий ефект.

Одне із напрямів використання активованого вугілля в водопідготовці - дихлорування питної води, що реалізовується на вугільних фільтрах. Висота фільтра залежить від швидкості фільтрування, і також від початкової та кінцевої концентрації вільного хлору.

ПАУ, застосовують для виводу з води речовин, які надають їй присмаки і запахи, може використовуватись як перед відстійниками так і після них, безпосередньо перед фільтрами, але введення у воду перед фільтрами можливе тільки в тих випадках, коли його показник не перевершує 5-7 мг / л при довгому застосуванні вугілля і 10-12 мг / л при короткочасній періодичності. У випадку потрапляння на фільтри значної кількості активного вугілля втрата напору в них зазвичай швидко росте і також зростає витрата промивної води. При малих дозах, активне вугілля слід вводити в воду після відстійників, в даному випадку сорбційна здатність вугілля використовується більш активно, ніж при введенні його в воду перед відстійниками, в яких вугілля швидко осідає, не встигнувши сорбувати містяться у воді органічні речовини.

Побічна сорбційна здатність ПАУ виражається його фенольним числом - числом міліграмів активного порошкоподібного вугілля, необхідного для зниження концентрації фенолу в 1 л. води з 0.1 до 0.01 мг при перемішуванні води з активним

вугіллям протягом 1 год. Чим вище фенольне число вугілля, тим менша його сорбційна здатність щодо фенолу, здебільшого це вугілля буде сорбувати з речовинами, що надають присмаки і запахи води. ПАУ, застосовувані на фільтрувальних станціях для видалення з води присмаків і запахів, повинні мати фенольне число яке не перевищує 30; добрі зразки активного вугілля мають фенольне число менше 15.

Постійне використання ПАУ для водопідготовки є не вигідним через нерентабельність і неможливості його регенерації та втрат при дозуванні.

Практика експлуатації систем очищення стоків показує, що сорбційна обробка доцільна як завершальна операція, після остальных видів очищення від грубодисперсних, колоїдних і частини розчинених домішок. Стандартна послідовність процесів фізико-хімічної очистки: коагуляція-відстоювання (флотація) - фільтрування-сорбція.

При вилученні з води речовин, які надають їй запахи і присмаки, їх концентрацію потрібно максимально знизити до величин, при яких запах і присмак вже не відчуються.

Природно, що при таких низьких залишкових концентраціях видалених речовин та рівень використання сорбційної ємності активованого вугілля в статичних умовах при введенні у воду вугілля у вигляді порошку буде мала. Так під час контакту порошкоподібного вугілля (ПАУ) з фільтрованою водою невелика, речовина зазвичай не встигає проникнути в глиб частинки вугілля, тому сорбційна здатність ПАУ зростає із збільшенням ступеня його подрібнення.

Реальні стічні води - це не чисті стабільні розчини, а гетерогенна суміш розчинених, колоїдних і зважених у воді домішок органічного та неорганічного походження, багато з яких нестабільні, окислюються [7].

Створення комбінованих схем, що включають попередню коагуляцію і освітлення води дозволяє в кілька разів знизити витрату активного вугілля на одиночних станціях водопідготовки, тим самим вирішити техніко-економічну проблему забезпечення окремих районів додатковими водними ресурсами в доступному для огляду майбутньому.

Фільтрування води через шар гранульованого вугілля або введення в воду порошкоподібного активованого вугілля є найбільш універсальними методами видалення з води розчинених органічних речовин природного і неприродного походження.

2.2. Обґрунтування вибору адсорбенту для очищення промислових стічних вод від метанолу

Процес адсорбції використовують для очищення стічних вод якщо концентрація органічних сполук в ній не більше ніж 1 г/л. В великій кількості випадків в ролі адсорбентів слугують: активоване вугілля — які використовуються у вигляді зерен неправильної форми розміром від 1,5 до 5 мм

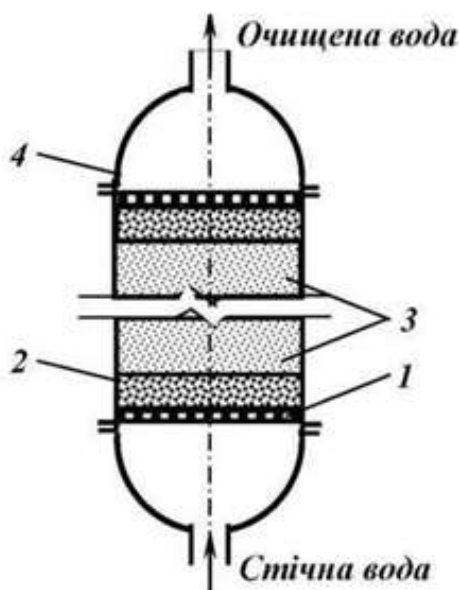
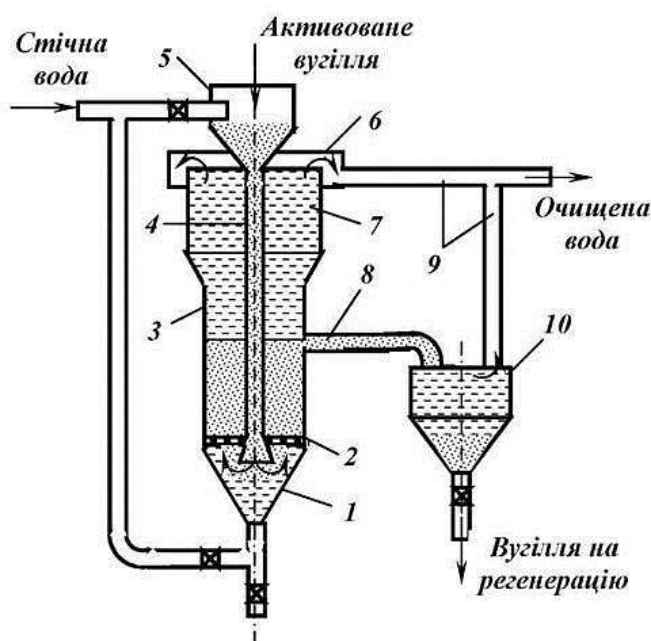


Рис. 1.1. Адсорбер колонний з нерухомим шаром: 1 – безпровальна решітка; 2 – підтримуючий шар; 3 – активоване вугілля; 4 – колона

Щоб активоване вугілля можна було використати в промисловості воно повино відповідати декільком вимогам: легка змочуваність водою; відносно велика пористість; невелика утримуюча здатність при регенерації; мінімальна каталітична активність щодо реакцій окиснення, конденсації тощо.

Продуктивність адсорбції органічних речовин зі стоків залежить від хімічного складу адсорбенту і властивостей його поверхні. Застосування адсорбентів в нерухомому шарі є один із найпростіших методів очищення. Для використання у промисловості для того, щоб адсорбент реалізував свою дію, стічні води попередньо фільтрують скрізь колону (рис. 1.1.), заповнену адсорбентом. У колоні 4 закріплена безпровальна решітка 1 з діаметром отворів 5 — 10 мм. На решітку укладають підтримуючий шар 2 висотою 400–500 мм з дрібного щебеню або гравію. На цей шар засипають активоване вугілля 3. Зверху на вугілля знов укладають шар щебеню, який притискають решіткою. Шар щебеню у нижній частині колони запобігає випадінню зерен адсорбенту в підрешітний простір і забезпечує рівномірний розподіл потоку стічної води по об'єму колони. Верхній шар щебеню запобігає виносу вугілля з колони при фільтруванні стічних вод.



Адсорбер циліндричний з псевдорозрідженим шаром.

1 – конічне днище; 2 – розподільна решітка; 3 – колона; 4 – центральна труба; 5 – напрямна лійка; 6 – зливний жолоб; 7 – розширена частина колони; 8 – розвантажувальний патрубок; 9 – труби відводу очищеної води; 10 – ущільнювач вугілля.

Рис. 1.2. Адсорбер циліндричний з псевдорозрідженим шаром

В колоні стічна вода рівномірно наповняє перетин колони та витісняє бульбашки газів, одночасно з тим вода переміщується в колоні знизу вгору. Швидкість процесу фільтрування стічних вод залежить від концентрації речовин, що містяться в стічних водах, і складає від 2 до 6 м³/год*м². Очищення стоків у

нерухомому шарі використовують тоді, коли у стічних водах майже відсутні частинки, що перебувають в завислому стані. Такі частинки закупорюють проміжки між частинками адсорбенту, у результаті чого зростає опір шару адсорбенту потоку рідини і знижується швидкість фільтрування.

Одразу після того як адсорбент наситився подачу стоків у колону припиняють і вугілля піддають регенерації. Процес очищення стічних вод з використанням активованого вугілля у псевдорозрідженому завислому шарі здійснюється в циліндричних адсорберах. Циліндричний одноярусний адсорбер (рис. 1.2.) являє собою колону 3 висотою якої 4 м. Діаметр верхньої частини колони збільшений. На розширеній частині колони 7 закріплений кільцевий зливний жолоб 6 для відводу очищеної води. У нижній частині колони передбачене конічне днище 1 з патрубками для подачі стічних вод на очищення. Надконічним днищем розташована розподільна решітка 2 з діаметром отворів 5 — 10 мм. На решітку завантажують активоване вугілля (висота його шару 2,5 — 2,7 м). У центрі колони передбачена труба 4 з прямою лійкою 5 для подачі в колону активованого вугілля, яке дозують живильником.

Швидкість з якою подається стічна вода регулюється так, щоб вугілля на решітці знаходилося у завислому стані. Верхня межа шару адсорбенту визначається положенням розвантажувального патрубка 8, через який вода, що очищується, разом із вугіллям надходить в ущільнювач 10.

Очищена вода зливається у кільцевий жолоб і разом із водою ущільнювача вугілля відводиться трубами 9. Активоване вугілля з ущільнювача періодично або безперервно відводиться через кран і спрямовується на регенерацію, після якої знов повертається в адсорбер. Великі грудки вугілля, які накопичуються в підрешітному просторі адсорбера звідки вони періодично видаляються через кран днища адсорбера.

Речовини, які були поглинені в процесі адсорбційного очищення видаляють завдяки регенерації адсорбенту екстракцією органічними розчинниками, відгоном водяною парою і випарюванням у струмені інертного газоподібного теплоносія [1].

2.3. Обґрунтування та вибір технологічної схеми адсорбційного очищення промислових стічних вод

Була розроблена адсорбційна установка рекуперації з нерухомим шаром адсорбенту для уловлювання пари метанолу з повітря. Дана установка працює по чотирьохстадійному циклу, що складається з адсорбції, десорбції, сушки і охолодження адсорбенту.

Метанол, заздалегідь проходячи рукавний фільтр Ф, який слугує для видалення пилу, вогнезапобіжник Ог, необхідний для запобігання поширенню вогню по трубопроводах в разі займання метанолу, який очищається, і холодильник Ка2, вентилятором В1 подається в адсорбер А1, що заповнений адсорбентом, у даному випадку це активоване вугілля. Відразу ж після насичення шару адсорбенту, адсорбер А1 перемикається на стадію десорбції. Адсорбент регенерується гострою водяною парою (тиск 0,1013 МПа), що подається знизу адсорбера. Частина париконденсується, при цьому віддаючи тепло на нагрів адсорбенту, матеріалу адсорбера та на компенсацію теплоти адсорбції.

Далі пара, що залишилася, відносить пари адсорбата в конденсатор К, проходячи через циклон Ц, який затримує пилоподібні частки адсорбенту. Потім отриманий конденсат, являючи собою суміш води і адсорбата, в свою чергу охолоджується в холодильнику Х і подається у відстійник От, а далі йде на розділення.

Осушення адсорбенту здійснюється за допомогою гарячого повітря, що подається в адсорбер вентилятором В3 через калорифер Ка1. Завершальною стадією є охолодження адсорбенту, яке відбувається завдяки атмосферного повітря, що подається вентилятором В2 по обвідній лінії [11].

2.3.1. Обґрунтування вибору технологічної схеми адсорбційної установки очищення.

Сорбційна колона СК 1. Сорбційну колону, насамперед, використовують для видалення нафтопродуктів зі стічних вод комунікаційних споруд автостоянок, з територій розливних цехів і складів масел і нафти й із цехів, у яких

використовуються нафтопродукти. Сорбційна колона SK 1 застосовується для очищення даних стічних вод до нормативного рівня вмісту нафтопродуктів (максимально до 0,05 мг/л)

Сорбційні колони SK 1 звичайно встановлюються за самопливними сепараторами мінеральних олів SOR. Застосований сорбційний матеріал FIBROІ являє собою адсорбційний засіб, що здатний вловлювати на своїй поверхні речовини з низькою величиною поверхневої напруги (як, наприклад, нафтомісткі речовини, хлоровані вуглеводні, рослинні олії й жири). Інтенсивному уловлюванню підлягають речовини у яких поверхнєве напруження нижче, у речовин які мають вищу в'язкість й речовин з більш полярним характером структури. За сорбційною колоною, здебільшого, встановлюється контрольна шахта для відбирання проб.

Сорбційна колона SK 1 не призначена для очищення інших стічних вод, насамперед комунальних стоків і вод з вищим вмістом нерозчинених речовин (понад 10 мг/л), томущо внаслідок цього значно знижується термін ефективної здатності сорбційної колони. Погіршити ефективність може підвищений вміст синтетичних поверхнево-активних речовин (понад 2%).

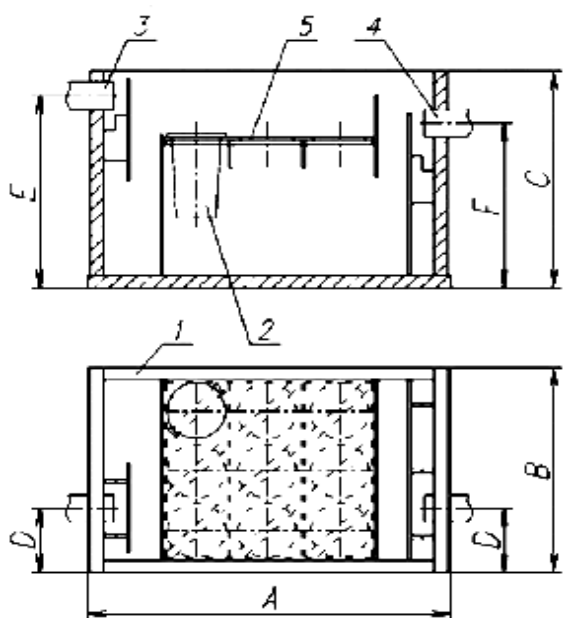


Рис. 1.3. Схема сорбційної колонки SK1:
1 – корпус; 2 – адсорбційна одиниця; 3 – підвідний патрубок; 4 – відвідний патрубок;
5 – опірна дошка для встановлення фільтрувальних елементів

Будова і принцип роботи. (рис. 1.3.). Установка складається із пластикового резервуара з відділеною водонепроникними перегородками зоною адсорбції.

Забруднена вода надходить через підвідний трубопровід у сорбційну колону SK 1. Тут вона проходить одночасно через всі адсорбційні одиниці, наповнені матеріалом FIBROI. У кошиках відбувається вловлювання нафтових речовин сорбційним матеріалом FIBROI, і очищена вода стікає по відвідному трубопроводу. Коли дотримуються задані параметри (вхідна концентрація нафтопродуктів до 10 мг/л), сорбційна колона SK забезпечує очищення стоків до 0,2 або 0,05 мг/л нафтопродуктів (залежно від типу SK).

Використаний матеріал. Резервуар і перегородки зварені зі стенових елементів з інтегрованого поліпропілену MOSTEN 52 492. Сорбційні кошики виготовлені з пластику. Підвідні і відвідні трубопроводи ущільнені гумовими кільцями. Швартові резервуара виконані з поліпропіленових канатів [14].

Наповнювачем сорбційних кошиків є матеріал FIBROI. Цей матеріал забезпечує корозійну стійкість сорбційної колони і подальші захисні покриття не потрібні.

Переваги сорбційної колони SK 1

- проста й незатратлива експлуатація без споживання енергії;
- можливість роботи в агресивному середовищі при температурах від 5° С до 60° С;
- простий і швидкий монтаж;
- довгий ресурс роботи.

Система очищення стічних вод „Свирь”. Установа очищення зливових стічних вод „Свирь” призначена для очищення зливових стоків автозаправних станцій, забруднених частинками глини, піску і нафтопродуктами. Установа забезпечує очищення нафтомістких зливових стічних вод до показників, що відповідають нормативним вимогам до ГДК забруднень у воді водоймищ, що дозволяє скидати очищені зливі стоки безпосередньо у водоймище, у дренажні канали, придорожні кювети і т.п.

Будова і принцип роботи. Установа являє собою прямокутну сталеву ємність (рис. 1.4.), забезпечену зовнішніми патрубками: підведення зливових вод (1),

переливним (10), напірним (11) і підведення промивних вод (12). У середині насосної установки в патрубок підведення зливових стоків встановлений піднімальний ґратчастий контейнер (2), а на підведенні промивних вод змонтований вентиль (4), керований з поверхні за допомогою штанги (5). Для установок очищення зливових стоків продуктивністю 5-20 л/сек, у яких використовуються кілька блоків очищення, у насосній передбачається напірний колектор з відгалуженнями до кожного блока. На відгалуження встановлюються вимикальні крани, керовані з поверхні за допомогою штанг. На дні очисної споруди зливових стоків міститься заглиблений насос (3), з'єднаний гнучким шлангом (8) з напірним патрубком.

Ступінь очищення зливових стоків на установках «Свирь» в залежності від початкового забруднення зливових стоків нафтопродуктами, наведено в табл. 1.1.

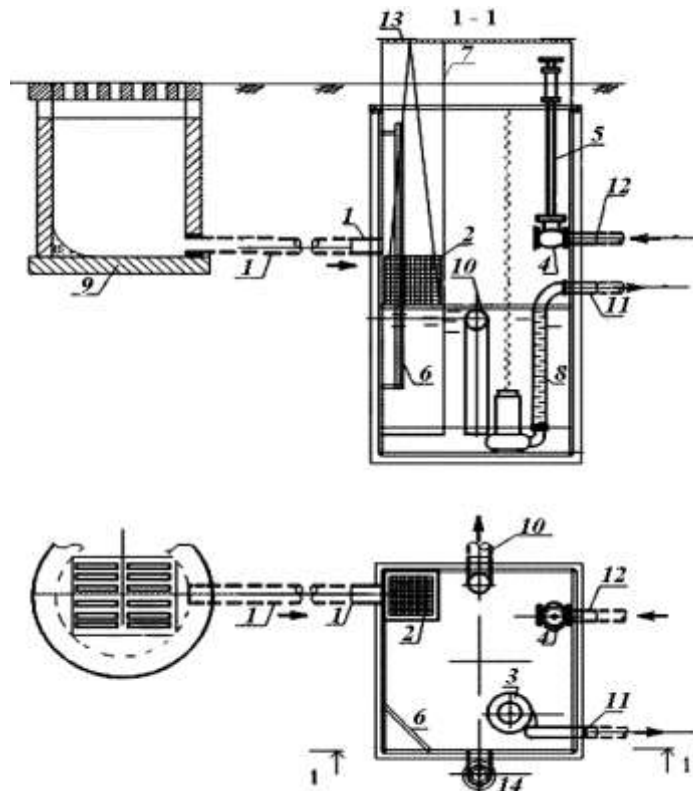


Рис. 1.4. Установка очищення зливових стічних вод „Свирь” : 1– підвідний трубопровід; 2– контейнер для відходів; 3– заглиблений насос для забрудненої рідини; 4– кульовий кран; 5– штанга керування кульовим краном; 6– сходи; 7– бокс контейнера для відходів; 8– шланг напірний; 9– дощоприймач; 10– переливний трубопровід; 11– напірний трубопровід; 12– трубопровід промивальної води; 13– ґрати для провітрювання; 14– лінія деаерації

Ступінь очищення зливових стоків на установках «Свирь»

Забруднювачі	Вхід зливових стоків на установку	Показники очищення зливових вод	
		Після „Свирь”	Після „Свирь-у”
Завислі речовини, мг/л	до 500	до 6	–
Нафтопродукти, мг/л	до 50	0,3–2,0	0,05
БПК _{повн.} , мг/л	до 30	3–8	1,5–2

2.3.2. Конструкція та принцип дії удосконаленої схеми адсорбційної установки для очищення промислових стічних вод.

Флотаційне устаткування для очищення стічних вод від нафтопродуктів і завислих речовин „Фламінго-20м”. Флотатор ламінарний горизонтальний модифікований непрямої флотації моделі «Фламінго-20м» (рис. 1.5), (далі – флотатор), призначений для очищення стічних вод після миття автомобілів, зливових і інших стоків від нафтопродуктів, завислих речовин. Флотатор використовується в системах багатоступінчастого очищення стічних вод як проміжна ланка для підвищення ступеня очищення або продуктивності [10].

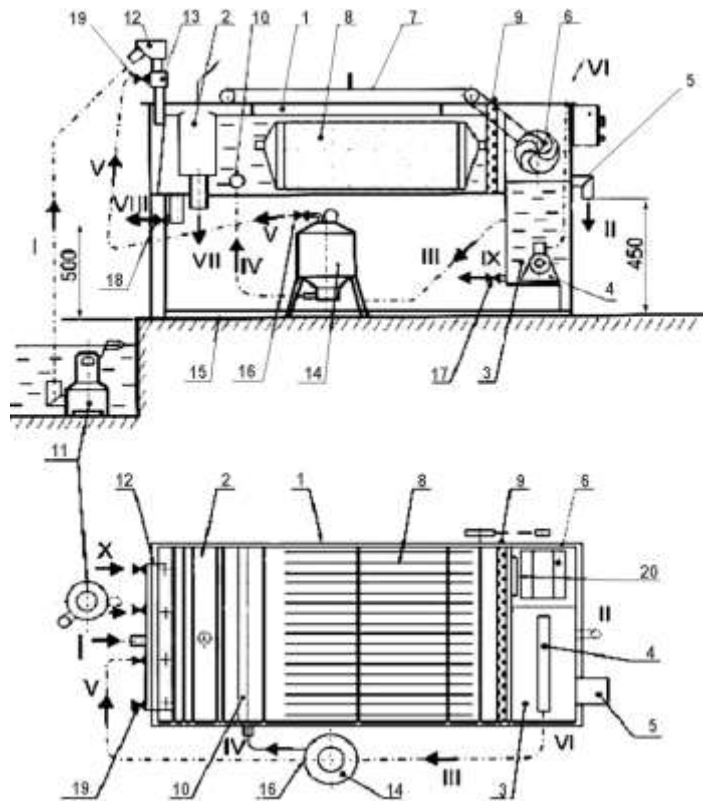


Рис. 1.5. Установа для очищення стічних вод від нафтопродуктів і завислих речовин
„Фламінго-20м”

Флотатор призначений для експлуатації тільки в закритих приміщеннях, температура повітря в яких унеможливиює замерзання води в ємностях і трубопроводах.

Будова і принцип роботи. Забруднена вода, після попереднього очищення у відстійнику за допомогою насосного агрегату (11) по напірній лінії I подається через розподільний колектор (12) і ежектор (13) у флотаційну ємність (1) в об'ємі 20 ± 2 м³/годину. Через крани (19) подається або атмосферне повітря, або реагент. Забруднена вода проходить під шламовою ємністю (2) і змішується з сатурованою оборотною водою, що надходить по колектору (10) через 8 сопел, діаметром 3,2 мм, загальною витратою 7,8 м³/годину. Далі вода проходить між ламінувальними сітками (8) і через сітчасту перегородку (9) і переливну ємність з шиберною заслінкою (20) на водяне колесо приводу шламівідділювача в ємність оборотної води (3). Надлишок води після очищення йде далі по лінії II. Шламова піна з поверхні води збирається шламівідокремлювачем в шламову ємність (2). Насосний

агрегат (4) забирає очищену воду і під тиском від 5 до 6 кг/см² подає на повітровідокремлювач по лінії III.

Частина води повертається по байпасній лінії насоса через ежектор, де за рахунок створеної розрядки забирається повітря і за необхідності реагент. З повітровідокремлювача (14) по лінії IV вода надходить в колектор (10). По лінії V надлишок води надходить разом з повітрям, що не розчинилося, на вхід флотатора. Для поліпшення якості очищення вводять у воду хімічні реагенти, що сприяють утворенню стійких пластівців з подальшою флотацією і фільтрацією[12].

Висновки до розділу

Адсорбція застосовується при невеликих концентраціях поглинаючої речовини у вхідній суміші, коли потрібно досягнути практично повного витягнення адсорбтиву.

Виділяють фізичну та хімічну адсорбцію. Фізична адсорбція зумовлена взаємним притяганням молекул адсорбата й адсорбента під дією сил Ван-дер-Ваальса та не супроводжується хімічною взаємодією адсорбованої речовини з поглиначем. При хімічній адсорбції (хемосорбції) у результаті хімічної реакції між молекулами поглинутої речовини та поверхневими молекулами поглинача виникає хімічний зв'язок.

Широке застосування адсорбенти знаходять в установках з розділення повітря - так званих азотних генераторах і кисневих генераторах. Крім цього адсорбційні установки застосовуються і при виділенні водню - водневі генератори. Типовий вид повітророзподільних установок і їх принципова пристрій описано в статтях Азотна установка, Азотна станція і Киснева установка.

Промислові адсорбенти випускаються у вигляді гранул, кульок і пресованих елементів спеціальної форми. Їх зовнішня поверхня становить лише малу частку загальної поверхні, що формується в основному за рахунок внутрішніх пір. Площа їх поверхні пор становить кілька сотень квадратних метрів на грам адсорбенту.

Ефективність адсорбції органічних речовин зі стічних вод залежить від хімічного складу адсорбенту і властивостей його поверхні. При очищенні стічних

вод їх пропускають через нерухомий і псевдорозріджений шар адсорбенту. Застосування адсорбенту в нерухомому шарі — один із найбільш простих методів очищення стоків. У промислових умовах для його реалізації стічні води фільтрують через колону, заповнену адсорбентом. У колоні 4 закріплена безпровальна решітка 1 з діаметром отворів 5 — 10 мм. На решітку укладають підтримуючий шар 2 висотою 400–500 мм з дрібного щебеню або гравію. На цей шар засипають активоване вугілля 3. Зверху на вугілля знов укладають шар щебеню, який притискають решіткою. Шар щебеню у нижній частині колони запобігає випадінню зерен адсорбенту в підрешітний простір і забезпечує рівномірний розподіл потоку стічної води по об'єму колони. Верхній шар щебеню запобігає виносу вугілля з колони при фільтруванні стічних вод.

РОЗДІЛ 3 АДСОРБЕР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

3.1. Розрахунок адсорбера рекуперації з нерухомим шаром адсорбенту

Завдання на проектування. Розрахувати адсорбер періодичної дії з нерухомим шаром адсорбенту для уловлювання метанолу із стічних вод, що працює по чотирьохстадійному циклу за наступних умов: витрата суміші – $6700 \frac{m^3}{год}$; температура суміші (емульсії) – $22 \text{ }^\circ\text{C}$; атмосферний тиск – $0,1013 \cdot 10^6 \text{ Па}$; початкова концентрація метанолу в суміші – $C_n = 2,7 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{m^3}$; проскокова

концентрація складає $C_{np.} = 5$ від початкової; тип апарату – вертикальний адсорбер; адсорбент – активоване вугілля.

З огляду на те, що рекуперація розчинника є бажаною, у якості адсорбента приймаємо вугілля рекуперації АР-3 з еквівалентним діаметром гранули 2 мм [16].

3.1.1. Ізотерма адсорбції пари метанолу на активному вугіллі.

Для активного вугілля АР-3, що володіє біпористою структурою, по теорії об'ємного заповнення пор рівноважна концентрація в твердому тілі описується рівнянням Дубініна:

$$X = \frac{W_{01}}{\nu} \exp\left[-\frac{B_1 \cdot T^2}{\beta^2} \cdot \left(\lg \frac{P_s}{P}\right)^2\right] + \frac{W_{02}}{\nu} \exp\left[-\frac{B_2 \cdot T^2}{\beta^2} \cdot \left(\lg \frac{P_s}{P}\right)^2\right] \quad 3.1$$

де X – рівноважна концентрація в твердій фазі, моль/г;

W_{01}, B_1, W_{02}, B_2 – константи, що характеризують адсорбент; $W_{01} = 0,19 \text{ см}^3 / \text{г}$;

$B_1 = 0,74 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-2}$;

$W_{02} = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ см}^3 / \text{г}$; $B_2 = 3,42 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-2}$; β – коефіцієнт аффіності, $\beta = 0,4$ (див.

Додаток 1); ν – молярний об'єм компонента, що поглинається, $\text{см}^3 / \text{моль}$;

$P_s = 12800 \text{ Па}$ – тиск насиченої пари метанолу; P – парціальний тиск пари метанолу в газовій суміші.

При $P = 13,33$ рівноважна концентрація метанолу в АУ рівна:

$$\begin{aligned}
X &= \frac{0,19}{40,46} \exp\left[\frac{-0,74 \cdot 10^{-6} \cdot 295^2}{0,4^2} \cdot \left(\lg \frac{96}{13,33}\right)^2\right] + \frac{0,18}{40,46} \exp\left[\frac{-3,42 \cdot 10^{-6} \cdot 295^2}{0,4^2} \cdot \left(\lg \frac{96}{13,33}\right)^2\right] = \\
&= 0,0047 \cdot \exp[402490,63 \cdot 10^{-6} \cdot 0,7396] + 0,0044 \cdot \exp[1860159,38 \cdot 10^{-6} \cdot 0,7396] = \\
&= 0,0047 \cdot \exp(-0,297) + 0,0044 \cdot \exp(-1,376) = 0,0035 + 0,0011 = 0,004611 = 0,46 \cdot 10^{-2} \text{ моль/г} \quad [16].
\end{aligned}$$

3.1.2. Діаметр і висота адсорбера.

Допустиму фіктивну швидкість газу можна розрахувати за формулою, отриманою на основі технікоекономічного аналізу роботи адсорберів:

$$\omega = \sqrt{\frac{0,0167 \cdot \rho_{\text{нас.}} \cdot d_e \cdot g}{\rho_y}}, \quad (3.2)$$

де $d_e = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\rho_{\text{нас.}} = 550 \text{ кг/м}^3$ (для активного вугілля AP-3); щільність повітря при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho_y = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Допустима швидкість газу в адсорбері:

$$\omega = \sqrt{\frac{0,0167 \cdot 550 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81}{1,2}} = 0,388 \text{ м/с}.$$

Робочу швидкість газу в адсорбері приймемо на 25 % нижче допустимою:

$$\omega = 0,75 \cdot 0,388 = 0,29 \text{ м/с}.$$

Діаметр апарату:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6700}{3,14 \cdot 0,29 \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{26800}{3278,16}} = \sqrt{8,18} = 2,86 = 3,0 \text{ м}.$$

Приймаємо вертикальний адсорбер типу ВТР (діаметр вертикального адсорбера не перевищує 3 м).

Висоту шару активованого вугілля в апараті для забезпечення достатнього часу роботи адсорбера приймемо рівною 0,7 м (у вертикальних адсорберах ВТР висота шару адсорбенту складає 0,5 — 1,2 м). Загальну висоту циліндрової частини приймаємо рівною 1,7 м. Додаткова висота

(під кришкою і над днищем) необхідна для розміщення розподільчого пристрою для газу, штуцерів і датчиків контрольновимірювальних приладів [17].

3.1.3. Коефіцієнт масопередачі.

Знаходимо коефіцієнт дифузії в газовій фазі в системі метанол – повітря.

При $t = 0$ °C і $P = 98,1$ кПа коефіцієнт дифузії рівний $0,13 \text{ см}^2/\text{с}$. Коефіцієнт дифузії в умовах адсорбера:

$$D_y = D_{y0} \frac{P_0}{P} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2} = 0,133 \cdot 10^{-4} \frac{9,81 \cdot 10^4}{10,13 \cdot 10^4} \left(\frac{295}{273} \right)^{3/2} = 0,133 \cdot 10^{-4} \cdot 0,952 \cdot 1,124 = \\ = 0,133 \cdot 10^{-4} \cdot 0,952 \cdot 1,124 = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}.$$

В'язкість газової фази (повітря) $\mu_y = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$. Коефіцієнт масовіддачі в газовій фазі знаходять з рівняння:

$$Nu' = 0,355 \cdot Re^{0,641} \cdot (Pr')^{0,334/\varepsilon}, \quad (3.3)$$

де ε – прозорість шару ($\varepsilon = 0,375$).

$$Re = \frac{\omega \cdot d_y \cdot \rho_y}{\mu_y} = \frac{0,29 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 38,67;$$

$$Pr' = \frac{\mu_y}{\rho_y \cdot D_y} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{1,2 \cdot 0,142 \cdot 10^{-4}} = 1,056.$$

Підставивши у вираз (3.3) значення Re і Pr' , отримаємо:

$$Nu' = \frac{0,355 \cdot 38,67^{0,641} \cdot 1,056^{0,333}}{0,375} = 10,03.$$

Тоді коефіцієнт зовнішньої масовіддачі дорівнює:

$$\beta_y = \frac{10,03 \cdot D_y}{d_e} = \frac{10,03 \cdot 0,142 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,071 \text{ м}/\text{с}.$$

Коефіцієнт ефективної дифузії метанолу в адсорбенті знаходимо за залежністю $D_e = f(x)$ [5], у випадку адсорбції метанолу на активованому вугіллі, що наближається по внутрішній структурі до АУ марки АР-3 в інтервалі концентрацій $X = 0 - 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/кг}$.

$$D_e = 3,00 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$$

Коефіцієнт масовіддачі в адсорбенті (коефіцієнт внутрішньої масовіддачі) знаходимо за рівнянням:

$$\beta_x = \frac{10 \cdot D_e}{d_e (1 - \varepsilon)} \cdot \frac{\rho_{\text{нас.}} \cdot X^*(C_H)}{C_H}$$

$$\beta_x = \frac{10 \cdot 3,0 \cdot 10^{-10} \cdot 550 \cdot 3,3 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3} (1 - 0,375) \cdot 2,7 \cdot 10^{-3}} = \frac{54450 \cdot 10^{-12}}{3,375 \cdot 10^{-6}} = 16133,33 \cdot 10^{-6} = 0,0161 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт масопередачі:

$$K_y = \frac{1}{\left(\frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{\beta_x}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{0,071} + \frac{1}{0,016}\right)} = \frac{1}{14,084 + 62,5} = \frac{1}{76,584} = 0,0131 \text{ м/с}$$

Зниження рушійної сили масопереносу в результаті відхилення руху газу від режиму ідеального витіснення, врахуємо введенням додаткового дифузійного опору повздовжнього перемішування [16]. Коефіцієнт, що враховує повздовжнє перемішування, визначається за рівнянням:

$$\beta_{\text{прод}} = 0,0567 \cdot \frac{\omega}{1 - \varepsilon} \left(\frac{P_y \cdot \omega \cdot d_e}{\mu_y} \right)^{0,22} = 0,0567 \cdot \frac{0,29}{1 - 0,375} \cdot \left(\frac{1,2 \cdot 0,29 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \right)^{0,22} = 0,059 \text{ м}$$

Коефіцієнт масопередачі з урахуванням повздовжнього перемішування:

$$K'_y = \left(\frac{1}{K_y} + \frac{1}{\beta_{\text{прод}}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,013} + \frac{1}{0,059} \right)^{-1} = (76,92 + 16,95)^{-1} = 0,0107 \text{ м/с}$$

Питома поверхня адсорбенту:

$$a = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_y} = \frac{6 \cdot (1 - 0,375)}{(2 \cdot 10^{-3})} = 1875 \text{ м}^2 / \text{м}^3$$

Об'ємний коефіцієнт масопередачі:

$$K_{yv} = K'_y a = 0,0107 \cdot 1875 = 20,06 \text{ с}^{-1}$$

3.1.4. Тривалість адсорбції. Вихідна крива. Профіль концентрації в шарі адсорбенту.

Тривалість адсорбції метанолу визначається по вихідній кривій, яка будується за рівнянням Томаса для безрозмірної концентрації в потоці:

$$C/C_n = j(n_{0y}, n_{0y} \cdot T),$$

де $n_{0y} = \frac{K'_y \cdot a \cdot z}{\omega}$ – загальне число одиниць перенесення для шару висотою z ;

$$T = \frac{\omega \cdot C_n \cdot (\tau - \frac{z \cdot \varepsilon}{\omega})}{(\rho_{нас.} \cdot X^* \cdot (C_n) \cdot z)} \text{ – безрозмірний час.}$$

Виразимо τ через безрозмірний час T :

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{z \cdot [T \cdot \rho_{нас.} \cdot X^*(C_n) + C_n \cdot \varepsilon]}{\omega \cdot C_n} = \frac{0,7 \cdot (550 \cdot 3,3 \cdot 10^{-2} \cdot T + 2,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,375)}{2,9 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3}} = \\ &= 0,7 \cdot \frac{1815 \cdot 10^{-2} \cdot T + 1,013 \cdot 10^{-3}}{7,83 \cdot 10^{-3}} = 1622,60 \cdot T + 0,129. \end{aligned}$$

Число одиниць переносу:

$$n_{0y} = \frac{K'_{ye} \cdot z}{\omega} = \frac{20,06 \cdot 0,7}{0,29} = 48,42$$

Час досягнення концентрації метанолу в газі, що виходить з адсорбера (вона складає 5 % від початкової, тобто $C/C_n = 0,05$), дорівнює тривалості стадії адсорбції.

Відповідно до вихідній кривої (Рис. 2.2) тривалість стадії адсорбції в складає $1,73 \cdot 10^4$ с.

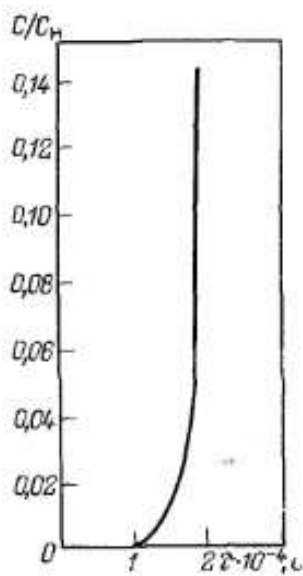


Рис.2.1. Вихідна крива адсорбції, $z = 0,7$ м

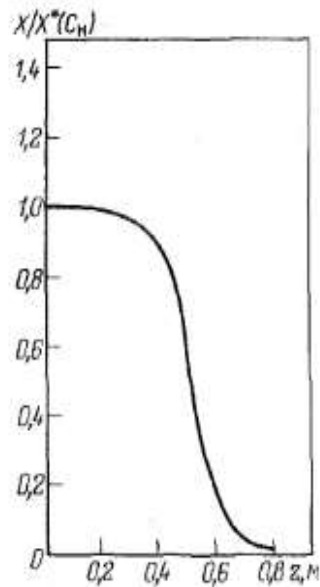


Рис.2.2. Профіль концентрації в адсорбенті
 $\tau = 4,82$ год

Побудова профелю концентрацій ведеться зарівнянням Томаса, записанному для безрозмірної концентрації в адсорбенті:

$$\frac{X}{X^*(C_n)} = 1 - j \cdot (n_{0y} \cdot T, n_{0y}).$$

Виразимо відстань z від точки введення суміші до точки з концентрацією X у виді функції від безрозмірного часу:

$$z = \frac{\theta \cdot \omega \cdot C_n}{T \cdot \rho_{\text{нас.}} \cdot X^*(C_n) + (C_n) \cdot \varepsilon} = \frac{1,73 \cdot 10^{-4} \cdot 0,29 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3}}{550 \cdot 3,3 \cdot 10^{-2} T + 2,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,375} = \frac{1}{1,34T + 0,75 \cdot 10^{-5}}.$$

3.1.5. Матеріальний баланс.

Матеріальний баланс за метанолом процесу адсорбції виражається рівнянням:

$$\omega \cdot C_n \cdot \theta \cdot S = \rho_{\text{нас.}} \cdot S \cdot X^*(C_n) \int_0^H (X_{\tau=0} - X_n) dz + \omega \cdot S \int_0^\theta C_{z=H} dz + \varepsilon \cdot S \int_0^H (C_{\tau=\theta} - C_{\tau=0}) dz.$$

Записуючи рівняння матеріального балансу для концентрації в безрозмірній формі, а також, враховуючи, що $X_n = 0$ і $C_{\tau=0} = 0$, отримуємо:

$$\omega \cdot C_n \cdot \theta \cdot S = \rho_{\text{нас.}} \cdot S \cdot X^*(C_n) \int_0^H \frac{X}{X^*(C_n)} dz + \omega \cdot S \cdot (C_n) \int_0^\theta \frac{C}{C_n} d\tau + \varepsilon \cdot S \cdot (C_n) \int_0^H \left(\frac{C}{C_n} \right)_{\tau=0} dz.$$

Значення інтегралів рівняння матеріального балансу визначають графічним інтегруванням вихідної кривої (див. Рис. 2.2.) і профілю концентрацій в адсорбенті (Рис. 2.3) :

$$\int_0^\theta \frac{C}{C_n} d\tau = 74,2c; \int_0^H \frac{X}{X^*(C_n)} dz = 0,495m.$$

Кількість метанолу, що надходить в адсорбер:

$$V \cdot \tau \cdot C_n = 6700 \cdot 1,73 \cdot 10^4 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} / 3600 = 86,93 \text{ кг}$$

Кількість метанолу, поглинутого вугіллям (адсорбатом):

$$\rho_{\text{нас.}} \cdot (C_n) \cdot X^* \cdot S \int_0^{0,7} \frac{X}{(C_n) \cdot X^*} dz = 550 \cdot 5,29 \cdot 3^2 \cdot 3,3 \cdot 10^{-2} = 86,55 \text{ кг}$$

Кількість метанолу, що виходить з апарату з газової фази:

$$V \cdot C_n \int_0^{1,73 \cdot 10^4} \frac{C}{C_n} d\tau = \frac{6700 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} \cdot 74,2}{3600} = 0,373 \text{ кг}$$

Зважаючи на малу кількість адсорбтиву, що залишається в апараті у газовій фазі для розрахунку маси метанолу, що залишилася у вільному об'ємі адсорбера, приймається, концентрація метанолу, рівну початковій.

Кількість метанолу, що залишається в газовій фазі адсорбера:

$$V_{\text{ан}} \cdot \varepsilon \cdot C_n = 0,375 \cdot 0,0785 \cdot 3^2 \cdot 0,7 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} = 0,00507 \text{ кг}$$

Перевіримо східство з матеріальним балансом: $86,93 = 86,55 + 0,373 + 0,00507$

Отже, можна з впевненістю стверджувати, що матеріальний баланс складений вірно.

3.1.6. Допоміжні стадії циклу.

З огляду на те, що за завданням, установка включає два адсорбери, то сумарна тривалість допоміжних операцій (десорбція, сушка, охолодження) має дорівнювати тривалості адсорбції, тобто 4,8 годин.

Десорбція водяною парою – складний тепломасообмінний процес, що протікає при змінних температурі і витраті парової фази. Надійних методик розрахунку тривалості десорбції для цього випадку не розроблено. Тривалість десорбції в установках рекуперацій орієнтовно складає 0,5–1,0 годин при умові використання гострої пари тиском 0,1–0,4 МПа.

При десорбції речовин з невеликою молекулярною масою, тиск знаходиться ближче до мінімального значення вказаного інтервалу. Зурахуванням сказанного, приймаємо тривалість десорбції 1 годину, тиск водяної пари 0,2 МПа. Тоді тривалість стадій сушки і охолодження рівна 3,8 годин, причому періоди сушки і охолодження можуть бути прийняті рівними.

У зв'язку з цим умови сушки і охолодження мають бути вибрані виходячи з вказаного часу.

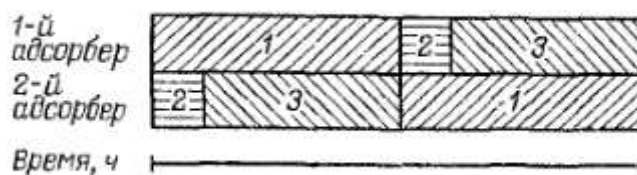


Рис. 2.3. Циклограма роботи адсорбційної установки: 1 – тривалість адсорбції; 2 – сумарна тривалість сушки і охолодження; 3 – тривалість десорбції

3.2. Конструкція та принцип дії удосконаленого адсорбери для очищення промислових стічних вод

У ході виконання дипломного проекту за результатами розрахунків було спроектовано адсорбер безперервної дії з нерухомим шаром адсорбенту для уловлювання пари метанолу з повітря. Цей апарат працює по двохстадійному циклу, що складається з адсорбції, десорбції.

Адсорбер (див. креслення 2) складається з корпусу 1, в якому розміщені кільцеві решітки 4, які утримують шар адсорбенту 1 товщиною 300 – 6550 мм. Решітки утворені з двох шарів каркасної металевої сітки 8x2,5 мм та фільтрувальної сітки 2x1 мм. Для простот монтажу і демонтажу кільцеві решітки розділені за висотою на однакові ділянки та з'єднані між собою за допомогою болтового самоущільнюючого з'єднання. Завантаження адсорбенту виконується через верхній штуцер 7 і кутовий кран «К». Перебіг адсорбента з однієї зони в іншу у разі його завантаження і вивантаження виконують по трубах 5. Вивантаження адсорбента з апарата виконують по трубопроводу 8.

Початковий газ через розподілюючий колектор «Й» поступає в центральний роздавальний канал, проходить через шар адсорбента 2 і збирається в кільцевому каналі 3, звідки через збиральний колектор виводиться.

Десорбція виконується гострою водяною парою за температури 105 - 140°C. Суміш десорбційних органічних речовин виводиться з нижньої частини адсорбера через штуцер «О». Після закінчення стадії десорбції виконується спочатку сушка адсорбента нагрітим атмосферним повітрям за температури 60 – 100° С, а потім охолодженим атмосферним повітрям.

З метою захисту від раптового підвищення тиску при можливих загоряннях чи взривання повітряної суміші, адсорбер з боку роздавального колектора «Й» споряджений запобіжною розривною мембраною (розташована в каналі «Ц»), що спрацьовує при перевищенні тиску 0,075 МПа [17].

3.3. Висновки до розділу

Цілеспрямовані антропогенні дії на природу зумовлюють не тільки позитивний вплив, але й призводять до негативних наслідків. Важливою

характеристикою галузі промисловості та показником науково-технічного рівня й культури є ступінь екологічності роботи її підприємств.

В результаті дипломної роботи була розроблена технологічна адсорбційна установка рекуперації з нерухомим шаром адсорбенту, яка дасть змогу проводити різноманітні процеси очищення.

ВИСНОВКИ

Стічні води котелень і ТЕС мають в своєму складі пом'якшувачі, плями нафтопродуктів, продукти корозії. Синтетичні поверхнево-активні речовини згубно впливають на розвиток фітопланктону. Здебільшого токсичними є стічні води підприємств металургії і гальванічних цехів, у яких вміст свинцю, ртуті, кадмію, нікелю, цинку, марганцю може перевищувати ГДК у 2000-5000 разів. Пестициди, які потрапляють у воду при хімічній обробці лісонасаджень, садів, городів, полів, негативно впливають на водні організми та людей, що споживають таку воду.

Господарсько-побутові стоки призводять до біологічного забруднення води, яке викликає інфекційні захворювання в людей. Особливо небезпечні є стоки пунктів санітарної обробки білизни, спецодягу, лікарень. Органічні забруднення часто призводять до зменшення вмісту розчиненого в воді кисню, наслідком чого є загибель водних організмів, фітопланктону. Надлишки азоту й фосфору в воді призводять до її цвітіння і порушення біологічної рівноваги водойм.

Радіоактивні речовини, потрапляючи до води, викликають її іонізацію, що несприятливо відбивається на розвитку живих організмів. Крім того, планктон і риби здатні накопичувати в тілі велику кількість радіоактивних ізотопів. Споживання такої риби небезпечне для здоров'я людей.

Для запобігання негативного впливу забруднених стічних вод на водойми і здоров'я людей існують вимоги до умов спуску і низка способів очищення стоків.

В даній роботі я пропоную, адсорбувати частину забруднювачів (таких як метанол), для подальшого їх використання.

Адсорбцію вже використовують для знешкодження стічних вод від фенолів, гербіцидів, пестицидів, ароматичних нітросполук, барвників та ін. Перевагою методу є висока ефективність, можливість очищення стічних вод які містять декілька речовин, а також рекуперації цих речовин. Асортимент сорбентів за останній час значно збагатився. Адсорбційна очистка вод може бути регенеративною, витяганням речовини з адсорбенту і його утилізацією. Вона може бути деструктивною, при якій витягнуті з стічних вод речовини знищуються разом з

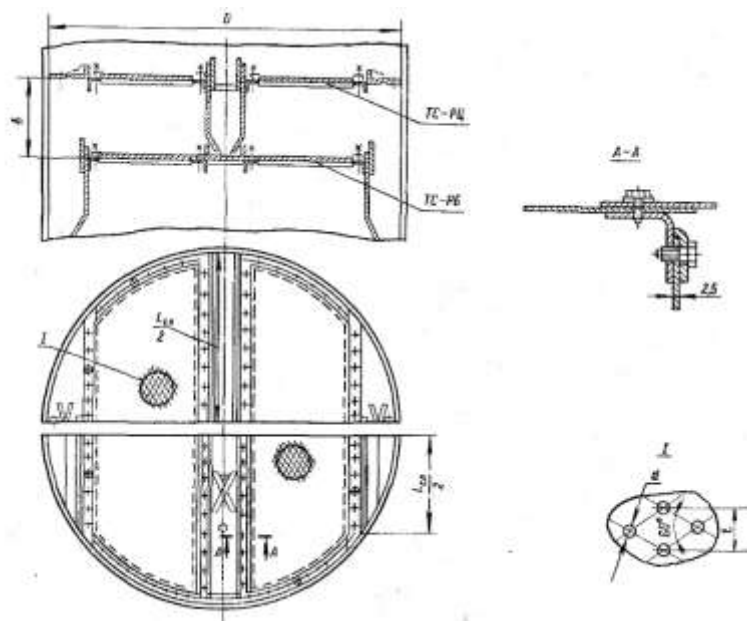
адсорбентом. Ефективність адсорбційного очищення досягає 80-95 % і залежить від хімічної природи адсорбенту, величини адсорбційної поверхні і її доступності, від хімічної будови речовини і хімічної форми його знаходження в середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А.Б. Качинський. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення/ А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2001. – 312 с. – (Сер. “Екологічна безпека”; Вип. 5). – ISBN 966-554-039-4.
2. Балабан Т. Англійсько-український словник-довідник інженерії довкілля: близько 15.000 термінів /Т. Балабан. – Львів: Львівська політехніка, 2000. – 398 с.
3. Инженерная экология: учебник/Медведев В.Т., ред. – Москва: Гардарики, 2002. – 688 с.
4. Инженерная экология: общий курс: учебное пособие для вузов: в 2 т./ под ред.: И. И. Мазура. – Москва: Высшая школа, 1996. – Т. 1: Справочное пособие. – 639 с.
5. Протоєрейський О.С. Основи охорони праці: [практикум для студентів усіх спеціальностей] / Протоєрейський О.С. – К.: НАУ, 2001. – 164 с.
6. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці. / В.Ц. Жидецкий. – Львів, 2004 р. – 347 с.
7. Техника безопасности в химических лабораториях: справ. / [авт.-упоряд. Захаров Л. Н. и др.]. – Л.: Химия, 1991. – 336 с.
8. Боков В.А., Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учебное пособие. / В.А. Боков, А.В. Лущик. - Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
9. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навчальний посібник/В.В. Бегун, І.Н. Науменко – К., 2004 – 328 с.
10. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология: учебник / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко – Москва: Высшая школа, 2001. – 296 с.
11. Франчук Г.М., В.М. Ісаєнко Екологія, авіація, космос: навч. посіб. – 2-ге вид., стер.- К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010.-456 с.
12. Франчук Г.М. Екологічні проблеми довкілля: Навч. Посібник. / Франчук Г.М., Малахов Л.П., Півторак Р.М. – КМУЦА, 2000. – 180 с.

13. Апостолюк С. О. Промислова екологія: навчальний посібник / Апостолюк С. О., Джигирей В. С., Апостолюк А. С. – Київ: Знання, 2005. – 475 с.
14. Баженов В. А. Інженерна екологія. Теорія і практика сталого розвитку: підручник / Бабак В. П., Баженов В. А., Ісаєнко В. М., Саталкін Ю. М., Трофімович В. В. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 492 с.
15. Гай А. Є. Основи теорії техногенної та екологічної безпеки підприємств / Гай А. Є., Мовчан Я. І., Гроза В. А., Горбач І. М. – Київ: НАУ-друк, 2010 р. – 68 с.
16. Борисов Г. С. 2-е изд., перераб. и дополн. / Борисов Г. С., Брыков В. П., Дытнерский Ю. И. и под. ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, – 1991. – 496 с.
17. Колотило Д. М. Технологічні процеси галузей промисловості: Навч. Посібник Т 38 / Колотило Д. М., Соколовський А. Т., Гарбуз С. В.; За наук. ред. Колотила Д. М., Соколовського А. Т. — К.: КНЕУ, 2003. — 380 с.
18. Сайт Інтернету: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Метанол>.
19. Сайт Інтернету: www.xumuk.ru/encyclopedia/2553/
20. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.
21. Закон України „Про охорону праці”. – К.: 1993. – 40 стор.

ДОДАТКИ



Додаток 1

Технічна характеристика ґратчастих тарілок типу ТС-Р

Діаметр Колон и D, мм (маса кг)	Вільний перетин колон и м ²	D ₁ м	D ₂ м	D ₃ м	D ₄ м	b м	Крок t, мм										
							8	10	12	14	15	18	20	22	24	28	32
							Відносний вільний перетин тарілки F, м ² / м ²										
400	0,125	380	360	386	395	4	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	-	-
(5,1)						6	-	0,23	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,07	0,06	0,05
500	0,196	480	460	485	495	4	0,19	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,07	0,06	-	-	
(7,6)						6	-	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,07	0,06	0,05
600	0,283	580	560	585	595	4	0,27	0,15	0,13	0,11	0,1	0,1	0,08	0,07	-	-	
(10)						6	-	0,25	0,2	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,07	0,06	0,05
800	0,503	780	760	785	795	4	0,21	0,17	0,15	0,13	0,1	0,09	0,08	0,07	-	-	
(14,7)						6	-	0,27	0,22	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,07	0,06	0,05