МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Тема роботи: «Технології захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості»

Виконав:
студент Яцук С. В.

Залікова книжка
№ 19510085

Підпис: _____

Керівник:
старший викладач Батальцев Є. В.

Підпис: _____
дата, підпис

Консультант з охорони праці:
доцент Васькін Р.А.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою
_____
оцінка, дата

Секретар ЕК:
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“____” _____ 20___ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентові Яцуку Сергію Владиславовичу Група ТС-91/1

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Технології захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості».

2. Вихідні дані: статистичні дані, дані з наукометричної бази даних Scopus та вітчизняних наукових фахових видань, інтернет-джерела.

3. Перелік обов’язкового графічного матеріалу:
   1. Список використаної літератури – 52 найменування.
   2. Рисунки – 11 найменувань.
   3. _____.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання 30.03.2023

Керівник _____ старший викладач, к.т.н. Батальцев Є.В

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 52 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 49 сторінок, у тому числі, 11 рисунків, перелік джерел посилання 6 сторінок.

Мета роботи - проведення аналізу технологій захисту навколишнього середовища в целюлозно-паперовій промисловості, що сприятимуть збереженню водних ресурсів та зниженню негативного впливу на природні водні об'єкти.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі *завдання:* 1) проаналізувати стан целюлозно-паперової промисловості України; 2) провести аналіз впливу целюлозно-паперової промисловості на гідросферу; 3) охарактеризувати основні види забруднень гідросфери, пов'язаних із діяльністю целюлозно-паперової промисловості; 4) охарактеризувати наявні та розглянути сучасні технології захисту гідросфери в целюлозно паперовій промисловості.

Об'єкт дослідження – целюлозно-паперова промисловість.

Предмет дослідження – технології захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості.

У кваліфікаційній роботі розглянуто целюлозно-паперову промисловість України та її екологічний вплив. З'ясовано потребу в гармонійному розвитку цієї галузі для запобігання негативному впливу на природні ресурси та річкові екосистеми. Аналіз проведено щодо впливу промисловості на гідросферу, виробничих процесів та забруднень. Висвітлено необхідність впровадження екологічних стандартів, використання біомаси та енергозберігаючих технологій. Розглянуто сучасні технології захисту гідросфери, зосереджено увагу на очищенні стічних вод, знешкодженні відходів та інноваціях. Показано, що безпека праці та якість продукції є пріоритетами. Ознайомлено з міжнародними законами та договорами, що регулюють охорону праці та безпеку.

Ключові слова: целюлозно-паперова промисловість, гідросфера, технологія, відходи, очищення, безпека, надзвичайні ситуації

ЗМІСТ

ВСТУП ……...5

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕЛЮЛОЗНО-АПЕРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНІ ВПЛИВИ…….....7

РОЗДІЛ 2 ВПЛИВ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ГІДРОСФЕРУ

2.1 Характеристика целюлозно-паперової промисловості та її виробничих процесів……13

2.2 Основні види забруднень гідросфери, пов'язаних із діяльністю целюлозно-паперової промисловості……16

РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ГІДРОСФЕРИ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

3.1 Процеси очищення стічних вод……23

3.2 Методи знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості……27

3.3 Інноваційні технології захисту гідросфери……31

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів целюлозно-паперової промисловості……..36

4.2 Безпека при виникненні надзвичайних ситуацій……37

4.3 Міжнародні закони регулювання охорони праці та безпеки……..40

ВИСНОВКИ…….....42

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ……..44

ВСТУП

Технології захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості є дуже актуальними та важливими, оскільки цей сектор промисловості є одним з найбільших забруднювачів довкілля, а особливо водних ресурсів. У процесі виробництва целюлози та паперу використовуються різні хімічні речовини, такі як хлор, сірчана кислота та інші, які можуть потрапляти в водойми та забруднювати їх. Крім того, промислові стоки містять велику кількість органічних та неорганічних речовин, які можуть бути шкідливі для водного середовища та його мешканців. Застосування технологій захисту гідросфери може зменшити негативний вплив целюлозно-паперової промисловості на довкілля та зберегти водні ресурси. Крім того, у сучасному світі стає все важливішою темою сталий розвиток та охорона навколишнього середовища, тому застосування технологій захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості може сприяти досягненню цих цілей та забезпечити сталість виробництва в цьому секторі промисловості.

Підвищення екологічної свідомості суспільства та правове регулювання впливають на актуальність захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості. Розробка та впровадження ефективних технологій захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості є необхідністю для забезпечення сталого розвитку та охорони довкілля в Україні. Крім того, в Україні існують законодавчі акти, які вимагають від підприємств відповідати за забруднення водних ресурсів та здійснювати заходи для їх захисту. Також варто зазначити, що захист гідросфери є однією з головних тем в екологічній політиці України. Державні органи та громадські організації активно сприяють впровадженню нових технологій та вдосконаленню наявних, спрямованих на захист водних ресурсів.

Мета дослідження: що використовуються в целюлозно-паперовій промисловості.

Об'єкт дослідження: вплив целюлозно-паперовій промисловості на гідросферу.

Предмет дослідження: технології захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості.

Методи дослідження:

1) аналіз науково-технічної літератури та законодавчої бази в галузі захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості;

2) збір та аналіз статистичних даних про забруднення водних об'єктів з боку підприємств целюлозно-паперової промисловості в Україні;

3) аналіз практики використання сучасних технологій захисту гідросфери на підприємствах целюлозно-паперової промисловості;

4) розробка пропозицій та рекомендацій щодо поліпшення технологій захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості.

Теоретична значущість дослідження технологій захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості полягає в розкритті механізмів взаємодії виробничого процесу з природним середовищем, визначенні найбільш ефективних технологій та методів захисту гідросфери, а також у встановленні ступеня впливу промислових відходів на водні об'єкти та розвитку рекомендацій з їх зменшення та утилізації.

Практична значущість дослідження полягає у покращенні екологічної ситуації в целюлозно-паперовій промисловості, що сприятиме збереженню водних ресурсів та зниженню негативного впливу на природне середовище.

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНІ ВПЛИВИ

Целюлозно-паперова промисловість є однією з найбільш поширених та значущих галузей промисловості в світі. Основним сегментом виробництва є продукти паперового та картонного вжитку. У целюлозно-паперовій промисловості використовуються різні види сировини для виробництва паперу, включаючи деревину, бавовну, лляні волокна, відходи текстильної промисловості та інші матеріали. Процес виробництва паперу може бути дуже складним і включати в себе такі етапи, як збір та підготовка сировини, відбілювання, змішування з рідинами та наступні етапи формування, пресування та сушіння паперу. Промисловість, пов'язана з виробництвом паперу, може мати значний вплив на навколишнє середовище, особливо на водні ресурси, так як водне середовище використовується в багатьох етапах процесу виробництва. Проаналізувавши витрати води дійшли до результатів: по 25% використовує – сільське господарство та промисловість (підприємства), 50% житлово-комунальне господарство (рис. 1.1). Тому захист гідросфери є дуже важливим аспектом в цій галузі промисловості. Целюлозно-паперова промисловість є однією з найбільш забруднюючих галузей виробництва, тому її розвиток потребує впровадження ефективних технологій захисту гідросфери. У зв'язку з цим, проведення досліджень з розробки та впровадження нових технологій очищення стічних вод, зменшення викидів забруднюючих речовин у повітря та збільшення використання вторинної сировини є дуже актуальними та важливими. Результати таких досліджень можуть бути корисними для підприємств целюлозно-паперової галузі впроваджувати більш екологічні технології та зменшувати негативний вплив на довкілля [1].

Целюлозно-паперова промисловість – це галузь промисловості, що спеціалізується на виробництві різних видів паперу та картону, а також целюлози як виробничої сировини для інших галузей [1].

Рисунок 1.1 – Втрати води в різних галузях

Целюлозно-паперова промисловість є однією з найбільш важливих галузей промисловості не тільки в Україні, а й у всьому світі. Ця галузь забезпечує виробництво різних видів паперу та картону, які застосовуються в різних сферах життя, таких як упаковка, друк, письмові роботи, газети, журнали та багато іншого. Крім того, целюлоза, яка є основною сировиною для виробництва паперу та картону, використовується в різних галузях промисловості, таких як текстильна, харчова, фармацевтична та інші. Україна має значний потенціал для розвитку целюлозно-паперової промисловості завдяки своїм природним ресурсам. Наприклад, Україна має великі лісові масиви, які є основним джерелом деревини для виробництва целюлози та паперу. Розвиток цієї галузі промисловості може мати значний економічний вплив на Україну. Він може забезпечити створення нових робочих місць та збільшення експорту українського

паперу та картону на міжнародному ринку. Крім того, розвиток цієї галузі може знизити залежність України від імпорту цих продуктів та забезпечити внутрішнє виробництво високоякісних паперових та картонних виробів.

Однак, целюлозно-паперова промисловість України стикається з рядом проблем, таких як застарілість обладнання, відсутність високотехнологічних рішень та низька ефективність використання ресурсів. Крім того, виробництво паперу та картону супроводжується значним забрудненням довкілля, зокрема гідросфери, внаслідок викидів шкідливих речовин у повітря та забруднення стічних вод. З метою зменшення негативного впливу на довкілля, українські підприємства целюлозно-паперової галузі впроваджують різні технології захисту гідросфери, такі як очищення стічних вод, використання вторинної сировини, а також енергозберігаючі технології. Проте, ці заходи не завжди є достатніми для зменшення негативного впливу на довкілля, тому є необхідність у подальшому дослідженні та розробці більш ефективних технологій захисту гідросфери в цій галузі. Україна є великим виробником паперу та картону в Східній Європі. За даними Державної служби статистики України, у 2020 році обсяг виробництва паперу та картону в Україні становив 1,3 млн тонн, що на 7,7% менше, ніж у 2019 році. Однак, з 2016 по 2019 роки виробництво збільшувалось з 1,15 млн тонн до 1,41 млн тонн. Найбільшими виробниками паперу та картону в Україні є «Lviv Cardboard Packaging Mill», «Kyiv CPM», «Ferocon», «Volga-Dnepr Paper Mill» та інші. Проте, в Україні є проблеми із забрудненням водойм та довкілля через діяльність целюлозно-паперової промисловості [2].

Целюлозно-паперова промисловість має певний негативний екологічний вплив в Україні. Основні проблеми, пов'язані з цією промисловістю, включають наступні:

1) викиди в атмосферу: промислові викиди у вигляді пилу та відходів газів можуть призвести до забруднення повітря та погіршення якості життя населення в близькому радіусі від підприємств. Викиди в атмосферу є серйозною проблемою, яка може впливати на здоров'я людей та тварин, а також на

рослинний світ. Наприклад, викиди в атмосферу оксидів азоту та сірки можуть призвести до формування смогу та кислотного дощу, що може негативно впливати на різноманітні екосистеми, зокрема лісові масиви та водні ресурси. Також викиди в атмосферу вуглекислого газу та інших парникових газів можуть призвести до зміни клімату та погіршення глобального екологічного стану;

2) скиди в водні джерела, що містять різноманітні токсичні речовини, можуть призвести до забруднення водних джерел та вплинути на різноманітні водні екосистеми. Скиди промислових стоків можуть мати дуже серйозний вплив на водні екосистеми. Це може призвести до знищення різних видів риб і безхребетних тварин, забруднення водних ресурсів та загрози для здоров'я людей, які користуються цими джерелами води для пиття або інших цілей. Тому важливо забезпечувати належне очищення водних стічних вод та забезпечувати ефективне використання водних ресурсів в промисловості;

3) використання водних ресурсів: виробництво паперу вимагає великої кількості води, що може призвести до виснаження водних ресурсів в окремих регіонах. Крім того, використання води для промислових потреб може забруднювати водні джерела. Важливо зазначити, що виробництво паперу забирає значну кількість води, що може призвести до проблем з водопостачанням для місцевих жителів та зниження рівня ґрунтових вод. Ці проблеми можуть бути зменшені шляхом використання більш ефективних технологій та процесів виробництва, а також застосування водозберігаючих методів та екологічно чистих розчинників у процесі виробництва;

4) використання вторинної сировини такої як папір та картон, може зменшити негативний вплив на навколишнє середовище шляхом зменшення кількості сировини, яку потрібно видобувати з природи. Використання вторинної сировини є важливим кроком у зменшенні негативного впливу целюлозно-паперової промисловості на навколишнє середовище. Застосування вторинної сировини дозволяє зменшити кількість дерев, які потрібно використовувати для отримання сировини, а також скоротити об'єм відходів, що надходять на звалища.

Україна є однією з країн, які активно займаються вторинною переробкою паперу та картону. Наприклад, згідно з даними Української асоціації вторинної сировини, близько 80% паперових відходів в Україні збирається та використовується для виробництва нового паперу та картону. Це дозволяє зменшити кількість відходів, які надходять на звалища, а також знизити витрати на видобуток сировини з природи. Однак, використання вторинної сировини також має свої обмеження. Наприклад, папір, що виготовляється з вторинної сировини, може мати меншу якість та тривалість експлуатації порівняно з папером, що виготовляється з первинної сировини. Також, використання вторинної сировини може бути обмежене в залежності від кількості та якості відходів, які можуть бути зібрані та перероблені;

5) викиди токсичних відходів: від процесу виробництва можуть призвести до забруднення ґрунту та негативно впливати на рослинний та тваринний світ в районах біля промислових підприємств. Токсичні відходи, які містять хімічні речовини, такі як хлор, сульфат та інші, можуть проникати в ґрунт та забруднювати ґрунтові води. Це може призвести до втрати родючості ґрунту та впливати на рослинний світ в районах біля підприємств. Для зменшення негативного впливу целюлозно-паперової промисловості на довкілля в Україні необхідно застосовувати сучасні технології та процеси виробництва, що зменшать викиди токсичних речовин та забруднення водних джерел. Крім того, важливо здійснювати контроль за використанням водних ресурсів та зменшувати вплив на лісові екосистеми;

6) загроза для біорізноманіття: забруднення повітря та водних джерел, вирубка лісів для отримання сировини, викиди токсичних відходів та інші негативні наслідки целюлозно-паперової промисловості можуть мати серйозний вплив на біорізноманіття [3, 4].

Отже, можна зробити висновок, що целюлозно-паперова промисловість є важливою галуззю української економіки, яка має значний потенціал для розвитку завдяки наявності природних ресурсів в країні. Водночас, розвиток цієї

галузі може мати негативний екологічний вплив на довкілля, зокрема на лісові масиви та річкові екосистеми. Тому, важливо забезпечити баланс між розвитком целюлозно-паперової промисловості та збереженням природних ресурсів та довкілля.

РОЗДІЛ 2 ВПЛИВ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ГІДРОСФЕРУ

2.1 Характеристика целюлозно-паперової промисловості

Целюлозно-паперова промисловість є однією з найбільш поширених та значущих галузей промисловості в світі. В Україні ця галузь займає важливе місце і має значний потенціал для подальшого розвитку.

Одним з основних джерел сировини для целюлозно-паперової промисловості є деревина. Україна має значні лісові ресурси, які забезпечують потреби галузі у сировині. Промисловий виробник паперу в Україні зазвичай використовує мішану деревину, включаючи сосну, ялину, дуб, бук, ясен та інші породи дерев.

Процес виробництва паперу має кілька етапів, які включають збір та підготовку сировини, відбілювання, змішування з рідинами та наступні етапи формування, пресування та сушіння паперу (рис. 2.1). Кожен з цих етапів має великий вплив на якість та властивості готового продукту [5].

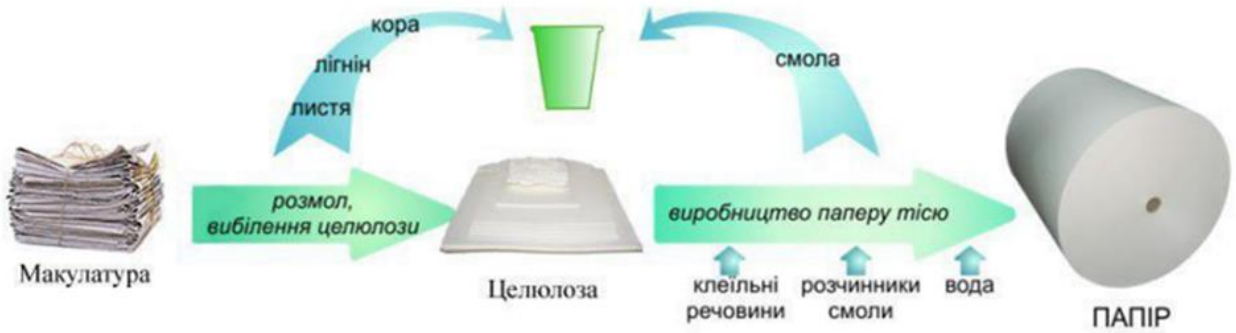

Рисунок 2.1 – Схема технологічного процесу виробництва паперу

У зв'язку з тим, що целюлозно-паперова промисловість є однією з найбільш забруднюючих галузей виробництва, розвиток цієї галузі потребує впровадження

ефективних технологій захисту довкілля. Серед них можна виділити технології очищення стічних вод, зменшення викидів забруднюючих речовин у повітря та збільшення використання вторинної сировини (рис. 2.2) [6].

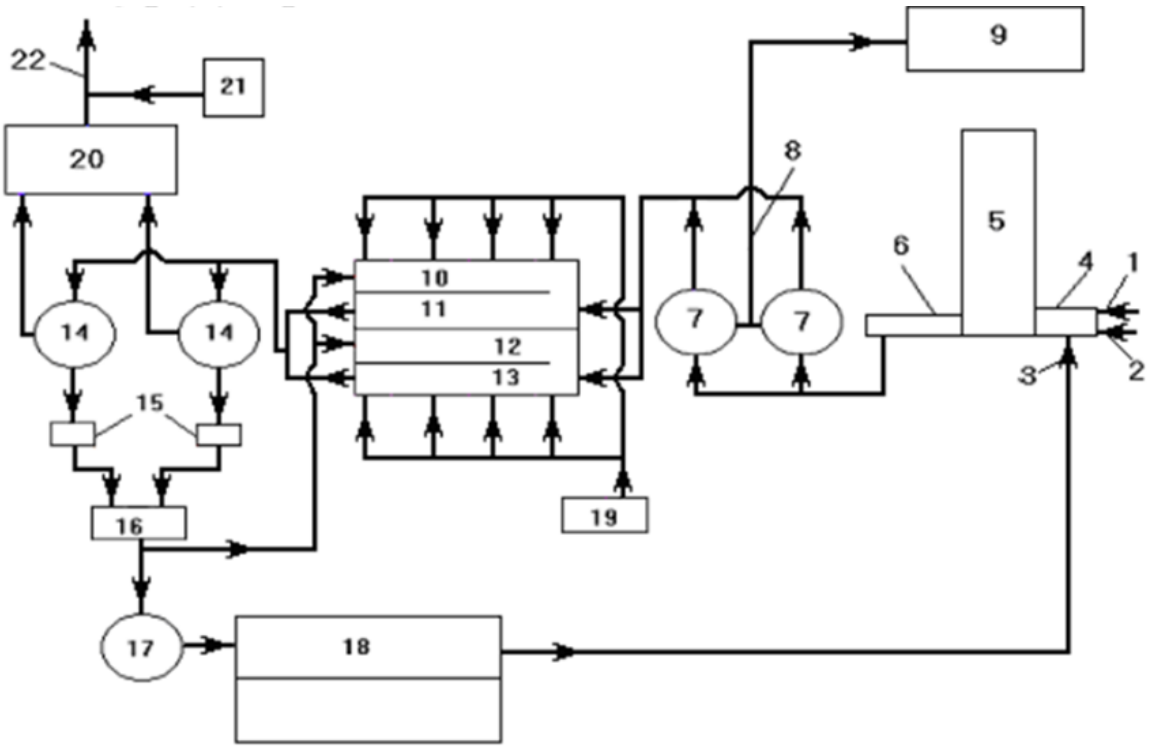

Рисунок 2.2 – Технологічна схема скид у поверхнево водний об’єкт: 1 – господарчо-побутова стічна вода; 2 – промислова стічна вода; 3 – дренажна стічна вода; 4 – камера гасіння; 5 – будівля грат; 6 – пісковловлювач; 7 – первинні відстійники; 8 – насоси; 9 – піскова площадка; 10, 12 – регенератори; 11, 13 – аеротенки; 14 – вторинні відстійники; 15 – мулові камери; 16 – ного мулу; 17 – резервуар актив- мулоущільнювач; 18 – муловий майданчик; 19 – компресорна; 20 – біоставоки; 21 – хлораторна; 22 – трубопровід хлорування

Для подальшого розвитку целюлозно-паперової промисловості в Україні необхідне впровадження новітніх технологій та виробничих процесів, які забезпечують екологічну безпеку та сталість виробництва. Однією з перспективних технологій є використання біомаси, зокрема багаторічних трав, для отримання целюлози. Ця технологія може значно зменшити використання деревини, що є одним з найбільших екологічних проблем виробництва паперу.

Для ефективного впровадження нових технологій та підвищення якості продукції в целюлозно-паперовій галузі України, необхідно проводити дослідження та розробки нових матеріалів та технологій, які відповідають вимогам сучасного ринку та нормам екологічної безпеки [5].

Одним з ключових завдань для целюлозно-паперової промисловості в Україні є підвищення ефективності використання вторинної сировини. За даними Державної служби статистики України, у 2020 році використання вторинної сировини виробництвом паперу становило близько 50% від загальної кількості використаної сировини. Проте, є можливості для подальшого збільшення цього показника, наприклад, за рахунок використання сировини зі зниженою якістю для виробництва паперу нижчої якості [6].

Для забезпечення ефективного виробництва та захисту довкілля, в целюлозно-паперовій галузі України використовуються різноманітні технології та методи. Зокрема, застосовуються такі методи як відновлення та рециклінг вторинної сировини, використання енергетичних установок на базі біомаси та відновлюваних джерел енергії, впровадження енергозберігаючих технологій та зменшення викидів в атмосферу [7].

При використанні біомаси для виробництва целюлози, необхідно враховувати її вплив на екологію та здоров'я людей. У зв'язку з цим, важливим є впровадження ефективних методів очищення та переробки води та повітря на підприємствах целюлозно-паперової галузі. Також важливо розробляти технології та методи, які дозволять знизити викиди відходів та забезпечити повторне використання вторинної сировини [8].

Для досягнення цих цілей, в Україні активно проводяться науково-дослідні роботи та розробки нових технологій у целюлозно-паперовій галузі. Зокрема, використовуються наукові праці українських вчених та експертів, таких як «Оцінка впливу паперових відходів на довкілля» В.П. Лиховіда та «Аналіз виробництва целюлози та паперу в Україні» С. В. Жук, І. В.Іванюк [9].

Розвиток целюлозно-паперової галузі є важливим для економіки України та забезпечення потреб населення в різних видах паперової продукції. Проте, для досягнення цих цілей необхідно збалансований підхід до виробництва, що забезпечить якість продукції, екологічну безпеку та ефективне використання ресурсів. Одним зі способів зменшення впливу виробництва на довкілля є використання енергетичних установок на базі біомаси та відновлюваних джерел енергії. У цій галузі в Україні також проводяться науково-дослідні роботи та розробки нових технологій. Наприклад, існують дослідження з використанням біогазу для виробництва тепла та електроенергії. Такі технології дозволяють ефективніше використовувати енергію та зменшити витрати на її виробництво. Наприклад, у целюлозно-паперовій галузі використовуються спеціальні технології для зменшення витрат енергії на випаровування води з целюлозної маси. Наприклад, в Україні проводяться дослідження з використанням спеціальних методів відновлення паперу, які дозволяють зберегти до 70% використаної целюлози [7; 10].

Розвиток целюлозно-паперової галузі в Україні повинен здійснюватись з урахуванням впливу виробництва на довкілля та здоров'я людей. Для цього необхідно впроваджувати екологічні стандарти та нормативи, використовувати енергетичні установки на базі біомаси та відновлюваних джерел енергії, впроваджувати енергозберігаючі технології, а також розробляти технології та методи зменшення викидів відходів та повторного використання вторинної сировини [8].

2.2 Основні види забруднень гідросфери, пов'язаних із діяльністю целюлозно-паперової промисловості

Водні ресурси є одним з найважливіших компонентів природного середовища. Промисловість, включаючи целюлозно-паперову, створює значні навантаження на гідросферу, що призводить до різних видів забруднення.

Основні види забруднення гідросфери пов'язані з діяльністю целюлозно-паперової промисловості включають:

1) забруднення води органічними речовинами, такими як луги, кислоти, органічні розчинники, нафта та інші речовини, що містяться в відходах виробництва;

2) забруднення води неорганічними речовинами, такими як кислоти, луги, важкі метали, виробничі солі та інші речовини, що використовуються в процесах виробництва;

3) забруднення води твердими відходами, такими як целюлозна маса, брикети, непотрібні матеріали виробництва та інші відходи, що утворюються в процесі виробництва [11].

Для зменшення впливу целюлозно-паперової промисловості на гідросферу, необхідно використовувати екологічно чисті технології та методи виробництва. Зокрема, виробники можуть встановлювати спеціальні очисні споруди, які дозволяють очищувати воду від різних видів забруднень. Крім того, важливо контролювати та моніторити якість водних ресурсів в районах розташування промислових підприємств [12].

В Україні існують дослідження та наукові розробки зі створення екологічно чистих технологій для целюлозно-паперової промисловості. Наприклад, у наукових статтях «Екологічно чисті технології переробки деревини та її відходів», авторами якої є А. І. Лісовий, В. Г. Войтенко, Н. В. Шевченко та «Екологічна безпека виробництва целюлози та паперу», чиє авторство належить І. В. Хоменко та С. В. Шуляк – розглядаються можливості застосування сучасних технологій у целюлозно-паперовій промисловості, які не шкодять навколишньому середовищу.

Також в Україні існують законодавчі акти, які регулюють діяльність промислових підприємств та забезпечують захист водних ресурсів від забруднення. Зокрема, це Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» та положення «Про використання та охорону водних

ресурсів в Україні» [13; 14]. В Україні проводяться наукові дослідження та розробки зі створення екологічно чистих технологій для целюлозно-паперової промисловості, а також існують законодавчі акти, які регулюють діяльність промислових підприємств та забезпечують захист водних ресурсів від забруднення.

Один з головних викликів, що стоять перед целюлозно-паперовою промисловістю – зменшення її впливу на навколишнє середовище. Для розв'язання цієї проблеми можна використовувати різні технології та методи.

Наприклад, за допомогою спеціальних технологій можна переробити целюлозні відходи та використовувати їх як сировину для виробництва біопалива або хімічних речовин. Також важливим є використання енергозберігаючих технологій, зокрема зменшення витрат енергії на виробництво. Для цього можна використовувати енергоефективні обладнання та встановлювати системи відновлення тепла [15].

Крім того, для зменшення впливу целюлозно-паперової промисловості на навколишнє середовище, можна використовувати такі технології:

1) оптимізація процесів виробництва та зменшення втрат матеріалів і енергії;

2) впровадження систем контролю та моніторингу викидів забруднюючих речовин у повітря, воду та ґрунт;

3) використання біотехнологій для очищення води та повітря від забруднюючих речовин;

4) використання відновлюваних джерел енергії, таких як вітер, сонце, гідроенергія та біопаливо;

5) впровадження зеленої логістики та екологічно чистого транспорту для доставки сировини та готової продукції;

6) використання екологічно чистих матеріалів для упаковки та продукції та зменшення використання пластику [15].

Для розвитку та впровадження екологічних технологій у целюлозно-паперовій промисловості необхідно проводити наукові дослідження та розробки. Наприклад, в Україні проводяться дослідження у галузі екологічної безпеки та енергоефективності целюлозно-паперової промисловості в рамках проекту Європейського Союзу «CLEANTECH-UKRAINE» [16].

Також важливим є навчання та підвищення кваліфікації фахівців у галузі екології та енергоефективності, щоб вони могли ефективно впроваджувати нові технології та методи у виробництво [15].

Одним з основних видів забруднень гідросфери, пов'язаних із діяльністю целюлозно-паперової промисловості, є хімічне забруднення водних ресурсів. Процес виробництва паперу включає в себе використання хімічних речовин, таких як хлор та його сполуки, сульфат та інші, які потім попадають у водойми. Ці речовини можуть мати шкідливі наслідки для біологічних систем та людського здоров'я. Зокрема, забруднення води хлором та його сполуками може призвести до утворення токсинів, які відомі як діоксини. Діоксини є потужними канцерогенами та можуть негативно впливати на життєдіяльність людини та тварин. Окрім того, вони можуть накопичуватись у живих організмах та мати кумулятивний ефект, що призводить до загрози життю. Сульфатні сполуки, які використовуються у процесі виробництва паперу, можуть також спричиняти забруднення водних ресурсів. Після викиду у водойми, сульфатні сполуки можуть спричинити зменшення кисню у воді, що може призвести до гибелі риби та інших водних організмів (рис. 2.3) [17].

Окрім хімічного забруднення, целюлозно-паперова промисловість також може спричиняти механічне забруднення водних ресурсів. В процесі виробництва паперу використовуються великі кількості води, яка після використання повертається назад до водойм. Ця вода може містити частки паперу та інших твердих речовин, що може призвести до забруднення водних ресурсів та вплинути на екосистему водойм та прилеглих територій [18].

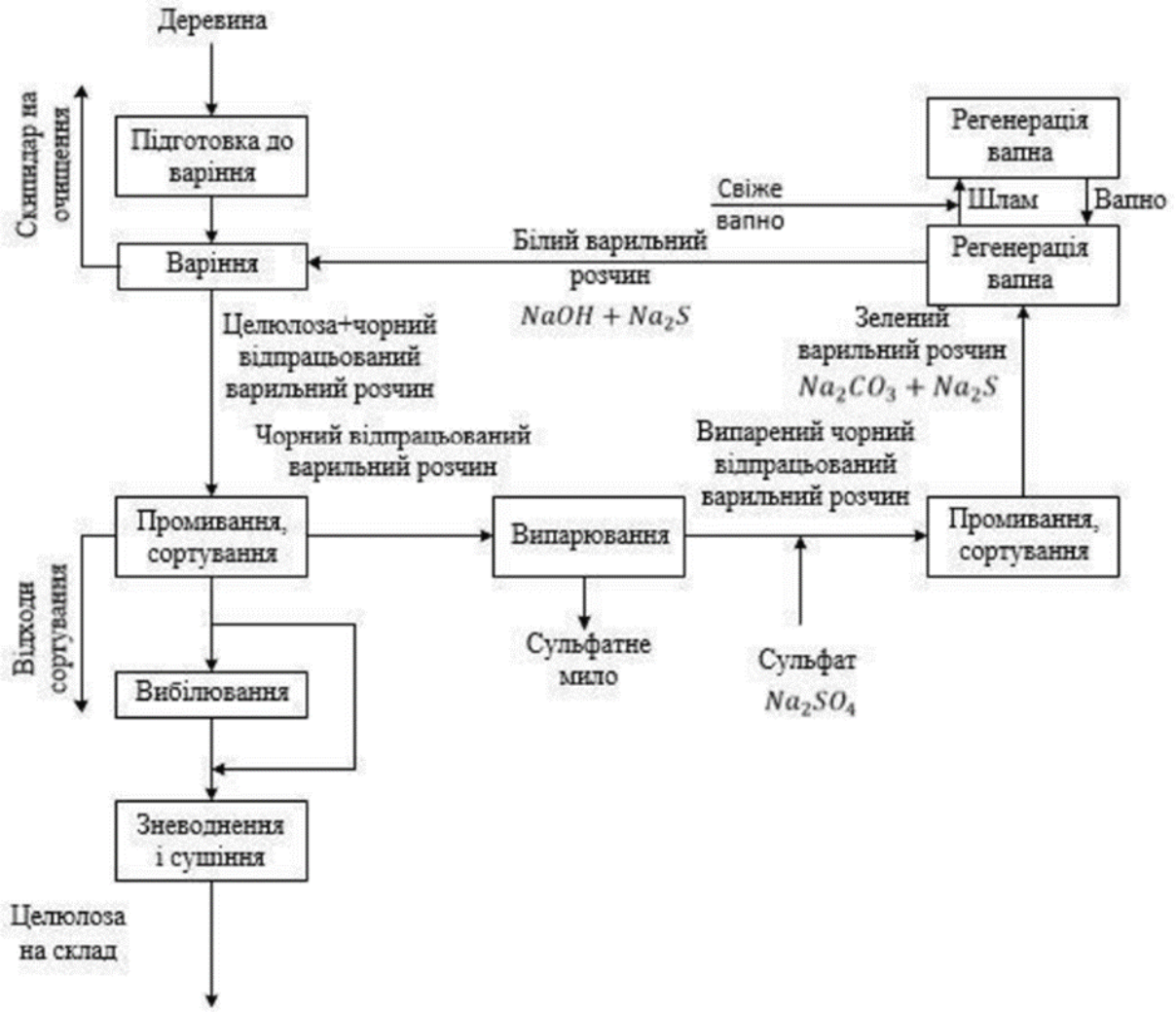

Рисунок 2.3 – Принципова схема виробництва сульфатної целюлози

Окрім хімічного забруднення, целюлозно-паперова промисловість також може спричиняти механічне забруднення водних ресурсів. В процесі виробництва паперу використовуються великі кількості води, яка після використання повертається назад до водойм. Ця вода може містити частки паперу та інших твердих речовин, що може призвести до забруднення водних ресурсів та вплинути на екосистему водойм та прилеглих територій [18].

З метою зменшення негативного впливу целюлозно-паперової промисловості на гідросферу необхідно встановлювати сучасні системи очищення води, що дозволять зменшити вміст шкідливих речовин у водоймах та забезпечити їх безпеку для біологічних систем та людей [19].

Целюлозно-паперова промисловість базується на використанні деревини як основної сировини. Процес виробництва паперу складається з таких етапів: приготування целюлози, виготовлення пульпи, формування аркушів, пресування, сушіння та обробка [20].

Приготування целюлози полягає у відокремленні волокон деревини від лігніну та інших домішок, що вимагає використання спеціальних технологій та обладнання. Механічний метод полягає у механічному подрібненні деревини на волокна за допомогою молоткових млинів або дискових дробарок. Цей метод є менш екологічно чистим, оскільки використовує значну кількість води для промивання волокон та вимагає більшої кількості деревини для отримання необхідної кількості целюлози. Хімічний метод передбачає застосування розчинників та хімічних реакцій для відокремлення волокон. Спочатку деревина піддається обробці кислотою або лугом для відокремлення целюлози від лігніну та інших домішок. Потім целюлоза промивається, відбілюється та перетворюється на білий порошок [21].

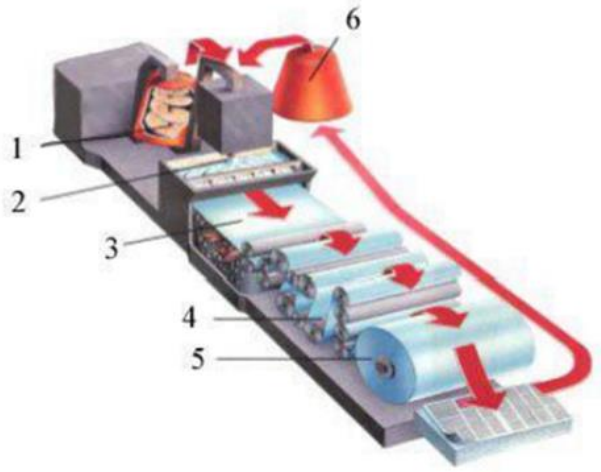

Рисунок 2.4 – Технологічні процеси виготовлення паперу: 1 –розщеплення пульпи на волокна; 2 – відбілювання пульпи; 3 – осаджування пульпи; 4 – сушіння та пресування целюлози в аркуші паперу; 5 – готовий папір; 6 – пульпа з макулатури

Далі розпочинається виготовлення пульпи (рис. 2.4). Цей процес полягає у перетворенні волокон деревини в кільцеподібні частинки за допомогою хімічних реакцій. Хімічна обробка може бути здійснена з використанням різних хімічних речовин, таких як сульфат, сульфіт або неорганічні кислоти. Отримана пульпа поділяється на великі барабани, де вона розбивається на менші частинки. Далі, пульпу відправляють на машину для виготовлення паперу, де пульпа розподіляється рівномірно на сітку та просочується водою. Цей процес дозволяє отримати однорідну масу, яку можна далі формувати у будь-яку необхідну форму та розмір. Формування аркушів відбувається за допомогою спеціальних пристроїв на машині для виготовлення паперу. Після формування аркушів, їх пресують, щоб видалити залишкову вологу, та сушать на спеціальних барабанах [21].

Обробка паперу включає в себе такі процеси, як каландрування, покриття та ламінування. Каландрування полягає в пропусканні паперу між двома гладкими валками, що дозволяє знизити товщину паперу та забезпечити його гладкість. Покриття та ламінування забезпечує паперу додаткові функціональні властивості, такі як водовідштовхування, міцність та інші [22].

У сучасній целюлозно-паперовій промисловості використовуються різні типи деревини, залежно від технології та вимог до якості продукції. Також в процесі виробництва можуть використовуватись різні добавки, які покращують якість паперу та забезпечують додаткові функціональні властивості [23].

Основні виробничі процеси целюлозно-паперової промисловості мають значний вплив на навколишнє середовище. У процесі виробництва випускаються великі обсяги відходів та викидаються шкідливі речовини. Тому значну увагу приділяють питанням екологічної безпеки та впровадженню екологічно чистих технологій [24].

РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ГІДРОСФЕРИ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

3.1 Процеси очищення стічних вод

Процес очищення стічних вод є невід'ємною частиною сучасного суспільства. За останні десятиліття наша планета стала свідком швидкого розвитку промисловості та зростання кількості населення. Цей процес призвів до значного забруднення природних водних ресурсів, що має негативний вплив на екосистеми та здоров'я людей. Очищення стічних вод є важливою складовою у забезпеченні чистої води для споживання, а також у збереженні біорізноманіття. Стічні води є складними забрудненими рідинами, які містять різноманітні забруднюючі речовини, такі як органічні сполуки, токсичні метали, солі важких металів, амоній, нітрати, фосфати та інші. Ці речовини можуть бути шкідливими для навколишнього середовища та здоров'я людей, тому необхідно проводити їх очищення перед випуском до природи.

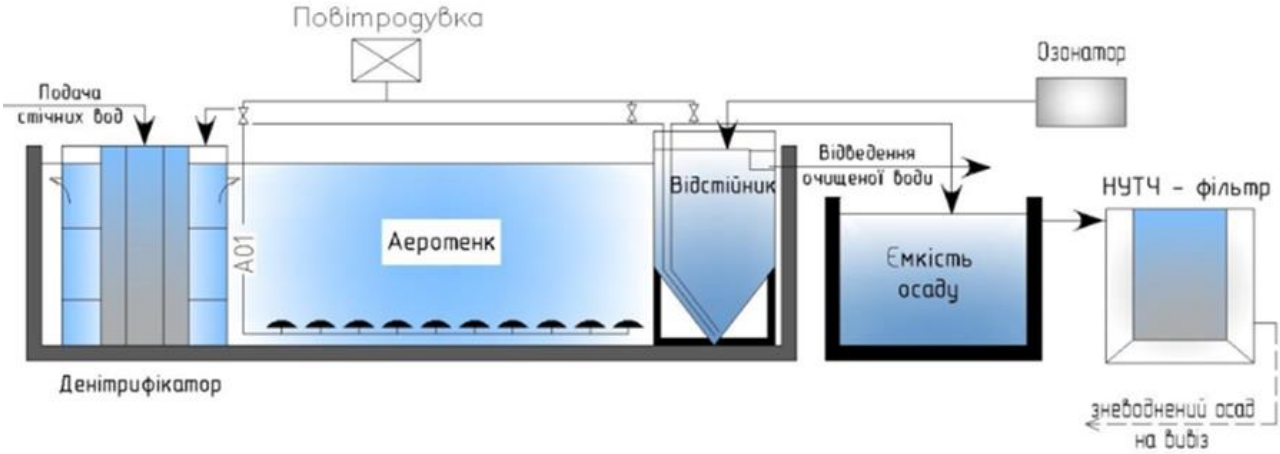

Рисунок 3.1 – Технологічна схема очищення стічних вод

Одним з основних процесів очищення стічних вод є біологічне очищення (рис. 3.1). До біологічних методів очищення стічних вод належать активований мул, біологічний фільтр та уламково-фільтраційний процес. Активований мул є

найбільш поширеним методом біологічного очищення стічних вод, що полягає у збереженні стічних вод в спеціальних ємностях з мулом, де відбувається активна біологічна обробка стічних вод. Біологічний фільтр полягає в проходженні стічної води через шар заповнений мікроорганізмами, які розкладають забруднюючі речовини. Уламково-фільтраційний процес є складнішим методом, який включає в себе кілька етапів очищення стічної води [25].

Для підвищення ефективності біологічного очищення використовують різні методи, такі як аеробне та анаеробне очищення, перехідне очищення, обробка біологічними фільтрами та інші. Один з найбільш ефективних методів – це комбіноване біологічне очищення, яке включає в себе кілька різних стадій очищення [26].

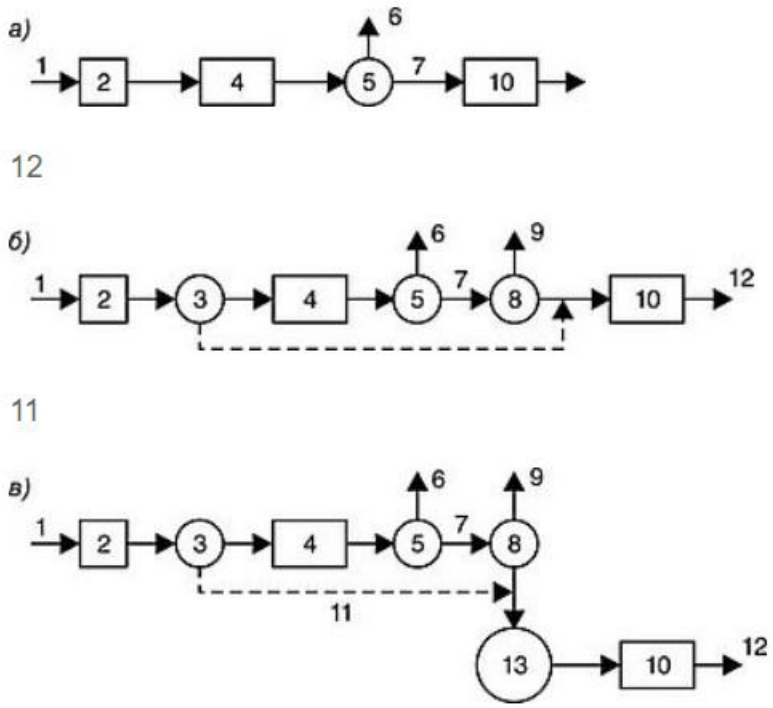

Рисунок 3.2 – Схеми аеробного стабілізованого осаду: 1 – подача стічної води; 2 – решітка і пісколовка; 3 – первинний відстійник; 4 – аеротенк; 5 – вторинний відстійник; 6 – очищені стічні води; 7 – надлишковий активний мул; 8 – ущільнювач; 9 – мулова вода; 10 – стабілізатор; 11 – осад з первинного відстійника; 12 – стабілізований осад; 13 – метантенк

Ще одним методом біологічного очищення стічних вод є метод аеробного стабілізованого осаду (АСО). Цей метод полягає у використанні спеціальних резервуарів, де стічні води очищуються за допомогою аеробних бактерій, які розкладають забруднюючі речовини. Після цього очищені води проходять через відстійник, де вони розділяються на тверду та рідку фази. Тверду фазу можна використовувати як добриво, а рідку фазу піддають додатковій очистці перед відведенням у природні водойми [27].

Існує кілька схем для здійснення процесу аеробної стабілізації, які можуть бути використані (рис. 3.2). Однією з найпростіших схем є схема "а", яка застосовується без первинних відстійників на очисних спорудах. Також можлива спільна стабілізація осаду з первинних відстійників та активного ущільненого мулу. Варто зазначити, що перспективною є схема "в", яка передбачає анаеробно-аеробну обробку суміші осаду та мулу. Анаеробний реактор, подібний до одноступінчастого метантенку, працює, і зброджування триває протягом тривалого періоду, що забезпечує глибоку стабілізацію органічних речовин з високим виходом газу.

До переваг методу АСО належить його висока ефективність у видаленні біорганічних речовин та відносно низькі витрати на утримання. Однак, цей метод не є ефективним у видаленні різних типів неорганічних речовин, таких як азотні сполуки та фосфорні солі, тому для досягнення повноцінного очищення стічних вод може знадобитись додаткове застосування інших методів такі як метод біологічного азотовидалення та метод фосфатовидалення [27; 28].

Метод аеробного стабілізованого осаду є широко використовуваним методом біологічного очищення стічних вод. За результатами досліджень, проведених у вітчизняних умовах, метод АСО був ефективним у видаленні різних типів забруднень, включаючи біорганічні речовини, хімічні кислоти, метали, нафтопродукти та інші речовини. За допомогою методу АСО можна досягти ефективності очищення від 69% до 91% [28].

Крім біологічного очищення, для очищення стічних вод також використовують фізико-хімічні методи. Один з таких методів – це коагуляція, при якій до стічної води додають реагенти, що збільшують розмір забруднюючих часток, що утворюють великі флоки, які потім можна видалити фільтрацією або відстійником [29].

Цей метод полягає в здатності окремих речовин (адсорбентів) утримувати на своїй поверхні іони, молекули та частинки забруднюючих речовин. Одним з найбільш поширених адсорбентів є активований вугілля, яке має велику поверхню для адсорбції. Для видалення іонів важких металів використовують іонний обмін, який полягає в заміні іонів забруднюючих речовин на іони безшкідних речовин. До переваг цього методу належать його висока ефективність та широке застосування [29].

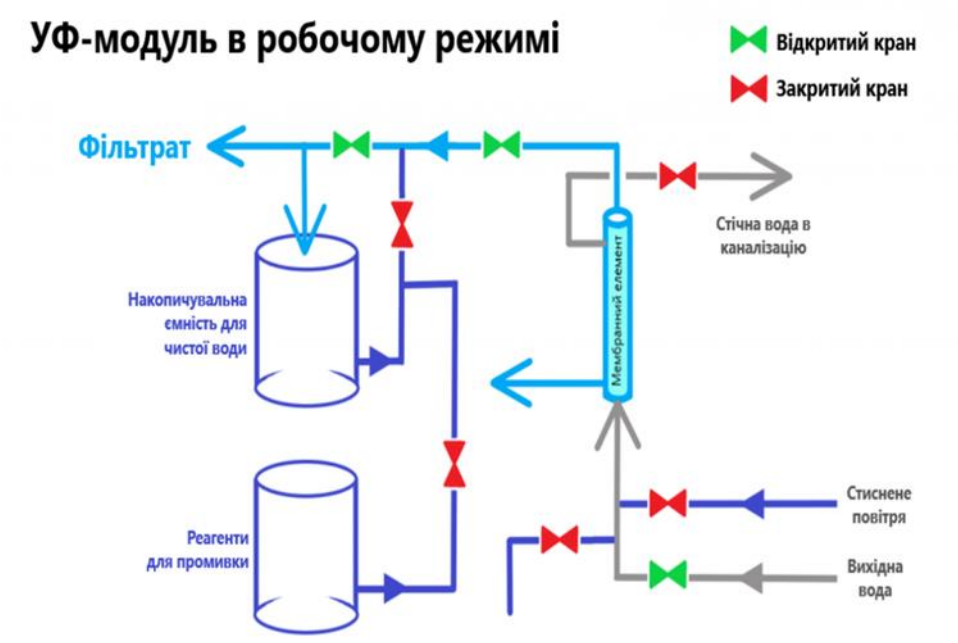

Рисунок 3.3 – Ультрафільтраційний модуль в робочому режимі

Ще одним ефективним методом очищення є ультрафільтрація (рис. 3.3). Цей метод ґрунтується на використанні мембран, які пропускають розчинені речовини лише до певного розміру, тим самим відділяючи забруднення від води. Цей метод дозволяє очищувати воду від різних типів забруднень, включаючи

бактерії, віруси та інші мікроорганізми. До переваг ультрафільтрації належать висока ефективність, надійність та можливість використання у різних умовах [29].

Окрім цього, існують інші методи очищення води, такі як флокуляція та осадження. Флокуляція – це процес утворення флоків з малих частинок забруднення за допомогою хімічних реагентів, що дозволяє їх більш ефективно видалити з води. Осадження – це процес, за яким частки забруднення випадають з води на дно за допомогою гравітації [29].

Очищення стічних вод є важливим етапом водопостачання та охорони навколишнього середовища. Використання різних технологій та методів може забезпечити ефективне та якісне очищення води. Кожен метод має свої переваги та недоліки, однак, вибір конкретного методу очищення залежить від типу забруднень та умов, в яких проводиться очищення [30].

У підсумку про процеси очищення стічних вод можна зазначити, що водночас з розвитком промисловості збільшується обсяг відходів, які потребують відведення та очищення. Для забезпечення ефективного очищення стічних вод використовуються різноманітні методи та технології, які базуються на фізико-хімічних та біологічних принципах. Найбільш ефективною є комбінація різних методів та технологій, а також застосування сучасного обладнання та контролю якості очищення. Отже, важливо продовжувати розвивати нові технології та методи очищення стічних вод, що сприятиме збереженню природних ресурсів та зниженню шкідливого впливу на довкілля.

3.2 Методи знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості

Целюлозно-паперова промисловість вважається однією з найбільш забруднюючих галузей промисловості. Виробництво паперу та картону супроводжується великою кількістю відходів, які мають негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Тому одним із головних завдань цієї галузі є розробка

та використання ефективних методів знешкодження відходів. Питання відходів є одним із найбільш актуальних проблем у сучасному світі.

Метод відкладення відходів на полігоні є найбільш поширеним методом у світі, який використовується для знешкодження твердих побутових відходів, промислових відходів та інших видів відходів. Основна ідея полягає в тому, що відходи відкладаються на спеціально обладнаному полігоні, де вони покриваються землею або іншим матеріалом, що забезпечує їхню ізоляцію від навколишнього середовища. Однак, цей метод має багато недоліків, які повинні бути враховані при його використанні. Перш за все, цей метод може призвести до забруднення ґрунту та підземних вод. Незначна кількість відходів може просочуватися в ґрунт, що може призвести до забруднення підземних вод, які використовуються для питного та іншого господарського призначення, що стати загрозою для здоров'я людини та тварин. Також метод відкладення відходів на полігоні може призвести до забруднення повітря. При переробці відходів утворюються шкідливі гази, такі як метан, діоксини та інші [31].

Іншим методом знешкодження відходів є метод компостування, який є ефективним для переробки біологічних відходів, таких як їжа, листя, гілки та інші органічні речовини. У процесі компостування, мікроорганізми розкладають органічні матеріали на більш прості речовини, що утворюють компост – природний добриво для ґрунту. Компостування сприяє збільшенню родючості ґрунту та покращенню його структури, що дозволяє зберігати вологу, зменшувати ерозію та підвищувати врожайність. Однак, метод компостування має свої обмеження. Цей метод не є ефективним для переробки великих об'ємів відходів, тому що вимагає значної кількості простору та часу для переробки. Крім того, для ефективного компостування необхідно дотримуватися певних умов, таких як правильне співвідношення різних типів відходів, оптимальна вологість та температура [32].

Методом знешкодження відходів, який набуває все більшої популярності, є метод рециклінгу. Цей метод полягає у відновленні та повторному використанні

відходів, що дозволяє зменшити витрати на їх знешкодження та зберегти природні ресурси. Однак, цей метод вимагає спеціальних технологій та обладнання для переробки відходів, тому його впровадження може бути досить дорогим [32].

Методом знешкодження відходів, який є економічно вигідним та екологічно чистим, є метод піролізу. Цей метод полягає у переробці відходів у високотемпературному середовищі з обмеженою кількістю кисню. Як результат, відходи перетворюються на вуглецеву крихту, гази та рідке паливо. Оскільки цей метод не утворює шкідливих викидів та відходів, він є екологічно чистим. Крім того, переробка відходів піролізом може бути економічно вигідною, оскільки дозволяє отримати різноманітні продукти, такі як електроенергія, тепло та паливо. Проте, метод піролізу також має свої недоліки. Наприклад, цей метод вимагає значних витрат на обладнання та енергію, а також може бути небезпечним для здоров'я людей через викиди діоксинів та фуранів у процесі переробки [33].

Методи знешкодження відходів є надзвичайно важливими для збереження навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку. Особливо важливо знешкоджувати відходи, які виникають у целюлозно-паперовій промисловості, оскільки вони містять багато шкідливих речовин.

Одним з методів знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості є їх повторне використання. Наприклад, папір та картон можна переробити та використовувати для виготовлення нових паперових виробів. Цей метод є економічно вигідним та екологічно чистим, оскільки дозволяє зменшити кількість відходів та зберегти природні ресурси [34].

Також можна використовувати відходи целюлозно-паперової промисловості для виробництва біопалива. Біопаливо є екологічно чистим та може замінити традиційні види палива, що дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу [35].

Ще одним методом знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості є їх переробка на біогаз. Цей метод є ефективним методом у

знешкоджені рештків целюлозно-паперової продукції. Біогаз складається з метану та вуглекислого газу, які утворюються під час біологічного розкладання органічних відходів у спеціальних умовах. Оскільки відходи целюлозно-паперової промисловості містять значну кількість органічних речовин, їх переробка на біогаз є досить ефективною. Отриманий біогаз може бути використаний для виробництва електроенергії та тепла, що є особливо важливим для підприємств целюлозно-паперової промисловості, що вимагають значних витрат енергії для своєї діяльності. Використання біогазу зменшує витрати на енергію та забезпечує економічну вигоду для підприємства. Крім того, використання біогазу зменшує викиди шкідливих газів у атмосферу. Традиційні методи знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості, такі як скидання їх на полігони для сміття або спалювання, можуть призвести до значного забруднення повітря та підвищення викидів парникових газів. Використання біогазу дозволяє зменшити вплив цих шкідливих факторів на довкілля та забезпечує сталість виробництва [34].

Однак, необхідно зазначити, що кожен з методів знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості має свої переваги та недоліки, які повинні бути ретельно вивчені та враховані при виборі оптимального методу знешкодження. Наприклад, повторне використання відходів є дуже ефективним методом, але він не завжди може бути застосований через обмежені можливості збору та сортування відходів. Переробка на біогаз та біопаливо також має свої обмеження, пов'язані з високими витратами на переробку та складністю виробництва [36].

Для вивчення та вдосконалення методів знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості проводяться численні наукові дослідження. Наприклад, в Україні дослідження в цій галузі проводяться в науково-дослідних інститутах, таких як Інститут біоенергетики та біомасової енергетики Національної академії наук України та Інститут енергетичних досліджень Національної академії наук України. Одним з результатів досліджень в Україні є розробка інноваційного

методу знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості за допомогою технології біохімічного окислення. Цей метод дозволяє ефективно знешкоджувати відходи та одночасно виробляти біогаз [36].

Методи знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості є важливою складовою сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Вибір оптимального методу знешкодження повинен здійснюватися на основі ретельного аналізу його економічних, екологічних та соціальних аспектів. Отже, целюлозно-паперова промисловість генерує значну кількість відходів, які містять багато небезпечних речовин. Однак існують різноманітні методи їх знешкодження та переробки, які можуть зменшити негативний вплив на довкілля та людей. Застосування інноваційних технологій, які базуються на комбінації фізико-хімічних та біологічних методів, може забезпечити ефективне очищення відходів та перетворення їх у продуктивні матеріали. Важливою умовою є виконання всіх нормативних вимог, які допоможуть забезпечити безпеку для здоров'я людей та довкілля в цілому. Вивчення та застосування цих методів може зробити целюлозно-паперову промисловість більш сталим та екологічно безпечним галуззю промисловості.

3.3 Інноваційні технології захисту гідросфери

Гідросфера є однією з найважливіших складових біосфери, яка забезпечує життя рослин і тварин, а також людей. Проте, забруднення гідросфери є однією з головних проблем сучасності, яка негативно впливає на здоров'я людей, тварин і рослин. Тому розробка технологій захисту гідросфери є надзвичайно важливою задачею. Однією з найбільш ефективних технологій захисту гідросфери є очищення водних ресурсів.

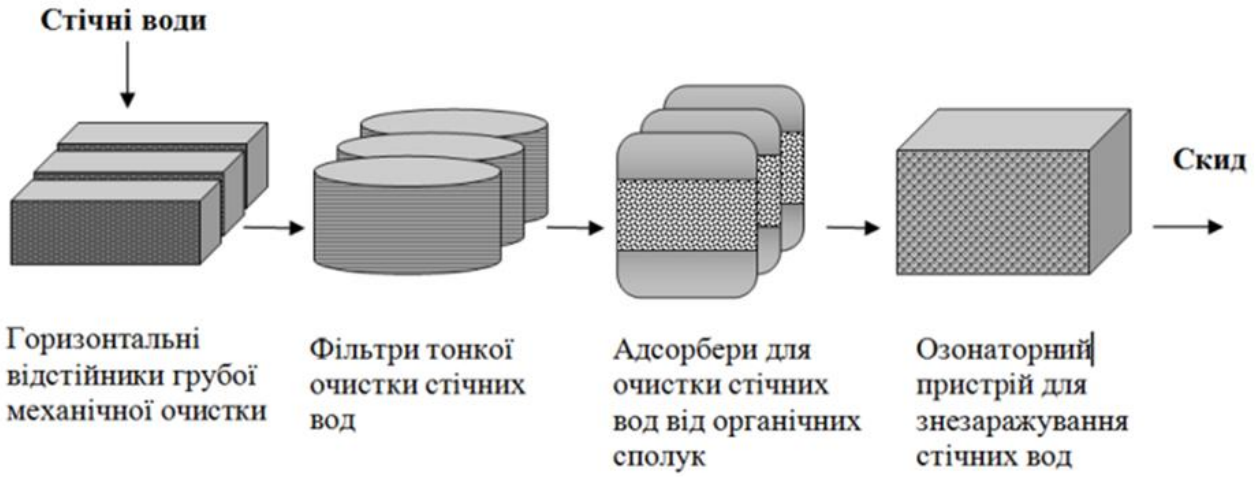

Рисунок 3.4 – Комплексна схема глибокої очистки стічних вод від механічних домішок та органічних сполук

Для цього використовують різні методи, які ми вже зазначали, а саме: механічне очищення, біологічне очищення, хімічне очищення та комбіноване очищення.(рис. 3.4 і 3.5) Окрім технологій очищення води, існують також технології запобігання забрудненню гідросфери. Наприклад, використання екологічно чистих матеріалів, поводження з відходами та створення зелених зон біля водних об'єктів [37].

Дослідження інноваційних технологій захисту гідросфери допомагають розробити нові методи більш ефективного та безпечного виробництва. Такі технології можуть включати в себе використання біореакторів для очищення стічних вод, відновлення біорізноманіття річок та озер, а також використання інших методів очищення водних ресурсів від шкідливих речовин. Дослідження та розробки інноваційних технологій захисту гідросфери також можуть допомогти підвищити ефективність виробництва целюлозно-паперової промисловості та зменшити його вплив на навколишнє середовище. Впровадження таких технологій може зменшити кількість шкідливих викидів, що дозволить зменшити негативний вплив на природу та зберегти біорізноманіття водних екосистем.

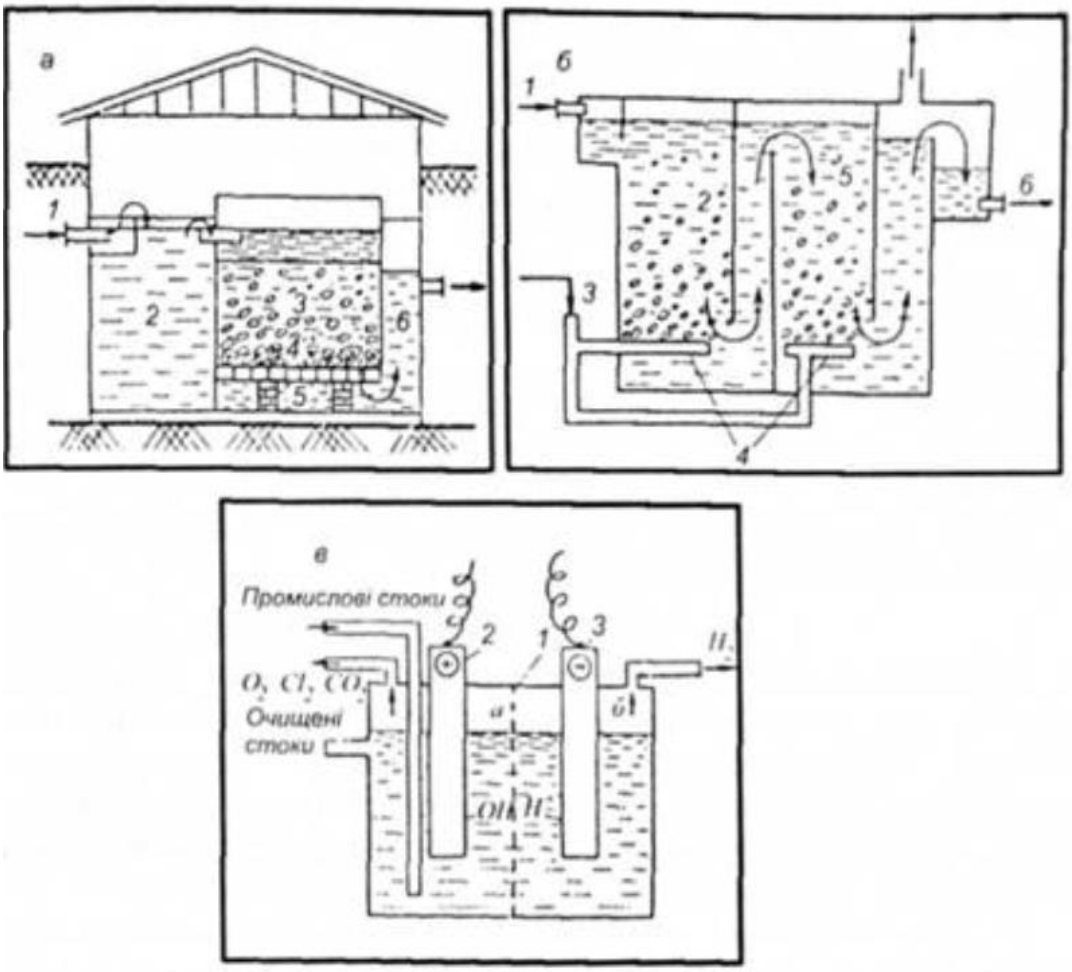

Рисунок 3.5 – Основні види обладнання для хімічного очищення стічних вод: а – вертикальний доломітовий фільтр-нейтралізатор: 1 – подавання кислих стічних вод; 2 – приймальна камера; 3 – доломітовий фільтр; 4 –гравій; 5 – дренаж; 6 – випуск нейтралізованих стічних вод; б – контактна камера озонування стічних вод: 1 – подавання стічних вод; 2 – камера озонування; 3 – введення озону; 4 – металокерамічні розпилювальні труби; 6 – вивід стічних вод; в – камера електролітичного знешкодження (анодного окислення): 1 – напівпроникна перегородка; 2 – анод; 3 – катод.

Одним з прикладів ефективного застосування технологій захисту гідросфери є відновлення екосистеми річки Стрий у Львівській області. За допомогою комбінованого очищення води, а також запровадження заходів зі

зменшення викидів забруднюючих речовин, вдалося відновити природні умови існування численних видів риб та інших водних організмів [38].

Для розв'язання проблем забруднення гідросфери необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає в себе не тільки очищення водних ресурсів, а й регулювання використання та викидів небезпечних речовин, забезпечення контролю за станом гідросфери та проведення моніторингу. Також важливо залучати громадськість до розв'язання проблем забруднення гідросфери та проводити роз'яснювальну роботу щодо необхідності її охорони.

Також інноваційні технології включають в себе використання мембранних технологій для очищення води від різних типів забруднень, а також розвиток нових методів обробки водних ресурсів, таких як кавітаційні технології та водні ультразвукові технології. Застосування інноваційних технологій захисту гідросфери дозволяє ефективно вирішувати проблеми забруднення водних ресурсів та забезпечує сталість розвитку природних екосистем. Українські вчені та наукові установи активно працюють у цій галузі, що свідчить про високий рівень науково-технічного потенціалу країни [37].

Українські компанії також активно займаються розробкою та впровадженням інноваційних технологій захисту гідросфери. Наприклад, компанія «Екологічні інженерні технології» розробляє технології для очищення води від різних типів забруднень за допомогою мембранних технологій та водних ультразвукових технологій (рис. 3.6) [39]. Українські науковці та компанії активно працюють у цій галузі, що дає підстави для оптимізму щодо майбутнього екологічного стану нашої планети.

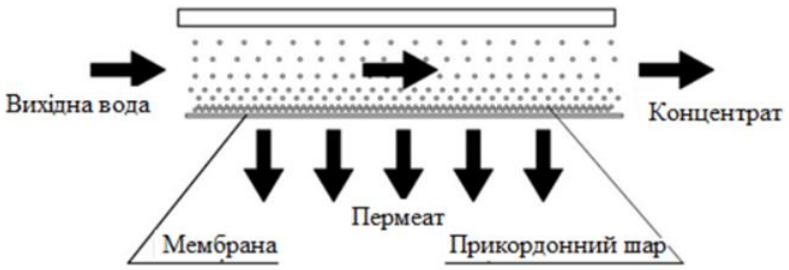

Рисунок 3.6 – Схематичне зображення типового мембранного модуля

Також слід зазначити, що в Україні існує велика кількість малих і середніх підприємств, які займаються виробництвом та реалізацією екологічно чистих товарів для очищення води. Наприклад, компанія «Екологічні системи» займається виробництвом різноманітних фільтрів для очищення води від забруднень [40].

Загалом, український ринок інноваційних технологій захисту гідросфери постійно розвивається та динамічно змінюється. Для того, щоб забезпечити стале зростання та розвиток в цій галузі, необхідно вдосконалювати технології, сприяти їх впровадженню в промисловість та підтримувати наукові дослідження.

У результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що інноваційні технології захисту гідросфери є дуже важливим елементом забезпечення екологічної безпеки. Вони дозволяють розв'язувати проблеми забруднення водних ресурсів, зменшення ризику виникнення аварій на підприємствах, які використовують воду, а також зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Використання таких технологій допомагає підвищити ефективність водокористування та забезпечити стійкий розвиток економіки без шкоди для природи. Отже, інноваційні технології захисту гідросфери є невід'ємною частиною сучасної екології та сталися необхідністю для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів целюлозно-паперової промисловості

Целюлозно-паперова промисловість є однією з частиною економіки, яка відіграє свою роль у розвитку національної економіки. Однак, зростаючі вимоги до якості продукції та зменшення впливу на навколишнє середовище, змушують звернути увагу на небезпечні та шкідливі фактори, що виникають в процесі виробництва.

Один з основних шкідливих факторів у целюлозно-паперовій промисловості – це пил. Згідно з дослідженнями провідних українських науковців, таких як І. В. Корнієнко та Л. І. Костенко, пил у цій галузі промисловості містить частки целюлози, деревини, крохмалю, глини та інших речовин, що можуть викликати пневмоконіоз, алергічні захворювання та інші захворювання дихальних шляхів [41].

Крім того, у процесі виробництва целюлози та паперу використовуються різні хімічні речовини, які можуть впливати на здоров'я працівників. Зокрема, на виробництві паперу можуть використовуватися розчинники, які містять хлор, сульфати та інші хімічні речовини, що можуть впливати на роботу нервової системи, печінки та інших органів [42].

Незадовільний стан системи вентиляції є ще одним фактором, що впливає на здоров'я працівників целюлозно-паперової промисловості. За дослідженнями А. М. Герасименка та О. В. Євтушенка, недостатнє забезпечення вентиляцією може призвести до накопичення шкідливих речовин у повітрі та збільшення ризику захворювань на дихальні шляхи та легені [43].

Для підвищення рівня безпеки праці в целюлозно-паперовій промисловості необхідно вживати заходів з покращення умов праці та зменшення негативного впливу небезпечних та шкідливих факторів. Зокрема, рекомендовано проводити систематичні медичні огляди працівників та забезпечувати їхню освіту з питань охорони праці. Також важливо вживати заходів з покращення вентиляції та контролю рівня шкідливих речовин у повітрі [42].

За дослідженнями В. М. Баранова та І. І. Швецової, важливо використовувати спеціальний захист працівників, такий як маски та респіратори, які забезпечують захист від шкідливих речовин у повітрі [44].

Отже, небезпечні та шкідливі фактори у целюлозно-паперовій промисловості мають великий вплив на здоров'я працівників та навколишнє середовище. Заходи з покращення умов праці та зменшення негативного впливу цих факторів на здоров'я працівників є важливими для забезпечення безпеки та підвищення якості продукції цієї галузі промисловості.

4.2 Безпека при виникненні надзвичайних ситуацій

Целюлозно-паперова промисловість відноситься до галузей, які потенційно можуть створити небезпечні умови для працівників та навколишнього середовища. Надзвичайні ситуації на цих підприємствах можуть мати серйозні наслідки, такі як викиди токсичних речовин, пожежі, вибухи, аварії обладнання тощо. У зв'язку з цим, безпека на целюлозно-паперовій промисловості вимагає великої уваги та постійного контролю.

Одним з найбільш небезпечних факторів на цих підприємствах є викиди токсичних речовин. Найбільш частими причинами викидів є порушення технологічного процесу, несправність обладнання, невірне зберігання сировини та реагентів, а також некваліфіковане виконання робіт працівниками. У разі виникнення викиду токсичних речовин на целюлозно-паперовій промисловості необхідно негайно вживати заходів для мінімізації наслідків. Зокрема, слід

відключити усе обладнання, що може бути джерелом викиду, евакуювати працівників з небезпечної зони, провести евакуацію населення в зоні можливого впливу токсичних речовин та негайно повідомити владні органи та службу порятунку [45].

Аварії обладнання також можуть стати причиною надзвичайних ситуацій на целюлозно-паперовій промисловості. Найбільш частими причинами аварій є несправність обладнання, перевантаження пристроїв та механізмів, невірна експлуатація та некваліфіковане виконання робіт працівниками. Для запобігання аваріям на целюлозно-паперовій промисловості необхідно регулярно проводити технічні огляди та ремонт обладнання, дотримуватися правил техніки безпеки та проводити навчання та інструктажі з працівниками щодо безпечної експлуатації обладнання та механізмів. У разі виявлення несправності пристроїв або механізмів слід негайно припинити їх роботу та виконати ремонт [46].

Для забезпечення безпеки підключення до електромережі слід дотримуватися вимог техніки безпеки при проведенні електромонтажних робіт. Найчастішими причинами пожеж, пов'язаними з електроприладами, є несправність електричного обладнання та некваліфіковане підключення до електромережі. Для запобігання пожеж, пов'язаних з електричними приладами, необхідно використовувати тільки сертифіковані прилади, дотримуватися правил їх експлуатації та підключення до електромережі, проводити регулярний технічний огляд та ремонт електричного обладнання та забезпечувати належне заземлення [46].

Ще одним небезпечним фактором на целюлозно-паперовій промисловості є пожежі. Для запобігання пожеж на целюлозно-паперовій промисловості необхідно дотримуватися вимог протипожежної безпеки, проводити регулярний технічний огляд та ремонт обладнання та електромереж, проводити інструктажі з працівниками щодо правил пожежної безпеки та вживати заходів для мінімізації наслідків у разі виникнення пожежі. Найбільш частими причинами пожеж є зварювальні роботи, роботи з вогнем та використання відкритого полум'я. Слід

мати в наявності вогнегасники та інші засоби для гасіння пожежі, проводити перевірку правильності їх роботи та розміщувати їх у доступних місцях. Також важливо дотримуватися правил пожежної безпеки, зокрема не залишати відкрите полум'я без нагляду, не курити у заборонених місцях та не зберігати горючі матеріали поруч з вогнем [47].

Загальні заходи щодо запобігання пожежам на промислових підприємствах також включають в себе вдосконалення систем автоматичного виявлення та пожежогасіння. Якщо підприємство дотримується рекомендацій та заходів з пожежної безпеки, то зменшується ризик виникнення пожежі та можна уникнути великих матеріальних збитків та загибелі людей [47].

Одним з ключових елементів пожежної безпеки є планування та проектування будівель та приміщень з урахуванням пожежної безпеки. При проектуванні необхідно враховувати особливості виробничого процесу та обладнання, що використовується, а також розмір та призначення будівлі. Для покращення пожежної безпеки на промислових підприємствах можна використовувати спеціальні матеріали, які зменшують ризик поширення вогню та диму, такі як вогнестійкі фарби та покриття [48].

Однією з важливих складових пожежної безпеки на промислових підприємствах є попередження виникнення пожежі. Для цього необхідно здійснювати регулярний контроль за роботою електроприладів та іншого обладнання, яке може стати джерелом іскри або пожежі. Також важливо забезпечувати вільний доступ до пожежних гідрантів та іншого обладнання для пожежогасіння, щоб у разі виникнення пожежі можна було швидко та ефективно діяти. Окрім цього, необхідно розробляти та впроваджувати плани евакуації та навчати працівників їх виконанню у випадку пожежі. У цих планах необхідно передбачити шляхи виходу з будівлі, місця збору працівників та встановити чіткі інструкції щодо поведінки у випадку пожежі [49].

Отже, можна зробити висновок, що пожежна безпека є надзвичайно важливим аспектом промислових підприємств, а її вдосконалення може

допомогти зменшити ризик виникнення пожеж та збільшити безпеку працівників та майна.

4.3 Міжнародні закони регулювання охорони праці та безпеки

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях є надзвичайно важливими питаннями, які регулюються міжнародними договорами та законами. Україна, як держава-учасниця міжнародних угод та конвенцій, повинна дотримуватись їх вимог та забезпечувати належний рівень охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на своїй території [50].

Одним з найважливіших міжнародних договорів у цій галузі є Конвенція Міжнародної організації праці (МОП) № 155 «Про охорону здоров'я та безпеку праці» від 22 червня 1981 року. Згідно з цією конвенцією, держави-учасниці зобов'язані приймати заходи щодо забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників на всіх стадіях працевлаштування та праці. Конвенція передбачає, зокрема, регулювання умов праці, забезпечення працівників належними засобами індивідуального захисту, проведення навчання та навчальних заходів з безпеки праці та інші заходи. Україна є державою-учасницею Конвенції МОП № 155, яку вона ратифікувала 25 липня 1994 року. Згідно зі статтею 3 цієї Конвенції, держави-учасниці повинні забезпечити виконання вимог цієї Конвенції у всіх сферах діяльності, які підпадають під її дію [51].

Крім того, Україна є учасницею Конвенції № 278 «Про запобігання та протидію наслідкам стихійних лих» від 19 грудня 2002 року. Згідно з цією Конвенцією, держави-учасниці зобов'язані приймати необхідні заходи для запобігання стихійним лихам та їх наслідкам, а також забезпечувати належний рівень охорони здоров'я та безпеки населення під час таких надзвичайних ситуацій. Україна ратифікувала Конвенцію про запобігання та протидію наслідкам стихійних лих 1 червня 2004 року. Згідно зі статтею 3 цієї Конвенції,

держави-учасниці повинні забезпечити виконання вимог цієї Конвенції у всіх сферах діяльності, які підпадають під її дію [52].

Загалом, міжнародні закони та договори, що регулюють охорону праці та безпеку в надзвичайних ситуаціях, мають на меті забезпечити безпеку працівників та населення під час надзвичайних ситуацій. Україна, як держава-учасниця міжнародних угод та конвенцій, зобов'язана дотримуватись їх вимог та забезпечувати відповідний рівень захисту своїх громадян. Для цього необхідно здійснювати системну роботу з підготовки та проведення навчань з питань охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також забезпечувати необхідне обладнання та засоби індивідуального захисту працівників.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена детальному вивченню теми «Технології захисту гідросфери в целюлозно-паперовій промисловості».

1. Целюлозно-паперова промисловість є важливою галуззю української економіки, яка має значний потенціал для розвитку завдяки наявності природних ресурсів в країні. Розвиток цієї галузі може мати негативний екологічний вплив на довкілля, зокрема на лісові масиви та річкові екосистеми. Для уникнення проблем важливо забезпечити баланс між розвитком целюлозно-паперової промисловості та збереженням природних ресурсів та довкілля.

2. Повторне використання вторинної продукції несе велику шкоду на гідросферу. Для зменшення забруднення треба розробляти технології та методи зменшення відходів у водойма, впроваджуючи енергозберігаючі технології.

3.Сучасні технології в целюлозно-паперовій промисловості здійснюють більш ефективний захист гідросфери. Розглянули такі методи: аеробного стабілізованого осаду (АСО), біологічне очищення, коагуляція та ультрафільтрація. Велику роль відіграють інноваційні технологій в целюлозно-паперовій промисловості для високоякісного очищення відходів. Аварійні ситуації, які відбуваються при перевантаженні старих технологій треба замінювати на більш сучасні. Так, зменшаться витрати на ремонтні роботи та збільшиться ефективність очищення відходів, які потраплять в гідросферу.

4. Велику шкоду наносить на безпеку здоров’я працівників целюлозно-паперових промисловостях – пил, що провокує хвороби дихальних шляхів та алергічні захворювання. Причина цього є стан системи вентиляцій, якій затримує в приміщені розпиляючи хімічні речовини та пил. Для уникнення жахливих наслідків рекомендовано проводити на підприємствах медичний огляд працівників, видання спеціальних захисних матеріалів та слідкувати за станом систем вентиляцій.

5. При виникненні надзвичайних ситуацій найбільш небезпечні фактори на целюлозно-паперових промисловостях: викиди токсичних речовин, аварійні ситуації на обладнаннях та пожежі. Для уникнення цих проблем необхідно: проводити інструктаж перед працею за новою технікою, ретельно спланувати план евакуації і т. д.

6. Усі підприємства, які несуть загрозу при надзвичайних ситуаціях для людей та природи повинні притримуватися законів, які прописані в Конвенції Міжнародної організації праці, адже Україна є державою-учасницею та повинна виконувати вимог цієї Конвенції у всіх сферах діяльності, які підпадають під її дію.

Перспективу дослідження ми вбачаємо у розробці та впровадженні екологічно чистих технологій виробництва целюлози та паперу, які мінімізують використання водних ресурсів та забруднення гідросфери. Це можуть бути методи замкнутого циклу води, використання біологічних очисних систем, зменшення викидів шкідливих речовин у водні джерела.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гондовська А. С., Гондовський Д. С., Скоробогатова Н. Є. Інноваційні технології в целюлозно-паперовій промисловості як інструмент забезпечення сталого розвитку. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2019. № 16. С. 370-379.

2. Зінченко Д. В., Дунська А. Р. Проблеми та перспективи розвитку целюлозно-паперової промисловості України в умовах світового ринку. Актуальні проблеми економіки та управління. 2014. URL : http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2014-12.pdf.

3. Новини Асоціації українських підприємств целюлозно-паперової промисловості «УкрПапір». URL : http://www.ukrpapir.org/news.php (дата звернення : 17.04.2023).

4. Шворoб Г. М. Проблеми і перспективи розвитку целюлозно-паперової промисловості в Україні. *Міжнародна інтернет-конференція «Формування та розвиток економіки в сучасних умовах господарювання»*. 2019. URL : http://www.wp.viem.edu.ua/konf2/art.php?id=0904 (дата звернення : 17.04.2023).

5. Іванов А. І., Кравець С. М., Соловйов В. Ю. Процеси виробництва паперу та їх вплив на якість продукції. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. 28.6. С. 70-77.

6. Захист довкілля від забруднення виробництвом паперу та картону. Міністерство екології та природних ресурсів України. URL : https://menr.gov.ua/press-center/news/123-news1/5984-zahist-dovkillia-vid-zabrudnennia-vyrobnytstvom-paperu-ta-kartonu (дата звернення: 19.04.2023).

7. Ковальчук В. І., Ковальчук О. М. Енергоефективність у процесах виробництва паперу. *Наукові праці Державної науково-дослідної установи Інститут паперової промисловості*. 2019. № 33 С. 29-36.

8. Мельничук В. М., Голуб М. В. Основні тенденції розвитку целюлозно-паперової промисловості в Україні. *Наукові праці Національного університету водного господарства та природокористування*. 2017. № 1. С. 87-94.

9. Жук С. В., Іванюк І. В. Аналіз виробництва целюлози та паперу в Україні. Міжнародний науковий журнал Інтернаука. 2017. № 8. С. 27-29.

10. Лукашевич І. Ю. Підвищення екологічної безпеки виробництва паперу та картону. *Екологічна безпека та сталий розвиток.* 2018. №2(22). С. 56-61.

11. Лісовий А. І., Войтенко В. Г., Шевченко Н. В. Екологічно чисті технології переробки деревини та її відходів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2016. Вип. 3(98). С. 64-68.

12. Хоменко І. В., Шуляк С. В. Екологічна безпека виробництва целюлози та паперу. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.* 2012. № 5. С. 173-179.

13. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264-XII. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 35. Ст. 526.

14. Положення про використання та охорону водних ресурсів в Україні : затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2009 року № 424. *Офіційний вісник України*. 2009. № 34. С. 128.

15. Комплексна програма заходів з екологізації та модернізації целюлозно-паперової галузі України на 2020-2025 роки. *MINREGION* : веб-сайт. URL : minregion.gov.ua (дата звернення 25.04.2023).

16. Проект ЄС «CLEANTECH-UKRAINE». *CLE-Ukraine* : веб-сайт. URL : cleantech-ukraine.com (дата звернення 25.04.2023).

17. Ковальова О. О. Хімічні забруднення водних екосистем. Київ: Університет «Україна», 2008. 240 с.

18. Підчасов М. І. Екологічні проблеми промислового виробництва. Київ: Видавничий дім Києво-Могилянська академія, 2015. 156 с.

19. Данилюк І. В. Вплив целюлозно-паперової промисловості на гідросферу. Львів : Львівська політехніка, 2019. 112 с.

20. Павленко В. І., Чигаров О. Ю., Кравченко В. В. Економічний аналіз підприємств целюлозно-паперової промисловості України. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами.* 2017. №3 (1226). С. 65-72.

21. Маркіна М. М., Ковальова Т. І., Ковальова Л. В. Паперова продукція та її виробництво: аналіз світового та українського ринків. Економіка та управління підприємствами засобами інформаційних технологій. 2019. №4 (39). С. 67-73.

22. Савченко В. М., Костюк Н. С., Лєвчук В. С., Божко І. П. Вплив застосування біоактивних речовин на якість та властивості паперу. *Хімічні волокна*. 2018. №69 (2). С. 43-48.

23. Савченко В. М., Лєвчук В. С., Божко І. П. Підвищення якості паперу шляхом використання модифікованих крохмальних клеєвих систем. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія.* 2016. №39. С. 174-177.

24. Коновалова О. М., Марченко О. В. Екологічна безпека виробництва паперу та картону. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки*. 2019. №28 (2). С. 37-42.

25. Карпенко І. В., Головань М. В., Холодова Т. С. Очищення стічних вод методами біологічного очищення. Київ : НТУ «ХПІ» 2012. 405 с.

26. Степаненко К.Д. Очистка води. Київ : Техніка, 2002. 342 с.

27. Лавриненко О. М. Біологічна очистка стічних вод в системах аеробного стабілізованого осаду: монографія Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2015. 232 с.

28. Тарасенко І. В. Особливості очищення стічних вод методом аеробного стабілізованого осаду. *Вісник Прикарпатського університету. Серія: Хімія*. 2019. С. 32-41.

29. Томільцева А. І., Яцик А. В., Мокін В. Б. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.

30. Кіндрачук В. П., Литвиненко В. А., Кушнірук О. С. Ультрафільтрація води та стічних вод. Київ : «Наукова думка», 2016. 201 с.

31. Хіміч А. В., Григоренко В. П., Манаков А. Н., Панфілов М. І. Екологічні проблеми виробництва. К.иїв : Вища школа, 2000. 212 с.

32. Борисенко О. М., Карпенко Н. Ю. Сучасні технології знешкодження відходів. Київ : Наукова думка, 2005. 298 с.

33. Сергєєва А. В. Переробка відходів як складова сталого розвитку. Київ : Техніка, 2012. 405 с.

34. Овчаренко В. М., Кобилянський І. В., Шаповал О. В., Мазур Л. С. Методи знешкодження та переробки відходів целюлозно-паперової промисловості. *Екологія та охорона навколишнього середовища.* 2019. №25 (3). С. 43-49.

35. Кобилянський, І. В., Шаповал, О. В., Овчаренко, В. М., & Мазур, Л. С. Використання технології біохімічного окислення для знешкодження відходів целюлозно-паперової промисловості. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2019. №25 (1). С. 37-44.

36. Мазур Л. С., Шаповал О. В., Кобилянський І. В., Овчаренко В. М. Використання біоенергетичних технологій для переробки відходів целюлозно-паперової промисловості. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2018. №24 (4). С. 42-48.

37. Хворост В. І., Дем'яненко О. І., Сапіга В. І. та ін. Охорона водних ресурсів : проблеми та перспективи. *Екологічна безпека та стійкий розвиток*. 2018. Вип. 3. С. 67-73.

38. Лисенко І. М., Бондаренко Н. Ю. Технології очищення води від важких металів : сучасний стан та перспективи. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Серія Екологія, людина, техніка*. 2019. Вип. 2(45). С. 116-124.

39. Компанія «Екологічні інженерні технології». URL : https://ecotech.ua/uk (дата звернення : 25.04.2023).

40. Сайт компанії «Екологічні системи». URL : https://ecosystems.com.ua дата звернення 25.04.2023).

41. Корнієнко І. В., Костенко Л. І. Пил у целюлозно-паперовій промисловості та його вплив на здоров'я людини. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технології виробництва та товарознавство*. 2017. № 3 (91). С. 61-68.

42. Ткачук К. Н., Халімовський М. О. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ, 2006. 113 с.

43. Герасименко А. М., Євтушенко О. В. Охорона праці в целюлозно-паперовій промисловості. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Серія: Проблеми екології та охорони природи*. 2014. № 802. С. 143-149.

44. Баранов В. М., Швецова І. І. Охорона праці та здоров'я в целюлозно-паперовій промисловості. *Збірник наукових праць Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Серія: Технічні науки*. 2014. № 150. С. 59-64.

45. Промислова екологія : навч. п. С. О. Апостолюк, В. С. Джигирей, А. С. Апостолюк та ін. Київ : Знання, 2005. 474 с.

46. Іщейкіна Ю. О., Філатова В. Л., Нечепасва Л. В., Буря Л. В., Саргош О. Д., Бичко М. В. Основи безпеки життєдіяльності людини. Навчальний посібник. Полтава: ПО ІШидкоДрук, 2013. 113 с.

47. Гребінь В. В. Пожежна безпека на промислових підприємствах : навч. п. Київ : КНЕУ, 2014. 416 с.

48. Броневич О. В. Пожежна безпека будівель : навч. п. Київ : КНУБА, 2017. 452 с.

49. Косенко О. А. Пожежна безпека : навч. п. Київ : Центр учбової літератури, 2015. 448 с.

50. Грузин О. В., Коваленко К. С., Наїда Н. О., Слободіна Н. Ф., Сухаревська Т. В. Безпека життєдіяльності в надійних умовах / за ред. Грузин О. В. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 424 с.

51. Колесник О. О. Державне регулювання у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності. Київ : Кондор, 2018. 332 с.

52. Колесник О. О. Пономаренко А. М., Шункарук В. Є. Охорона праці та безпека життєдіяльності / за ред. Грузин О. В. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 464 с.