Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут Природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студентки _____Сороки Дар'ї Володимирівни_____
(ПІБ)
академічної групи _____183-19$_{зск}$-1 ІП_____
(шифр)
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища
(офіційна назва)
на тему __Удосконалення технології очистки шахтних вод в умовах шахти_ (назва за наказом ректора)

«Центральна» ДП «Торецьквугілля»_____

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Кулікова Д.В.		
розділів:			
Теоретичного	Кулікова Д.В.		
Технологічного	Кулікова Д.В.		
Охорона праці	Чеберячко Ю.І.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачка кафедри ЕТЗНС
_____ БорисовськаО.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«___» _____ 20___ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

студентцы __Сороці Д.В.___ **академічної групи** __183-19$_{зск}$-1 ІП____
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього
(офіційна назва)
середовища
на тему Удосконалення технології очистки шахтних вод в умовах шахти «Центральна» ДП «Торецьквугілля»,затверджену наказом ректора НТУ «ДП» від 02.05.2020 р. №2219-л.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Надати стислу характеристику району розташування об'єкта дослідження; ознайомитися з діяльністю шахти «Центральна» ДП «Торецьквугілля»; надати характеристику існуючої технології очищення шахтных вод та оцінити впливнедостатньо очищених стоків на якісний стан поверхневих водних об'єктів;проаналізувати існуючі методи та способи очищення шахтних вод	09.05.2022-15.05.2022
Технологічний	Проаналізувати існуючі методи знесолення мінералізованих шахтних вод; удосконалити технологію очистки шахтних вод на основі їхнього доочищення методом зворотного осмосу; розрахувати основні технологічні параметри обладнання, яке планується встановити, згідно запропонованої технології очистки	16.05.2022-05.06.2022
Охорона праці	Проаналізувати небезпечні та шкідливі фактори, що можуть виникати на виробництві; розробити заходи з охорони праці та безпеки для робітників вугледобувних підприємств	06.06.2022-09.06.2022

Завдання видано _____ _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)
Дата видачі 09.05.2022
Дата подання до екзаменаційної комісії _____
Прийнято до виконання _____ _____
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД 9
1.1 Характеристика розташування шахти «Центральна» 9
1.2 Спосіб очищення шахтних вод 11
1.3 Аналіз та оцінка якості очищення стічних вод 25
РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ 41
2.1 Методи знесолення мінералізованих шахтних вод 41
2.2 Впровадження в систему очистки технологію зворотнього осмосу 48
2.3 Розрахунок зворотно осмотичної установки 51
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ 57
3.1 Техніка безпеки вугільної промисловості 57
3.2 Вплив шкідливих факторів на шахті та розробка техніка безпеки для робітників вугледобувних підприємств 60
3.3 Кліматичні умови на робочому місці 67
3.4 Віброакустичні фактори на робочому місці 69
3.5 Хімічний склад шахтного повітря 70
ВИСНОВОК 73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 74
Додаток А. Відгук керівника кваліфікаційної роботи 76
Додаток Б. Звонішня рецензія 77
Додаток В. Довідка про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи бакалавра на присутність запозичень (плагіату) 78
Додаток Г. Відгуки керівника розділу з охорони праці та нормоконтролера 79

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 сторінок тексту, 11 рисунків, 2 таблиці, 4 додатки, 18 літературних джерел.

Мета роботи: удосконалення технологічної схеми очистки на прикладі діючого вугледобувного підприємства ДП «Торецьквугілля» (шахта «Центральна») за рахунок доочищення шахтних вод методом зворотного осмосу.

У вступі представлені загрози забруднення стічних вод на Донбасі, де одним із забруднювачів виступає вугільна промисловість.

В теоретичному розділі розповідається місце розташування шахти «Центральна», теперішня система очистки стічних вод. Наведена оцінка та аналіз стічних вод які отримуємо після існуючої системи очистки. Проаналізовано, що деякі показники стічних вод перевищують норми ГДК.

У практичному розділі наведена впроваджена система очистки для зменшення критичної концентрації шкідливих речовин в шахтних стічних водах. Було проведено розрахунок для покращення якості стічних вод після нової системи очистки.

В охороні праці представлена техніка безпеки на робочому місці та план удосконалення підвищення рівня безпеки. У висновку представлені результати впровадженої системи очистки, зворотній осмос.

ЗАБРУДНЕННЯ ШАХТНИХ ВОД, ЗНЕСОЛЕННЯ МІНЕРАЛІЗОВАНИХ ВОД, СИСТЕМА ОЧИСТКИ ЗВОРОТНІМ ОСМОСОМ.

ВСТУП

Актуальність теми. Загрози, які існують зараз на Донбасі і пов’язані з погіршенням водних ресурсів, багато і вони різноманітні. Це і затоплення шахт, і руйнування захисних споруд навколо так званих хвостовищ (озера, в яких зберігаються стічні води), це і шкідливі речовини, зокрема, ртуть, яка використовувалася в хімічному виробництві. Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного та органічного походження.

Гірничодобувна промисловість одна із найважливіших галузей виробництва, у нашій країні. Вона забезпечує всі галузі як первинною сировиною, так і енергетичною.

Вугільна промисловість має відчутний негативний вплив на навколишнє природне середовище. Ця дія поширюється на природний ландшафт, атмосферу і поверхневі водоймища не лише в безпосередній близькості від вугільних підприємств, але й на значних від них відстанях. Особливо напружена екологічна обстановка склалася насамперед у областях, де зосереджено великі підприємства з видобутку та переробки вугілля, чорної металургії, машинобудування та хімії.

Головною проблемою гірничодобувної промисловості є раціональні системи розробки родовища з корисними копалинами. На даному етапі втрати корисних копалин при видобутку становлять 60 %, а ще ми втратимо при транспортуванні та збагаченні. Крім того, при відпрацюванні підземних родовищ можливі пошкодження навколишнього середовища, що спричиняє додаткові збитки.

Особливістю гірських робіт є тимчасовий їх характер, при виснаженні родовища їхнє виробництво припиняють. У зв'язку з цим гірські роботи доцільно вести так, щоб формовані при цьому нові ландшафти, виїмки, відвали, інженерні поверхневі та підземні комплекси могли б у подальшому з максимальним ефектом використовуватись для інших народногосподарських цілей. Це забезпечить зниження шкідливого впливу гірських робіт на навколишнє середовище та

зменшить витрати на його відновлення.

Природоохоронні заходи, що здійснюються підприємством, мають повністю компенсувати негативний вплив виробництва на довкілля. Підприємство має відшкодовувати збитки, заподіяні забрудненням навколишнього середовища та нераціональним використанням природних ресурсів, та нести матеріальну відповідальність за недотримання законодавства про охорону природи. Вирішення всіх цих проблем є першорядним завданням, вирішення якого є гранично важливим для подальшого розвитку виробництва.

Головними забруднювачами водних об'єктів стали підприємства металургійної промисловості (металургійні комбінати Маріуполя, Єнакієвого, Макіївки, Авдіївки), вугільної галузі та енергетики. У багатьох містах очисні споруди морально та фізично застарілі. Місцеві водні ресурси характеризуються високою концентрацією мінеральних солей. Причина цього – скидання у водні об'єкти високомінералізованих шахтних вод, з якими за рік у воду потрапляє 1 млн. тонн різних солей.

Метою роботи є удосконалення технологічної схеми очистки на прикладі діючого вугледобувного підприємства ДП «Торецьквугілля» (шахта «Центральна») за рахунок доочищення шахтних вод методом зворотнього осмосу.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Надати характеристику об’єкта дослідження, його розташування. проаналізувати існуючу технологію та методи очищення стічних вод. Оцінити вплив недостатньо очищених стоків на якісний стан поверхневих водних об’єктів.

2. Проаналізувати існуючі методи знесолення шахтних вод. Удосконалити систему очищення впровадженням нового способу очистки стічних вод зворотнім осмомом. Провести розрахунок основних параметрів обладнання, яке планується встановити, згідно запропонованої технології очистки.

3. Праналізувати небезпечні фактори на виробництві та їхній вплив. Зробити аналіз кліматичних умов на робочому місці. Як впливає шум та вібрації на людину. Вплив забрудненого пилу на здоров’я людини. Загроза шахтного повітря на людину.

РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

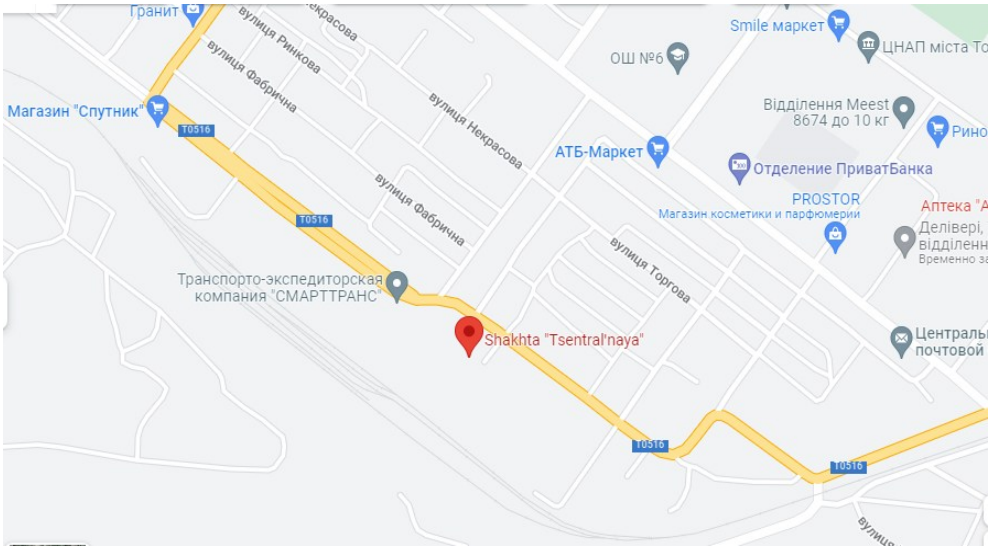
1.1 Характеристика розташування шахти «Центральна»

Шахта «Центральна» (до 2016 року – Шахта імені Дзержинського) – найстаріша вугільна шахта Донбасу та України, розташована в місті Торецьку, яке раніше входило до складу Російської імперії, а потім Радянського Союзу. найстаріша вугільна шахта Донбасу та України, розташована в місті Торецьку, яке раніше входило до складу Російської імперії, а потім Радянського Союзу. На сьогоднішній день шахта входить до складу вугледобувного державного підприємства «Торецьквугілля». Знаходиться на вул. Історична, 5, рис. 1.1. На сьогоднішній день шахта входить до складу вугледобувного державного підприємства «Торецьквугілля».

У роки Великої Вітчизняної війни шахта була зруйнована, її відновили лише до 1948 року, після чого було проведено кілька етапів реконструкції та технічної модернізації: у 1951 − 1970 роках поглибили всі 3 стволи, підключили вентилятори головного провітрювання, провели дегазацію диспетчерського зв'язку. Шахта знову була реконструйована у 1988 році.

Пік видобутку припав на 1955 − 1961 роки − 1 млн. тонн. У 1960 році на честь століття вона була нагороджена орденом Трудового Червоного Прапора. Усі п'ятирічні (1971 − 1975 та 1976 − 1980) плани шахта виконала успішно − 469000 тонн у 1971 − 1975 та 433000 тонн відповідно; перший план було виконано на 101%, а другий на 103,7%. За цей період шахта тричі стала переможцем на Всесоюзному змаганні [1].

Шахта «Торецька» − в Україні під контролем українського уряду, де добувають коксівне вугілля, яке споживає металургія [2].



а) план – схема

б) зовнішній вигляд підприємства

Рисунок 1.1 – ГП « Торецьквугілля»

1.2 Спосіб очищення шахтних вод

Шахта відпрацьовує круті пласти Горлівської, Алмазної та Каменської світ. Кут падіння пластів коливається від 60 до 62 градусів. Середньодинамічна потужність вугільних пластів становить 1,18 м. Пласти складної будови, зольність 8,1−22,7%, вміст сірки 1,5−5,5%, природна газоносність 20−22 м3/т.б.с.м.

Балансові запаси вугілля станом на 01.01.2016 року становлять 15,5 млн. тонн, промислові запаси – 13,1 млн. тонн. Шахта небезпечна за раптовим викидом вугілля та газу, а також − самозайманням вугілля. Марка вугілля, що видобувається − К, Ж, ОС. На балансі шахти числяться 16 вугільних пластів, нині відпрацьовуються 5 із них [3].

Водоочисна система шахти «Центральна» практично нічим не відрізняється від подібних до неї на інших вугільних підприємствах. Поле шахти "Центральна" (Ф.Е. Дзержинського) розташоване у Центральному геолого-промисловому районі Донбасу на території міста Торецька (Дзержинська) Донецької області, України. Вода, в якій розчинені важкі метали, марганець та інші елементи, потрапляє у відстійник, де проходить кілька стадій природної фільтрації – з одного резерву вона перетікає до іншого, і практично весь мул залишається на дні цих резервуарів.

Високомінералізовані шахтні води, що відкачуються, після відстою в накопичувачах використовують в оборотній системі водопостачання, в технології пилоподавлення, а також для «мокрих» пилогазоочисток.

Проте значні надлишки цих вод накопичуються в ставках-накопичувачах і хвостосховищах, що призводить до аварійних ситуацій і, як наслідок, до необхідності скидання їх у річки.

На першому етапі очистки стічні води потрапляють на станцію дозування гіпохлориту натрію. Станція дозування гіпохлориту натрію має захист від підвищеної вологості, усіляких перешкод та попадання всередину її бруду. Це обладнання є найважливішою частиною обслуговування басейнів та очищення води. Воно автоматично проводить вимірювання води іноді і дозує її до необхідного рівня. Станція дозування допомагає знизити або підвищити рівень водню та хімічних речовин до встановлених нормативів, що є безпечним для людського здоров'я. Після цього етапу рідина потрапляє в накопичувальну ємність. З відти насосами для подачі води Grundfos NB 100−200/181, рисунок 1.2 [4].

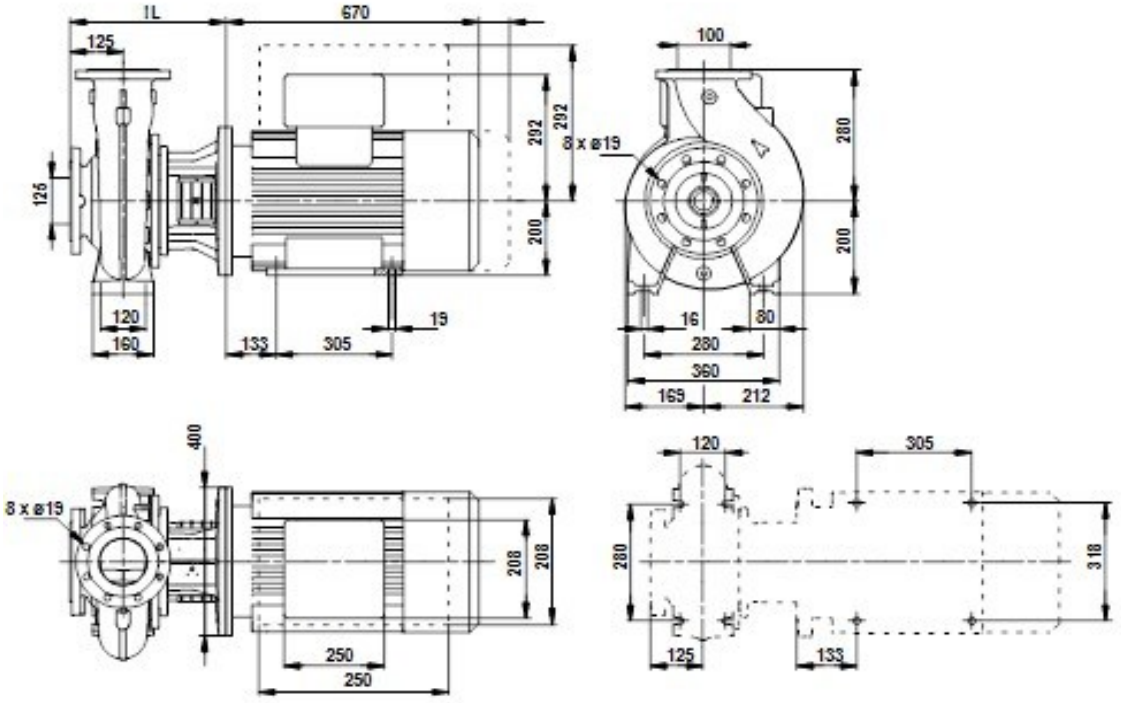


Рисунок 1.2 – Технологічна схема насосу для подачі води Grundfos NB 100-200/181

Для видалення механічних домішок з розмірами частинок понад 100 мкм передбачені самопромивні сітчасті фільтри FILTOMAT M108LP, рис. 1.3 [4].

Сітчасті фільтри застосовуються в процесі грубої механічної фільтрації стічних вод, промислової префільтрації, водопостачання системи поливу і т.д. На початковому етапі очищення їхнє завдання − затримати механічні забруднення: окалини, пісок, суспензії та інші. Сторонні частинки залишаться на фільтруючому елементі, який має певний рівень фільтрації, ступінь очищення регулюється розміром сіток [6].

Конструкція здебільшого призначена для усунення попадання в центральне постачання щільних та великих забруднень, таких як: окалина від металевих труб, пісок, глинисті частинки, мулове відкладення, механічні та колоїдні речовини. Далі вода прямує до статичного змішувача, рис. 1.4, який конструктивно являє собою вставку різної конструкції у трубі, по якій подається рідина.

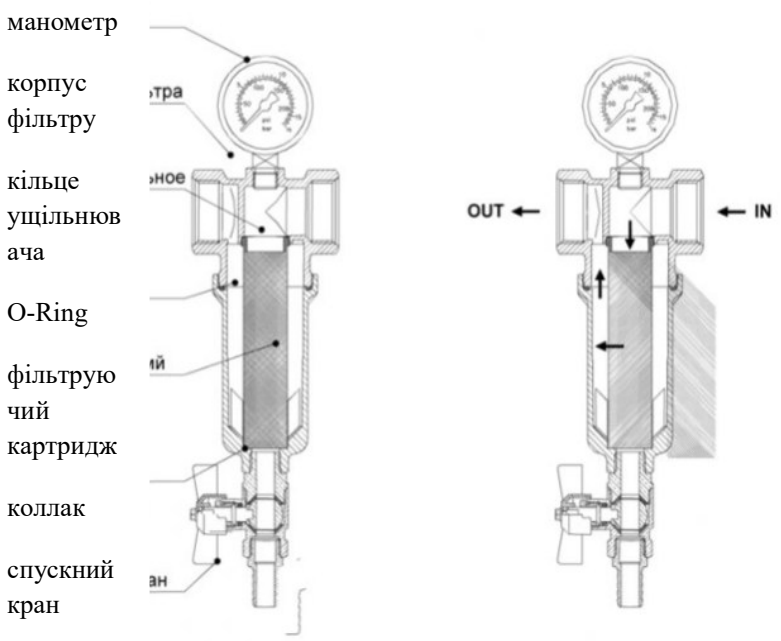
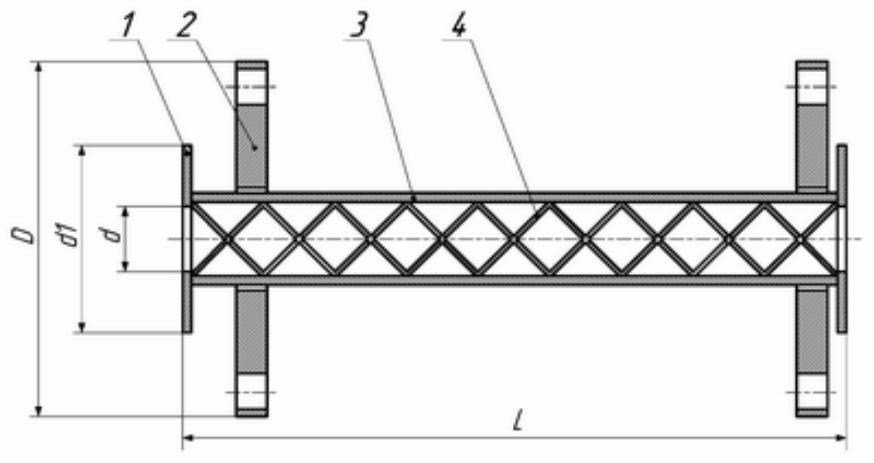


Рисунок 1.3 – Технологічна схема сітчастого механічного промивного самоочисного фільтру FILTOMAT M108LP для грубого очищення води

Змішувачі відрізняються один від одного за конфігурацією, довжиною, діаметром і набором інших показників, і в цілому дозволяють змішувати великий спектр дво- і багатокомпонентних матеріалів різної в'язкості, густини [4].



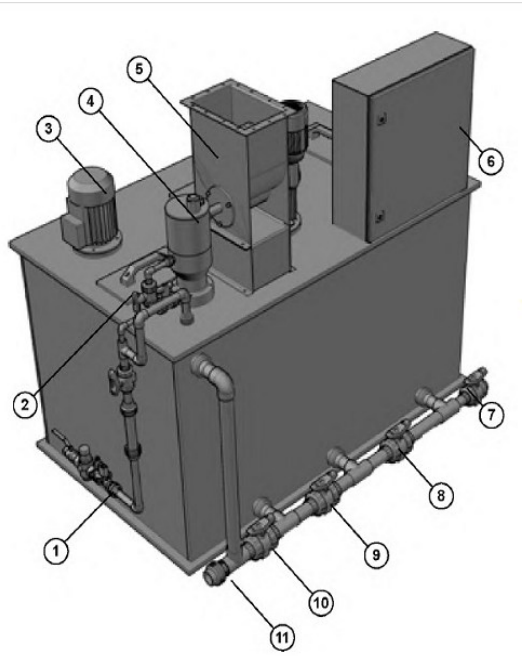
1 – приварні уільця; 2 – накидні фланці; 3 – трубчастий корпус; 4 – змішувальні елементи

Рисунок 1.4 – Технологічна схема статичного змішувача

Задача статичного змішувача − гомогенізувати матеріал, вирівняти градієнт в'язкості і кольору, не допустити попадання в суміш повітряних включень, суттєво підвищити турбулентність потоку. Потім цю воду відправляють до станції

дозування .

Станція дозування коагулянту, рису. 1.5, складаються з резервуара, розділеного на дві камери. У кожній камері встановлена мішалка. Станції дозування забезпечені автоматичним дозатором сипучих речовин і насосом для перекачування емульсії [5].



1 – подача води; 2 – оглядова кришка (для кожної камери);
3 - мішалка (одна для камери підготовки та гасіння(як опція для дозуючої камери);4 - камера змішування; 5 - дозатор порошку; 6 – шафа керування; 7 - вихід з дозуючої камери із запірним клапаном; 8,9,10 – запірна арматура; 11 – дренаж.

Рисунок 1.5 – Станція дозування коагулянту

Для отримання розчину поліелектролітів з очікуваною концентрацією, станція має клапан управління водою з витратоміром. Контролер відповідає за правильну роботу процесу, збір інформації від датчиків рівня в баках і порошку в ємкості.

Системи приготування поліелектролітів призначені для автоматичної підготовки полімерних розчинів, які використовуються в якості коагулянтів для видалення зважених часток в процесах очищення води.

Можливість замінювати порошок емульсією в багатьох випадках не потрібна, однак конструкція дозуючої станції забезпечує таку можливість.

Далі іде етап нормалізації pH в рідині. Цей етап проходить на станції корекції pH. Де іде вимірювання, аналіз та нормалізація рівня pH в стічних водах. Потім стічні води прямують до механічної очистки фільтрами.

Самоочисні фільтри для води − безумовно, ефективні у застосуванні і позбавляє зайвої роботи, пов'язаної з очищенням фільтра при його забрудненні. Ще важливіший момент, який обов'язково потрібно врахувати, що цей промивний фільтр, що самоочищається, виконує промивання в досить короткий термін. Цей процес займає не більше кількох хвилин, а фільтрація води при цьому продовжуватиметься без втрати продуктивності.

Залежно від ступеня забруднення фільтруючого елемента відкривається промивний клапан і грязесборник починає обертатися. За допомогою сопел відбувається всмоктування частинок із сітки, а потім вони викидаються у дренаж. Після цього промивний клапан знову закривається. Самоочисний фільтр грубої очистки води запускає процес автоматичного промивання по перепаду тиску або за часом. Спеціальний контролер, встановлений у фільтрі, регулюватиме цей процес. Потоки для промивання не потрібно міняти.

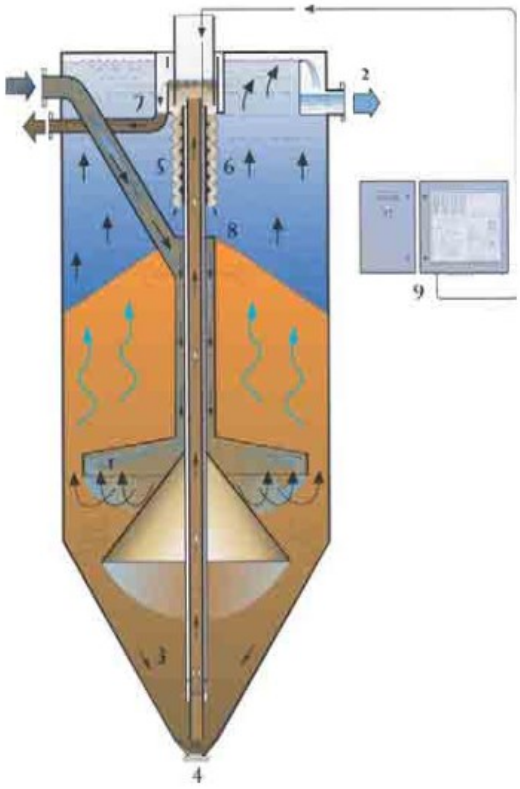
Сира вода надходить через вхідний отвір фільтра та потрапляє на грубу сітку для видалення великого сміття та твердих частинок. Завдяки простій конструкції, надійному і міцному корпусу, потік води проходить через тонку сітку для видалення дрібних частинок, що залишилися.

Реле перепаду тиску (DPS) контролює, викликане накопиченням сміття на внутрішній сітці і починає процес самоочищення при перепаді тиску 0,5 бар (7 фунт/дюйм^2). Легке техобслуговування розбирання тільки на 5 частин. Промивний клапан відкривається в атмосферу, щоб створити потужну силу всмоктування на соплах сканерів, що ефективно видаляють частинки бруду з сітки. Брудна промивна вода зливається через дренажну трубу. Автоматичне промивання залежно від перепаду тиску або встановленого часу Після ефективного очищення перепад тиску повертається до свого початкового значення, відбувається включення фільтра у штатний режим роботи без простоїв.

Важливий той факт, що фільтр для води, що самоочищається, має просту

конструкцію, а велика площа фільтрації і надійний робочий механізм роблять його кращим вирішенням проблеми з очищення великих водних потоків, що абсолютно точно стане величезною перевагою при виборі фільтра.

Видалення дрібнодисперсних механічних забруднень та суспензій проводиться за допомогою фільтрів з шаром піску що рухається DynaSand, рис. 1.6.



1 – розподільча система; 2 – патрубок; 3 – нижня частина фільтру; 4 – ерлифтний насо; 5 – пристрій промивки фільтруючого середовища; 6 – лабіринт; 7 – випускний отвір; 8 – фільтруюче середовище; 9 – панель управління

Рисунок 1.6 - фільтр з шаром піску що рухається DynaSand

Фільтр DynaSand заснований на протиточному принципі. Вода для обробки надходить через розподільну систему в нижній частині фільтра і проходить очищення в міру проходження вгору через шар піску. Фільтрат видаляється з системи через патрубок, що знаходиться у верхній частині фільтра. Забруднений пісок подається з нижньої частини фільтра за допомогою ерліфтного насоса в пристрій промивання фільтруючого середовища, що знаходиться вгорі.

починається в самому ерліфтному насосі, в якому домішки відокремлюються від частинок піску при вихровому перемішуванні.

Остаточне відмивання забруднений пісок проходить в лабіринті, де він промивається невеликим протитечією чистої води. Більш легкі частки забруднень скидаються через випускний отвір для промивної води, тоді як більш важкі гранули піску повертаються в шар фільтруючого середовища.

Таким чином, шар фільтруючого завантаження постійно рухається зверху вниз у корпусі фільтра. Регулювання подачі стисненого повітря для ерліфтного насоса проводиться за допомогою панелі управління. Таким чином, і очищення води, і відмивання фільтруючого середовища відбуваються безперервно, дозволяючи фільтру працювати без відключення [7].

На останніх етапах механічної очистки вода прямує до тонкошарового відстійника, рис. 1.7. Використання касет із тонкошаровими елементами у відстійниках інтенсифікує процес поділу неоднорідних систем у 10 разів, що при реконструкції існуючих потужностей дозволяє помітно покращити кількісні показники їхньої роботи.

Високопродуктивні відстійники, загусники з тонкошаровими касетами мають невеликі габарити, що дозволяє їх повністю виготовити в заводських умовах та доставити на об'єкт автотранспортом готовими вузлами для великовузлового збирання на місці.

Постачання тонкошарових відстійників, загусників за допомогою готових апаратів значно скорочує обсяги проектно-будівельних робіт.

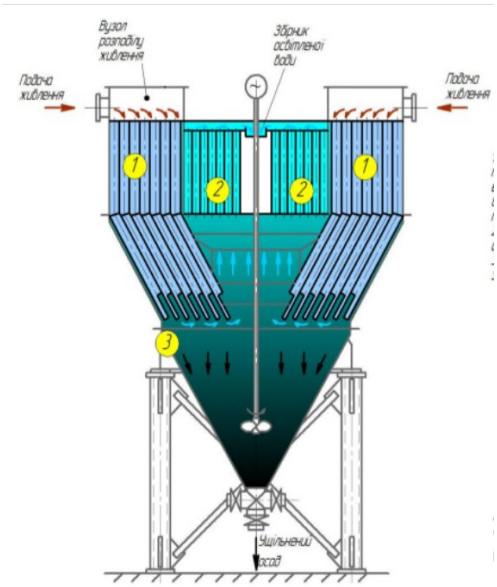


Рисунок 1.7 – Вертикальний тонкошаровий відстійник

Працюючи відстійника пульпа, оброблена флокулянтом, надходить у вхідні касети з тонкошаровими елементами. Під пульпою розуміється суміш твердих частинок та рідини, в якій вони зважені. По більшості частинок розрізняють пульпи: грубі суспензії, тонкі суспензії, шлами (ілли). Пульпи, що подаються у відстійник, можуть бути кондиціоновані добавкою коагулянтів або флокулянтів [8].

Для організації рівномірної подачі живлення у тонкошарові елементи обладнані вузлами розподілу живлення.

Напрямок руху освітленої рідини і згущеного молока в тонкошарових елементах вхідних касет збігаються, тобто течії прямоточні, низхідні. Такі конструктивні рішення переважні для пульп із відносно високою жорсткою концентрацією.

Далі осад касет надходить у пірамідальне днище відстійника, де відбувається ущільнення осаду. Ущільнення осаду може бути інтенсифіковане перемішуванням мішалкою.

Вивантаження осаду з відстійника може бути безперервним або періодичним, що визначається технологічними завданнями та матеріальним балансом.

Освітлена вода піднімається через касету доочищення з тонкошаровими елементами, в якій рух доочищеної рідини висхідний, напрямок освітленої води і протилежний згущений, тобто рух протиточний.

Освітлена вода збирається в лоток і потім через збірку освітленої води відстійником самопливом віддаляється у зовнішню мережу.

Основним зломом тонкошарового відстійника є касети з тонкошаровими елементами, утвореними паралельними пластинами або трубчастими каналами, що дозволяють розвинути поверхню осадження відстійника та організувати оптимальні гідродинамічні умови поділу неоднорідних систем.

Спливаючі часточки рухаються разом із освітленою рідиною пульпи вздовж верхньої стінки каналу нагору. Спливаючі часточки збираються поза тонкошаровим елементом у верхній частині відстійника (флотатора) і відокремлюється від освітленої рідини.

Частки, що осаджуються, збираються на нижній стінці каналу і зісковзують вниз по каналу, формуючи згущений осад відстійника. З відстійника вода прямує до накопичувальної ємності.

Останнім фільтруючим апаратом очистки води використовуємо фільтр з активованим вугіллям LWT – CF3000, рисунок 1.8. Вугільний фільтр призначений для очищення водопровідної води, а також застосовується як система водопідготовки при водопостачанні автономного типу. Очищувальною речовиною в цих конструкціях є активоване вугілля. Він, у свою чергу, є продуктом на основі деревини листяних порід або шкаралупи кокосових горіхів, які зазнають термічного впливу. Завершальним етапом є процедура розтину пір, звана активацією. Крім вугілля, у складі можуть бути інші компоненти, що містять висококонцентрований вуглець [9].

В результаті виходить пориста речовина, що має здатність до сорбування, тобто затримування забруднюючих частинок та пропускання вологи.

1 – напірний корпус; 2 – блок керування; 3 – напрямок потоку води;
4 – центральний розподільний стояк; 5 – нижня розподільча система;
6 – гравійна підкладка; 7 – фільтруючий шар із активованого вугілля

Рисунок 1.8 – Фільтр з активованим вугіллям LWT – CF3000

Виступаючи як сорбент, активоване вугілля у складі фільтра виконує наступні функції:

− усунення неприємного смаку та запаху води;

− очищення води від іржі;

− затримування органічних елементів, зокрема мікроорганізмів;

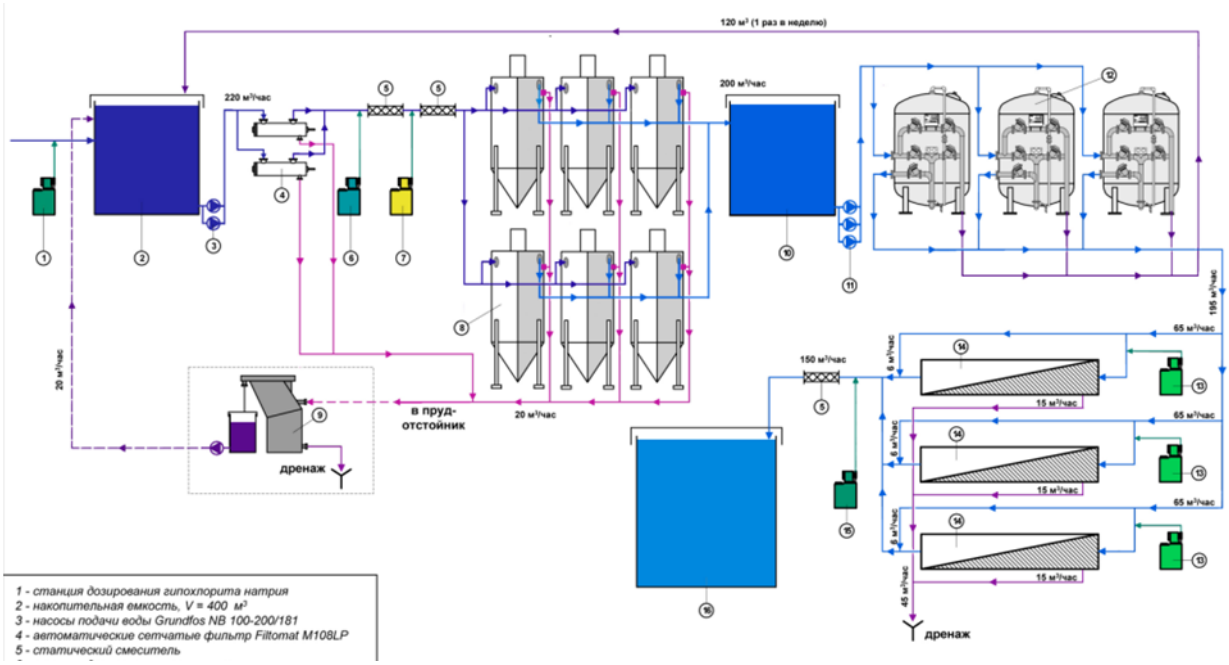
− видалення з води залишкового хлору та інших елементів, що використовуються для дезінфекції.

Далі очищена стічна вода надходить до станції дозування гіпохлориту натрію де іде аналіз та порівняння данних, вимірів до очистки та після. Станція дозування хімічних реагентів дозволяє постійно вимірювати показники води та рівня водню, а також інших хімічних речовин, а потім регулювати їх до необхідного рівня. Таке обладнання має мінімальні розміри та зручність у монтажі та обслуговуванні.

Станція дозування гіпохлориту натрію має захист від підвищеної вологості, усіляких перешкод та попадання всередину її бруду. Це обладнання є

найважливішою частиною очищення води. Воно автоматично проводить вимірювання води іноді і дозує її до необхідного рівня. Станція дозування допомагає знизити або підвищити рівень водню та хімічних речовин до встановлених нормативів, що забезпечує безпечне використання води для людського здоров'я.

Після очистки та нормалізації концентрації всіх речовин вода потрапляє до накопичувальної ємності, рис. 1.9 [5].



1 – станція дозування гіпохлориту натрію; 2 – накопичувальна ємність; 3 – насоси подачі води; 4 – автматичні сітчасті фільтри; 5 – статичний змішувач; 6 – станція дозування коагулянту; 7 – станція корекції pH; 8 – самопромивні пвсчані фільтри; 9 – тонкошаровий відстійник; 10 – накопичувальна ємність; 11 – насоси подачі води; 12 – фільтри з активованим вугіллям; 15 – станція дозування гіпохлориту натрію; 16 – накопичувальна ємність

Рисунок 1.9 – Технологічна схема процессу підготовки води

1.3 Аналіз та оцінка якості очищення стічних вод

Знищення та деградація природних екосистем на суші та у водному середовищі призвели до швидкого скорочення біорізноманіття та тотального забруднення довкілля, атмосфери та водних ресурсів.

При забрудненні поверхневих і підземних вод не просто виключається можливість їх використання для питних цілей та господарської діяльності, а порушуються закони біосфери та з'являється негативний результат, якщо не одразу, то не в такому віддаленому майбутньому. В енергетиці, металургійній та хімічній промисловості величезні обсяги прісних вод використовуються як теплоносій – для відведення тепла в установках, що застосовуються у технологічних процесах. Шахтні води можуть витіснити широко використовувані прісні води, що дозволить суттєво знизити їхній дефіцит. Наприклад, на шахтах Донецька відкачується на поверхню близько 60 млн. м3 води на рік.

Основним забруднювачем шахтних та кар'єрних вод є зважені та мінеральні речовини, нафтопродукти, солі важких металів, бактеріальні домішки.

На всіх підприємствах шахтні води очищаються механічними методами на більш ніж 400 водоочисних спорудах. Шахтна вода, що скидається в гідрографічну мережу після очищення та наступного відстою, містить, як правило, до 30 мг/л завислих речовин і надає певний вплив на поверхневі води. Очищені шахтні води скидаються в річки басейнів Азовського та Чорного морів: Азовського – Сіверський Донець із притоками, Міус, Кальміус; Чорного – Дніпро із притоками, Південний Буг.

У шахтних водах міститься велика кількість завислих (25-150 мг/л), забруднюючих та шкідливих речовин. Проте проектами з ліквідації шахт, як правило, передбачається або будівництво кущових очисних споруд, або використання вже існуючих, які можуть забезпечити виключно механічне очищення шахтних вод, внаслідок чого знижується лише вміст завислих речовин.

Шахтні води забруднені зваженими дисперсними частинками вугілля та породи. Враховуючи те, що вугілля менш тверде порівняно з порожньою породою, то в шахтній воді, що відкачується, частка частинок вугілля більша, ніж частинок породи.

Відбувається своєрідний перший ступінь збагачення вугілля. Виникає необхідність видалити ці частки вугілля із шахтної води. При цьому сконцентровані на очисних спорудах зважені частинки є якісним паливом, яке

може бути використане на промислових установках та побутових твердопаливних котлах. Шахтні води є одним із найбільш поширених на Донбасі різновидом стічних вод. Очищення стічних вод від завислих частинок поступово вдосконалюється. У промислових установках у вітчизняній практиці та за кордоном широко застосовуються відстійники.

Ступінь забруднення шахтних вод органічними речовинами оцінюється за показниками БПК, ГПК та окислюваністю.

Окислюваність є забрудненість шахтної води органічними речовинами і виражається кількістю кисню в міліграмах, що витрачається на окиснення цих речовин на 1л. води у певних умовах. Величина окислюваності шахтних вод Донецького басейну знаходиться в межах 6.5 – 40 мг^2/л.

Другим показником органічного забруднення шахтних вод є БПК – біохімічна потреба у кисні, яка визначається кількістю кисню необхідного для окислення органічних речовин біологічним шляхом за певний проміжок часу. Зазвичай визначають БПК5, БПК,0 і БПКМ = БПКП0ЛН0Е (п'ять і двадцятидобовий). Показники БПК дуже різноманітні для вод навіть у межах басейну. Так, БПК5 шахтних вод Донецького басейну знаходяться в межах 0,36-85,9 мг ^{2}/л (2), за іншими даними від 0,2 до 110 мг/л.

Третім показником забруднення шахтних вод є ГПК – хімічна потреба у кисні, яка визначається кількістю кисню необхідного для окислення всіх забруднюючих речовин у воді за допомогою різних хімічних речовин – окислювачів. Показники ГПК дуже різноманітні для вод навіть у межах басейну від 5 до 250 мг/л.

У зв'язку із скороченням виробництва та закриттям шахт загальний обсяг шахтного водовідливу зменшився, внаслідок чого на низці шахт проектна потужність очисних споруд значно перевищує фактичне надходження шахтних вод. Високомінералізовані шахтні води обробляються в очисних спорудах механічного та фізико-хімічного очищення, де знижується тільки вміст зважених речовин, тому практично весь обсяг шахтних вод, що пройшли очищення, віднесений до категорії недостатньої очищеності за мінеральним складом.

Мінералізація основного обсягу шахтних вод становить 2–10 г/л, причому у річки Міус та Кальміус скидається вода з мінералізацією 2–3 г/л, а в річку Сіверський Донець – з мінералізацією від 2 до 10 г/л та більше. Зауважимо, що у Донбасі основним джерелом питного та технічного водопостачання є канал Сіверський Донець – Донбас, з якого за орієнтовними оцінками не менше 50% води витрачається на технічні потреби. Кількість води, що відкачується на шахті 500 $м^3$/год; мінералізація – 1500 г/$м^3$.

На забруднення річок і водойм значно впливають також підтоплені території, які утворилися після відпрацювання вугільних пластів і виникнення просідань грунту. Лише на Донбасі зафіксовано підтоплення територій у межах 25 шахтних полів. Як правило, після підтоплення мінералізація поверхневих та підземних вод помітно збільшується.

Щорічно шахти та вуглезбагачувальні фабрики видають близько 70 млн. т вугільних відходів, з яких 40–45 млн. т складають у відвали. В Україні утворилися 1063 породні відвали, з яких близько 15–20% – палаючі, при цьому значна частина з них діють. Вони займають площу 7188 га, де зберігається близько 1,7 млрд. м3 породи. Основна частина відвалів порід (1009) розташована на Донбасі.

Сьогодні проблема шахтних вод є чи не найгострішою у промислово розвинених регіонах України, оскільки спричиняє мінералізацію вод поверхневих водойм і перешкоджає забезпеченню населення якісною питною водою.

На шахтах Східного Донбасу виявлено близько 30 хімічних елементів, що здебільшого відповідає кількості мікроелементів підземних вод вугленосних відкладень. Ряд мікроелементів, таких як Pe, Al, Mn, Cu, C, Sr у шахтних водах міститься у значних кількостях по порівняно із вмістом їх у підземних водах.

На шахті «Центральна» ДП «Торецьквугілля» дисперсний склад завислих речовин :

- більше 50 мкм – 7 – 18 %;
- 10 – 50 мкм – 22 – 77 %;
- 5 – 10 мкм – 15 – 35 %;
- менше 5 мкм – 17 – 53 %.

Частинки крупністю понад 50 мкм. можуть бути в основному :

- уловлені в відстійників без добавки реагентів;
- частинки в діапазоні 10 - 50 мкм – у відстійниках, але з добавкою реагентів;
- частинки розміром 5 - 10 мкм – у фільтрах без добавки реагентів;
- частинки менше 5 мкм – у фільтрах з добавкою реагентів.

За своїм хімічним складом шахтні води відповідають водам того підземного горизонту, з якого вони піднято. У незначних концентраціях додаються антропогенні забруднення як нафтопродуктів, поверхнево активних речовин, хімічних реагентів, які у підземні води у процесі їх накопичення і транспортування поверхню.

Крім забруднення механічними і органічними домішками шахтні води характеризуються високим солевмістом, що обмежує їх комплексне використання у промисловості без належного очищення, а також представляє реальну небезпеку забруднення поверхневих і підземних вод.

Закриття шахт викликає витіснення водою метану з гірського масиву на денну поверхню та проникнення його у будівлі та споруди.

Після закриття шахт виникає проблема забруднення, відновлення та охорони водних ресурсів. Заповнення шахт відбувається високомінералізованими та забрудненими водами, що мали геологічний контакт з розрізами шахт, шламонакопичувачами, фільтруючими ставками-накопичувачами шахтних вод, відстійниками, складами отрутохімікатів та мінеральних добрив, териконами та хвостосховищами промислових стоків.

Гідроізоляція днищ і бортів цих споруд, як правило, відсутня, накопичувачі розташовуються в логах, балках, тому вони є інтенсивними джерелами фільтрації у підземні води та забруднення водних ресурсів фенолами, нітратами, нафтопродуктами, ціанідами та іншими токсичними елементами.

У зв'язку із скороченням виробництва та закриттям шахт загальний обсяг шахтного водовідливу зменшився, внаслідок чого на низці шахт проектна потужність очисних споруд значно перевищує фактичне надходження шахтних

вод. Високомінералізовані шахтні води обробляються в очисних спорудах механічного та фізико-хімічного очищення, де знижується тільки вміст зважених речовин, тому практично весь обсяг шахтних вод, що пройшли очищення, віднесений до категорії недостатньої очищеності за мінеральним складом. Їхня мінералізація, як правило, перевищує допустиму норму 1 г/л і коливається від 1,5-1,7 г/л до 20-50 г/л [10].

До проходження різних етапів очистки вода має такі показники :

- зважені речовини – 12 мг/л;
- pH – 7,8;
- амоній – 0,32 мг/л;
- нітрити – 0,45 мг/л;
- нітрати – 0,75 мг/л;
- сульфати – 455 мг/л;
- хлориди – 2100 мг/л;
- фосфати – 0,075 мг/л;
- залізо – 0,41 мг/л;
- лужність – 6,20 мг-екв/л;
- жорсткість – 22 мг-екв/л;
- сухий залишок – 5050 мг/л;
- нафтопродукти – 0,57 мг/л;

Після фільтраці деякі речовини змінилися в концентрації :

- зважені речовини – < 0,5 мг/л;
- pH – 7,2;
- сульфати – 485 мг/л;
- залізо – 0,05 мг/л;
- сухий залишок – 5150 мг/л;
- нафтопродукти – 0,1 мг/л;

Порівнюємо з нормами ГДК. Всі результати заносимо в таблицю 1.1

Щорічно зі стічними водами вугільних підприємств у водойми надходить велика кількість завислих речовин, нафтопродуктів, фенолів, важких металів.

Маса забруднюючих речовин, що скидаються, значно перевищує само очищувальну здатність водойм, що призводить до забруднення водних об’єктів, суттєво обмежує або повністю виключає народногосподарське використання.

За данними природоохоронних органів до початку 2013 р. внаслідок скидання не доочищених шахтних та кар’єрних вод у басейні виведено з водокористування понад 200 малих річок. Слід також зазначити, що існуючий рівень наукового забезпечення екологізації вугільної галузі не відповідає сучасним вимогам.

Ціла низка екологічних проблем, з якими стикаються підприємства у своїй діяльності і які вимагають наукового опрацювання, не знайшли ефективних рішень.

Серйозні труднощі у виробників і проектувальників викликають такі проблеми, як технологія очищення шахтних і кар’єрних стічних вод складного хімічного складу від комплексу забруднюючих речовин, до складу яких входять нафтопродукти, феноли, розчинені мінеральні солі, іони важких металів.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до впровадження очистки зворотнього осмосу

Показники	Одиниці вимірювання	Вихідна вода	шахтна вода після очищення	Вимоги до складу стічних вод для безпечного їх відведення та очищенна
				Максимально допустиме значення показника та концентрація в пробі стічних вод
Величина pH		7,8	7,2	6,5-9,5.
Зважені речовини	мг/л	12	<0,5	250
Амоній	мг/л	0,32	0,32	35,9
Нітрити	мг/л	0,45	0,45	1,0
Нітрати	мг/л	0,75	0,75	50,0
Сульфати	мг/л	455	485	400
Хлориди	мг/л	2100	2100	350
Фосфати	мг/л	0,075	0,075	10,0
Залізо	мг/л	0,41	0,05	1,0
Лужність	мг/л	6,20	6,20	<0,0001
Жорсткість	мг/л	22	22	20,04
Сухий залишок	мг/л	5050	5150	25000
Нафтопродукти	мг/л	0,57	0,1	8
Залишковий хлор	мг/л	-	1,0	5

В даний час переважна частина наявних на вугільних підприємствах очисних споруд не забезпечує очищення стічних вод до нормативних вимог через недосконаліть застосовуваних схем очищення, неграмотної експлуатації споруд без дотримання будь − яких технологічних регламентів навіть фахівцями несуміжних профілів. Всі ці явища призводять до неефективної роботи споруд і не дозволяють досягти можливих показників очищення.

Більшість очисних споруд, що експлуатуються представлені грунтовими горизонтальними відстійниками, влаштованими у природних чи штучних виїмках. З фільтруючими дамбами або без них і установками, що збагачують.

Шахтні води зі складним мінеральним складом неможливо довести по глибині очення до ГДК забруднених речовин при скиданні їх у рибогосподарські водойми, до категорії яких належать річки нашого регіону, простими механічними методами очищення відстоювання та фільтрації без застосування технологій глибокого фізико – хімічного очищення.

Крім того, на багатьох спорудах відстоювання, що експлуатуються тривалий період, не дотримуються гідравлічні режими : швидкість руху стоків у відстійній зоні, глибина і довжина зони відстювання, висота шару накопичувального осаду, довжина шляху фільтрації освітленої шахтної води (товщина фільтруючої води), фільтруючого матеріалу дамби і його фракційний склад.

Недотримання технологічних регламентів процесів очищення значно знижує ефекти затримання забруднюючих речовин, які могли б бути досягнуті на даних спорудах. Важливими напрямками вирішення проблеми очищення шахтних вод у запобіганні скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти можна почати створення та дотримання необхідних режимів очищення на діючих спрудах та максимальну інтенсифікацію їх роботи. Це дозволить значно скоротити скидання зважених речовин і нафтопродуктів у

водойми з мінеральними витратами на модернізацію діючих споруд.

В даний час досить часто трапляється, що відстійники в результаті тривалої експлуатації заповнені віділеним при очищенні стоків шламом вище розрахункових відміток. Внасліжок цього зменшується глибина зони вдстоювання і, відповідно, збільшується швидкість руху стоків у відстійній зоні, а отже, знижується ефект їх освітлення.

Як правило, в експлуатовані горизонтальні відстійники шахтні води подаються з шахти зосереджено одним або двома трубопроводами під залишковим напором.

У місці випуску стоків утворюється пляж із шламу, що скорочує довжину зони від стаювання та час перебування стоків у ній слідство, знижується ефективність очищення. Крім того, зосереджений введення стоків не забезпечує рівномірного розподілу їх по всій ширині та глибині зони відстоювання, що значно зменшує її активну зону; відбувається збільшення шидкості потоку на початку відстоювання зони та змучування виділеного раніше осаду, що також значно знижує ефективність роботи всієї споруди.

Існуючі споруди відстоювання дуже рідко обладнані пристроями для видалення виділених нафтопродуктів, які у вигляді плівки накопичуються в кінці відстійної зони і захоплюються виведеними зі споруди очищеними стоками, внаслідок чого відбувається їх вторинне забруднення нафтопродуктами.

Фільтруючі дамби, що влаштовуються в складі очисних споруд, повинні затримувати дрібнодисперсні домішки, не уловлені у відстійній зоні. Однак, не завжди витримується розрахункова ширина (довжина фільтрації) і не завжди використовується матеріал, що володіє потрібною грязеємкістю і певним фракційним складом. Тому дамби не забезпечують необхідного затримання дрібнодисперсних вугільних частинок та нафтопродуктів, які не можуть бути виділені звичайним відстоюванням.

Для вирішення значних та усунених проблем на існуючих спорудах очищення шахтних вод з метою інтенсифікації їх роботи та підвищення ефективності очищення з мінімальними витратами необхідно:

- створити нормативну (1,5–3,0 м) глибину зони відстоювання, для чого

потрібно звільнити секції відстійників від уловленого раніше шламу;

- обладнати відстійники розосереджений підводними розподільними пристроями, що дозволяють подавати стоки в зону відстоювання по всій її ширині і глибині з однаковими швидкостями в безнапірному режимі;

- для видалення виділених у відстійниках нафтопродуктів передбачити встановлення в них нафтозбірних пристроїв;

- для збереження в зоні відстоювання сталого ламінарного режиму роботи добувати споруди в розосередженими в досборними пристоями, що забезпечують рівномірне відведення середніх, найбільш чистих шарів очищених стоків;

- постійно стежити і підтримувати нормативну глибину та довжину відстійної зони;

- фільтруючі дамби відсипати потрібної ширини із матеріалу відповідних грязеємності та фракційного складу, що створить умови для досягнення найкращих ефектів затримання дрібнидисперсних зважених речовин і нафтопродуктів з шахтних вод, що очищаються.

Необхідно розглянути можливість використання фільтруючих матеріалів з горілих порід, що готуються фірмою, ефективність яких довдена на водопровідних спорудах Камеровської області.

Пропоновані рішення з реконструкції очисних споруд. Підвищення ефективності очищення стоків існуючих очисних споруд досягається за рахунок :

- збільшення коефіцієнта використання обсягу зони відстоювання;
- створення і збереження усталеного ламінарного режиму очищення;

- своєчасного та регулярного видалення виділених нафтопродуктів;
- одне і двоступінчасте доочищення стоків фільтрацією через зернисте завантаження з місцевих фільтруючих матеріалів;

Реконструкція очисних споруд полягає в дообладнанні їх :

- розосередженою глибинною системою;
- розосередженою водозбірною системою;
- нафтозбірними пристроями;
- фільтруючими спорудами з відповідного матеріалу та необхідної довжини.

Реалізація запропонованих заходів дасть можливість досягти якості очищеного стоку, що дозволяє використовувати його в системах виробничого водопостачання [16].

Загальні вимоги до складу та властивостей стічних вод, які скидаються до систем централізованого водовідведення:

- До систем централізованого водовідведення приймаються стічні води споживачів, які не призводять до порушення роботи каналізаційних мереж та очисних споруд, безпеки їх експлуатації та можуть бути очищені на КОС виробників відповідно до вимог Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 року № 465.

Стічні води, що приймають до систем централізованого водовідведення, не повинні:

1) містити горючих домішок і розчинених газоподібних речовин, здатних утворювати вибухонебезпечні суміші;

2) містити речовин, які здатні захаращувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях (сміття, ґрунт, абразивні порошки та інші грубодисперсні завісі, гіпс, вапно, пісок, металева та пластмасова стружка, жири, смоли, мазут, пивна дробина, хлібні дріжджі тощо);

3) містити тільки неорганічних речовин або речовин, які не піддаються

біологічній деструкції;

4) містити речовин, для яких не встановлено гранично допустимих концентрацій (далі – ГДК) для води водойм або токсичних речовин, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод, а також речовин, для визначення яких не розроблено методів аналітичного контролю;

5) містити небезпечних бактеріальних, вірусних, токсичних та радіоактивних забруднень;

6) містити біологічно жорстких синтетичних поверхнево-активних речовин (далі – СПАР), рівень первинного біологічного розкладу яких становить менше 80%;

7) мати температуру вище 40 ^{0}C;

8) мати pH нижче 6,5 або вище 9,0;

9) мати хімічне споживання кисню (далі – ХСК) вище біохімічного споживання кисню за 5 діб (далі – БСК$_5$) більше ніж у 2,5 раза;

10) мати БСК, яке перевищує вказане в проекті КОС відповідного населеного пункту;

11) створювати умови для заподіяння шкоди здоров'ю персоналу, що обслуговує системи централізованого водовідведення;

12) унеможливлювати утилізацію осадів стічних вод із застосуванням методів, безпечних для навколишнього природного середовища;

13) містити забруднюючих речовин з перевищенням допустимих концентрацій, установлених цими Правилами та місцевими правилами приймання [5].

РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ

2.1 Методи знесолення мінералізованих шахтних вод

Шахтні води вугільних підприємств України, зокрема Донбасу, характеризуються високим солевмістом 3000–10000 мг/л. У зв'язку з недостатнім фінансуванням шахт, що закриваються, застосування таких способів знесолення і опріснення, як: іонний обмін, термічний метод, електродіаліз, зворотний осмос, через свою дорожнечу, стає неможливим.

Тому, шахти Донбасу, що знаходяться в стадії ліквідації і працюють тільки в режимі водовідливу, що відкачуються стоки без очищення безпосередньо скидають в гідрографічну мережу регіону. І, як наслідок, відбувається евтрофікація водних об'єктів і заболочування території.

При виборі тієї чи іншої технології знесолення часто виникає питання, яку технологію обрати. Найбільшими конкурентами при знесоленні значних об`ємів вод високого ступеню солоності є два мембранних методи: зворотній осмос (процес мембранного розділення рідких розчинів шляхом проникнення через напівпроникну мембрану розчинника під дією тиску застосованого до розчину, що перевищує його осмотичний тиск) і електродіаліз (процес проходження іонів розчиненої речовини через мембрану під дією електричного поля у вигляді градієнта електричного потенціалу), які поперемінно конкурують між собою за право домінувати.

Хоча теоретично при обох процесах потрібна співставна кількість енергії, необоротне розсіювання енергії істотно відрізняється. Необоротні втрати енергії при зворотньому осмосі викликані гідравлічним опіром мембрани потоку води і, таким чином, залежить від концентрації солі у розчині. У електродіалізі необоротні втрати енергії викликані електричним опором потоку іонів через мембрану. Для подачі розчинів з низькою концентрацією солей потреби в енергії, як правило, нижче у випадку

використання електродіалізу ніж при зворотному осмосі, з реверсним подаванням сильно концентрованих розчинів. [11]

Знесолювання води – це зниження концентрації розчинених у ній солей. Процедура може мати тотальний характер, коли рідина позбавляється будь-якого соляного вмісту або часткова, коли в ній залишається задана кількість солі.

Оскільки закриваються гірничодобувні підприємства, характеризуються відносно невеликою витратою стоків, для них прийнятний біологічний спосіб знесолення за допомогою вищих гідробіонтів. Перевагою даного способу очищення є низька вартість, відсутність необхідності використання електроенергії, а також простота в будівництві і експлуатації біологічних споруд .

В останні десятиліття особливий інтерес викликає можливість використання вищих водних рослин для очищення побутових і промислових стоків, а так само використання їх біомаси для виробництва енергії, волокон і накопичення родючого шару. Традиційно для біологічного очищення води використовують такі вищі водні рослини, як: очерет звичайний, рогіз, очерет, ейхорнія, які здатні витягувати з води біогенні елементи і розчинені мінеральні речовини і використовувати їх для формування своїх клітинних структур . Так само, доведена здатність вищих водних рослин очищати воду від нітратів і важких металів [12].

Будь-яка рідина у своєму складі має певну частину солей, мікроорганізмів, мінералів. Очищення природної чи водопровідної води виводить із неї шкідливі речовини. Але іноді вона у складі має велику кількість солей, які роблять її непридатною для вживання.

Повне знесолення проводиться наступними способами:

- дистиляція, термічний метод

Знецілення води за допомогою методу дистиляції – найстаріший і поширений на сьогоднішній день спосіб. Плюсом є його загальна

доступність, а мінусом – дорожнеча процесу. Для отримання води без домішок використовують дистилятори. Вони є випарниками декількох типів, різниця між якими полягає в конструкції, вигляді використовуваної енергії. Найбільш поширені – парові та електричні апарати, що відрізняються дорожнечею та великим споживанням енергоресурсів.

Апарат являє собою котел (або кілька котлів) низького тиску, де рідина перетворюється на пару і відокремлює концентрат солей. Щоб вода отримала максимальну очистку, в апараті досягається температура повільного кипіння. При такому режимі важкі домішки не потрапляють в дистилят, що конденсується. Одним з варіантів зменшення вартості є збільшення кількості ступенів, але така установка тягне за собою великі початкові інвестиції.

Обладнання для дистиляції, крім споживання великої кількості енергії, має значну вартість всіх елементів. Забезпечити високий рівень чистоти можуть дорогі труби, арматура, теплообмінники, випарники, виготовлені з кварцу або платини. Інші матеріали непридатні.

- шляхом іонного обміну

Осадка домішок у такий спосіб дозволяє отримати чистішу рідину за короткий термін, що важливо при промисловому знесолюванні. Спосіб є найбільш економічно вигідним і дає кращий результат очищення.

Метод заснований на видаленні з рідини катіонів та аніонів солей, в результаті очищення можна досягти різного ступеня демінералізації, аж до повного видалення сольових агентів. Знесолювання води іонним обміном відбувається за участю іонітів, що є нерозчинними у воді полімерами, що містять рухомий іон. За створених умов підготовлений полімер входить у реакцію обміну з іонами солей тієї самої знака. Іоніти, що містяться у водному середовищі, набухають, збільшуючись у розмірі в 1,5–2 рази.

У міру проходження часу іоніти збирають розчинені у воді солі та ущільнюються. Насичені іоніти регенерують, після чого роблять їх очищення. Продукти, отримані з насичених іонітів, називаються «елюатами»,

до їх складу входять розчини солей та лугів. Частина є цінним речовиною, тому їх утилізують як цінні компоненти.

- методом електродіалізу

Суть методу полягає у пропуску води через електричне поле, при цьому відбувається перенесення іонів солей – катіони розподіляються у бік катода, а аніони – до анода. Система має три відсіки, які утворюються за допомогою катодного та анодного діафрагму. У серединному відсіку знаходиться вода, підготовлена до знесолювання.

Через потік пропускають постійний електричний струм, за допомогою якого відбувається сортування солей на катодний та анодний діафрагми. Метод є дуже дорогим за витратами на обладнання та витратами на електроенергію, у зв'язку з чим не набув поширення.

Часткове видалення солі досягається при застосуванні наступних способів:

- вапнування

У цьому процесі дезінфікуючий засіб є перш за все високою температурою, а в якості вторинного агента – сильною лужною речовиною. Під час обробки вапняного шару температура може досягати і перевищувати 100°C. Під час змішування відбувається реакція вапна (CaO) з водою, що міститься в осаді.

Внаслідок цієї реакції утворюється гашене вапно $Ca(OH)_2$ і утворюється теплова енергія. Одним з важливих факторів, що впливає на процес вапнування, є хімічна характеристика вапна. Розміри частинок можуть впливати на швидкість процесу гідратації, а це в свою чергу впливає на час необхідний для досягнення температури пастеризації. Гідратація включає в себе змішування вапна з достатньою кількістю води, щоб утворити високу температуру і по закінченню процесу отримати вапно у вигляді сухого порошку. Продукт може бути упакований та утилізований із заводу.

- баритове пом'якшення

Цей метод застосовують у поєднанні з іншими методами. Спочатку у воду вводять барійвмісні реагенти (C03; B(OH)2; B(A102)2) для усунення сульфатної жорсткості, потім після освітлення воду обробляють вапном і содою для подальшого пом'якшення.

Барієвий метод застосовують рідко через високу вартість барійвмісних реагентів. Для пом'якшення питної води він непридатний, оскільки барійвмісні реагенти токсичні.

- Н-катіонування

Технологія пом'якшення води з урахуванням іонного обміну, саме, з урахуванням Натрій-катионирования грунтується на хімічних реакціях обміну іонами – тобто. одні іони (у нашому випадку - іони, що формують жорсткість води - Кальцій, Магній) витягуються з води, а натомість їх у воду «додаються» іони заміщення. У випадку з використанням Na-катіонування такими «іонами, що заміщають», стають іони Натрію, що не викликають ефекту «накіпеутворення».

- Виморожування

Цей метод застосовується, очевидно, тільки в холодну пору року, звичайно з листопада по березень.

Фізико-хімічна основа цього методу полягає в наступному: при замерзанні розчинів кристалізується чистий розчинник, а розчин насичується залишком розчиненої речовини.

Вимерзання чистого розчинника теоретично відбувається до тих пір, поки концентрація розчиненої речовини в розчині, що залишається, не досягне межі розчинності. З цього моменту в розчиннику, що вимерзає, присутня і розчинена речовина. Так відбувається процес очищення рідини, що широко застосовується в хімічних лабораторіях.

Водопровідна вода є розчином жорстких складових (розчинені речовини) у чистій воді (розчинник). При заморожуванні такої води спочатку замерзає розчинник, який є майже чистою водою, тоді як жорсткі складові

насичують розчин.

У дослідах застосовувалася лейпцизька водопровідна вода із середньою жорсткістю 14 градусів. Воду було заморожено приблизно до половини обсягу. Вода, що утворилася з льоду, що розтанула, мала жорсткість в 2–2.5 градуси.

Чим більша поверхня води, тим краще вона виморожується. Тому потрібно користуватися відповідним посудом. Краще, якщо вона зроблена із синтетичних матеріалів (поліхлорвінілу, поліетилену тощо), які лід може деформувати, не руйнуючи.

Після того, як вода заморожена до половини або відповідної частини, шар льоду пробивають, водний залишок з підвищеною жорсткістю зливають, а лід розтоплюють і нагрівають.

Методи знесолення води вимагають витрат як фінансових, і енергетичних. Вибір способу обробки залежить від ступеня вмісту солі первинної рідини, продуктивності установки, витрат на складові процесу (тепло, електроенергія, реагенти). Кожен із методів має свої переваги, недоліки та відбувається за допомогою технічних засобів.

2.2 Впровадження в систему очистки технологію зворотнього осмосу

Зворотний осмос видаляє забруднення і небажані молекули з води, коли тиск проштовхує її через напівпроникну мембрану. В результаті цього розчинена речовина залишається на боці мембрани, а чистий розчинник може переходити на іншу сторону.

Тобто вода тече з більш концентрованого розчину (більше забруднювачів) в менш концентрований. Таким чином, отримана чиста питна вода після мембрани називається пермеат, а решта по ту сторону мембрани більш концентрована вода – концентрат.

Напівпроникна мембрана має невеликі пори, які не пропускають забруднення, але пропускають молекули води. При осмосі вода стає більш концентрованою у міру проходження через мембрану, щоб досягти рівноваги з обох сторін. Однак зворотний осмос під тиском блокує потрапляння забруднюючих речовин на менш концентровану сторону мембрани.

Перед подачею води на мембрану дуже важливо видалити з води механічні забруднення, суспензії і хлор, використовуючи попередні фільтри для очищення. Системи зворотного осмосу мають різні стадії очищення в залежності від потреб.

Незважаючи на те, що мембрана зворотного осмосу є основним фільтруючим елементом, вона також включає інші типи фільтрації. Фільтр зворотного осмосу, як правило, складаються з 5 або 6 ступенів фільтрації [13].

На першому етапі вода очищається від механічних частинок, іржі і бруду на попередніх фільтрах. Далі вода проходить через вугільні фільтри з брикетованого і гранульованого вугілля, де звільняється від хлору, хлорорганіки і пестицидів.

На четвертій стадії вода фільтрується через мембрану, яка видаляє до 98% навіть дуже дрібних розчинених речовин, які складно розгледіти в електронному мікроскопі. Після фільтрації вода проходить в накопичувальний бак, де вона зберігається до тих пір, поки не знадобиться.

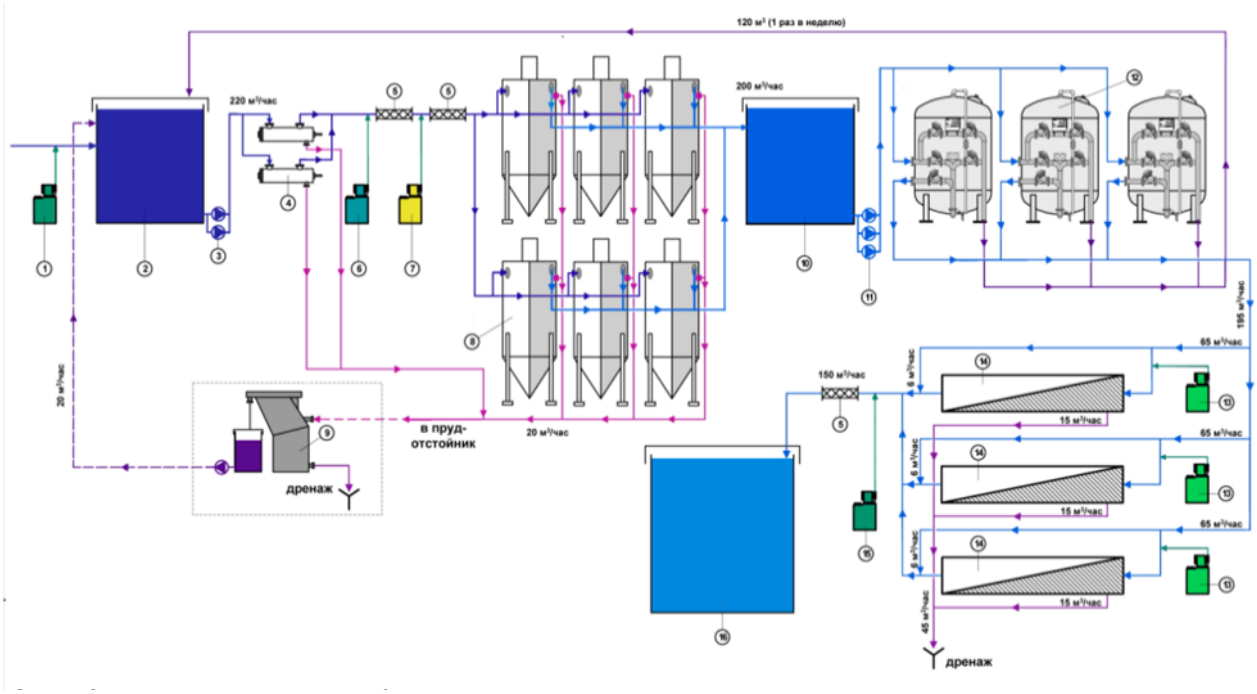
Система зворотного осмосу, рис. 2.10, фільтрує воду до повного заповнення бака, а потім відключається. Після накопичувального бака вода проходить через вугільний пост-фільтр для видалення можливого неприємного запаху або смаку, і вже потім чиста вода потрапляє в ваш кран. Іноді в якості останньої стадії систему комплектують мінералізатором для насичення води відсутніми мінералами.

Фільтр для води зі зворотним осмосом видаляє шкідливі домішки, солі важких металів, включаючи мідь, цинк, кадмій, нікель, залізо, а також хлор,

пестициди і гербіциди, суспензії, фтор, миш'як [14].

Після очистки осмосом очищена вода потрапляє до станції дозування, а після цього до накопичувальної ємості, рис. 2.11.

Рисунок 2.10 – Технологічна схема обратного осмосу



1 – станція дозування гіпохлориту натрію; 2 – накопичувальна ємність; 3 – насоси подачі води; 4 – автматичні сітчасті фільтри; 5 – статичний змішувач; 6 – станція дозування коагулянту; 7 – станція корекції pH; 8 – самопромивні пвсчані фільтри; 9 – тонкошаровий відстійник; 10 – накопичувальна ємність; 11 – насоси подачі води; 12 – фільтри з активованим вугіллям; 13 – станція дозування антискаланту; 14 – установка оборотного осмосу; 15 – станція дозування гіпохлориту натрію; 16 – накопичувальна ємність

Рисунок 2.11 – Технологічна схема процессу підготовки води

2.3 Розрахунок зворотно осмотичної установки

При концентруванні розчинених розчинів зворотній осмос більш економічний ніж випарювання. Однак, починаючи з концентрацій речовин 0,2–0,4 моль/л води, характеристики зворотного осмосу погіршуються: стає суттєвим зменшення проникності мембран і знижується їх селективність, яка для розбавлених розчинів приблизно постійна. Це призводить до збільшення необхідної поверхні мембран і погіршенню якості фільтрату. Тому приймемо концентрацію 0,3 моль/л води в якості кінцевою для стадії зворотного осмосу. (Найбільш правильно визначати цю концентрацію на основі технікоекономічних розрахунків).

Визначення робочої площі мембрани

Ступінь концентрування:

$$K = x_к/x_н \qquad (2.1)$$

де $x_к$, $x_н$ – начальна і кінцева ступінь концентрації

$К_{рН} = 7,8/7,2 = 1,083$

$К_{зваж.реч.} = 12/0,5 = 24$

$К_{амоній} = 0,32/0,32 = 1$

$К_{нітрити} = 0,45/0,45 = 1$

$К_{нітрати} = 455/485 = 0,93$

$К_{хлориди} = 2100/2100 = 1$

$К_{фосфати} = 0,075/0,075 = 1$

$К_{залізо} = 0,41/0,05 = 8,2$

$К_{лужність} = 6,20/6,20 = 1$

$К_{жорсткість} = 22/22 = 1$

$К_{сух.зал.} = 5050/5150 = 0,98$

$К_{нафтопрод} = 0,57/0,1 = 5,7$

Справжню селективність мембран розраховуємо за такою формулою:

$$lg(1-ø_u)_{pH} = a – b*lg(\Delta H_{c.г.}/Z_m) \qquad (2.2)$$

$lg(1-ø_u)_{pH} = a – b*lg(\Delta H_{c.г.}/Z_m) = 3.47-1.844*lg(7/3) = 1.79$

$\lg(1-ø_u)_{амоній} = a - b*\lg(\Delta H_{с.г.}/Z_m) = 3.47-1.844*\lg(4/1,25) = 2,538$

$\lg(1-ø_u)_{сульфати} = a - b*\lg(\Delta H_{с.г.}/Z_m) = 3.47-1.844*\lg(16/0,2) = 0,039$

$\lg(1-ø_u)_{хлориди} = a - b*\lg(\Delta H_{с.г.}/Z_m) = 3.47-1.844*\lg(50/35,9) = 3,20$

Визначаємо середню концентрацію x_2 розчиненої речовини у пермеаті:

$$\overline{x_2} = x_н = \quad -\frac{1}{ø} \qquad (2.3)$$

$$\overline{x_2^{рн}} = x_н = \quad -\frac{1}{ø} \quad = 7,8\,\frac{1-1,083^{\frac{1-1,79}{1,79}}}{1-1,083^{-\frac{1}{1,79}}} = -$$

0,035/0,04 = - 6,962

$$\overline{x_2^{зваж.реч.}} = x_н = \quad -\frac{1}{ø} \quad = 0,5\,\frac{1-24^{-1}}{1-24^{-1}} = 0,5$$

$$\overline{x_2^{сульфати}} = x_н = \quad -\frac{1}{ø} \quad = 455\,\frac{1-0,93^{-\frac{1-0,039}{0,039}}}{1-0,93^{-\frac{1}{0,039}}}$$

$$= 455\,\frac{-4,97}{-5,42} = 417,22$$

Знаходимо витрату фільтрату $L_ф$:

$$= L_н\,(1- \qquad) \qquad (2.4)$$

$$L_ф^{pH} = L_н\,(1- \qquad) = 7,8\,(1-1,083^{-\frac{1}{1,79}}) = 0,339$$

$= L_н (1- \quad) = 7,8 (1-0,93^{\frac{1}{0,039}}) = - 42,344$

Втрати розчиненої речовини з пермеатом складає :

$$\theta = \frac{L_ф * \overline{x_2}}{L_н * x_н} * 100$$

(2.5)

$$\theta^{pH} = \frac{L_ф * \overline{x_2}}{L_н * x_н} * 100 = \frac{0,339 * 6,962}{7,8 * 7,2} * 100 = 4,682$$

$$= \frac{L_ф * \overline{x_2}}{L_н * x_н} * 100 = \frac{-42,344 * 417,22}{7,8 * 485} * 100 = - 4,67$$

Проникність на вході розчину, що розділяється в апарат і на виході з апарату відповідно дорівнює :

$$G_н = G_0(1-\Delta\pi_{↓н}/\Delta p) \quad (2.6)$$

$G_н = G_0(1-\Delta\pi_{↓н}/\Delta p) = 3,0*10^{-3}*(1-0,46/5) = 27*10^{-3}$ кг/(м^2/с)

$$G_к = G_0(1-\Delta\pi_{↓н}/\Delta p) \quad (2.7)$$

$G_к = G_0(1-\Delta\pi_{↓н}/\Delta p) = 3,0*10^{-3}*(1-2/5) = 1,8*10^{-3}$ кг/(м^2/с)

Середня проникність мембрани:

$$\overline{G} = (G_н + G_к)/2 \quad (2.8)$$

$\overline{G} = (G_н + G_к)/2 = (2,7*10^{-3}+1,8*10^{-3})/2 = 2,25*10^{-3}$

Визначаємо робочу поверхню мембран:

$$F = L_ф / G \quad (2.9)$$

$F = L_ф / G = 0.339/2.25*10^{-3} = 0.00015$

Визначення основних розмірів мембранного модуля

Робоча поверхня мембран у даному елементі складе:

$$F_э = 2(ln-0.05)/(b_n-2*0.05) \quad (2.10)$$

$F_э = 2(ln-0.05)/(b_n-2*0.05) = 2*(0.95-0.05)/(0.83-2*0.05) = 2.465$

Робоча поверхня мембран в одному модулі буде:

$$F_м = n_э * F_э \quad (2.11)$$

$F_м = n_э * F_э = 5*2,465 = 12,328$

Переріз апарату, по якому суміш розділяють:

$$S_c = n_э*(ln-0.05)*\delta_c \quad (2.12)$$

$S_c = n_э*(ln-0.05)*\delta_c = 5*(0.95-0.05)*5*10^{-4} = 0.00225$

Перетин апарату, зайняте мембранними та дренажними шарами:

$$S_n = n_э*(ln-0.05)*\delta_n \quad (2.13)$$

$S_n = n_э*(ln-0.05)*\delta_n = 5*(0.95-0.05)*1= 4.5$

Загальний переріз модуля знаходять з урахуванням 10% запасу на конструктивні елементи, термовідвідні трубки і т.д.:

$$S_м = (S_c + S_n)*1.1 \quad (2.14)$$

$S_м = (S_c + S_n)*1.1 = (0.00225+4.5)*1.1 = 4.952475$

Внутрішній діаметр апарату :

$$d=\sqrt{\frac{4S_M}{\pi}} \quad (2.15)$$

$d=\sqrt{\frac{4S_M}{\pi}} = \sqrt{4 * \frac{4.95}{3.14}} = 2.511$

Загальна кількість модулів у мембранній установці:

$$n=F/ F_м \quad (2.16)$$

$n=F/ F_м = 0.00015/12.328=0.000012 = 12$

Всі розрахункові дані заносимо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 – Вихідні дані після впровадження очистки зворотнього осмосу

Показники	Одиниці вимірювання	Вихідна вода	Отфільтрована	Норми ДСанПин	Промивка після піщаних фільтрів	Вимоги до складу стічних вод для безпечного їх відведення та очищенна Максимально допустиме значення показника та концентрація в пробі стічних вод	Вода після зворотнього осмосу
Величина pH		7,8	7,2	6,5-8,5	7,2	6,5-9,5.	0.00015
Зважені речовини	мг/л	12	<0,5	<0,5	200	250	0.5
Амоній	мг/л	0,32	0,32	<0,5	0,32	35,9	-
Нітрити	мг/л	0,45	0,45	<0,5	0,04	1,0	-
Нітрати	мг/л	0,75	0,75	<50,0	0,75	50,0	-
Сульфати	мг/л	455	485	<250	485	400	417.22
Хлориди	мг/л	2100	2100	<250	2100	350	-
Фосфати	мг/л	0,075	0,075	<3,5	0,075	10,0	-
Залізо	мг/л	0,41	0,05	<0,2	4,1	1,0	-
Лужність	мг/л	6,20	6,20	0,5-6,5	6,10	<0,0001	-
Жорсткість	мг/л	22	22	1,5-7,0	22	20,04	-
Сухий залишок	мг/л	5050	5150	<1000	4105	25000	-
Нафтопродукти	мг/л	0,57	0,1	<0,1	2	8	-
Залишковий хлор	мг/л	-	1,0	<0,5	1	5	-

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі було вирішено проблему забруднення стічної води шахтою « Центральна » державного підприємства « Торецьквугілля ».

У ході роботи проаналізовано існуючу схему очистки, яка не змогла ліквідувати всі шкідливі речовини або знизити їх до норми ГДК. Тому, було проведено розрахунки для нормалізації та повторного використання стічних вод.

В даній нам системі очистки були перевищені такі дані показники як :

- сульфати – 485 мг/л;
- хлориди – 2100 мг/л;
- лужність – 6,10 мг/л;
- жорсткість – 22 мг/л;

Таким чином, як ми бачимо, що рівень забруднення стічних вод є «недопустимий», а ступінь екологічного забруднення стічних вод є « помірно небезпечним », що стало причиною впровадження нової системи очистки.

Була запропонована нова система очистки з використанням зворотно осмотичної установками, з трьома ступенями очистки. Завдяки чотирьом етапам очистки із води видаляється навіть самі дрібні розчинені речовини. Після очистки зворотнім осмосом речовини в яких спостерігалися перевищені норми ГДК знизилися до допустимої концентрації.

Техніка безпеки на вугільній шахті має дуже багато розділів, які контролюють норми професійних захворювань та безпеку працівників на підприємстві. Комісії проводять регулярні заходи по удосконаленню сприятливих умов праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Центральна» шахта URL : https://ru.wikipedia.org/ – Загол. з екрану.

2. Шахта «Центральная» (Копейск) URL : http://miningwiki.ru/wiki – Загол. з екрану.

3. Очистка шахтных и карьерных сточных вод горно – добывающей промышленности URL : https://dc-region.ru/ – Загол. з екрану.

4. Конспект лекцій : «Очистка стічних вод» Ковальчук. Національний університет водного господарства та природокористування

5. URL : https://dtek.com/content/files/.pdf – Загол. з екрану.

6. FILTOMAT M100/MG. Самопромывной сетчатый фільтр URL : https://docplayer.com/Filtomat - html – Загол. з екрану.

7. «Чистая вода с помощью Dyna Sand» URL : https://docplayer.com/ dynasand.html – 2 – 4 ст.

8. Тонкошарові відстійники, згущувачі. Науково-технічний центр «Екомаш» URL : https://www.ecomass.com.ua/ tonkosharovi-vidstijniki-zgushhuvachi/ – Загол. з екрану.

9. Фильтры с активированным углем URL : https://www.aquanova.com.ua/stati-i-obzory/carbon-filters – Загол. з екрану

10. «Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки. Справочное пособие» Долина Л.Ф. URL: http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/788/1/mining.pdf – 10 – 16 ст.

11. Наукова робота « Технологія очищення стічних вод і відновлення біорізноманіття на техногенно порушених територіях » . URL: https://www.onaft.edu.ua/download/konfi/2020/allukrainian_student_scientific_works_tep/Airlift.pdf – 12 – 13 ст.

12. «Підвищення ефективності очищення шахтних вод на прикладі інгульської шахти ДП «Схід ГЗК» .URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/140466/03-

Danilov.pdf?sequence=1 – 5 – 6 ст.

13. « Принцип роботи фільтра зворотнього осмосу для очищення води» URL: https://formulavody.com.ua/uk/princip-raboty-filtra-obratnogo-osmosa-dlja-ochistki-vody – Загол. з екрану.

14. «Принцип работи обратного осмоса – что такое обратный осмос» URL: https://js.com.ua/articles/osmos/ – Загол. з екрану.

15. « О мерах по повышению уровня техники безопасности и охраны труда » URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/vText – Загол. з екрану.

16. Конспект лекцій по дисципліні « Проблемы очистки шахтных вод» − Л.В. Ворон, Л.Р. Ланге, А.М. Благоразумова, ст. 1−3.

17. «Вредное воздействие производственных факторов на здоровье рабочих в шахтах при добыче каменного угля» URL: https://www.trudcontrol.ru/press/publications/13875/ – Загол. з екрану.

18. «Типовая инструкция по охране труда для проходчика» URL : https://docs.cntd.ru/document/1200087964 – Загол. з екрану.