

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет машинобудування, екології та хімічних технологій
Кафедра природоохоронної діяльності

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

В.К.Костенко

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2021 р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА**

**на тему: «Удосконалення технологічної схеми очищення води в
підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕКО-17

напряму підготовки: 101 Екологія

Сапронова М.П.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доц., к.т.н., доц. Зав'ялова О.Л.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль:

Кутняшенко О.І.

(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент _____

(підпис)

Покровськ –2021

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет машинобудування, екології та хімічних технологій

Кафедра «Природоохоронна діяльність»

Освітньо-кваліфікаційний рівень - бакалавр

Напрямок підготовки 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д.т.н., проф.

_____ Костенко В.К.

_____. _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра
Сапронової М.П

1. Тема роботи: : «Удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»

керівник роботи Зав'ялова Олена Леонідівна к.т.н., доц.

затверджені наказом вищого навчального закладу від 30.04.2021 р. №197

2. Строк подання студентом роботи . 08.06.2021 р

3. Вихідні дані до проекту: відомості про підприємство та його екологічну діяльність; ОВНС шахти; та ін. матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): розглянути загальні відомості про підприємство; проаналізувати обсяги утворення та шляхи використання шахтних стоків підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська»; удосконалити технологічну схему очищення шахтної води у підземних умовах; провести еколого-економічні розрахунки запропонованого технічного рішення; розробити заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
презентація на форматі А4

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	О.Л. Зав'ялова		
Розділ 2	О.Л. Зав'ялова		
Розділ 3	О.Л. Зав'ялова		
Розділ 4			
Нормоконтроль	О.І. Кутняшенко		

7. Дата видачі завдання 17.04.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Найменування видів робіт	Термін виконання	Форма звітності	Відмітка наукового керівника
Розділ 1 Загальні відомості про підприємство ДВАТ «Шахта «Добропільська»	30.04.2021	Рукопис	
Розділ 2 Обсяги утворення та шляхи використання шахтних стоків підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська»	05.05.2021	Рукопис	
Розділ 3 Розробка технологічних рішень щодо удосконалення схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»	14.05.2021	Рукопис	
Розділ 4 Еколого-економічна оцінка очищення шахтних вод в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»	22.05.2021	Рукопис	
Розділ 5 Охорона праці	30.05.2021	Рукопис	
Оформлення пояснювальної записки	06.06.2021	Рукопис	
Підготовка презентації	07.06.2021	Рукопис	

Науковий керівник
Студент

О.Л. Зав'ялова
М.П. Сапронова

АНОТАЦІЯ

Сапронова М. Удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська». Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за напрямом підготовки 101 "Екологія". – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

Сторінок: 54, 3 ілюстрації, 12 таблиць, 19 посилань.

Об'єкт дослідження – водне господарство ДВАТ «Шахта «Добропільська».

Предмет дослідження – є технології повторного використання шахтних стоків в умовах гірничого підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська» для зниження шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Метою роботи є удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» для зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище гірничого підприємства.

Методи досліджень: комплексний метод досліджень, що включає аналіз і узагальнення літературних джерел; аналіз обсягів утворення стічних вод на підприємстві; розрахунково-аналітичний метод.

Відповідно до поставленого завдання в роботі проводяться дослідження: негативного впливу шахтних вод та їх можливих напрямків використання з метою покращення екологічної ситуації на підприємстві. На основі виконаного аналізу розроблені технології вторинного використання очищених шахтних вод на технічні потреби, удосконалено технологічну схему очищення води в підземних умовах. Виконано необхідні еколого-економічні розрахунки.

ГІРНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ШАХТНІ ВОДИ, ЗАВИСЛІ РЕЧОВИНИ, ВОДОСПОЖИВАННЯ, ГІДРОЦИКЛОН.

ABSTRACT

Sapronova M. Improvement of the technological scheme of water purification in underground conditions of the state enterprise "Dobropolskaya mine"/ Graduate qualification work for the "Bachelor degree" in the field of training 101 "Ecology". – DVNZ DonNTU, Pokrovsk, 2021.

Pages: 5, 3 illustrations, 12 tables, 19 links.

The object of research is the water management of the "Dobropolskaya mine".

The subject of the research is Technologies for the reuse of mine effluents in the conditions of the mining enterprise of the DOBROPOLSKAYA mine to reduce the harmful impact on the environment.

The aim of the work is to develop and substantiate engineering solutions to reduce the harmful impact on the environment of a mining enterprise by improving the technological scheme of water purification in underground conditions of the Dobropolskaya mine.

Research methods: a complex research method that includes analysis and generalization of literature sources; analysis of the volume of wastewater formation at the enterprise; calculation and analytical method.

In accordance with the task set, the work conducts research on the negative impact of mine waters and their possible directions of use in order to improve the environmental situation at the enterprise. Based on the analysis performed, technologies for recycling treated mine water for technical needs are developed, and a method for underground wastewater treatment for water consumption is presented. The necessary technical and economic calculations were performed.

MINING ENTERPRISE, POLLUTANTS, MINE WATER, SUSPENDED SOLIDS, WATER CONSUMPTION, HYDROCYCLONE

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО ДВАТ «ШАХТА «ДОБРОПІЛЬСЬКА».....	10
1.1 Характеристика підприємства.....	10
1.2 Гідрологічна характеристика вугільного родовища.....	13
2 ОБСЯГИ УТВОРЕННЯ ТА ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНИХ СТОКІВ ПІДПРИЄМСТВА ДВАТ «ШАХТА «ДОБРОПІЛЬСЬКА»	14
2.1 Водоспоживання виробництва.....	14
2.2 Скидання шахтних вод.....	15
2.3 Вимоги до якості очищення шахтних вод при їх повторному використанні на виробництві.....	17
2.4 Аналіз ефективності сучасних методів очищення шахтної води у підземних умовах.....	24
2.5 Цілі та завдання роботи.....	27
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ПІДЗЕМНИХ УМОВАХ	30
3.1 Обґрунтування вибору технологічної схеми для очищення шахтної води.....	30
3.2 Удосконалення технологічної схеми очищення шахтної води у підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська».....	32
4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ОЧИЩЕННЯ ШАХТНИХ ВОД В ПІДЗЕМНИХ УМОВАХ ДВАТ «ШАХТА «ДОБРОПІЛЬСЬКА».....	41
4.1 Визначення непрямого економічного ефекту.....	41
4.2 Визначення економічного ефекту від реалізації технології очищення води в підземних умовах.....	42
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
5.1 Виробничі та побутові захворювання, що виникають внаслідок впливу забруднених стічних вод гірничодобувного підприємства.....	46
5.2 Правила техніки безпеки при роботі з сірчанокислим алюмінієм $Al_2(SO_4)_3$	48
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТОК А.....	55

ВСТУП

Гірничодобувна галузь відіграє життєво важливу роль у розвитку національної економіки нашої країни, в той самий час, видобуток корисних копалин несприятливо впливає на стан навколишнього природного середовища.

В результаті гірничодобувної діяльності виникають різні екологічні проблеми, які пов'язані з деградацією природних ландшафтів, забрудненням ґрунту залишками гірничодобувної промисловості, забрудненням повітря, внаслідок надходження великої кількості токсичних газів в атмосферу, забрудненням води важкими металами, органічними й неорганічними домішками, що у свою чергу, впливає на здоров'я населення та соціально-економічне становище [1,2].

Одним із найвагоміших наслідків видобутку корисних копалин є його вплив на водні ресурси. Діяльність гірничих підприємств призводить до порушення гідрологічного режиму територій, утворенню великої кількості промислових стічних вод, які зазвичай, без належного очищення скидаються у поверхневі водні об'єкти, в результаті чого відбувається їх виснаження, обміління, засолення, замулювання і як наслідок – порушується їх екологічний стан.

Захист поверхневих і підземних вод від забруднення стічними водами вже давно є проблемою загальнодержавного значення. Проблема охорони водних ресурсів від забруднення неочищеними стічними водами особливо актуальна для вугільної промисловості, для підприємств якої характерне утворення великих обсягів шахтних вод. Великий солевміст шахтних вод, а також наявність в них великого обсягу різних шкідливих домішок робить неможливим повторне використання шахтних стоків без належного очищення. До того ж, скидання таких вод у поверхневі водні об'єкти призводить до їх забруднення.

Метою роботи є удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» для зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище гірничого підприємства.

Об'єктом дослідження є водне господарство ДВАТ «Шахта «Добропільська», а **предметом** дослідження – технології повторного використання шахтних стоків в умовах гірничого підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська» для зниження шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Розглянути загальні відомості про підприємство.
2. Проаналізувати обсяги утворення та шляхи використання шахтних стоків підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська».
3. Удосконалити технологічну схему очищення шахтної води у підземних умовах.
4. Провести еколого-економічні розрахунки запропонованого технічного рішення.
5. Розробити заходи з охорони праці.

Методи досліджень: комплексний метод досліджень, що включає аналіз і узагальнення літературних джерел; аналіз обсягів утворення стічних вод на підприємстві; розрахунково-аналітичний метод, еколого-економічний аналіз технологій очищення шахтних вод в підземних умовах для їх повторного використання на технологічні потреби.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО ДВАТ «ШАХТА «ДОБРОПІЛЬСЬКА»

1.1 Характеристика підприємства

ДВАТ «Шахта «Добропільська» – вугледобувне підприємство, яке знаходиться в місті Добропілля, Донецької області.

Шахта почала свою роботу в 1941 році з плановим видобутком 300 тисяч тонн вугілля на рік. З початком Великої Вітчизняної війни роботи в шахті були припинені. У 1943 році почалося відновлення шахти. Вже наприкінці 1944 року шахта 1-2 "Добропілля" почала видобувати вугілля для своїх потреб, а 3 серпня 1945 року була введена в роботу після відновлення.

До кінця 1945 року середньодобовий видобуток склав 78 тонн. У міру комплектування штатів робітників очисного забою, прохідників і робітників допоміжних професій в 1946-1947 роках у роботі вже знаходилося три лави по пласту І₃ із загальною довжиною очисної лінії 419 м і річним видобутком 114 тис. тонн вугілля. До початку 50-х років рівень видобутку залишався практично незмінним – близько 179 тис. тонн. Позначалися висока трудомісткість робіт в лавах, малопотужна техніка була схильна до аварій і несправностей.

Вимагалось різке збільшення очисної лінії вибоїв, тому в цьому напрямку велася величезна робота. Так, якщо в 1948 році було пройдено 3902 м гірничих виробок, то в 1951 році – 7485 м. За короткий термін пройдені які вироблення бремсберга №3 і ухилу №1 пласта І₃ горизонту 200 м і нарізані лави. У нових лавах всюди застосовуються конвеєри нової конструкції і нового технічного рішення – реверсивні СКР-11. До 1952 року працювали врубмашини КМП-1 і КМП-2, потім на зміну врубмашинам прийшли перші комбайни – «Донбас-1», ЛГД і «Гірник», а пізніше і «Кіровоць».

У 1951-1955, шляхом технічного переозброєння, шахта поліпшила свої техніко-економічні показники, і вже до кінця 1955 року було видобуто 418 тис. тонн вугілля і пройдено 9005 м виробок. Середньодобовий видобуток становив 1137 тонн, а в роботі знаходилося 9 лав і 9 прохідницьких вибоїв. У цей час

особлива увага приділяється якості видобутого вугілля, зольність якого в різні роки становить 9,68-13%. Центральна збагачувальна фабрика «Добропільська» була побудована тільки в 1951 році.

До 60-х років залишалося відкритим питання механізованої відкатки: питома вага ручної праці залишалася високою. Застосування коней трохи послабило гостроту проблеми, але вирішити її повністю допоміг масовий випуск маневрових лебідок МЕЛД-4,5, а пізніше і малогабаритних вибухобезпечних електровозів типу 5АРВ.

У 1960 році почалось відпрацювання пласта k_8 , який є низькозольним та низькосірчистим.

У 1960-1965 роках по пласту l_3 одночасно перебували очисні вибої практично у всіх панелях горизонтів 200 і 300 м.

У 1965 році починається широке впровадження і освоєння комплексної механізації праці в очисних і підготовчих вибоях. Прогресивним та новим напрямом для шахти, стає відпрацювання лав зворотним ходом. Знадобився значний приріст очисної лінії, але вже в 1966 році 4 лави з 8 працювали на зворотний хід. Будується стаціонарна поверхнева дегазаційна установка із загальною протяжністю мережі 3600 м, що забезпечило нормальне відпрацювання лав на зближених пластах.

У вересні 2011 року прийнята в експлуатацію 7-ма північна лава по пласту m_5^1 . Очисні роботи ведуться комбайном МР-444Р з конвеєром СЗК виробництва Чехії, механізоване кріплення – ДМ виробництва НВК «Гірничі машини».

У грудні 2011 року була введена в експлуатацію друга південна лава пласта m_4^0 горизонту 450 м, довжина якої становить 138 м. При цьому, потужність пласта, що виймається – 1,27 м, а запас вугілля понад 256 тис. тонн

Загальні відомості про підприємство ДВАТ «Шахта «Добропільська» наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Загальні відомості про підприємство ДВАТ «Шахта «Добропільська»

Місце розташування		м.Добропілля
Рік здачі в експлуатацію		1941
Рік завершення останньої реконструкції		1967
Проектна потужність шахти	тис.т/рік	1000
Виробнича потужність	тис.т/рік	1000
Спосіб розтину		Вертикальними стволами і пог.квершлагами
Схема підготовки		Панельна
Система розробки		Довгі стовпи по простяганню, зворотний хід
Розміри шахтного поля:		
По простяганню	км	6,0
По падінню	км	4,3
Глибина ведення очисних робіт:		
Середня	м	730
Максимальна	м	760
Максимальна глибина ведення підготовчих робіт	м	776
Відмітка технічної кордону:	м	Вихід пласта під наноси
Верхня		
Нижня	м	-650
Спосіб провітрювання		Всмоктуючий
Схема провітрювання		ІМ-Н-в-вт
Категорія шахти по газу		Надкатегорійна
Марка вугілля		ДГ+Г
Призначення		Коксування
Кількість вугільних пластів на балансі		12
У тому числі в розробці		2
Середньодинамічна потужність розроблюваних пластів	м	1,10
Кут падіння пластів, що розробляються	град	10
Протяжність гірничих виробок, всього	м	62851
У тому числі діючих	м	62091
Протяжність гірничих виробок, що не відповідають вимогам ТБ	м	9580
З них: по перетину (в тому числі по висоті і по зазорах)	м	9580
За профілем	м	2860

Продовження таблиці 1.1

Питома вага виробок у незадовільному стані	%	15,4
Приплив води в шахту: Нормальний	м ³ /час	352
Максимальний	м ³ /час	352
Пропускна здібність основних технологічних ланцюгів шахти:		
Гірничі роботи	тис.т/рік	1200
Підземний транспорт	тис.т/рік	3300
Підйом	тис.т/рік	1250
Вентиляція	тис.т/рік	1240
Технологічний комплекс поверхні	тис.т/рік	1230
Площа земельного відведення, всього	га	53,1099
В тому числі основного проммайданчика	га	9,6653
№ спецдозволу на користування надрами, дата видачі, термін дії		№3037 від 11.07.2013 року до 2019 року
Наявність акта на гірничий відвід (№, дата видачі)		№685 11.09.2013 рік

1.2 Гідрологічна характеристика вугільного родовища

Згідно з хімічним аналізом стічні води підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська» характеризуються як хлоридно-сульфатні та магнієво-натрієві, та є дуже агресивними до металевих споруд та бетонних виробів. Загальна мінералізація становить 2,9 - 4,4 г/л.

Відповідно до гідрогеологічних умов вугільна шахта відноситься до II групи складності. Водоприлив в шахту становить від 58 м³/год (вугільний пласт m₅⁰) до 154 м³/год (вугільний пласт m₄⁰). Вода у виробки надходить у вигляді струменів та капель, переважно, з порід покрівлі пластів m₅⁰ і m₄⁰, що представлені пісковиком, та з порід ґрунту пласта m₅⁰, що складаються з водоносного піщаника.

В лаві водоприлив становить від 4 до 11 м³/год, при цьому може збільшуватись до 85 м³/год при просіданні основної покрівлі [3].

2 ОБСЯГИ УТВОРЕННЯ ТА ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ШАХТНИХ СТОКІВ ПІДПРИЄМСТВА ДВАТ «ШАХТА «ДОБРОПІЛЬСЬКА»

2.1 Водоспоживання виробництва

Основною складовою шахтних стоків є води, що надходять з водоносних горизонтів (води підземного походження) та з поверхні (атмосферні води). Кількість цих вод може бути дуже різним. Часто, особливо у вугільних шахтах, кількість супутньої води різко зростає через раптові прориви води з водоносних горизонтів, з раніше затоплених виробок і поверхневих водойм, а також через паводкові й зливові води.

В залежності від кількості води, що надходить у підземні виробки, шахти поділяють на три категорії:

- 1) шахти з низькою водорясністю;
- 2) шахти з середньою водорясністю;
- 3) шахти з сильною водорясністю;

Водорясність шахт залежить від багатьох чинників, до них відносять гідрогеологічні умови родовища, глибина розробки, схема розкриття шахтного поля, система розробки. Також на обсяг води, що надходить в шахту, впливають кліматичні умови розташування гірничого виробництва.

Згідно з аналізом водоспоживання загальна кількість води, що утворюється за рік на підприємстві ДВАТ «Шахта «Добропільська» становить 3098,7 тис м³, з них на власні потреби шахта використовує 240,8 тис м³/рік, 832,6 тис м³/рік передає на потреби ПАТ «ДТЕК «Добропільська ЦЗФ» та 62 тис м³/рік використовуються комунальними котельнями. Інша частина шахтної води, а це 1963,3 тис м³/рік, скидається у поверхневі водні об'єкти.

Однак, вугільні шахти є не тільки джерелом утворення великої кількості шахтних вод, але, в свою чергу, є найпотужнішим споживачем чистої води. Так, ДВАТ «Шахта «Добропільська» на власні потреби щорічно використовує близько 112 тис. м³ чистої питної води (табл.2.1). Джерелом господарсько-

питного та виробничого водопостачання ДВАТ «Шахта «Добропільська» є мережі Добропільського ВУВКГ та Красноармійського РВУ.

Скоротити витрати на закупівлю чистої питної води можна шляхом заміни її очищеною шахтною водою, для цього необхідно розробити технологію очищення води в умовах підприємства.

Таблиця 2.1 – Характеристика водоспоживання ДВАТ «Шахта «Добропільська»

Найменування показників	Водоспоживання			
	Нормативно-розрахункове		Фактичне	
	м³/добу	тис. м³/рік	м³/добу	тис. м³/рік
Забір води всього:	9928	3623,9	8795	3210,2
- з поверхневих вод	-	-	-	-
- від Добропільського ВУВКГ	95	34,7	90	33,0
- від Красноармійського РВУ	233	85,2	215	78,5
- шахтна вода	9600	3504	8490	3098,7
Використання води на власні потреби:	-	-	965	352,3
- питна	328	119,9	305	111,5
- шахтна	740	270	660	240,8
Передача шахтної води:	2740	1000	2451	894,6
- ПАТ «ДТЕК «Добропільська ЦЗФ»	2466	900	2281	832,6
- Управління комунальними котельнями	274	100	170	62,0
Втрати води при транспортуванні	-	-	-	-
Витрати води в системах оборотного водопостачання	770	281	-	-
Витрати води в системах повторно-послідовного водопостачання	-	-	-	-

2.2 Скидання шахтних вод

Шахтні стоки зазвичай характеризуються високою кислотністю, лужністю, солоністю та жорсткістю. Вони містять у великій кількості частинки

гірських порід, різноманітні хімічні речовини та сполуки, бактеріальні домішки [4-5]. Внаслідок використання в підземних умовах транспортного обладнання та техніки, шахтні води забруднюються нафтопродуктами. Хімічний склад стічних шахтних вод на різних вугільних підприємствах відрізняється, оскільки, залежить від порід, що вміщують, геологічної будови, району розташування вугільного басейну та інших показників.

Скидання забрудненої та недостатньо очищеної шахтної води у водойми призводить до їх замулення, засолення та закислення, внаслідок чого порушується екорівновага в вугільних басейнах. В деяких випадках, скидання шахтних стоків призводить до повного виведення водойм з водокористування, оскільки вода в них стає неприродною ні для пиття, ні для технічного використання [6].

Штучні водойми, що утворюються на денній поверхні, належать до техногенно-небезпечних об'єктів, у зв'язку з тим, що вони є постійними джерелами забруднення навколишнього природного середовища.

Скидання шахтної води після механічного очищення на підприємстві ДВАТ «Шахта «Добропільська» здійснюється у балку Єрастовська, яка є лівим припливом річки Бик. Кількість зворотної води, що скидається по випуску №1 в балку Єрастовська до річки Бик., становить 1963,3 тисяч м³/рік або 5378,9 м³/добу.

Таблиця 2.2 – Показники якості шахтних вод, що скидаються у балку Єрастовська

Речовини	Допустимі до скиду концентрації, мг/л	Затверджений ГДС, г/рік	Оціночні показники скиду, мг/л
Завислі речовини	20	5100	44,7
БСК ₅	3,0	765	6,7
ХСК	30	7650	67,0
Азот амонійний	0,39	99,5	0,871
Нітрити	0,08	20,4	0,179

Продовження таблиці 2.2

Нітрати	3,0	765	6,7
Мінералізація	1500	382500	3351
Хлориди	370	94350	827
Сульфати	520	132600	1162
Фосфати	0,3	76,5	0,67
Нафтопродукти	0,05	12,8	н/в
Залізо	0,1	25,5	0,223
Феноли	0,001	0,003	0,002
Загальна твердість, мг-екв/л	0,02	0,2	10,8

Таблиця 2.3 – Аналіз показників якості води річки Бик, яка використовується як водоприймач шахтних вод підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська»

Речовини	Фонові показники у 2 км вище впадіння б. Єрастовська, мг/дм ³
Завислі речовини	17,0
БСК ₅	2,9
ХСК	22,5
Азот амонійний	0,28
Нітрити	0,03
Нітрати	1,55
Мінералізація	1467
Хлориди	454
Сульфати	516
Фосфати	0,06
Нафтопродукти	н/в
Залізо	0,11
Феноли	н/в

2.3 Вимоги до якості очищення шахтних вод при їх повторному використанні на виробництві

Знизити техногенне навантаження на довкілля що, пов'язано зі скидом шахтних вод у поверхневі водні об'єкти, можливо за рахунок максимального їх використання в замкнутому циклі для потреб гірничого підприємства. Очищена

шахтна вода може бути альтернативою чистій трубопровідній воді, що надходить від зовнішнього водопостачальника.

Основною перевагою використання шахтної води, в технологічних операціях на підприємстві – є незалежність шахти від зовнішнього водопостачання.

Очищенні шахтні води можуть використовуватись для [7]:

- пилопригнічення під час ведення робіт з видобутку вугілля;
- створення горизонтальної або вертикальної розпилювальної завіси на вугільних пластах;
- гідрозакладки виробленого простору
- буріння дегазаційних свердловин;
- гідротранспортування гірської маси;
- змивання стінок гірничих виробок для попередження та локалізації вибуху вугільного і породного пилу;
- охолодження компресорних установок;
- зрошення забою лави при роботі очисних і підготовчих комбайнів, а також інших транспортних засобів;
- боротьби з пилом на технологічних комплексах поверхні шахт і на збагачувальних фабриках;
- різних технологічних процесів на збагачувальних фабриках де використовується спосіб мокрого збагачення вугілля;
- потреб шахтних та комунальних котелень;
- потреб бань і пралень;
- для полива сільськогосподарських угідь.

Однак, повністю відмовитись від зовнішнього постачальника чистої води шахта не може, у зв'язку з тим, що деякі експлуатаційні потреби шахти у воді вимагають високої її якості й не можуть повною мірою бути забезпечені шахтною водою [8].

Вода, яка буде використовуватись для технологічних потреб підприємства, повинна відповідати певним вимогам, при цьому, ці вимоги залежать від напряму використання води.

Загальні вимоги до якості води при використанні її в технічних цілях наступні [9]:

- 1) повинна бути нешкідливою для робітників;
- 2) мати добрі органолептичні показники;
- 3) не викликати корозію металевих конструкцій;
- 4) не сприяти утворенню сольових відкладень;
- 5) не зменшувати технічних показників виробничого процесу;
- 6) не створювати аварійних режимів роботи.

Особливі вимоги пред'являються до води, що використовується для боротьби з пилом.

Для пилопригнічення повинна застосовуватися вода, що відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості [10], і має такі показники: кількість завислих речовин – 20 мг/л, солевміст – 1000 мг/л, вміст нафтопродуктів <0,3 мг/л. Однак при відсутності або нестачі води питної якості, для пилопригнічення, за погодженням, може бути використана шахтна вода, але за умови очищення її від бактеріальних забруднень, видаленні завислих речовин і нейтралізації

Вимоги до якості шахтної води для гідромеханізації гірничих робіт представлені в таблиці 2.4 [11].

Таблиця 2.4 – Вимоги до якості шахтної води для гідромеханізації гірничих робіт

Вид робіт	Показники якості води			
	Температура, °С	Завислі речовини, мг/л	pH	Запах, бал
Гідровідбійка вугілля підземним способом і гідровскришних робіт	25	не більше 20000	6-9,5	3

Продовження таблиці 2.4

Гідротранспортування гірської маси, буріння свердловин	не нормується	не нормується	6-9,5	не нормується
Гідрозакладка виробленого простору	не нормується	не нормується	6-9,5	не нормується

Вимоги до якості шахтної води, що використовується для збагачення вугілля мокрим способом наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Вимоги до якості шахтної води, що використовується для збагачення вугілля мокрим способом

Показник якості води	Значення показника
Завислі речовини, мг/л	не більше 5000
Запах, бал	3
pH	6-9,5
Твердість загальна мг-екв/л	-
Мінералізація, мг/л	не більше 5000
Хлориди (Cl^-), мг/л	не більше 1500
Сульфати (SO_4^{2-}), мг/л	не більше 2000

Кондиціонування повітря в шахті здійснюється холодильними машинами які можуть бути компресорними, турбокомпресорними або адсорбційними. При експлуатації холодильних машин вода використовується для передачі холоду до повітроохолоджувачів, а також для відведення тепла конденсації холодоагенту.

Вимоги до якості шахтної води, що використовується холодильними машинами представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Вимоги до якості шахтної води, що використовується холодильними машинами

Показник якості води	Значення показника
Завислі речовини, мг/л	50-75
Температура, °C	відповідно технічному паспорту обладнання

Продовження таблиці 2.6

рН	6-8,5
Твердість карбонатна мг-екв/л	не більше 6
Загальна мінералізація, мг/л	не більше 2000

При дегазації вугільних пластів вакуум-насосними установками вода є як охолоджуючою, так і робочою рідиною. Так само вона може бути використана в процесі буріння дегазаційних свердловин.

Вимоги до якості шахтної води, що використовується для забезпечення роботи вакуум-насосних установок представлені в таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Вимоги до якості шахтної води яка використовується для дегазації вугільних пластів

Показник якості води	Значення показника
Завислі речовини, мг/л	не більше 40
Температура, °С	25
рН	6,5-8,5
Твердість карбонатна мг-екв/л	не більше 6
Загальна мінералізація, мг/л	не більше 2000
Загальна твердість, мг-екв/л	не більше 7

В шахтних котельнях застосовуються, в основному, парові водотрубні котли низького тиску і водонагрівальні водотрубні котли з температурою мережевої води на виході до 115 °С при закритих системах водопостачання.

Вимоги до якості шахтної води, яка використовується для виробництва теплої води наведено в таблиці 2.8. При цьому заборонено використовувати воду, яка може викликати корозію металевих складових котла, а також погіршити теплопередачу в наслідок забруднення поверхні нагріву котлів.

Таблиця 2.8 – Вимоги до якості шахтної води яка використовується для виробництва теплової енергії шахтними котельнями

Показник якості води	Значення показника
Завислі речовини, мг/л	не більше 5
Масла та важкі нафтопродукти, мг/л	не більше 1
рН	7-10,5
Твердість карбонатна мг-екв/л	не більше 0,7
Загальна мінералізація, мг/л	2000
Загальна твердість, мг-екв/л	0,02-0,05
Вміст сполук заліза, в перерахунку на Fe, мг/л	0,5
Вміст нітритів, нітратів, мг/л	не нормується
Вільний кисень, мг O ₂ /л	0,05
Вільна вуглекислота, мг/л	не допускається

Вимоги до якості шахтної води яка використовується для охолодження різного технологічного обладнання – насосів, димососів, панелей сушильних установок наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Вимоги до якості шахтної води яка використовується для охолодження різного технологічного обладнання на шахті

Показник якості води	Значення показника
Завислі речовини, мг/л	не більше 50
Температура, °C	відповідно до технічного паспорта обладнання
рН	6,5-8,5
Твердість карбонатна мг-екв/л	не більше 0,7
Загальна мінералізація, мг/л	не більше 2000

Для інших виробничих потреб гірничого виробництва, таких як профілактика самозаймання породних відвалів, гідрозоловидалення, гасіння шлаку, гідрзмив просипів немає регламентованих вимог які пред'являються до якості води, тому можна використовувати будь-яку шахтну воду, як очищену, так і не очищену.

На господарсько-питні потреби (пиття працівників, приготування їжі, миття столового посуду і фляг) повинна використовуватися вода виключно питної якості, яка відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.

Для комунально-побутових потреб шахти (прибирання душових кімнат, прання робочого одягу працівників) повинна використовуватися вода питної якості яка відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014. При нестачі води питної якості, за погодженням, допускається використання шахтної води, яка пройшла попереднє очищення (демінералізація, нейтралізація, знезараження) і відповідає всім встановленим вимогам.

Для поливу території шахти, миття автодоріг і тротуарних доріжок, вологого прибирання виробничих приміщень, забезпечення водою санвузлів, можна використовувати попередньо очищену, знезаражену шахтну воду за умови відповідності її встановленим санітарним нормам.

Скидання шахтних вод в поверхневі водні об'єкти регламентується "Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами" [12].

Вимоги до якості шахтної води яку скидають у поверхневі водні об'єкти наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Вимоги до якості шахтної води яку скидають у поверхневі водні об'єкти

Показник якості води	Значення показника
Завислі речовини, мг/л	не більше 20
Солевміст, мг/л	1500
Нафтопродукти, мг/л	<0,1
рН	6,5-8,5
Сульфати, мг/л	500
Хлориди, мг/л	300

2.4 Аналіз ефективності сучасних методів очищення шахтної води у підземних умовах

Одним з найбільш важливих механізмів, які забезпечують безпеку гірників у вугільних шахтах це – механізовані гідравлічні кріплення. Сучасне гідравлічне кріплення не простий механізм, що складається з окремих секцій, які пов'язані між собою, і здатні пересуватися за допомогою спеціальних домкратів слідом за просуванням забою лави. Конструкція кріплень, наразі, дуже різноманітна, при цьому основні і найбільш важливі елементи – гідравлічні стійки, саме вони приймають на себе тиск породи. Протидіяти тиску породи, гнітючої на кріплення, можна шляхом створення в робочій порожнині стійки великого тиску і постійного утримання його на потрібному рівні, це здійснюється за допомогою подачі спеціальної гідравлічної рідини (водомалярної емульсії), яка приблизно на 98% складається зі звичайної води і на 2 % зі спеціальної малярної присадки – емульсійного концентрату.

Подача емульсії в порожнину стійки проводиться високонапірним насосом, як правило, шляхом відбору з проміжного гідробаку. Таким чином, гідравлічна рідина (емульсія) є середовищем, що передає енергію насосного агрегату в робочу порожнину стійки, із забезпеченням одночасного змочування (змазування) всіх поверхонь, з якими стикається емульсія. Після контакту з емульсією на поверхнях утворюється антикорозійна і антифрикційна (багаторазово зменшує тертя поверхонь один одного і їх корозію) малярна плівка, якість якої визначає цілісність поверхонь і, як наслідок, працездатність кріплення. Від якості емульсії безпосередньо залежить термін служби гідравлічних елементів.

Використання високоякісних емульсійних концентратів гарантує відмінну якість гідравлічної рідини. Звичайно за умови використання спеціально підготовленої води. Однак через відсутність рішень з підготовки води або складнощів щодо її транспортування в забій на багатьох шахтах, можливість використання високоякісних емульсійних концентратів обмежена.

Єдиний вихід – знайти рішення з організації очищення води для приготування емульсії і правильного розведення емульсійного концентрату з очищеною водою в підземних умовах.

У травні 2013 фахівці приступили до розробки та виготовлення автоматичних установок для приготування в підземних умовах якісних гідравлічних рідин з використанням очищеної води. Результатом розробок стала унікальна установка типу RO-IG, яка підтвердила ефективність своєї роботи на практиці і, зараз, активно експлуатується під землею, у шахті «Добропільська». Відбираючи воду з трубопроводу пожежного става, RO-IG її очищає і відразу готує якісну гідравлічну рідину, одночасно подаючи готову емульсію для споживання. Установка повністю автоматизована, тобто втручання персоналу в роботу зведено до мінімуму.

Установка типу RO-IG для приготування емульсії має наступні характеристики:

- рівень вибухозахисту: клас 1, відповідає вимогам технічного регламенту обладнання та захисних систем призначених для застосування в потенційно вибухонебезпечних середовищах. Сертифікат № СВ 0573 виданий ДВСЦ ВО від 25.11.2013 року;

- продуктивність: від 1 до 5 м³/год готової емульсії;
- вихідна вода: протипожежний ставок шахти;
- готова вода: знесолена та звільнена від механічних домішок розміром до 3 мкм,

Основні вузли установки типу RO-IG для приготування емульсії:

1. Перший ступінь фільтрації – захист від завислих забруднень дисперсією до 50 мкм.

2. Другий ступінь фільтрації – захист від нафтопродуктів, хлору, органіки, завислих забруднень дисперсією до 10 мкм.

3. Третій ступінь фільтрації – захист від завислих забруднень дисперсією до 3 мкм.

4. Четвертий ступінь фільтрації – видалення з води всіх забруднень і солей до 98%, рейтинг фільтрації 0,02 мкм.

5. Станція дозування – відсоток дозування концентрату в очищену воду від 0,1 до 5%.

6. Подача готової емульсії – подача 6 м³/год; напір 40 м; потужність електродвигуна 1,5 кВт.

7. Захист системи від гідроударів – захист системи від руйнувань в наслідок гідроударів або підвищення тиску вихідної води понад 16 бар.

В основі роботи установок технологія зворотного осмосу. Завдяки оригінальним фільтрам попереднього очищення та системи автоматики, зазначена технологія справляється з очищенням води з пожежного ставу вугільної шахти і подає на приготування емульсії воду, яка за фізико-хімічним складом не гірша ніж це нормується вимогами сьомого Люксембурзького протоколу – міжнародний звіт вимог і методів контролю емульсорів. Слід зазначити що в очищеній воді (як наслідок – і в готовій емульсії) відсутні мікробіологічні забруднювачі (грибки, сульфатредуценти та інші). Це сприяє збільшенню термінів служби емульсії в гідравлічному обладнанні та підвищує ефективність її використання. При роботі установок RO-IG не застосовуються небезпечні речовини, у навколишнє середовище не скидаються заборонені або шкідливі сполуки. Відпрацьовані ресурси фільтроелементів установки легко утилізуються як звичайні побутові відходи (3-й клас безпеки) на міських полігонах ТПВ.

Інформація для експлуатуючого персоналу виводиться на кольоровий рідкокристалічний дисплей, що максимально спрощує користування установкою. Крім того, вона забезпечена блоком формування мовного сигналу, який словесно озвучує її входження в той чи інший режим. При необхідності установку укомплектовують віддаленим пультом контролю, який можна розташовувати на поверхні, що дозволяє контролювати роботу і коректність експлуатації в режимі реального часу.

Економічне обґрунтування застосування установки:

- зменшення кількості аварій та збоїв у роботі технологічного обладнання;
- значне збільшення терміну служби технологічного обладнання;
- зручність приготування та подачі очищеної води;
- продовжує термін служби емульсії.

Собівартість 1 м³ готової емульсії, отриманої на установці RO-IG, залежить від марки емульсійного концентрату та фізико-хімічного складу води з пожежного ставу. Чим більше вартість концентрату і чим брудніше вода з пожежного ставу, тим вища собівартість. Якщо ж вартість концентрату не враховувати, то при середній забрудненості води з пожежного ставу середньорічна собівартість 1 м³ емульсії буде рідко перевищувати 15 грн.

Установка продуктивністю 3 м³/год, за умови щоденного виробництва готової води на рівні 60 м³/добу (21900 м³/рік).

Таким чином, використання установок RO-IG дозволяє отримати високоякісну емульсію безпосередньо в місці її експлуатації, що максимально знижає витрати на обслуговування механізованого комплексу, а також збільшує міжремонтні інтервали гідравлічного гірничошахтного устаткування.

2.5 Цілі та завдання роботи

Гірничодобувна галузь відіграє життєво важливу роль у розвитку національної економіки нашої країни, в той самий час, видобуток корисних копалин несприятливо впливає на стан навколишнього природного середовища.

В результаті гірничодобувної діяльності виникають різні екологічні проблеми, які пов'язані з деградацією природних ландшафтів, забрудненням ґрунту залишками гірничодобувної промисловості, забрудненням повітря, внаслідок надходження великої кількості токсичних газів в атмосферу, забрудненням води важкими металами, органічними й неорганічними домішками, що у свою чергу, впливає на здоров'я населення та соціально-економічне становище [1,2].

Одним із найвагоміших наслідків видобутку корисних копалин є його вплив на водні ресурси. Діяльність гірничих підприємств призводить до порушення гідрологічного режиму територій, утворенню великої кількості промислових стічних вод, які зазвичай, без належного очищення скидаються у поверхневі водні об'єкти, в результаті чого відбувається їх виснаження, обміління, засолення, замулювання і як наслідок – порушується їх екологічний стан.

Захист поверхневих і підземних вод від забруднення стічними водами вже давно є проблемою загальнодержавного значення. Проблема охорони водних ресурсів від забруднення неочищеними стічними водами особливо актуальна для вугільної промисловості, для підприємств якої характерне утворення великих обсягів шахтних вод. Великий солевміст шахтних вод, а також наявність в них великого обсягу різних шкідливих домішок робить неможливим повторне використання шахтних стоків без належного очищення. До того ж, скидання таких вод у поверхневі водні об'єкти призводить до їх забруднення.

Метою роботи є удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» для зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище гірничого підприємства.

Об'єктом дослідження є водне господарство ДВАТ «Шахта «Добропільська», а **предметом** дослідження – технології повторного використання шахтних стоків в умовах гірничого підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська» для зниження шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Розглянути загальні відомості про підприємство.
2. Проаналізувати обсяги утворення та шляхи використання шахтних стоків підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська».
3. Удосконалити технологічну схему очищення шахтної води у підземних умовах.

4. Провести еколого-економічні розрахунки запропонованого технічного рішення.

5. Розробити заходи з охорони праці.

Методи досліджень: комплексний метод досліджень, що включає аналіз і узагальнення літературних джерел; аналіз обсягів утворення стічних вод на підприємстві; розрахунково-аналітичний метод, еколого-економічний аналіз технологій очищення шахтних вод в підземних умовах для їх повторного використання на технологічні потреби.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ПІДЗЕМНИХ УМОВАХ

3.1 Обґрунтування вибору технологічної схеми для очищення шахтної води

Аналізуючи хімічний склад води ДВАТ «Шахта «Добропільська» після пруда-відстійника, можна зробити висновок, що шахтні очисні споруди не очищають воду від завислих речовин до нормативних вимог. Концентрація завислих речовин у воді після пруда-відстійника становить 44,7 мг/л, що перевищує встановлений норматив – 20,0 мг/л, це свідчить про не достатню ефективність очищення стічних вод в них.

ДВАТ «Шахта «Добропільська» щорічно відкачує на поверхню 3098,7 тис м³ води, з них на власні потреби та на збагачення вугілля ПАТ «ДТЕК «Добропільська ЦЗФ» використовується близько 1134,8 тис м³, більша частина, а це близько 1963,9 тис м³/рік, скидається у річку Бик, оскільки використання для інших потреб – пилопригнічення, отримання теплової енергії на котельнях, охолодження устаткування, неможливо, через низьку якість води.

При цьому, шахтна вода, яку скидають у річку Бик також не відповідає вимогам по таких показникам як мінералізація, нітрити, нітрати, хлориди, сульфати, фосфати, феноли та залізо. Тому необхідна технологія очищення шахтної води, яка підвищить її якісний склад та дозволить більшою мірою використовувати на технічні потреби підприємства.

Для вибору технологічної схеми очищення шахтної води, необхідно порівняти хімічний склад води з вимогами, що пред'являються до якості води при її повторному використанні (табл.3.1).

Таким чином, відповідно до хімічного складу води ДВАТ «Шахта «Добропільська», а також відповідно до вимог якості води при її повторному використанні, технологічна схема очищення води повинна містити етапи освітлення та пом'ягчення.

Таблиця 3.1 – Порівняння показників якості шахтної води з вимогами, що пред'являються до якості води при її повторному використанні

Показник	Склад шахтної води після пруда-відстійника	Пилопригнічення	Полив	Шахтні котельні	Охолодження обладнання	Скидання у природне середовище
Завислі речовини, мг/л	44,7	<20	<20	<5	<20	<20
БСК ₅ ,	6,7	-	-	-	-	-
ХСК	67,0	-	-	-	-	-
Азот амонійний, мг/л	0,871	-	-	-	-	-
Нітрити, мг/л	0,179	-	-	-	-	-
Нітрати, мг/л	6,7	-	-	-	-	-
Мінералізація, мг/л	3351	<1000	<1500	<2000	<2000	<1500
Хлориди, мг/л	827	-	-	-	-	300
Сульфати, мг/л	1162	-	-	-	-	500
Фосфати, мг/л	0,67	-	-	-	-	-
Нафтопродукти, мг/л	н/в	<0,3	<0,1	<0,1	-	<0,1
Залізо, мг/л	0,223	-	-	0,5	0,2	-
Феноли, мг/л	0,002	-	-	-	-	-
рН	8	-	7-8,5	7-10,5	8,5	6,5- 8,5
Загальна твердість, мг- екв/л	10,8	-	-	0,02- 0,05	0,02- 0,05	-

3.2 Удосконалення технологічної схеми очищення шахтної води у підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»

Аналіз практики використання наземних водоочисних споруд показує, що їм притаманні певні недоліки, до яких відносять [13]:

- складність технологічних схем і проєктних рішень очисних споруд;
- необхідність використання та утилізації великої кількості хімічних реагентів;
- висока вартість очисних споруд;
- відсутність простих і надійних рішень щодо очищення баків для води та технічних апаратів;
- відторгнення великих земельних площ для спорудження та функціонування очисних споруд;
- необхідність повернення води у підземні виробки для підземних технологічних операцій.

Для зниження вартості будівництва очисних споруд, скорочення земельних площ, а також підвищення ефективності роботи очисних споруд, перспективним є перенесення операцій, з очищення шахтних стоків, з поверхні в підземні умови [14, 15].

Для очищення і знезараження води в підземних умовах для ДВАТ «Шахта «Добропільська» пропонується наступна послідовність: попереднє очищення від великих суспензій – фільтрація через напірні гідроциклони – реагентна обробка – знезараження води.



Рисунок 3.1 – Послідовність очищення шахтної води

Розміщення очисних споруд безпосередньо в шахтних виробках дозволить вирішити відразу два завдання – профілактика та очищення.

Профілактичний напрямок передбачає, недопущення забруднення великого обсягу умовно-чистих вод, що стікають з виробленого простору.

Сутність очисного напрямку полягає в освітленні невеликого обсягу забруднених шахтних вод, які стікають з призабійного простору.

Доцільність перенесення операцій по освітленню вод в підземні гірничі виробки визначається двома основними факторами, а саме:

- 1) збільшення ефективності осадження, у зв'язку з підвищеною крупністю суспензій;
- 2) зменшення кількості води, що освітлюється, в околиці діючих вибоїв (поліпшується екологічна складова).

На першій стадії очищення для освітлення забруднених вод широкого застосування отримало гравітаційне відстоювання, оскільки цей спосіб є найбільш простим та найменш енергоємним. Однак він має такі недоліки:

- великі капітальні витрати на будівництво відстійників, що займають значні площі;
- складність видалення осаду з відстійників;
- не завжди досягаються нормативні вимоги до вмісту завислих речовин в освітленій воді.

Для накопичення й зберігання осаду проектують шламонакопичувачі з корисною площею 86 м², що являють собою обваловані ємності, які містять 4 секції, рекомендований розмір однієї секції – 3,1×7,1 м.

Замість відстоювання, в технологічній схемі очищення шахтних вод рекомендується застосувати метод гідросепарації за допомогою компактних напірних гідроциклонів (рис.3.1). Висока ефективність очищення, простота конструкції, малі габарити і вартість забезпечують ефективність їх використання. Економія енергії в складі поточних витрат буде відбуватись за рахунок зменшення обсягу освітлення води в підземних умовах.

Напірні гідроциклони застосовують для виділення зі стічних вод механічних частинок зі швидкістю осадження менше ніж 0,02 м/с.

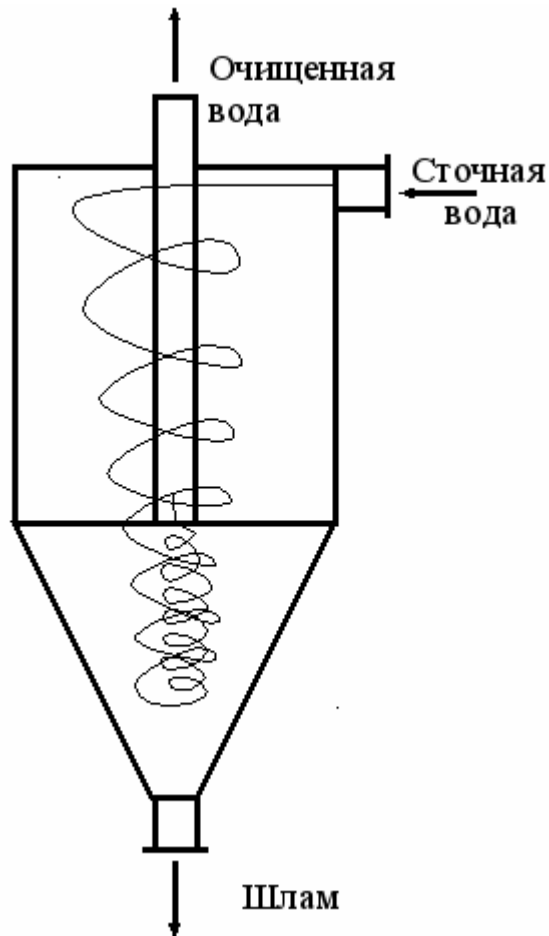


Рисунок 3.2 – Схема напірного гідроциклону

Гідроциклон складається з декількох секцій, через які послідовно проходить стічна вода, це дозволяє більш повною мірою використовувати обсяг гідроциклону і зменшити час перебування в ньому шахтної води. Величина питомої витрати води через багатоярусні гідроциклони змінюється в межах $0,00028 \div 0,0056 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$.

Однак, у порівнянні з відстоюванням, спосіб гідросепарації є більш енергоємним. Для зменшення енергетичних витрат нами рекомендується забезпечувати натиск за рахунок гідростатичного тиску рідини, що утворюється в результаті перепаду висот при розташуванні гірничих виробок в підземних умовах (наприклад, гідроциклон встановлюється в нижній частині ухилу).

Для видалення з води частинок розміром 20 мкм застосовують великі гідроциклони, для видалення частинок розміром 10 мкм – середні, для осадження суспензій з частинками діаметром менше ніж 0,5 – 2 мкм застосовуються так звані мікромультигідроциклони. Збільшити продуктивність гідроциклонів можна шляхом паралельного з'єднання декількох апаратів. В сукупності такі апарати називають мультигідроциклонами.

Технічні показники запропонованих напірних гідроциклонів:

- кількість – 3 шт;
- площа одного гідроциклону – $5,15 \text{ м}^2$
- витрата води на один напірний гідроциклон – $134 \text{ м}^3/\text{год}$;
- мінімальна гідравлічна крупність суспензії – 6 мм/с ;
- питома витрата води – $26 \text{ м}^3/\text{год} \cdot \text{м}^2$.
- площа одного гідроциклону – $5,15 \text{ м}^2$

Гідроциклони всіх ступенів очищення працюють під тиском, що створюється однією насосною установкою.

Однак, недоліком використання гідроциклонів є абразивне стирання металевих частин самого циклону, а також насоса, який генерує тиск рідини, що подається.

Щоб уникнути абразивного стирання насоса і труби, яка використовується для транспортування шламів зі зливного патрубку гідроциклону, рекомендується прилад розміщувати на всмоктувальній лінії насоса. Для забезпечення правильної роботи насоса, центральна труба встановлюється від напірної лінії насоса через зливний патрубок до пісочного сопла. У цьому випадку розрядження й тиск утворюються одночасно в одній камері. Насос перекачує рідину з камери через зливний патрубок, при цьому, під впливом вакууму, вода всмоктується в гідроциклон через вхідний патрубок, закручуючись, як зазвичай. По центральній трубі вода з насоса подається під тиском в конічну частину циклону, де осідає осад. Спрямований струмінь води безперервно видаляє осад через піскову насадку та ежектор.

Для більш повного видалення з шахтної води завислих речовин і стабілізації використовують реагентне очищення з застосуванням різних хімічних сполук або електрохімічних процесів. Для досягнення необхідного ступеня освітленості, перед відстоюванням і фільтрацією, шахтні води обробляються коагулянтами. Високомолекулярні флокулянти широко використовуються для інтенсифікації процесу очищення води в шахті. Освітлення води, яке відбувається після осадження коагульованих домішок, зазвичай супроводжується її знебарвленням і частковим знезараженням.

Застосування реагентів значно підвищує ефективність очищення стоків. Найпоширенішими реагентами, що використовують для очищення води є сірчаноокислий алюміній, поліакриламід, хлористе залізо та вапно.

Пом'якшення може бути здійснено до величини залишкової загальної твердості менш ніж 0,5 - 2 г-екв/м³.

Для агрегування домішок, що містяться у воді, у технологіях освітлення і реагентного пом'якшення передбачено застосування катіонного флокулянта – флокатона. Флокатон – це катіонний флокулянт у вигляді гелю або гранул. На підприємстві обов'язково зберігається в закритій тарі, з якої подається у витратно-розчинений бак, де розчиняється і розбавляється освітленою водою, що подається з резервуара технічної води. Оскільки реагент є погано розчинним полімером, спочатку гранули набухають у воді, а потім включається механічна мішалка, яка розкладає флокули гелю на полімерні молекули.

Технічні показники бака реагентного господарства:

- тип реагенту – Сірчаноокислий алюміній $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- доза реагенту – 6 г/м³;
- добова витрата реагенту – 6 кг;
- об'єм розчинно-витратних баків реагенту – 5,75 м³;
- кількість баків – 2 шт;
- об'єм одного баку – 2,88 м³;
- витрата стисненого повітря для перемішування розчину – 1350 л/хв;
- інтенсивність подачі стисненого повітря – 10 л/с·м²;

- витрата розчину реагенту – 240,00 л/год;
- тип дозатора – НД-100/40.

Використання напірних гідроциклонів і реагентного господарства в процесі передочищення шахтних вод з подальшим її очищенням на раніше встановленому обладнанні, дозволить ДВАТ «Шахта «Добропільська» одразу вирішити 2 завдання:

- 1) забезпечення підприємства водою для використання на власні потреби;
- 2) комплексне використання природних ресурсів, що значною мірою дозволить знизити антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище.

Обладнання для очищення шахтної води в підземних умовах буде розташовано в приствольному дворі. Шламонакопичувач доцільно розташувати поблизу від водонакопичувача, а для розміщення напірного гідроциклона і бака реагентного господарства можна використовувати камеру, що так само розташована в приствольному дворі.

Схема очищення шахтної води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» представлена на рисунку 3.2.

Річний обсяг очищеної води в підземних умовах можна визначити за формулою:

$$V_{\text{оч}} = Q \cdot t \cdot n \quad (3.1)$$

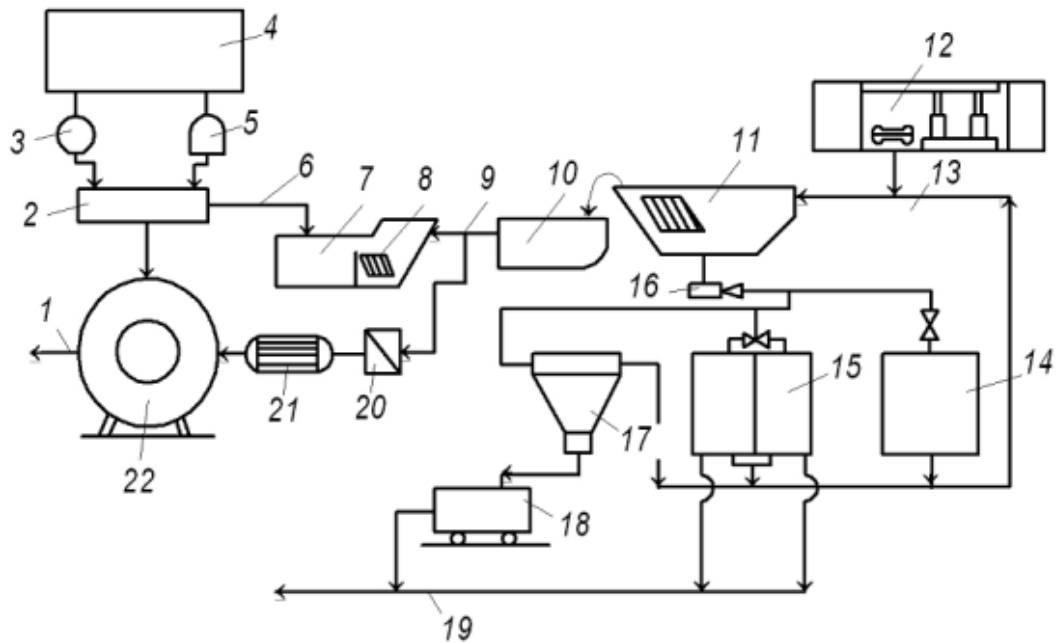
де Q – продуктивність установки, $\text{м}^3/\text{год}$;

t – кількість робочих годин на добу, год;

n – кількість робочих днів за рік.

$$V_{\text{оч}} = 347 \cdot 24 \cdot 365 = 3039,7 \text{ тис } \text{м}^3$$

Таким чином, удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» дозволить очистити 3097,7 тис м^3 води на рік, що майже дорівнює кількості води, що надходить у шахту.



1 – шахта; 2 – водонакопичувач; 3 – свердловина; 4 – вироблений простір; 5 – виробка, що погашена; 6 – трубопровід; 7 – центральний водозбірник шахти; 8 – відокремлений відстійник або відстійна камера; 9 – трубопровід; 10 – водозбірник; 11 – попередній відстійник; 12 – очисний або підготовчий забій; 13 – водовідливні канавки; 14 – вироблений простір; 15 – шламонакопичувач; 16 – гідромеханізована установка; 17 – напірні гідроциклони; 18 – вагони з сітчастими днищем або бортами; 19 – ланцюжок; 20 – вузол реагентної обробки води; 21 – фільтри; 22 – бактеріологічний вузол.

Рисунок 3.3 – Схема очищення шахтної води у підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»

Очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» відбувається наступним чином. Вода у водонакопичувач 2 під дією власної маси, або в напірному режимі надходить з виробленого простору відпрацьованих горизонтів шахти 4 через свердловину 3 або виробку, що погашена 5. Далі по трубопроводу 6 з водонакопичувача 2 води надходять в центральний водозбірник шахти 7.

При значному перепаді висот, між свердловиною 3 і водозбірником 7, вода, зазвичай, надходить під дією власної маси. У разі незначного перепаду висот – в напірному режимі за допомогою насосів, що працюють безперервно.

При проектуванні очисної станції об'єм водонакопичувача розраховують таким чином, щоб у разі виникненні аварійної ситуації, можна було запобігти переливу води через водонакопичувач.

Та частина води, що використовується для підземних технологічних потреб шахти, обов'язково надходить до бактеріологічного вузла 22 для знезараження.

Очищення невеликого обсягу шахтних стоків відбувається, в першу чергу, у водоочисних комплексах в межах горизонтів шахти, що діють. Водоочисні комплекси працюють за принципом гравітаційного осадження завислих речовин.

До складу водоочисного комплексу входять попередній відстійник 11 з похилими модулями, водозбірник 10 і гідромеханізована установка 16 за допомогою якої відбувається очищення відстійника від шламу. Всі компоненти водоочисного комплексу розміщують компактно, розділяючи лише водозливом. Однак, допускається і розділене компонування: відстійник розташовується в околиці джерела забруднення, а зв'язок між ним і водовідбірником здійснюється трубопроводом.

Всі забруднені шахтні стоки горизонту, які надходять по водовідливних канавках 13 з очисних або підготовчих виробок 12 пропускаються через водоочисний комплекс, з якого, надалі, надходить по трубопроводу 9 в центральний водозбірник шахти 7. При використанні частини освітлювальних вод на підземні технологічні потреби то за допомогою вузла реагентної обробки води 20 і фільтрів 21 проводиться їх доочищення, а також знезараження на бактеріологічному вузлі 22.

Осад, що накопичився в попередньому відстійнику 11, видаляють за допомогою гідромеханізованої установки 16, в якості якої можуть використовуватися гідроелеватори, ерліфти, шламові насоси. Шлам доцільно

розміщувати у виробленому просторі 14 діючого або відпрацьованого горизонту шахти, або подавати у вугільно-породний технологічний ланцюжок шахти 19.

Після видалення шламу з попереднього відстійника, його необхідно зневоднити за допомогою шламонакопичувачів 15, де він зберігається деякий час, а потім подається в ланцюжок, або за допомогою системи, в яку входять напірні гідроциклони 17, згущувачі і вагони з сітчастим днищем 18, де шлам остаточно зневоднюється, а потім подається в ланцюжок 19.

У цю ж систему подаються промивні води з фільтрів 21. Освітлена вода з виробленого простору, шламонакопичувачів направляється на водоочисну станцію по водовідливних канавках 13 у відстійник 11.

Після очищення загальний вміст завислих речовин становить не більше ніж 120 мг/л, а бактеріологічні показники очищеної води відповідають вимогам ДСТУ 7525:2014.

4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ОЧИЩЕННЯ ШАХТНИХ ВОД В ПІДЗЕМНИХ УМОВАХ ДВАТ «ШАХТА «ДОБРОПІЛЬСЬКА»

4.1 Визначення непрямого економічного ефекту

Відповідно до законодавства України, кожне гірниче підприємство за скид у поверхневі водні об'єкти забруднених промислових вод або вод, що недостатньо очищені, повинно сплатити податок [16].

Наразі, ДВАТ «Шахта «Добропільська» щорічно скидає у річку Бик 2234 тис м³/рік забруднених промислових вод, при цьому обсяг завислих речовин, що надходить у водний об'єкт становить близько 99,85 т.

Реалізація запропонованої технологічної схеми очищення шахтних вод в підземних умовах дозволить видалити з води 99,85 т завислих речовин.

Величину економічних збитків від забруднення навколишнього середовища, яких вдалося уникнути, можна визначити за формулою:

$$E_3 = V \cdot N \cdot K \quad (4.1)$$

де V – обсяг завислих речовин видалених з води, т;

N – ставка податку за скид 1 т завислих речовин у водний об'єкт; згідно з Податковим кодексом України вартість скидання у водний об'єкт 1 т завислих речовин на 26.04.201 становить 46,19 грн;

K – категорія водного об'єкта.

$$E_3 = 99,85 \cdot 46,19 \cdot 1,1 = 5073,3 \text{ грн/рік}$$

Таким чином, величина економічних збитків від забруднення навколишнього середовища, яких вдалося уникнути становитиме 2270,15 грн/рік.

4.2 Визначення економічного ефекту від реалізації технології очищення води в підземних умовах

Річні експлуатаційні витрати на очищення шахтних вод в підземних умовах можна визначити за формулою:

$$V_{ш.в} = V_{ам} + V_{ел} + V_{м} + V_{з.п} + \text{ЄСП}, \quad (4.2)$$

де $V_{м}$ – витрати на матеріали, грн/рік;

$V_{ел}$ – витрати на електроенергію, грн/рік;

$V_{з.п}$ – витрати на заробітну плату працівників, що обслуговують обладнання, грн/рік;

$V_{ам}$ – витрати на амортизацію обладнання, грн/рік;

ЄСП – єдиний соціальний податок на заробітну плату працівників, грн/рік.

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

$$V_{ам} = (n / 100) \cdot K, \quad (4.3)$$

де $n = 15\%$ – середня норма амортизаційних відрахувань на ремонт і відновлення обладнання з очищення шахтних вод.

K – капітальні витрати на удосконалення технологічної схеми очищення шахтних вод в підземних умовах, грн. За попередніми підрахунками капітальні витрати становитимуть 74500 грн.

$$V_{ам} = (15 / 100) \cdot 74500 = 11175 \text{ грн/рік}$$

Для обслуговування очисної станції необхідно залучити 5 працівників.

Витрати на заробітну плату з нарахуваннями визначаємо за формулою:

$$V_{зп} = n \cdot Z_{пл} \cdot 12 \quad (4.4)$$

де n – кількість працівників;

$Z_{пл}$ – заробітна плата одного працівника, $Z_{пл} = 8500$ грн.

$$V_{зп} = 5 \cdot 8500 \cdot 12 = 510000 \text{ грн/рік}$$

Нарахування єдиного соціального податку на заробітну плату працівників розраховуємо за формулою:

$$\text{ЄСП} = V_{зп} \cdot \text{П}\% \quad (4.5)$$

де $\Pi\%$ – відсоток єдиного соціального податку, %. Відповідно до Податкового кодексу України відсоток єдиного соціального податку для працівників становить 18,5% (станом на 26.04.2021).

$$\text{ЄСП} = 510000 \cdot 18,5 = 94350 \text{ грн/рік}$$

Витрати на матеріали містять витрати на закупівлю реагенту.

Витрати на матеріали визначаємо за формулою:

$$V_M = (V_M \cdot P_M) \cdot K_{\text{неуч}} \cdot K_{\text{буд.пер}} \cdot 10^{-3}, \quad (4.6)$$

де V_M – витрата реагенту на очищення шахтних вод, кг; $V_M = 2190$ кг;

P_M – вартість 1 кг сірчаноокислого алюмінію, грн; $P_M = 17$ грн;

$K_{\text{неуч}} = 1,7$ – коефіцієнт підрахунку витрат за невраховані матеріали;

$K_{\text{буд.пров}} = 1,08$ – коефіцієнт підрахунку витрат на матеріали за статтею "Витрати майбутніх періодів".

Витрати на матеріали складають:

$$V_M = (2190 \cdot 17) \cdot 1,7 \cdot 1,08 = 68354 \text{ грн/рік}$$

Витрати на електроенергію розраховують в залежності від потужності електрообладнання, що є споживачем електроенергії, кількості годин роботи гідроциклонів та насосів, тарифу за 1 кВт електроенергії.

Витрати на електроенергію розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{ел}} = M \cdot t \cdot 365 \cdot P_{\text{ел}} \quad (4.7)$$

де M – сумарна потужність двигунів електрообладнання, кВт; $M = 48$ кВт;

t – час роботи установки за добу; $t = 24$ години;

$P_{\text{ел}}$ – тариф за 1 кВт-год електроенергії, грн; $P_{\text{ел}} = 3,58$ грн;

365 – кількість робочих днів за рік;

$$V_{\text{ел}} = 48 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 3,58 = 1505318 \text{ грн/рік}$$

Таким чином, річні експлуатаційні витрати на очищення шахтних вод в підземних умовах становлять:

$$V_{\text{ш.в}} = 11175 + 1505318 + 68354 + 510000 + 94350 = 2189197 \text{ грн/рік}$$

Собівартість 1 м³ очищеної шахтної води визначаємо за формулою:

$$CB = V_{\text{ш.в}} / V_{\text{оч}}$$

$$CB = 2189197 / 3097700 = 0,7 \text{ грн}$$

Якщо враховувати, що ДВАТ «Шахта «Добропільська», замість скидання у річку Бик очищену воду в обсязі 2856,9 буде продавати стороннім споживачам, то дохід від реалізації вод становитиме:

$$Д = 2856900 \cdot P_v \quad (4.8)$$

де P_v – вартість 1 м³ очищеної шахтної води, грн; $P_v = 28$ грн/ м³

$$Д = 2856900 \cdot 28 = 79993200 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо валовий прибуток за формулою:

$$ВП = Д - B_{ш.в} \quad (4.9)$$

$$ВП = 79993200 - 2189197 = 77804003$$

Розраховуємо податок на прибуток:

$$ПП = ВП \cdot Н\% \quad (4.10)$$

де $Н\%$ – податок на прибуток. Згідно з законодавством України податок на прибуток становить 18% (26.04.2021 р.)

$$ПП = 7804003 \cdot 18\% = 14004720 \text{ грн/рік}$$

Чистий прибуток буде становити:

$$ЧП = ВП - ПП \quad (4.11)$$

$$ЧП = 77804003 - 14004720 = 63799283 \text{ грн/рік}$$

Таким чином, економічний ефект від природоохоронного заходу становитиме:

$$E_e = ЧП + E_z$$

$$E_e = 63799283 + 5073,3 = 63804356 \text{ грн/рік}$$

Для того щоб визначити чи є запропоноване технологічне рішення економічно доцільним, необхідно з'ясувати чи виконується умова:

$$E_{\phi} = (E_e / B) > 1 \quad (4.12)$$

де B – витрати на реалізацію запропонованого способу очищення шахтних вод в підземних умовах, грн.

$$B = B_{ш.в} + (K/T)$$

T – термін реалізації проєкту.

$$B = 2189197 + (74500/5) = 2204097 \text{ грн}$$

Таким чином відносна економічна ефективність становитиме:

$$E_{\phi} = 63804356 / 2204097 = 28 > 1$$

Оскільки, $E_{\phi} > 1$, тобто виконується умова за визначення проєкта ефективним, робимо висновок, що запропонована технологія підземного очищення шахтної води є еколого-економічно ефективною.

Таким чином, удосконалення технологічної схеми очищення шахтної води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська», для їх повторного використання на технологічні потреби підприємства дозволить перевести виробництво в розряд маловідходних та отримати певний еколого-економічний ефект.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Виробничі та побутові захворювання, що виникають внаслідок впливу забруднених стічних вод гірничодобувного підприємства

Шахтні води підприємств вугільнодобувної промисловості характеризуються вмістом великої кількості фізико-хімічних і мікробіологічних забруднюючих речовин, які завдають значного пливу на здоров'я населення та екологічний стан природних водойм. Особливо небезпечним для людини, є вміст у воді патогенної мікрофлори.

Найбільш специфічними забруднювачами шахтних вод є нерозчинні частинки вугілля і гірських порід, що містять різні хімічні сполуки, а також велику кількість мінеральних солей. В результаті використання механізованого обладнання в підземних виробках шахтні води забруднюються нафтопродуктами. Низький рівень очищення стічних шахтних вод та скидання їх у водні об'єкти призвело до скорочення кількості природних джерел води, придатних для використання як для господарсько-питних, так і для технічних цілей [17].

З вище сказаного бачимо, що стічні води вугільних підприємств містять ряд забруднювачів, які при потраплянні в організм людини можуть викликати різні захворювання в тому числі й професійні.

Гострі професійні захворювання та отруєння включають хвороби й отруєння, що викликані під впливом небезпечних факторів і забруднюючих речовин протягом не більше однієї робочої зміни. До небезпечних факторів, які сприяють появі гострих професійних захворювань та отруєнь відносять: іонізуюче й неіонізуюче випромінювання, вплив шкідливих хімічних речовин, значні фізичними навантаженнями і перенапруження. Інфекційні, паразитарні та алергічні захворювання, також відносять до гострих професійних захворювань.

Професійна хвороба – захворювання, яке викликане шкідливими умовами праці і не здатне протікати без контакту з ними. Професійні захворювання поділяються на гострі (отруєння), викликані одноразовим впливом забруднюючої речовини на працівника, а також хронічні, що пов'язані з систематичним впливом низьких концентрацій або доз забруднюючих речовин на працівника, що не викликають симптомів отруєння.

Найпоширенішими захворюваннями у шахтарів є гострі шлунково-кишкові та глистяні захворювання. Однією з найважливіших причин цих захворювань є розсіювання збудників шлунково-кишкових захворювань і яєць глистів з випорожненнями й сечею хворих людей та бацилоносіїв в тих шахтах, в яких немає підземної асенізації або остання погано влаштована. У цих випадках ґрунт шахтних виробок, водовідливні канали і шахтні води забруднюються цими збудниками, легко потрапляють на взуття, одяг, їжу та руки шахтарів. Чимале значення в поширенні шлунково-кишкових захворювань серед підземних робітників може мати вживання для пиття забрудненої шахтної води.

Шкідливий вплив на людей та тварин завдає вода з підвищеним вмістом фтору (понад 1,5 мг/л), вживання якої спричиняє виникнення ендемічного флюорозу. Тривале вживання питної води з високим вмістом фтору може призвести до отруєння організму. Надходження надмірної кількості фтору в кісткову систему викликає заміну цим мікроелементом, кальцію, що міститься в скелеті, це призводить до ослаблення і розм'якшення кісток людського організму. В результаті у людини згинається поперек, горбиться спина. У серйозних випадках людина може втратити працездатність.

Окрім цього, може відзначатися ураження зубів, порушення процесів закріплення кістяка, виснаження організму. Вміст фтору в питній воді лімітується. Встановлено, що систематичне використання населенням фторованої води збільшує рівень захворювань, пов'язаних з наслідками одонтогенної інфекції (ревматизм, серцево-судинна патологія, захворювання нирок).

Миш'як – один з найвідоміших отрут. Це метал, токсичний для більшості живих істот. При отруєнні миш'яком уражається центральна і периферична нервова система, шкіра, периферична судинна система.

Надмірний вміст у шахтній воді важких металів також може привести до розвитку в організмі недуг. Наприклад, надмірний вміст свинцю викликає захворювання нирок, невралгію та інших хвороб.

Надмірний вміст миш'яку у питній воді може стати причиною невриту, гострого отруєння організму і навіть смерті людини. Якщо у воді, яку споживає людина, міститься надмірна кількість кадмію, це може призвести до деформації скелета, болів у попереку і спині, отруєння, патологічних змін еритроцитів і інших розладів.

Надлишковий вміст фосфору викликає отруєння ортофосфорними речовинами, труднощі дихання та інші проблеми. Надлишок ртуті у воді стає причиною нейротоксикозів, нервових розладів, судом, а в серйозних випадках, смерті людини.

5.2 Правила техніки безпеки при роботі з сірчанокислим алюмінієм $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Сірчанокислий алюміній являє собою речовину, що легко розчиняється у воді. Може зустрічатися у формі безбарвних лусочок, пластинок і кристалів, а також білого порошку. Кристали сірчанокислового алюмінію можуть мати рожевий, сірий, блакитний відтінок. На повітрі цей реагент вивітрюється.

Використовується в очищенні побутових і питних вод, в текстильній промисловості, а також в шкіряній промисловості, при виготовленні паперу, в аналітичній хімії.

Відноситься до типу помірно-небезпечних речовин, тобто до третього класу небезпеки. Не є вогне - і вибухонебезпечною речовиною.

В обов'язковому порядку при роботі з $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ необхідно дотримуватися особистої гігієни та використовувати індивідуальні засоби захисту. Оскільки,

вдихання парів $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ може викликати кашель і серйозну задишку. При прямому контакті з очима сірчаноокислий алюміній може викликати свербіж, подразнення або біль. Потрапляння всередину викликає подразнення шлунка, діарею і блювоту. При контакті з оголеною шкірою $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ може викликати свербіж роздратування і досить сильні опіки [18].

При безпосередньому прямому попаданні засобу в очі або на шкіру необхідно негайно промити ці ділянки чистою проточною водою. Якщо відбулося вдихання парів $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, то негайно необхідно покинути токсичну область і віддихатись. Якщо ж сірчаноокислий алюміній потрапив всередину організму, необхідно випити склянку молока і спровокувати блювоту.

Всі приміщення, де проводяться роботи з сірчаноокислим алюмінієм $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, повинні бути обладнані справною загальною припливно-витяжною вентиляцією, що завжди функціонує. У лабораторіях аналізу препарату проводяться у витяжній шафі.

У виробничих приміщеннях обов'язково повинно проводитися вологе прибирання. Місце можливого запилення $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, повинні бути забезпечені місцевою витяжною вентиляцією.

Гранично допустима концентрація пилу сірчаноокислого алюмінію в повітрі робочої зони виробничих приміщень у перерахунку на алюміній встановлено $0,5 \text{ мг/м}^3$ [19].

Поставляється партіями, перевозиться всіма видами транспорту. Зберігатися речовина повинна в упаковці виробника в критих складських приміщеннях. Ні в якому разі не можна змішувати препарат з іншими речовинами.

Документ про якість повинен містити:

- товарний знак і (або) найменування підприємства-виробника;
- найменування, сорт продукту;
- номер партії;
- масу нетто;
- кількість пакувальних одиниць, що входять в партію;

- результати проведених аналізів або підтвердження відповідності якості продукту вимогам стандарту.

Встановлений гарантійний термін зберігання становить 2 роки з дати випуску. Після того, як цей термін закінчиться, перед кожним використанням необхідно проводити аналізи реагенту.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра на тему "Удосконалення технологічної схеми очищення води в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська»" обґрунтовано та удосконалено технологічну схему очищення води в підземних умовах шахти для її повторного використання на технологічні потреби вугільного підприємства, що дозволило знизити шкідливий вплив гірничого підприємства на водне середовище.

Основні результати роботи полягають у наступному:

1. Проаналізовано обсяги утворення та шляхи використання шахтних стоків підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська».
2. Розглянуто вимоги до шахтної води при її повторному використанні.
3. Відповідно до хімічного аналізу шахтних вод підприємства ДВАТ «Шахта «Добропільська» після пруда-відстійника, було визначено, що шахтні очисні споруди, наразі, не очищають воду від завислих речовин до нормативних вимог. Концентрація завислих речовин у воді після пруда-відстійника становить 44,7 мг/л, що перевищує встановлений норматив – 20,0 мг/л, це свідчить про не достатню ефективність очищення стічних вод в них.
4. Відповідно до вимог споживачів при повторному використанні була удосконалена технологічна схема очищення шахтних вод в підземних умовах за рахунок використання напірних гідроциклонів та реагентної обробки.
5. В результаті удосконалення технологічної схеми очищення шахтних вод в підземних умовах ДВАТ «Шахта «Добропільська» відбудеться зниження шкідливого впливу підприємства на навколишнє середовище. Кількість очищеної води становитиме 3039,7 тис м³/рік.
7. В результаті реалізації запропонованої схеми очищення буде отриманий екологічний ефект, який полягає в зниженні скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти. Зокрема використання запропонованої схеми очищення шахтних стоків із застосуванням напірних гідроциклонів та

реагентної обробки дозволить скоротити скидання завислих речовин у річку Бик на 99,85 т/рік.

8. Собівартість очищених шахтних вод складе 0,7 грн/м³, дохід від продажу води становитиме 63799283 грн/рік

9. Реалізація запропонованого способу очищення води в підземних умовах дозволить отримати певний соціальний ефект, який полягає в отриманні додаткових робочих місць, підвищити якість життя населення регіону в наслідок скорочення скидів забруднюючих речовин у річку Бик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гойчук Л.В. Влияние горной промышленности на окружающую среду и рента как инструмент его минимизации // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. ст. по матер. XXXII междунар. науч.-практ. конф. № 12(32). – Новосибирск: СибАК, 2013.
2. Геомеханічні та технологічні проблеми закриття шахт Донбасу: Учебний посібник/ Під загальн. Ред. С.С. Гребьонкіна, В.М. Єрмакова. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – 266 с.
3. Охорона праці та навколишнього середовища <https://student2.ru/transport/1857988-okhorona-praci-ta-navkolishnogo-seredovishha/> (Дата звернення 13.04.2021.). – Назва з екрана.
4. M.Tyulenev, Y.Lesin, E.Tyuleneva, E.Murko, E3S Web of Conferences, 15, 02003 (2017)
5. M.Tyulenev, Y.Lesin, O.Litvin, E.Maliukhina, A.Abay, E3S Web of Conferences, 21, 02019 (2017)
6. Геомеханічні та технологічні проблеми закриття шахт Донбасу: Учебний посібник/ Під загальн. Ред. С.С. Гребьонкіна, В.М. Єрмакова. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – 266 с.
7. Горшков В.А. Очистка та використання стічних вод підприємств вугільної промисловості. - М.: Недра, 1981. - 269 с.
8. Костенко В.К. Поводження з шахтними водами: навчальний посібник / В.К. Костенко, А.Г. Мнухін, М.П. Омельченко та ін. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – 212 с.
9. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод угольной промышленности. - М.: Недра, 1981 - 169 с.
10. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.

11. Требования к качеству шахтных и карьерных вод, используемых для технических и хозяйственно-бытовых нужд предприятий угольной промышленности. – Пермь, 1986 г. С.12

12. Постанова Кабміну України від 25 березня 1999 р. N 465 Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами

13. . Костенко В.К. Проектування очисних споруд шахтних вод: навчальний посібник / В.К. Костенко, М.П. Омельченко, Л.Г. Бордюгов та ін. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – 61 с.

14. Матлак Е.С., Малєєв В.Б. Зниження забрудненості шахтних вод у підземних умовах. - К .: Техніка, 1991. - 136с.

15. Комплексна переробка шахтних вод / А.Т. Пилипенко, І.Т. Гороновський, В.Д. Гребенюк та ін .; Під. ред. А.Т. Піліпенко.-К .: Техніка, 1985.- 183 с., Іл.-Библиогр .: с. 175-182.

16. Податковий кодекс України <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show /2755-17> (Дата звернення 26.04.2021.). – Назва з екрана.

17. «Ризик розвитку професійних захворювань» http://studopedia.net/651590_risk-razvitiya-professionalnih-zabolevaniy.html (Дата звернення 02.05.2021.). – Назва з екрана.

18. Химсервис <https://chem-service.com/article/alyuminiy-sernokislyy/> (Дата звернення 03.05.2021.). – Назва з екрана.

19. ГОСТ 12966-75 Алюминия сульфат технический очищенный <http://dnop.kiev.ua/2016/12/culfat-alyuminiya/> (Дата звернення 08.05.2021.). – Назва з екрана.

ДОДАТОК А

Перелік зауважень нормоконтролера до випускної кваліфікаційної роботи
бакалавра студентки групи ЕКО –17 Сапронової М.П

Позначення документа	Документ	Умовна відмітка	Зміст зауваження

Науковий керівник _____
 Нормоконтролер _____
 Завідувач кафедри _____

О.Л. Зав'ялова
О.І. Кутняшенко
В.К. Костенко