

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки

Кафедра екології та охорони
довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Науково-методичне обґрунтування скидів
забруднювальних речовин зі стічними водами (на прикладі ВАТ
"Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча)»

Виконав студент 2 курсу групи
МЕТ- 68 спеціальності
8.04010601 "Екологія та охорона
навколишнього середовища"
Кац Анастасія Геннадіївна

Керівник к.т.н. доц.
Юрасов Сергій Миколайович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 8.04010601 "Екологія та охорона навколишнього середовища"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони
довкілля

Сафранов Т.А.

"10" жовтня 2016 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кац Анастасії Геннадіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Науково-методичне обґрунтування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами (на прикладі ВАТ "Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча)

керівник роботи Юрасов Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "14" вересня 2016 р.
№ 270-С

2. Строк подання студентом роботи 31 січня 2017 року

3. Вихідні дані до роботи дані досліджень ВАТ "ММК ім. Ілліча", нормативна та технічна документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика району розміщення об'єкта; характеристика ВАТ "Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча"; розрахунок поверхневого стоку по випускам; аналіз якості стічних вод хіміко-металургійної фабрики; оцінка якості вод р. Малий Кальчик; розрахунок ГДС речовин; розрахунок плати за скид речовин у водні об'єкти; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Рис. 1.1 – Схема забору технічної води хіміко-металургійної фабрики;

Рис. 1.2 – Схема розташування випусків стічних вод ХМФ і точок відбору проб води.

6. Дата видачі завдання 10 жовтня 2016 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Характеристика підприємства і району його розміщення (фізико-географічна, кліматичні умови, гідрологічний та гідрохімічний режими тощо).	10.10.16-2.11.16	90	5 (відм.)
2	Оцінка якості зворотних вод та вод р. Малий Кальчик. Розрахунок поверхневого стоку з території ХМФ.	3.11.16-4.12.16	90	5 (відм.)
	<i>Рубіжна атестація</i>	05.12.16-10.12.16	90	5 (відм.)
3	Аналіз діючої методики розрахунку ГДС речовин однієї групи і розробка пропозицій щодо її вдосконалення.	11.12.16-18.12.16	90	5 (відм.)
4	Аналіз методики і розробка пропозицій щодо вдосконалення розрахунку ГДС речовин. Розрахунок плати за скид речовин у водні об'єкти. Висновки.	19.12.16-21.01.17	90	5 (відм.)
5	Підготовка заключної версії магістерської кваліфікаційної роботи, презентаційного матеріалу та доповіді.	22.07.01-31.01.17	90	5 (відм.)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

(до десятих)

Студент _____

(підпис)

Кац А.Г. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Юрасов С.М. _____

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

На кваліфікаційну магістерську роботу за темою «Науково-методичне обґрунтування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами (на прикладі ВАТ "Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча")»

Нормування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами у водні об'єкти є актуальним екологічним завданням, оскільки стан поверхневих вод суші в даний час в більшості випадків не відповідає ні санітарним, ні рибогосподарським нормам.

Мета магістерської роботи – оцінка впливу і нормування скидів забруднювальних речовин, що потрапляють в річку по каскаду випусків стічних вод підприємства при його роботі на повну (проектну) потужність.

Об'єкт дослідження – якість вод річки і стічних вод підприємства.

Предмет дослідження – нормування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами каскаду випусків в річку.

Елементи наукової новизни роботи полягають в удосконаленні діючої методики розрахунку концентрацій ГДС для каскаду випусків підприємства в частині коригування умовного фону для розглядуваного випуску з врахуванням вище розташованих скидів і в перевірці розрахунків. В діючій методиці вказується, що згадані врахування і перевірку потрібно робити, але не вказується конкретно – як це зробити.

Вихідними даними роботи є результати досліджень лабораторії хіміко-металургійної фабрики річкових і стічних вод за період з 2010 по 2012 р.р. та технічна документація за випусками.

Отримано, що вплив хіміко-металургійної фабрики, яка є частиною ВАТ «ММК ім. Ілліча», при її роботі на повну потужність істотно не позначиться на якості поверхневих вод розглянутого району, якщо будуть виконуватися розрахункові умови скиду стічних вод. У цьому випадку вимоги норм при повному змішуванні стічних і річкових вод будуть виконуватися по усім показникам якості.

Робота складається зі вступу, 7 основних розділів, висновку, та переліку посилань. Обсяг роботи складає 76 стор., 2 схеми, 30 таблиць, 25 літературних джерел.

Ключові слова: оцінка якості, стічні води, гранично допустимий скид, група сумачії.

SUMMARY

In qualifying master's thesis on "Scientific and methodical study of discharges of pollutants from wastewater (for example, JSC "Ilyich Iron and Steel Works of Mariupol ")"

Rationing discharges of polluting substances from wastewater into water bodies are important environmental objective, since the state of surface water currently in most cases does not match any sanitary or fisheries regulations.

The purpose of the master's work - impact assessment and regulation of discharges of pollutants entering the river in a cascade of issues sewage company for its work in full (design) capacity.

The object of study - the quality of the river water and sewage company.

Subject of investigation - the valuation discharges of pollutants from wastewater issues cascade into the river.

The elements of scientific novelty of the work is to improve current methods of calculating concentrations GDS stage to issue the company a conditional adjustment of the background to the proposed issue with regard to discharges located above and check payments. In the current method indicates that said account and checking to do, but did not indicate specifically - how.

Initial data are results of laboratory studies of chemical and metallurgical plants river and sewage for the period from 2010 to 2012 GG and technical documentation of the issue.

It is shown that the influence of chemical and metallurgical plant, which is part of OJSC "MMK. Illich "in her work at full capacity did not significantly affect the quality of surface water area considered if they are executed settlement sewage discharge conditions. In this case, norms, with full mixing of sewage and river water will be operated on all aspects of quality.

The work consists of an introduction, 7 main sections, conclusion and list of references. The amount of work is 76 p., 2 schemes, 30 tables, 25 references.

Keywords: quality assessment, waste water, maximum allowable discharge, a group of summation.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
1.1 Загальна характеристика підприємства.....	11
1.2 Системи водопостачання та водовідведення підприємства.....	15
1.3 Випуски ХМФ.....	17
2 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1 Загальні відомості.....	20
2.2 Фізико-географічне положення.....	20
2.3 Геологічна будова і рельєф.....	21
2.4 Кліматичні умови.....	22
2.5 Гідрографічна мережа.....	23
2.6 Ґрунтовий покрив.....	25
2.7 Гідробіологічна характеристика водного середовища.....	27
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ СТИЧНИХ ВОД НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	28
3.1 Якісний склад вихідної води.....	28
3.2 Вплив випусків на забруднення поверхневих водойм.....	31
3.3 Якісний склад вихідної води.....	33
4 ОЧІКУВАНІ ОБСЯГИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ЗЛИВОВИХ СТОКІВ.....	36
5 РОЗРАХУНОК РОЗВОДЖЕННЯ СТИЧНИХ ВОД.....	40
5.1 Початкові дані	40
5.2 Розрахункові формули	40
5.3 Результати розрахунку і їх аналіз	43

6 РОЗРАХУНОК ГДС ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН З СТИЧНИМИ ВОДАМИ.....	44
6.1 Загальні положення.....	49
6.2 Розрахункові формули.....	46
6.3 Результати розрахунку і їх аналіз.....	53
7 ПЛАТА ЗА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	66
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72
ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБЛТИ.....	76

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВАТ	–	відкрите акціонерне товариство;
ММК	–	Маріупольський металургійний комбінат;
ХМФ	–	хіміко-металургійна фабрика;
ХСК	–	хімічне споживання кисню;
ЗР	–	забруднююча речовина;
БСК	–	біохімічне споживання кисню;
ГДК	–	гранично допустима концентрація;
ГДС	–	гранично допустимий скид;
ЛОШ	–	лімітуюча ознака шкідливості;
СПАР	–	синтетичні поверхнево-активні речовини;
прим.	–	примітка;
заг.	–	загально санітарна;
орг.	–	органолептична;
сан.-токс.	–	санітарно-токсикологічна;
сер.	–	середня;
факт.	–	фактичний;
од.вим.	–	одиниця виміру;
грн.	–	гривень.

ВСТУП

Збільшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище одночасно з підвищенням вимог до якості річкових вод обумовлюють актуальність проблеми, котра розглядається [1].

Скиди забруднюючих речовин зі стічними водами у водні об'єкти передбачені Водним Кодексом України [2]. Їх нормування є актуальним екологічним завданням, оскільки стан поверхневих вод суші в даний час в більшості випадків не відповідає ні санітарним, ні рибогосподарським нормам. Основною причиною такої ситуації є згадані скиди ЗР.

Мета магістерської роботи полягає в оцінці впливу комбінату на води р. Малий Кальчик при його роботі на повну потужність.

Об'єкт досліджень – якість вод річки і стічних вод підприємства. *Предмет дослідження* – нормування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами каскаду випусків в річку.

Елемент наукової новизни полягає в удосконаленні діючій методики розрахунку концентрації ГДС для каскаду випусків підприємства. В діючій методиці при нормуванні скидів розглянутих випусків вказується, що потрібно врахувати вплив джерел забруднення, що знаходяться вище, але не вказується як це потрібно зробити. Запропонована методика дає змогу корегувати фонове значення для кожного випуску розташованого нижче попереднього.

Як приклад розглядається «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча» – найбільше промислове підприємство Донбасу і Донецької області розташовані в північній частині. Це багатопрофільне об'єднання, що включає в себе, крім основного металургійного виробництва машинобудування, потужний аграрний і переробний комплекси, рибопереробні підрозділи, розгалужену мережу установ громадського харчування та торгівлі, швейну фабрику, велику соціальну сферу.

Вихідні дані лабораторного аналізу проб води були надані водною лабораторією ВАТ «ММК ім. Ілліча» та хіміко-бактеріологічною лабораторією ХМФ. Нормативно технічна документація надана відділом охорони навколишнього природного середовища хіміко-металургійної фабрики.

Для досягнення встановленої мети розв'язані наступні задачі:

складена стисла характеристика району розміщення досліджуваного об'єкту (фізико-географічна характеристика; кліматичні умови; гідрологічний режим, гідрохімічна і гідробіологічна характеристика водного середовища);

зібрані зведення про «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча» (характеристика підприємства, умови скиду стічних вод тощо);

виконано оцінка якості вод в р. Малий Кальчик і аналіз складу стічних вод підприємства;

виконаний розрахунок розводження стічних вод, визначена кратність їх розводження в контрольних створах по випусках;

виконаний розрахунок ГДС забруднювальних речовин для кожного випуску стічних вод з врахуванням скидів розташованих вище;

виконаний розрахунок компенсаційних платежів за забруднення водного середовища;

по отриманих результатах складені висновки.

Матеріали даної магістерської кваліфікаційної роботи було апробовані на XV науковій конференції молодих вчених ОДЕКУ 4-13 травня 2016р. з іноземної мови на тему «Types of wastewater», та на XV науковій конференції молодих вчених ОДЕКУ 4-13 травня 2016р. на тему «Оцінка впливу стічних вод ВАТ «Маріупольського металургійного комбінату ім. Ілліча» на р. Малий Кальчик (дана робота знаходиться тільки в електронній версії так як через організаційні помилки не була опублікована).

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Загальна характеристика підприємства

Відкрите акціонерне товариство «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча» (ВАТ «ММК ім. Ілліча») – найбільше промислове підприємство Донбасу і Донецької області розташовано в північній частині м. Маріуполь (Іллічівський р-н). Роком заснування металургійного комбінату вважається 1897 рік, коли був змонтований і видав першу продукцію трубний цех.

ВАТ "ММК ім. Ілліча" – багатопрофільне об'єднання, що включає в себе, крім основного металургійного виробництва (одного з трьох найбільших в Україні), машинобудування, потужний аграрний і переробний комплекси, рибопереробні підрозділи, розгалужену мережу установ громадського харчування та торгівлі, швейну фабрику, велику соціальну сферу. У 1999 році до складу ВАТ влився Донецький державний хіміко-металургійний завод (нинішня назва "Хіміко-металургійна фабрика"). У 2002 р. створена авіакомпанія «Ілліч-Авіа» (здійснює пасажирські і вантажні перевезення на вітчизняному ринку і планує вихід на міжнародний).[3]

Основною продукцією металокомбінату є залізорудний агломерат для виплавки чавуну, переробний чушковий чавун, гранульований шлак і фракційний щебінь, литі і катані сляби, прокат гарячекатаний (в т.ч. травлений) в листах і рулонах, сталь холоднокатана (в т.ч. оцинкована) в листах і рулонах, сталева стрічка, безшовні і зварні труби, балони для зберігання зріджених газів. За даними компанії, комбінат виробляє 6 млн.т чавуну, 7 млн.т стали, 5,3 млн.т прокату, 13,5 млн.т агломерату щорічно.

Продукція ВАТ "ММК ім. Ілліча" сертифікована міжнародними класифікаційними товариствами: Регістром Ллойда (Великобританія,

Німеччина), Американським бюро судноплавства, Морським реєстром судноплавства (Росія), Німецьким сертифікаційним центром ТЦУ і т.д. Комбінат експортує свою продукцію в більш ніж 50 країн світу. [3]

Не так давно японська корпорація "Кавасакі Стіл" уклала угоду з ВАТ «ММК ім. Ілліча» про купівлю у нього права на забруднення атмосфери. Згідно з Кіотським протоколом, який був ратифікований і Україною, великим промпідприємствам виділена відповідна квота на викиди так званих парникових газів. А оскільки комбінат ім. Ілліча через скорочення виробництва належну йому частку ще не вичерпав, було вирішено "поділитися" нею з японським металургійним виробником. Тепер "Кавасакі Стіл" розплачується з маріупольськими колегами своєю участю в реалізації програми по установці сучасного енергозберігаючого та очисного обладнання.

Виробництво всіх видів продукції, рентабельність, прибутки в 2009 році значно знизилися через світову економічну кризу, підприємство вперше за десятиліття стало збитковим.

Комбінат виробляє гарячекатаний і холоднокатаний сталевий лист широкого сортаменту, в тому числі для суднобудування, нафтопровідні, бурильні, газо- і водопровідні труби. Комбінат є єдиним підприємством України, яке виробляє оцинкований лист і автомобільні балони для зріджених газів. В останні роки побудовано трубоелектрозварювальний цех, вапняно-випалювальних цех, будується енергетичний корпус. На найбільшій в Європі агломератної фабрики комбінату змонтовано нове очисне обладнання французької фірми «Спейк», що забезпечує фільтрацію викидів в атмосферу через систему потужних електрофільтрів [6].

У 1999 році до складу ВАТ "ММК ім. Ілліча" включений Донецький державний хіміко-металургійний завод (нинішня назва – хіміко-металургійна фабрика). Після цього комбінат почав інтенсивно проводити технічне переоснащення ХМФ. У 2001-2002 роках на ХМФ введені в дію ділянку по виробництву вторинного цинку з шлаку цинку за

високоєфективною технологією, цех по виробництву вторинного алюмінію, ділянки по виробництву зварювальних електродів і будівельних матеріалів. Крім того, хіміко-металургійна фабрика має потужності з виробництва порошків рідкісних металів (цирконію) і феросплавів на основі рідких металів (позапічні методи), злитків рідкісних металів (ніобію) електронно-променевим переплавом, поли- і монокристалічного кремнію, що є основним конструкційним матеріалом електронної техніки.

Хіміко-металургійна фабрика

Хіміко-металургійний фабрика розташована в Донецькій області в 12 км від районного центру м. Волновахи, в с.м.т. Донське. Підприємство створено в 1947 р. Спочатку воно включало в себе збагачувальну фабрику з переробки цирконієвих руд Мазурівського родовища, а також цех по виробництву обезалізованого концентрату і двоокису цирконію. У 1956-1958 р.р. були введені в експлуатацію цехи по виробництву порошків цирконію і деяких його сполук, злитків ніобію, титану та гафнію йодидного [6].

У 1963 р. на фабриці були впроваджені позапічні алюмінотермічне способи виробництва лігатур на основі ванадію, молібдену, вольфраму, цирконію та хрому, які використовувалися для легування титанових сплавів, вироблених на Верхнесалдінському металургійному об'єднанні (Росія). До 1991 р. ДХМЗ була найбільшим в СРСР постачальником лігатур для легування титану.

У 1980р. на заводі пущений в експлуатацію комплекс з виробництва кремнію полікристалічного напівпровідникової чистоти. Підприємство було основним виробником полікремнію (близько 45% всього обсягу) в колишньому СРСР і входило в рейтинг основних світових виробників цієї продукції.

Внаслідок переорієнтації заводу на випуск лігатур і напівпровідникових матеріалів, частина виробництва, пов'язаного з переробкою цирконієвого концентрату, була передана на Вільногірський

гірничо-металургійний комбінат (Україна). Решта потужності були ліквідовані, або законсервовані [5].

Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 660-р від 08.07.1999 р. Донецький державний хіміко-металургійний завод реорганізований в хіміко-металургійну фабрику ВАТ «ММК ім. Ілліча». Внаслідок застарілих технологій, не конкурентоспроможності продукції були зупинені виробництва полікремнію, монокремнію, лігатур та ін. Підприємство періодично виробляло феросплави (ферромолібден, ферровольфрам) в невеликих обсягах за давальницькою схемою.

За період роботи в складі комбінату фахівцями ХМФ були створені 19 нових виробництв, що дозволило вирішити частково проблему зайнятості населення с.м.т. Донське, поліпшити техніко-економічні показники підприємства.

На даний час фабрика займається виробництвом: дріт порошковий для обробки металургійних розплавів, цинк вторинний, електроди зварювальні з покриттям рутилового виду, флюси керамічні, дріт сталевий зварювальний наплавочний, електроди зварювальні з покриттям рутилового виду, дріт сталевий зварювальний холодотянутий, фарба вапняна термостійка і атмосферостійка, паста вапняна, брикети промивні із залізної окалини, плити перекритій багатопустотні залізобетонні, металоконструкції.[18]

ХМФ і сел. Донське розташовані в долині верхів'я р. Малий Кальчик, що є лівосторонньої припливом р. Кальчик. На нижній ділянці р. Кальчик в 50 км від ХМФ перебувати Старо-Кримське водоймище ємністю 51 млн.м³. З водосховища води витікає в р. Кальміус, яка впадає в Азовське море.[19]

1.2 Системи водопостачання та водовідведення підприємства

Водопостачання питною водою

Джерелом водопостачання фабрики і поруч розташованого селища питною водою є фільтрувальна станція ХМФ проектною продуктивністю 150 м³/год. (1314 тис. м³/рік), що використовує для отримання питної води тільки технічну воду з Південно-Донбаського водоводу каналу Сіверський Донець-Донбас. Фільтрувальна станція введена в експлуатацію в 2004 році. До 2002 року питна вода для водопостачання ХМФ і населення селища подавалося з водопроводу районного водоканалу м. Волноваха.

Від фільтрувальної станції ХМФ питна вода подається трьома насосами (1 робочій, 2 в резерві) в існуючі мережі господарсько-питного водопостачання сел. Донське і частина кільця господарсько-питного водопостачання ХМФ. Основними споживачами питної води на промисловому майданчику ХМФ є цех, пекарня, буфет та їдальня.[18]

Водопостачання водою технічної якості

Джерелами водопостачання фабрики свіжої технічною водою є:

- Південно-Донбаський водовід (ЮДВ) з каналу Сіверський-Донець;
- Мало-Кальчинське водосховище на р. Малий Кальчик.[23]

Від Південно-Донбаського водогону (рис. 1) вода надходить по трубопроводу протяжністю 4 км в приймальний резервуар ємністю 100 м³ на «Центральну» насосну станцію продуктивністю 1600 м³/год. При недостатній кількості води з ЮДВ в резервуар подається з Мало-Кальчинський водосховища розташованого на відстані приблизно 700 м від промислового майданчика ХМФ. Звідти на промисловий майданчик технічна вода подається за допомогою тієї ж насосної станції, розташованої нижче водосховища. Насосна станція обладнана чотирма насосами (1 робочій, 3 в резерві). Продуктивність насоса - 400 м³/рік.

Свіжа технічна вода використовуються на промисловому майданчику ХМФ на технологічні цілі для виробництва продукції і

зокрема кільця господарсько-питного водопостачання цехів і дільниць для господарсько-побутових потреб.

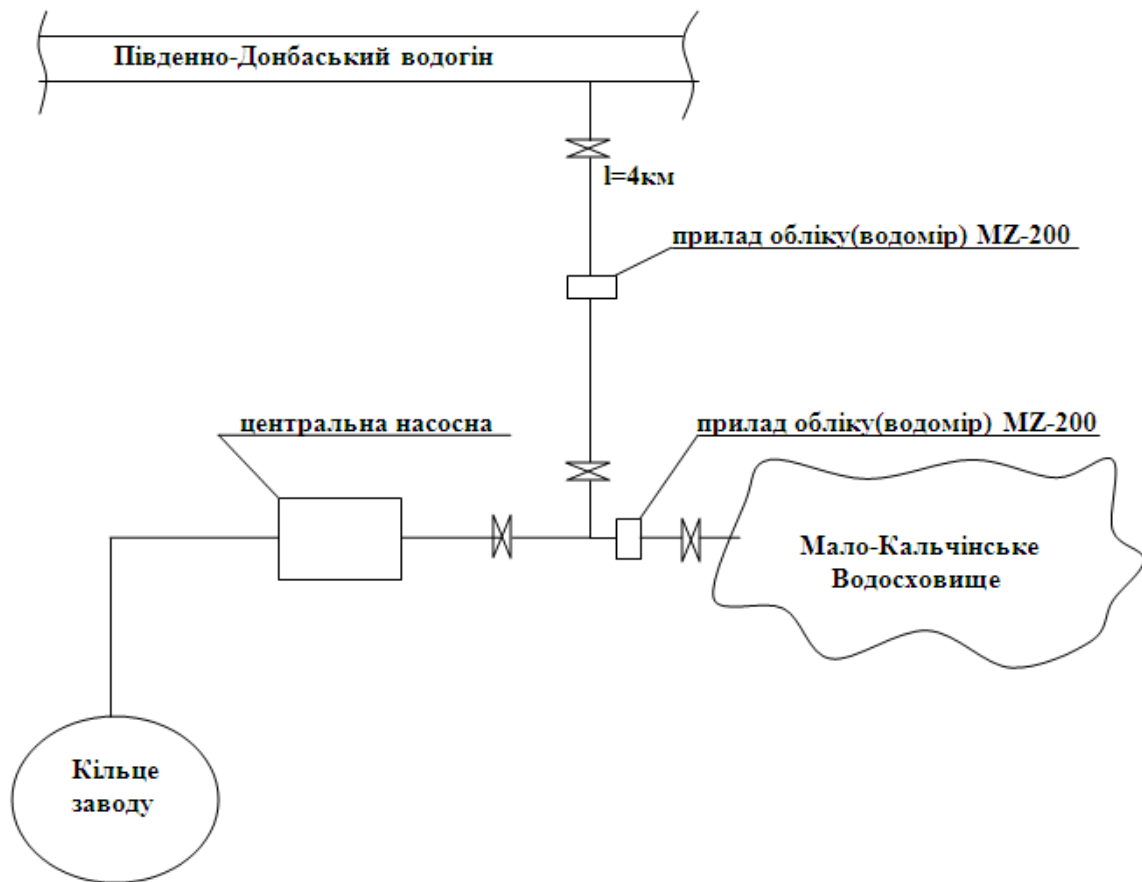


Рис. 1.1 – Схема забору технічної води хіміко-металургійної фабрики[18]

Водовідведення господарсько-побутових стічних вод

Господарсько-побутові стічні води фабрики від всіх існуючих будівель самопливом надходять на локальну станцію біологічної очистки стічних вод (БОСВ). Туди ж надходять господарсько-побутові стічні води від каналізованої частини (до 80% забудови) поруч розташованого селища Донський. Після повної біологічної очистки стічні води скидаються в р. Малий Кальчик, осад – на мулові майданчики.[18]

Водовідведення виробничих стічних вод.

Виробничі стічні води, що створюються в результаті промивання і регенерації котлів, скидаються в р. Малий Кальчик, решта на локальні очисні споруди біологічної очистки.

Водовідведення зливових стоків

З причини значної різниці в планувальних відмітках вся територія проммайданчика ХМФ по водостоку розділена на дві частини:

- територія старого проммайданчика;
- територія проммайданчика виробництва полікристалічного кремнію.

Для очищення дощових вод передбачені очисні споруди самостійні для кожної території:

- споруди № 1 (очищення дощових вод зі старого проммайданчика);
- споруди № 2 (очищення дощових вод з території виробництва полікристалічного кремнію).

Очисні споруди є грязевідстійник, що складаються з декількох секцій. Кожна секція розділена на ряд відсіків:

- 1-й відсік – осадження зважених часток;
- 2-й відсік – камера масловідділення;
- 3-є відсік – камера доочистки щебенем.

Очисні споруди розміщені на обвідної лінії колектора відсотків перед випуском у водойму. Перед очисним спорудами передбачено пристрій розподільного колодязя. [18]

1.3 Випуски ХМФ

Хіміко-металургійна фабрика має 3 випуску стічних вод у р. Малий Кальчик (рис. 2).

Випуск № 8 – промислово-зливові води

Випуск складається з промислових стічних вод, що утворюються в результаті промивання і регенерації котлів, а також поверхневого стоку з території старого проммайданчика підприємства. Очищенню піддається тільки поверхневий стік.

Очищення дощових і талих вод з території старої проммайданчика фабрики здійснюється на очисних спорудах № 1. Очисні споруди складаються з 5-ти секцій продуктивністю 13 л/с кожна. Об'єднані промислові та зливові води з витратою $13 \cdot 5 = 65$ л/с з колектора протяжністю 30 м відводяться в річку Малий Кальчик.

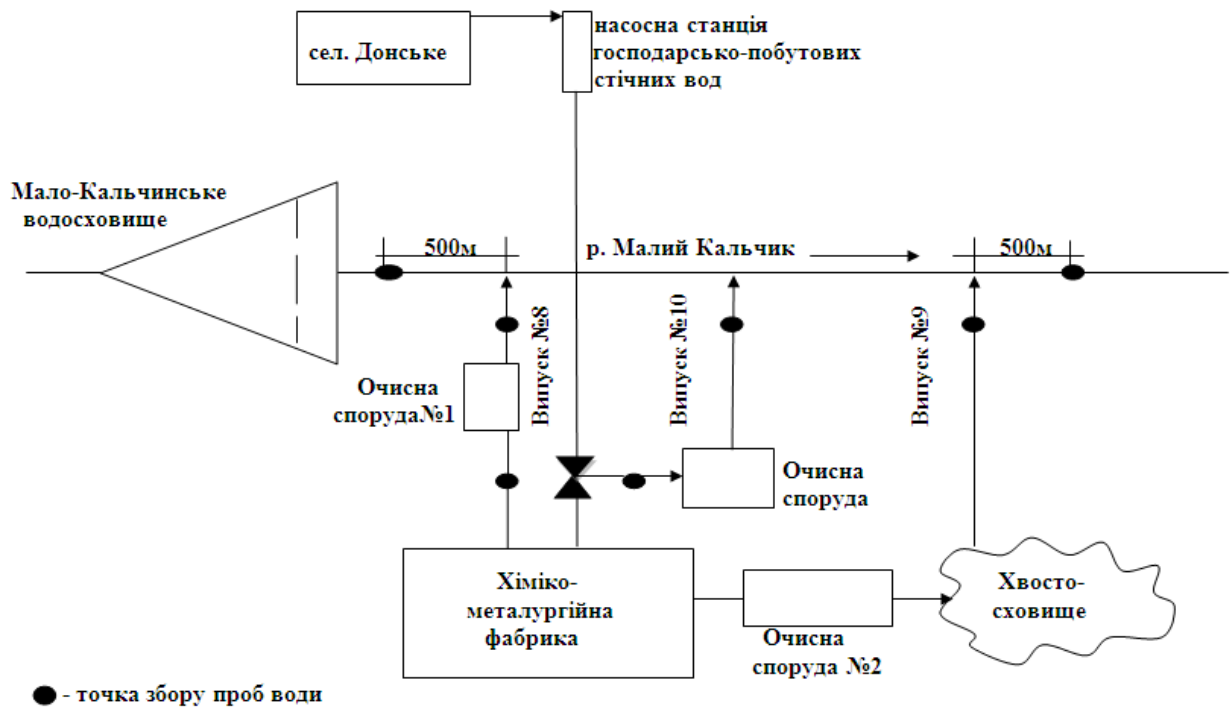


Рис. 1.2 – Схема розташування випусків стічних вод ХМФ і точок відбору проб води[18]

Випуск № 9 – поверхневий стік з території площі виробництва полікристалічного кремнію.

Згідно з проектними даними випуск № 9, пропускною здатністю – $5256 \text{ тис. м}^3/\text{рік}$ ($600 \text{ м}^3/\text{год}$, $14400 \text{ м}^3/\text{добу}$) включає в себе об'єднаний скидання:

- виробничих стічних вод з території майданчика хвостосховища колишньої збагачувальної фабрики;
- поверхневого стоку (зливові та талі води) з території проммайданчика виробництва полікристалічного кремнію.

Перед скиданням у хвостосховищі поверхневі стоки очищаються на очисних спорудах зливових вод № 2 розташованих біля хвостосховища

Об'єднаний промислово-зливовий стік надходить у хвостосховищі і далі по водостоку освітлені стоки скидаються в Малий Кальчик. [18]

Випуск № 10 – господарсько-побутові стічні води ХМФ і пос. Донское.

Господарсько-побутові стічні води ХМФ і сел. Донское надсилаються на локальні очисні споруди повної біологічної очистки проектною продуктивністю 985 тис.м³/рік (2700 м³/добу), фактичні (2011 рік) – 378,0 тис.м³/рік (1036 м³/добу). Склад очисних споруд: будівля решіток; пісколовки; блок ємностей (первинні відстійники – 2 шт., аеротенки – 2 шт., вторинні відстійники – 2 шт., контактні резервуари – 2 шт., аеробні – 2 шт., контактні резервуари для хлорування стоків – 2 шт.); мулові майданчики (9 шт.). Технічний стан очисних споруд – задовільний. Стічні води по колектору відводяться в р. Малий Кальчик. [20]

2 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальні відомості

ХМФ і пос. Донське розташовані в долині верхів'я р. Малий Кальчик, що є лівосторонньої припливом р. Кальчик. На нижній ділянці р. Кальчик в 50 км від ХМФ перебувати Старо-Кримське водоймище ємністю 51 млн.м³. З водосховища води витікає в р. Кальміус, яка впадає в Азовське море.[23]

Річка Малий Кальчик зрегульована трьома водосховищами: 1-е - Мало-Кальчицьке ємністю 640 тис.м³, поруч з ХМФ; 2-е - поруч з сел. Анадоль на відстані 9 км нижче Мало-Кальчицького; 3-е - поруч з сел. Лідіно на відстані 6 км нижче Анадольського. Всі водосховища мають сезоне регулювання.

Річка Малий Кальчик: середньорічний стік – 0,51 м³/с, водозбірна площа – 560 км², швидкість течії - 0,2-0,35 м/с в межень. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 552 [3] від 22.05.96 р. річки басейну Азовського моря віднесені до категорії річок комунально-побутового водокористування.

Вода відноситься до хлоридного класу групи натрію, кальцію. Вода річки має підвищеної вміст нафтопродуктів і нелетких фенолів. Всі показники р. Кальчик перевищують ГДК.

2.2 Фізико-географічне положення

Річка Кальміус розташована в південно-східній частині України на території Донецької області. Басейн ж річки не виходить за адміністративні межі області.

Річка Кальміус бере початок на південному схилі Донецького кряжу,

несе свої води по декількох районах Донецької області, протікаючи через найбільші міста області - Донецьк і Маріуполь, і впадає в Азовське море. Істок Кальміуса знаходиться біля с. Яковлівка між станцією Ясинувата і містом Донецьком. У верхів'ях річки споруджено Верхнекальміусское водосховище, яке пов'язане з каналом Сіверський Донець - Донбас.

Довжина р. Кальміус складає 209 км (згідно з літературними даними), а загальна площа басейну - 5070 км². Таким чином, по протяжності Кальміус відноситься до категорії малих річок. [23]

Середня річна витрата води у п. Приморське 6,23 м³/с, модуль стоку 1,68 л/с., Ширина в середній частині 15 - 25 м. У середній течії в Кальміус впадають два великих припливу: лівобережний - р. Грузська (довжина 47 км) і правобережний - р. Мокра Волноваха (довжина 63 км). У нижній течії в р. Кальміус впадає річка Кальчик - права притока (довжина 88 км). [23]

2.3 Геологічна будова і рельєф

Басейн річки Кальміус розташований в трьох геоморфологічних районах: верхня частина в межах південного схилу Донецького кряжа, середня в Приазовської кристалічної гряді і південна, пригірловій на приазовської низовини. Рельєф басейну переважно рівнинний, помірно пересічений ярами і балками. Коефіцієнт з урахуванням густоти річкової мережі становить 0,11, русло річки розгалужене, звивисте, місцями сильно звивисте, шириною до 20 метрів. Швидкість течії від 0,4 м / с до 1,5 м / с. Характер перебігу на всьому протязі різноманітний. У верхів'ях воно носить слабо виражений гірський характер, у пониззі типово степової вид. У верхній і середній течії характер берегів гористий і безлісний, в нижньому береги низькі з рідкісними деревами, подекуди порослі очеретом. Заплава річки двостороння, в місцях звуження долини відсутня, ширина заплави від 150 м до 2 км. Дно кам'янисте і глиниста, прикрите шаром мулу, глибина річки становить від 2,5 до 10 метрів. [15]

В цілому ж для характеристики геологічної будови басейну річки Кальміус, слід розглянути 2 геоморфологічні області: структурно-денудаційну область Донецького кряжа і структурно-денудаційну область Приазовської височини. Таким чином, в геологічну будову басейну будуть присутні сильно дислоковані, ускладнені численними розривними порушеннями відкладення карбону, тріасу (пісковики, аргіліти, алевроліти, вапняк, вугілля), які мають багатокілометрову потужність і складають Донецький кряж, а також могутні товщі піщаних глин, вапняку, прикритого лісовидні суглинки і глинами, які формують Приазовську височину. На крайньому півдні ж басейну річки Кальміус широко поширені сучасні морські відкладення. [15]

2.4 Кліматичні умови

Басейн р. Кальміус за своїм географічним положенням відноситься до Центрального степу. Клімат континентальний, формується під впливом кліматоутворюючих чинників: сонячної радіації, циркуляції атмосфери і підстильної поверхні. Повітряні маси, які надходять з Азіатського материка і Нижньоволзьких степів, обумовлюють низькі температури взимку з холодними, а восени і влітку сухими гарячими вітрами. Середньорічна температура становить $+7,8^{\circ}\text{C}$. Середня температура найбільш теплого місяця (липня) $+22^{\circ}\text{C}$, найбільш холодного (січня) $-6,3^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температур в липні $+38^{\circ}\text{C}$, а абсолютний мінімум в січні -36°C . Холодний період року пов'язаний з початком проникнення арктичного повітря, що обумовлює різкі й значні похолодання. Характерною рисою зими є часті, іноді інтенсивні, відлиги, ожеледь і заметілі. Теплий період починається з ослаблення північно-східних і східних впливів. Навесні вони обумовлюють повернення холодів, в результаті чого спостерігаються різкі похолодання і заморозки. Влітку переважає антициклонна погода з великою кількістю ясних і сонячних днів,

що сприяє подальшій трансформації і прогріванню повітря, а потім виникнення суховіїв і пилових бур. У літній період активізується грозова діяльність, випадають рясні зливи, які носять короточасний характер. За багаторічними даними літні процеси тривають до середини серпня, а потім починає посилюватися проникнення холодного арктичного повітря. Донецький кряж і Приазовська височина впливають на кліматичні умови басейну р. Кальміус. З підвищенням висоти місцевості знижується температура повітря, збільшується повторюваність краплинних опадів, туманів, зростає швидкість вітру.[16]

Розподіл опадів нерівномірно. Вони зменшуються з півночі на південь (Донецьк 522 мм, Маріуполь 457 мм) із збільшенням на Донецькому кряжі і Приазовській височині.[12]

Опади, які випадають в теплий період року, нерідко поділяються тривалими періодами без дощів. Спостерігається 5-6 таких періодів, тривалістю 10 днів і більше. У холодний період року опади, які випадають в твердому вигляді, утворюють сніговий покрив, що залежить від погодних умов щороку і тому може набагато відрізнятися від середніх багаторічних даних. Середня тривалість періоду зі стійким сніговим покривом становить (крім прибережних районів) 47-63 днів, але і його відсутність в області досить часто. Тривалість сніготанення залежить як від погодних умов, так і від товщини і щільності сніжного покриву. В середньому сніготанення триває 10-20 днів, в окремі роки скорочується до 11-8 днів.[16]

2.5 Гідрографічна мережа

Річка Кальміус має середня річна витрата води у п. Приморське 6,23 м³/с, модуль стоку 1,68 л/с, ширина в середній частині 15-25 м.

У середній течії в р. Кальміус впадають два великих припливу: лівобережний - р. Грузська (довжина 47 км, водозбірна площа 517 км²) і правобережний - р. Мокра Волноваха (довжина 63 км, водозбірна площа

909 км²). У нижній течії в р. Кальміус впадає річка Кальчик - права притока (довжина 88 км, водозбірна площа 1263 км²).[15]

Річка Кальміус і ряд її притоків на всьому протязі зрегульована греблями, що вносить зміни в режим поверхневого і підземного стоків, впливає на екологічну обстановку по всьому басейну. На річці утворені такі водосховища: Верхнє Кальміуське (ємність 14,8 млн.м³) - відноситься до напівпромислових водосховищ. Станом площі водозбору це водосховище відноситься до слабкого за ступенем освоєння в сільському господарстві. Склад води відноситься до гідрокарбонатному, гідрокарбонатно-сульфатно, сульфатному класу групи натрію, рідше кальцію. Мінералізація води досягає величин 1,0-1,5 г/л. Водосховище можна використовувати для рекреації. Нижнє Кальміуське (12 млн.м³) - відноситься до промислових водосховищ. Станом водозбірної площі це водосховище відноситься до 3-й групі за ступенем освоєння в сільському господарстві - з наявністю на значній площі районів міських і заводських будівель. Поверхневий стік в районі забудов несе з собою велику кількість зважених і біогенних речовин, нафтопродуктів та ін. За складом вода сульфатна, сульфатно-хлоридна групи натрію. Мінералізація води коливається від 1,5 до 2,5 г/л. Водосховище можна використовувати для рекреації. Старобешівське (44,0 млн. МЗ) - відноситься до водойм охолоджувача гідроелектростанцій. Вода має мінералізацію (середньорічну) близько 2 г/л і відноситься до сульфатно класу групи натрію. Основний прибуткової складової водного балансу водойми є стік річок Кальміусу і Грузькій, які сильно забруднені промисловими, господарсько-побутовими і шахтними водами. Павлопольське (76 млн.м³) відноситься до природних водосховищ з інтенсивним сільськогосподарським використанням. Вода має підвищену мінералізацію і каламутність, забруднена біогенними речовинами і отрутохімікатами. По складу води відноситься до гідрокарбонатному класу групи натрію. Придатне для рекреації. На балці Широкий споруджена гребля і утворено

Донецьке море (6,9 млн.м³). При надзвичайно високій зарегульованості стоку скорочується водообмін, швидкості течії в водосховищах, особливо в ставках в десятки разів менше, ніж в річці, що призводить до утворення різних застійних антисанітарних зон. Крім того, в ставках та водосховищах порушується режим паводків і річка не в змозі промити не тільки їх, але і своє русло, в результаті чого замулюється і міліє. У зв'язку з цим, регулювання стоку повинно включати комплекс гідротехнічних заходів.[11]

Водний режим річки Кальміус визначається особливостями повені, його тривалістю і часткою участі талих вод в річному стоці. Основним джерелом живлення річки є талі води, дощові і ґрунтові води мають другорядне значення. Людство річки встановлюється в першій декаді грудня.[7] Найбільша товщина льоду 0,7 метрів, середня 0,2-0,3 метра. У другій половині березня річка повністю очищається від льоду. На водотоках басейну р. Кальміус стік весняного водопілля становить 60-70%. В середні і маловодні роки частка талих вод знижується до 40-50%. Найвищі рівні дощових паводків рівні або дещо перевищують максимальні рівні весняного водопілля та досягають 2,5-5,0 м.[11]

2.6 Ґрунтовий покрив

Наявність різноманітних форм рельєфу призвело до утворення в межах річкового басейну різноманітних видів ґрунтів. Лісовидні суглинки, як ґрунтоутворюючих порід, на цій території мають переважна становище і поширені майже повсюдно. На схилах балок і річкових долин, а також в центральній частині Донецького кряжа, Приазовської височини, де товща лісовидних порід змита частково або повністю, сформувалися дернові ґрунту. Чорноземи малопотужні поширені по долині річок Кальміус і Кальчик. Антропогенна діяльність призвела до створення техногенних ґрунтів.[7] Це шахтні, кар'єрні і шлакові відвали, смітники та технологічні

насипу, рекультивованих і переміщені ґрунту, що є джерелом інтенсивного забруднення підземного і поверхневого стоку.[12] Ґрунти Донецької області піддаються впливу водної та вітрової ерозії. Особливо сильно розвинені ці процеси в районах Донецького кряжа, де кількість еродованих ґрунтів в господарствах нерідко перевищує 90% території землекористування. Основна роль в своєчасному забезпеченні надходження вологи в річки басейну Кальміусу належить ґрунтам лісів і степів, які служать посередниками між кліматичними та гідрологічними процесами. Ці ґрунту до недавнього часу повністю могли поглинати і акумулювати якусь кількість опадів, які випали, знижуючи інтенсивність танення снігів навесні і сповільнюючи стік талих вод з водозбірної площі. При цьому поверхневий стік не перевищував 10% обсягу опадів, які надходять. Інші опади транспортувалися і накопичувалися в ґрунтах, а в літній межений період поступово виносилися на поверхню і питали річки.[14]

Руйнування ґрунтового шару, вирубка лісу змінили вологість і проникність ґрунтів, які вже не в змозі утримувати вологу. Відбувається порушення структури ґрунту, руйнування його дрібних агрегатних елементів, в ґрунтах спостерігається падіння вмісту гумусу.[5] Створюються умови для збільшення випаровування вологи з поверхні ґрунту, порушується механізм харчування і поповнення підземних і поверхневих вод. В даний час в умовах господарської діяльності на водозбірній площі замулювання і вмирання малих вод - прогресуючий процес.[2] У періоди танення снігу і інтенсивних дощів з прилеглих оброблюваних територій по схилах в заплаву і русло річок з поверхневим стоком транспортується величезна кількість теригенного матеріалу. Ґрунти і суміжні сфери (донні опади, поверхневі і підземні води) у високій мірі забруднені металами. Згідно з дослідженнями Артемівської ГРЕ основними інгредієнтами, які накопичуються в ґрунтах і донних відкладах, є солі важких металів таких як: ртуть, свинець, цинк, мідь, хром, барій і ін.

Крім промислового забруднення ґрунтів відзначається і забруднення в результаті сільськогосподарської діяльності. У ґрунтах відбувається накопичення нітратів і нітритів, пестицидів і гербіцидів, які в свою чергу є причиною забруднення підземних і поверхневих вод. [15]

2.7 Рослинний і тваринний світ

У р. Кальміус і її притоках розвивається складний комплекс водяної та водно-болотної рослинності і не менш різноманітної фауни. Організми, які живуть в річці, придбали ряд адаптацій. [2] Вода, надаючи все необхідне для їх існування, в той же час істотно змінюється під впливом їх життєдіяльності. Основними екологічними групами організмів у водоймах є планктон, нектон і бентос. Планктон - водорості, які утворюють фітопланктон, і дрібні безхребетні, тобто зоопланктон, в якому зазвичай розвиваються коловертки, весільного і рачки. У товщі річкових вод проживає ще одна група організмів - нектон - риби, здатні плисти проти течії. Бентос - група організмів, які мешкають на дні: як рослинні форми (фітобентос), так і тварини (зообентос). Гідрофауна представлена понтокаспійської, прісноводної і евригальної фауною. У верхній течії Кальміусу живе лише піскар, в середньому - найбільш численні піскар, уклей, вівсянка і головень, зрідка зустрічається короп. У гирлі річки видовий склад риб зменшується, серед них переважає піскар, а інші види (гірчак, сазан, колючка) зустрічаються рідко. Навесні в Кальміус входить шемая, рибець і деякі інші риби Азовського моря. З вищих водних рослин для річки Кальміус та її приток характерні очерет і рогіз, біля берегів - ряска. [14]

3. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД

3.1 Загальні положення

Метод оцінки якості вод господарсько-питного та комунально-побутового призначення ґрунтується на порівнянні показників складу і властивостей водного середовища розглядуваного водного об'єкта з відповідними нормативами[13].

До комунально-побутового належить використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування, і перелік ГДК речовин.

У переліку гігієнічних ГДК зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості, нормативне числове значення ГДК (норматив) і клас небезпеки речовини.[9]

Перелік санітарно-гігієнічних ГДК має три групи речовин за лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ): перша група це речовини з санітарно–токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – з загальносанітарною ЛОШ.[21]

Якщо показники не мають ефекту спільної дії, то їх значення (кожного окремо) мають бути не більше за норматив:

$$C_i \leq ГДК_i. \quad (3.1)$$

Якщо показники якості води мають ефект спільної дії, то вони об'єднуються у групи і для кожної з груп показник Ψ має бути не більше 1:

$$\Psi = \sum_1^n (C_i / ГДК_i) \leq 1, \quad (3.2)$$

де n – кількість речовин у групі ЛОШ;

C_i – концентрація i -ої речовини.

За санітарними нормами у групи спільної дії об'єднують показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки. (у формулі (3.2) n – кількість показників з однаковими ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки). Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту спільної дії.[24]

Оцінку якості вод зручно виконувати у табличній формі.

Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків у місцях комунально-побутового водокористування наведені у таблиці 3.3.

Санітарно-гігієнічні ГДК деяких речовин наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.3 - Загальні вимоги до складу і властивостей вод у місцях господарсько-питного та комунально-побутового водокористування[4]

№ п/п	Показник	Водокористування	
		господарсько-питне	комунально-побутове
1	2	3	
1	Завислі речовини	При скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведенні роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на	
		0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
2	Плаваючі домішки	На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.	
3	Забарвлення	Не повинне виявлятися у стовпчику	
		20 см	10 см
4	Запахи, присмаки	Вода не повинна набувати запахів інтенсивністю більш за 1 бал, які виявляються :	
		безпосередньо або при наступному хлоруванні	безпосередньо
5	Температура	Літня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш як на 3 ⁰ С порівняно з середньомісячною температурою води найжаркішого місяця року за останні 10 років	

Продовження таблиці 3.3

6	pH	Не повинен виходити за межі 6,5 - 8,5	
7	Мінералізація	Не більш 1000 мг/дм ³ у тому числі хлоридів - 350 мг/дм ³ , сульфатів - 500 мг/дм ³	Нормується згідно наведеного вище показника "присмаки"
8	Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ у будь-який період року	
9	БСК _{повн}	Не повинне перевищувати при температурі 20 ⁰ С 3 мг O ₂ /дм ³ 6 мг O ₂ /дм ³	
10	Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.	
11	Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.	
12	Токсичність	-	

Таблиця 3.4 – Санітарно-гігієнічні ГДК деяких речовин [21]

№ п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³	Клас небезпеки
1	Завислі речовини	-	фон + 0,75	-
2	Мінералізація	-	-	-
3	pH	-	6,5 – 8,5	-
4	Хлориди	органолептична	350	4
5	Аміак по азоту	саніт.–токсикол.	(2,0)	3
6	ХПК	-	30	-
7	БПК _п	-	6,0	-
8	Нафта	органолептична	0,3	4
9	Залізо	органолептична	0,3	3
10	Фосфати	органолептична	3,5	3
11	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	45,0 (10,0)	3
12	Сульфати	органолептична	500	4
13	Мідь	органолептична	1,0	3
14	Цинк	загально-санітар.	1,0	3
15	Хром (6+)	саніт.–токсикол.	0,05	3
16	Марганець	органолептична	0,1	3
17	Нікель	саніт.–токсикол.	0,1	3

Продовження таблиці 3.5

19	Нітрити	мг/дм ³	0,54	0,38	1,9	0,940	0,54	0,56	0,53	0,543
20	Фтор	мг/дм ³	0,42	0,58	0,39	0,463	0,46	0,63	0,31	0,467

Фоновий стан річки Малий Кальчик (500 м вище скидів стічних вод) не відповідає вимогам санітарних норм, що встановлені для водних об'єктів комунально-побутового призначення (табл. 3.6): спостерігається перевищення ГДК по азоту амонійному, БСК и сульфатам. Останні показники в нормі.

Таблиця 3.6 – Оцінка якості вод в р. Малий Кальчик (500 м до скиду)[18]

ЛОШ	Клас	Показник	Одн. вим.	ГДК	C _Е	C _Е /ГДК	Прим.	
-	-	Зав. речовини	мг/дм ³	ф.+0,75	47,2	-	-	
-	-	Мінералізація	мг/дм ³	-	1914	-	-	
-	-	pH	одн. pH	6,5-8,5	6,9	-	-	
орг.	4	Хлориди	мг/дм ³	350	149	-	-	
с.-т.	3	Азот амонійний	мг/дм ³	2,0	4,84	-	ні	
-	-	ХСК	мг/дм ³	30	26,0	-	-	
-	-	БСК _П	мг/дм ³	6,0	6,53	-	ні	
орг.	4	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,3	0,293	-	-	
орг.	3	Залізо	мг/дм ³	0,3	0,117	-	-	
орг.	3	Фосфати	мг/дм ³	3,5	2,45	-	-	
с.-т.	3	Нітрати	мг/дм ³	45	28,0	-	-	
орг.	4	Сульфати	мг/дм ³	500	995	-	ні	
орг.	3	Мідь	мг/дм ³	1,0	0,010	-	-	
загал.	3	Цинк	мг/дм ³	1,0	0,020	-	-	
с.-т.	3	Хром	мг/дм ³	0,01	<0,005	-	-	
орг.	3	Марганець	мг/дм ³	0,1	0,025	-	-	
с.-т.	3	Нікель	мг/дм ³	0,1	0,0020	-	-	
с.-т.	2	Нітрити	мг/дм ³	3,3	0,940	0,285		
	2	Фтор	мг/дм ³	0,7	0,463	0,661		
						Σ	0,946	-

Після усіх скидів стічних вод стан річки у цілому практично не змінюється (табл. 3.7): перевищення ГДК спостерігається за показниками азот амонійний, БСК, ХСК і сульфати. Тобто добавляється ХСК, однак значення приблизно половини останніх показників декілька знижується.

Таблиця 3.7 – Оцінка якості вод в р. Малий Кальчик (500 м після скидів)

ЛОШ	Клас	Показник	Одн. вим.	ГДК	C_E	$C_E/ГДК$	Прим.	
-	-	Зав. речовини	мг/дм ³	ф.+0,75	43,1	-	-	
-	-	Мінералізація	мг/дм ³	-	1850	-	-	
-	-	pH	одн. рН	6,5-8,5	7,00	-	-	
орг.	4	Хлориди	мг/дм ³	350	173	-	-	
с.-т.	3	Азот амонійний	мг/дм ³	2,0	4,35	-	ні	
-	-	ХСК	мг/дм ³	30	37,0	-	ні	
-	-	БСК _п	мг/дм ³	6,0	7,43	-	ні	
орг.	4	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,3	0,343	-	-	
орг.	3	Залізо	мг/дм ³	0,3	0,180	-	-	
орг.	3	Фосфати	мг/дм ³	3,5	2,88	-	-	
с.-т.	3	Нітрати	мг/дм ³	45	28,3	-	-	
орг.	4	Сульфати	мг/дм ³	500	927	-	ні	
орг.	3	Мідь	мг/дм ³	1,0	-	-	-	
загал.	3	Цинк	мг/дм ³	1,0	-	-	-	
с.-т.	3	Хром	мг/дм ³	0,01	-	-	-	
орг.	3	Марганець	мг/дм ³	0,1	-	-	-	
с.-т.	3	Нікель	мг/дм ³	0,1	-	-	-	
с.-т.	2	Нітри́ти	мг/дм ³	3,3	0,543	0,146		
	2	Фтор	мг/дм ³	0,7	0,467	0,667		
						Σ	0,813	-

3.3 Якісний склад вихідної води

Вихідні води використовуються для господарсько-побутових цілей ХМФ. З табл. 3.8 бачимо, що в 2011 році на фільтрувальній станції ХМФ

якісний склад води відповідав вимогам ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю» [1].

В таблиці 3.9 представлений якісний склад зворотних стічних вод. Лабораторні аналізи проб води на випусках в р. Малий Кальчик виконали водна лабораторія ВАТ «ММК ім. Ілліча» та хіміко-бактеріологічна лабораторія ХМФ.

Таблиця 3.8 – Якість вихідної води, середнє за 2011 рік[18]

Показник	Один. вим.	ГОСТ 2874-82	Фільтрувальна станція ХМФ
Температура	°С		13
Запах	бал	2	1-2
Смак і присмак	бал	2	1хл
рН		6,0-9,0	8,1
Кольоровість	град	20	12,2
Фтор	мг/дм ³	1,5	0,19
Завислі речовини	мг/дм ³	1,5	0,65
Мінералізація	мг/дм ³	1000	731
Хлориди	мг/дм ³	350	73

Аналіз табл. 3.5 і 3.9 показує, що хімічний склад вод річки Малий Кальчик і зворотних вод відрізняються:

у відмінності від вод річки в зворотних водах містяться СПАР;

в зворотних водах підприємства відсутні мідь, нікель і фтор, в водах річки Малий Кальчик ці речовини присутні.

Нітрити і фтор мають ефект спільної дії (у цих показників 2 клас небезпеки і вони нормовані з санітарно-токсикологічною ЛОШ), тому при нормуванні скиду нітритів з зворотними водами необхідно врахувати вміст фтору у воді річки.

4 ОЧІКУВАНІ ОБСЯГИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ЗЛИВОВИХ СТОКІВ

Очікувані обсяг водовідведення поверхневого стоку з території промислової площадки ХМФ визначений розрахунковим шляхом.

Для розрахунку ГДС зливових вод необхідно визначити витрату поверхневого стоку обґрунтувати концентрації речовин, допустимі до скидання.

Розрахунок ГДС речовин в зливових водах підприємств виконаний згідно «Тимчасових рекомендацій з проектування споруд для очищення поверхневого стоку з територій промислових підприємств і розрахунку випусків його у водні об'єкти» [6], ДСТУ 3013-95 «Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових вод з території міст і промислових підприємств»[9] та інших рекомендацій

Згідно з цими рекомендаціями ХМФ металургійного комбінату ставитися до першої групи підприємств, стік з яких при виконанні вимог щодо впорядкування джерел його забруднення, за складом домішок близький до поверхневого стоку з селітебних зон і не містить специфічних речовин з токсичними властивостями

Основними домішками, що містяться в стоці з території, є грубо дисперсні домішки, нафтопродукти, сорбовані головним чином на завислих речовинах, мінеральні солі і органічні домішки природного походження.

Згідно СНиП 2.04.03-85 [21] витрата дощових вод визначається за методом граничних інтенсивностей з обраним періодом однократного перевищення. Розрахункова формула має такий вигляд:

$$Q_r = \frac{Z_{mid} A^{1.2} F}{t_r^{1.2n-0.1}} \quad (4.1)$$

де: Z_{mid} – середнє значення коефіцієнта, що характеризує поверхню

стоку;

A, n – географічні та кліматичні параметри;

F – розрахункова площа стоку, в га (6 га – вип. № 8, 5,5 – вип. № 9);

t_r – розрахункова тривалість дощу, рівна тривалості протікання поверхневих вод по поверхні і трубах до розрахункової ділянки.

Велика частина водозбірної площі, з якої здійснюється відведення поверхневого стоку, - тверде покриття, а також покрівлі будівель і споруд.

Кінцева розрахункова формула має вигляд:

$$Q_{\text{оч}} = \frac{20^n q_{20} (\sqrt[3]{P_{\text{оч}}} - \tau) F \psi_d}{(1 - \tau) t^n} \quad (4.2)$$

де: q_{20} – інтенсивність дощу для даної місцевості тривалістю 20 хвилин для періоду одноразового перевищення;

ψ_d – середній коефіцієнт стоку дощових вод, визначений як середньозважена величина;

τ – параметр, що залежить від географічного параметра C , що характеризує ймовірність інтенсивності опадів;

$P_{\text{оч}}$ – період одноразового перебільшення інтенсивності дощу в роках, стік від якого повністю подається на очисні споруди.

Для визначення річного виносу забруднюючих речовин в тонах з території підприємств необхідний середньорічний обсяг талих і дощових вод

Загальний обсяг дощових вод, що стікають з території водозбірного басейну, розраховується за формулою:

$$W_g = 10h_g * Y * F \quad (4.3)$$

де: h – середньорічний шар опадів за теплий період року $h = 314\text{мм}$;

Y – коефіцієнт стоку, визначений як середньозважена величина для поверхонь різних видів;

F – площа водозбору, га.

Загальний об'єм талих вод, що стікає з території, розраховується за формулою:

$$W_m = 10h_m * Y * F \quad (4.4)$$

де: h_m – середньорічний шар опадів за холодний період року; $h = 211$ мм;

Y – коефіцієнт стоку;

F – площа водозбору.

Сумарне значення річного виносу забруднюючих речовин в тонах, розраховується за формулою:

$$M = (W_g K_g + W_m K_m) * 10^{-3} \quad (4.5)$$

де: K_g , K_m – концентрації забруднюючих речовин в дощових і талих водах.

Віднесення речовин з поливомийними водами не враховується в розрахунку через незначну їх загальної кількості.

Номенклатура показників складу та властивостей, що підлягають нормуванню в зливових водах підприємства встановлена у відповідності з ДСТУ 3013-95 «Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових вод з території міст і промислових підприємств»[1]. Через відсутність лабораторних даних зливого стоку відсутні фактичні показники складу і властивостей води поверхневого стоку. Визначено розрахунки тільки для розрахунку ГДС і оціночні показники для встановлення платежів за нормативами плати.

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця розрахункових обсягів утворення поверхневого стоку за випусками

Випуск	Площа водозбору, га	Витрати м ³ /год	Розрахунковий об'єм річного поверхневого стоку тис.м ³ /рік
Випуск №8	6	180,5	17,6
Випуск №9	5,5	158,8	16,2

Розрахунковий об'єм промислових стічних вод по випуску № 8 складає 142,4 тис.м³/рік

Таблиця 4.2 – Зведена таблиця нормативно-розрахункових об'ємів водоспоживання та водовідведення

Найменування	м ³ /доб	тис.м ³ /рік
Водоспоживання, в т.ч.:	5890	2150
- питні та госпбутові потреби трудящих ХМФ	264	95,9
- Питні та госпбутові потреби сел. Донське	900	329
- виробничі потреби ХМФ	4014	1466
- передання іншим	712	260
Оборотне водоспоживання	120000	43800
Виробничі стоки в т.ч.:	1657	605
- випуск №8	390	142
- на очисні споруди	1267	462
Госпбутові стоки	990	361
Зливі води, в т.ч.:		33,8
- випуск №8		17,6
- випуск №9		16,2

Відповідно до вищевикладеного прийняті наступні витрати для встановлення ГДС

Таблиця 4.3 – Витрати для встановлення ГДС

Випуск	Фактична м ³ /год.	Розрахункова м ³ /год
№ 8	15,5	196
№ 9	64,7	159
№ 10	76,3	94,0

5 РОЗРАХУНОК РОЗВОДЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

5.1 Початкові дані

Розрахунок виконується на повну потужність очисних споруд, тобто витрати стічних вод по випусках приймаються за проектом:

- випуск № 8 витрата стічних вод складає 2044 тис.м³/рік;
0,0650 м³/с;

- випуск № 9 – 5256 тис.м³/рік; 600 м³/год.; 0,167 м³/с;

- випуск № 10 – 985 тис.м³/рік; 112,4 м³/год; 0,0312 м³/с.

Сумарна витрата стічних вод – 0,263 м³/с.

Середньорічна витрата вод р. Малий Кальчик становить 0,51 м³/с.

5.2 Розрахункові формули

У відповідності з Інструкцією [3] кратність розводження стічних вод у контрольному створі розраховується методом Фролова-Родзілера.

Ступінь розводження стічних вод в річці розраховують за формулою [17, 21]:

$$n = (Q + q) / q , \quad (5.1)$$

де Q - витрата води в річці, м³/с;

q - витрата стічної води, м³/с.

Вираз (5.1) визначає кратність розводження при умовах повного змішування стічних вод з водою водного об'єкту. Однак повне змішування спостерігається лише на безконечному віддаленні нижче спуска стічних вод. Тому реальну кратність розводження в загальному випадку слід розраховувати за формулою Фролова-Родзілера:

$$n = (\gamma * Q + q) / q , \quad (5.2)$$

де γ - коефіцієнт, що указує на ступінь змішування и розводження стічних вод у водному об'єкті.

По И.Д. Родзілеру коефіцієнт змішування дорівнює:

$$\gamma = (1 - b) / (1 + b * Q/q) , \quad (5.3)$$

$$b = \exp (-a * L_{\phi}^{1/3}) , \quad (5.4)$$

де a - коефіцієнт, що враховує гідравлічні фактори змішування;
 L_{ϕ} - відстань від місця скиду до розглядуваного створу по фарватеру річки, м.

Величина a визначається за емпіричною залежністю:

$$a = z * f * (D/q)^{1/3} , \quad (5.5)$$

де z - коефіцієнт, що залежить від місця скиду стічних вод у річку: $z = 1$ при скиді у берега; $z = 1,5$ – в стрижні річки;
 f - коефіцієнт звивистості річки, дорівнює:

$$f = L_{\phi} / L_{\text{ПР}} = 1,1,$$

$L_{\text{ПР}}$ - відстань по прямий від місця скиду стічних вод до розглядуваного створу, м;

D - коефіцієнт турбулентної дифузії, визначається за формулою А.Д.Караушева:

$$D = g * H * V / (M * C) , \quad (5.6)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

H – середня глибина в водного об'єкту, м;

V – середня швидкість, м/с;

C – коефіцієнт Шези.

Коефіцієнт Шези розраховується за формулою:

$$C = (1/n) * R^y, \quad (5.7)$$

де R – гідравлічний радіус, м.

Гідравлічний радіус дорівнює:

$$R = \omega / X_p, \quad (5.8)$$

де ω – площа живого перерізу, м^2 ;

X_p – змочений периметр русла річки, м.

Площа живого перерізу дорівнює:

$$\omega = B * H, \quad (5.9)$$

де B – ширина русла річки, м;

H – середня глибина річки, м.

Показник ступеня y в виразі (5.13) розраховується за формулою Н.Н.Павловського:

$$y = 2,5 * n_{ш}^{0,5} - 0,13 - 0,75 * R^{0,5} * (n_{ш}^{0,5} - 0,1), \quad (5.10)$$

де $n_{ш}$ – коефіцієнт шорсткості, $n_{ш} = 0,04$.

5.3 Результати розрахунку

Для розглядуваного району співвідношення норми стоку річок з стоком у літню межень дорівнює приблизно 2,0. Наприклад [22], для р. Кальчик норма стоку складає $1,55 \text{ м}^3/\text{с}$. У літне-осінню межень в середній за водністю рік витрата води становить $0,70 \text{ м}^3/\text{с}$ ($1,55/0,70 \approx 2,2$).

В рік з 80% забезпеченістю у літне-осінню межень витрата воді в р. Кальчик дорівнює $0,22 \text{ м}^3/\text{с}$, тобто співвідношення з витратою в середній за водністю рік для межені буде складати $0,70/0,22 \approx 3,2$.

Таким чином слід вважати, що для розрахункових гідрологічних умов (меженний період року з 95% забезпеченістю) витрата води в р. Малий Кальчик буде менш ніж $0,51/2,2/3,2 \approx 0,072 \text{ м}^3/\text{с}$.

Послідовність змінення фонові витрати вод в річці і кратності розводження стічних вод за випусками наступна:

- випуск № 8 – фонові витрата рівна $0,072 \text{ м}^3/\text{с}$, витрата стічних вод дорівнює $0,065 \text{ м}^3/\text{с}$, кратність розводження при повному змішуванні буде дорівнювати $(0,072+0,065)/0,065= 2,11$;

випуск № 10 – фонові витрата буде рівна $0,072+0,065= 0,137 \text{ м}^3/\text{с}$, витрата стічних вод дорівнює $0,0312 \text{ м}^3/\text{с}$, кратність розводження при повному змішуванні буде дорівнювати $(0,137+0,0312)/0,0312= 5,39$;

випуск № 9 – фонові витрата буде рівна $0,137+0,0312= 0,168 \text{ м}^3/\text{с}$, витрата стічних вод дорівнює $0,167 \text{ м}^3/\text{с}$, кратність розводження при повному змішуванні буде дорівнювати $(0,168+0,167)/0,167= 2,01$.

6 РОЗРАХУНОК ГДС ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН З СТІЧНИМИ ВОДАМИ

6.1 Загальні положення

У даному розділі визначається кількість речовин (г/година; т/рік), що скидаються із зливовими стоками, при якому забезпечується відповідність якості води в контрольному створі вимогам норм.

При розрахунку гранично допустимих скидів речовин із стічними водами враховувалися вимоги [1], що регламентують порядок встановлення ГДС.

У разі, коли природний фоновий вміст забруднюючих речовин у водному об'єкті за якими-небудь показниками не забезпечує нормальну якість води в контрольному пункті, а також, коли природні води мають мінералізацію, що перевищує ГДК, тоді ГДК речовин приймається рівною фоновим забрудненням.

При розрахунку гранично допустимих скидів спиралися на наступні показники:

на гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водоймищ (ГДК), як визнаного державного чинника, регулюючої умови відведення стічних вод у водоймища;

на уявлення про гідрологічні і гідродинамічні закономірності, що дозволяють використовувати основне рівняння розбавлення стічних вод у водоймищах. Можливість обліку процесів самоочищення (біологічного, біохімічного) допускається лише в обмежених випадках, передбачених в [25].

Згідно Інструкції [1] величину ГДС речовин для всіх категорій водокористування необхідно визначати як добуток максимальної годинної витрати (q) вод на допустиму концентрацію забруднювальної речовини

($C_{ГДС}$):

$$ГДС = q * C_{ГДС} \quad (6.1)$$

Зазвичай величина максимальної годинної витрати визначається виходячи із режиму водовідведення та вибирається як найбільша у році. Ця величина пов'язана із технологією виробництва та не змінюється при оптимізації скидів у водні об'єкти. У переважній більшості випадків нормується концентрація забруднювальної речовини, що відводиться з стічними водами. Тому нормування – це визначення $C_{ГДС}$, що забезпечує нормативну якість води у контрольному створі.

В умовах відведення зворотних вод, що впливають на стан комунально-побутових водотоків, норми якості поверхневих вод або їх природний склад та властивості повинні втримуватися на відстані 1 км від границь району водокористування.

Інша важлива вимога, як відзначалося вище, - це те, що для всіх нормуємих речовин при комунально-побутовому водокористуванні ГДС встановлюється так, щоб для усіх речовин з однаковою ознакою шкідливості (ЛОШ) 1 і 2 класів небезпеки, що містяться у воді водного об'єкту, сума відношень концентрації кожної речовини до відповідних ГДК не перевищувала одиниці [1].

У випадку, коли у якоїсь речовини фонові концентрація перевищує ГДК, згідно пункту 2.4 Інструкції, ГДС встановлюється виходячи із віднесення нормативних вимог до складу та властивостей води водних об'єктів до самих стічних вод.

Склад стічних вод, необхідних для розрахунку ГДС, визначався виходячи із характеру діяльності водокористувача (згідно пункту 2.6 Інструкції).

6.2 Розрахункові формули

а) *Нормування скиду групи речовин.* Методика, що діє в даний час, за розрахунком ГДС ЗР [1] має недоліки, які можуть привести до помилок при виконанні розрахунків, або не дозволяють виконати розрахунок. Сказане відноситься до нормування скиду речовин однієї групи суमाції (ОГС) в прісноводі об'єкти. Дана методика може бути застосована і при нормуванні скидань речовин в морські води, якщо при оцінці якості цих вод використовується показник, що характеризує зміст даних речовин, такий же, як і для прісних вод:

$$\Psi = \sum C_j / ГДК_j. \quad (6.2)$$

Розглянемо спочатку методику, викладену в джерелі [11]. Далі буде видно, що для консервативних речовин розрахункові формули в [1] і [11] відрізняються тільки формою запису.

У джерелі [11] розрахунок граничної концентрації i -тої речовини $C_{ГДi}$ у стічних водах рекомендується виконувати по наступній формулі:

$$C_{ГДi} = a_i S_{ГД} = a_i \{n (S_E R_E / n + 1 - S_E R_E) / R_{СТ}\}, \quad (6.3)$$

де a_i – дольовий вміст i -тої речовини, що скидається, в загальній масі речовин ОГС;

$S_{ГД} = \sum C_{ГДj}$ – розрахункова сума граничних концентрацій m речовин ОГС в стічних водах;

n – кратність розбавлення стічних вод в контрольному створі;

$S_E = \sum C_{Ej}$ – сума фактичних фонових концентрацій речовин ОГС;

R_E і $R_{СТ}$ – узагальнені показники шкідливості для фону і стічних вод відповідно:

$$R_E = 1 / [ГДК]_m \sum a_{Ej} / \xi_j; \quad (6.4)$$

$$R_{CT} = 1 / [\Gamma ДК]_m \sum a_{CTj} / \xi_j; \quad (6.5)$$

де $[\Gamma ДК]_m = \sum \Gamma ДК_j$ – сума $\Gamma ДК$ m речовин ОГС в стічних водах;

$a_{Ej} = C_{Ej} / S_E$ і $a_{CTj} = C_{CTj} / S_{CT}$ – фактичний пайовий вміст j -тої речовини в загальній масі речовин ОГС у фоні і в стічних водах;

$S_{CT} = \sum C_{CTj}$ – сума фактичних концентрацій m речовин ОГС в стічних водах:

$$\xi_j = \Gamma ДК_j / [\Gamma ДК]_m. \quad (6.6)$$

Формули (6.4) і (6.5) можна привести до простішого вигляду:

$$R = \sum a_j / \Gamma ДК_j = (1 / S) \sum C_j / \Gamma ДК_j. \quad (6.7)$$

З формули (6.3) видно, що в методиці передбачається: розрахунок фактичних a_{CTj} ; оцінка R_E і R_{CT} по формулах (6.4) і (6.5); розрахунок $S_{ГД}$ і $S_{ГДі}$.

Зупинимось на недоліках даної методики.

1) У методиці передбачено, що концентрація речовин ОГС у фоні і в стічних водах відповідає умові ($C_{CTi} > C_{Ei} \geq 0$). Тут немає рекомендацій, якщо для деяких речовин ОГС спостерігається співвідношення $C_{Ei} > C_{CTi} \geq 0$.

2) Немає рекомендацій по перевірці результатів розрахунків.

3) Визначення фактичних a_{CTj} и розрахунок R_{CT} по формулі (6.5) приводить до того, що високотоксичні речовини з мікроконцентраціями C_{CTi} часто не враховуються при розрахунку $\Gamma ДС$ (для них $a_{CTj} \ll S_{CT}$).

Розглянемо тепер методику, викладену в документі [1]. Для вирішення даного завдання пропонується наступна формула:

$$C_{ГДи} = a_i \{ n [1 - \sum ((1 - 1/n) \zeta_j C_{Ej} + (1 - \zeta_j) C_{ПЕj}) / \Gamma ДК_j] / (\sum \zeta_j a_j / \Gamma ДК_j) \}, \quad (6.8)$$

де $\zeta_j = \exp(k_H t)$; $C_{ПЕj}$ – природна фонова концентрація речовини.

Для консервативних речовин ($\zeta=1$) формула (6.8) є формулою (6.3) (див. формулу (6.7)) зі всіма згаданими недоліками:

$$\begin{aligned} C_{ГДи} &= a_i \{ n [(1/n) \sum (C_{Ej} / \Gamma ДК_j) + 1 - \sum (C_{Ej} / \Gamma ДК_j)] / (\sum a_j / \Gamma ДК_j) \} = \\ &= a_i \{ n [(1/n) S_E R_E + 1 - S_E R_E] / R_{CT} \}. \end{aligned} \quad (6.9)$$

Виведемо розрахункову формулу для найбільш загального випадку з урахуванням викладених зауважень. Розглянемо консервативні речовини.

У водотік скидається m_1 речовин, що володіють ефектом сумарної дії. У водному середовищі потоку вище скиду стічних вод містяться деякі із згаданих речовин і додатково m_2 речовин, які входять до даної групи сумаций. Таким чином, нижче скиду у водному середовищі потоку знаходяться $m = m_1 + m_2$ речовин ОГС. Необхідно визначити граничні значення концентрації даних речовин в стічних водах.

Розглянемо спочатку рівняння балансу консервативної речовини для розрахункового струменя в деякому контрольному створі:

$$\gamma Q_E C_E + Q_{CT} C_{CT} = (\gamma Q_E + Q_{CT}) C_{ЭКС}, \quad (6.10)$$

де γ – коефіцієнт змішення [10];

Q_E – витрата води в потоці вище скиду стічних вод;

$C_{ЭКС}$ – екстремальне значення концентрації речовини в контрольному створі.

Між коефіцієнтом змішення γ і кратністю розбавлення n існує залежність:

$$n = (\gamma Q_E + Q_{CT}) / Q_{CT}. \quad (6.11)$$

Перетворимо рівняння балансу (6.10), використовуючи формулу

(6.11), і запишемо перетворене рівняння для кожного i -тої речовини ОГС:

$$C_{Ei}(n-1) + C_{CTi} = n C_{EKSi}, \quad \text{при } 1 \leq i \leq m. \quad (6.12)$$

Рівняння (6.10) справедливе і має фізичний сенс при будь-якій комбінації речовин ОГС і будь-якому співвідношенні значень їх концентрації в стічних водах і у фоні. Разом з цим і все рівнянь в системі (6.10) справедливі і мають фізичний сенс.

Розділимо концентрацію речовини в кожному рівнянні (6.12) на відповідну ГДК. Після підсумовування цих m виразів отримаємо:

$$(n-1)\sum(C_{Ei}/ГДК_i) + \sum(C_{CTi}/ГДК_i) = n\sum C_{EKSi}/ГДК_i. \quad (6.13)$$

Позначимо суми у формулі (6.13) символом Ψ з відповідним індексом, прирівняємо $\Psi_{EKS} = \Psi_H$ и $\Psi_{CT} = \Psi_{ГД}$ и знайдемо $\Psi_{ГД}$:

$$\Psi_{ГД} = n(\Psi_H - \Psi_E) + \Psi_E, \quad (6.14)$$

де $\Psi_{ГД}$ – граничне значення Ψ для m_1 речовин ОГС в стічних водах;

Ψ_H – нормативне значення Ψ для m речовин ОГС в контрольному створі;

Ψ_E – фонове значення Ψ для речовин ОГС (вище скиду).

Формула (6.14) дозволяє знайти таке значення $\Psi_{ГД}$ для речовин ОГС в стічних водах, при якому в контрольному створі дотримуватиметься умова: $\Psi_{MAX} = \Psi_H$ для будь-якого набору речовин і при будь-якому співвідношенні їх концентрації в стічних водах і у фоні ($C_{CTi} \geq C_{Ei} \geq 0$ и $C_{Ei} \geq C_{CTi} \geq 0$). [10]

Граничні значення концентрації речовин в стічних водах визначаються по наступній формулі:

$$C_{ГДi} = k_{CTi} \Psi_{ГД} ГДК_i, \quad (6.15)$$

де $C_{ГДi}$ – гранична концентрація i -тої речовини в стічних водах;
 k_{CTi} – коефіцієнти пропорційності концентрації речовин в долях від
ГДК в стічних водах ($k_{CTi} = C_i / (ГДК_i \Psi_{CT})$).

Коефіцієнти k_{CTi} для даних речовин підбираються виходячи з умови:

$$0 < k_{CTi} < 1 \quad \text{и} \quad \sum k_{CTi} = 1. \quad (6.16)$$

Формулу для перевірки розрахунків легко отримати з (6.12):

$$C_{EKCi} = [C_{Ei} (n - 1) + C_{CTi}] / n. \quad (6.17)$$

б) *Нормування скиду речовин не об'єднаних в групи.*

Для речовин, що є неконсервативними, згідно Інструкції [24], гранична для скиду концентрація визначається за формулою (6.18):

$$C_{ГД} = n * ((C_{ГДК} - C_0)e^{kt} - C_E + C_0) + C_E, \quad (6.18)$$

де n – кратність загального розводження стічних вод у контрольному створі водотоку;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація, г/м³;

C_0 – розрахункова природна фонова концентрація забруднювальних речовин у водотоку, г/м³;

C_E – розрахункова фонова концентрація, г/м³;

t – час руху води від місця випуску до розрахункового створу, діб;

k – коефіцієнт не консервативності, 1/добу.

Значення t визначається за формулою (6.19):

$$t = l / (86,4 * V_{CP}), \quad (6.19)$$

де l – відстань від місця випуску до розрахункового створу, км;

V_{CP} – середня швидкість течії, м/с.

Значення коефіцієнта k знаходиться за формулою (6.20):

$$k = a * k_t * k_{st}, \quad (6.20)$$

де a – поправка на швидкість течії;

k_t – поправка на температуру води;

k_{st} – статичний коефіцієнт неконсервативності.

Значення коефіцієнта k_{st} наведені у табл. 6.2.

Для визначення параметру a було використано формулу із Інструкції [24], згідно якої:

$$a = 5 - 4 \exp(-(7 + 80V)V), \quad (6.21)$$

де V – швидкість течії, м/с.

Поправка на температуру води визначається із залежності (6.22) [11]:

$$k_t = 0,0451 * T + 0,101, \quad (6.22)$$

де T – температура води, °С.

Таблиця 6.2 – Значення статичного коефіцієнту неконсервативності k_{st}

№ п/п	Р е ч о в и н а	Значення k_{st} , 1/добу при температурі 20°С
1	БСК _{повн}	0,23
2	Азот амонійний	0,069
3	Нітрити	0,19
4	Нітрати	0,112
5	Нафтопродукти	0,044
6	СПАР	0,46 – 0,9
7	Феноли	0,32 – 0,6
8	ХПК	0,3

Інша розрахункова формула речовин не враховує їх перетворення (трансформацію) під час переміщення до контрольного створу. Для цієї групи речовин, що є консервативними, допустима концентрація для скиду з стічними водами визначалася за формулою (6.23)[10]:

$$C_{ГД} = n (C_{ГДК} - C_E) + C_E, \quad (6.23)$$

Формула (6.23) може бути використана також для групи речовин, що мають ефект спільної дії:

$$C_{ГДі} = n(\mu_i C_{ГДКі} - C_{Eі}) + C_{Eі}, \quad (6.24)$$

де μ_i – коефіцієнт для i -ї речовини (при розрахунках $C_{ГД}$ для групи m речовин, що мають ефект спільної дії).

При $C_E > C_{ГДК}$ значення $C_{ГД}$ приймається рівним $C_{ГДК}$.

При $C_{Eі} > \mu C_{ГДКі}$ значення $C_{ГДі}$ приймається рівним $\mu C_{ГДКі}$.

Концентрація гранично допустима для скиду ($C_{ГДСі}$) приймається виходячи з умови: $C_{ГДС} = \min\{C_\phi; C_{ГД}\}$, где C_ϕ – концентрація речовини, що фактично скидається з стічними водами.

В нашому випадку при нормуванні скиду нітритів з зворотними водами необхідно врахувати вміст фтору у воді річки, оскільки ці речовини мають ефект спільної дії. Розрахунки виконуються по кожній речовині.

6.3 Результати розрахунку і їх аналіз

а) Випуск № 8 (кратність розводження стічних вод – **2,11**):

- завислі речовини: $C_{ГД} = 2,11 \times 0,75 + 47,2 = 48,8$ мг/дм³,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 16,7$ мг/дм³;

- мінералізація – не нормується;

- рН: $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 6,9$;

- хлориди: $C_{ГД} = 2,11 \times (350-149) + 149 = 543 \text{ мг/дм}^3$,
 $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 155 \text{ мг/дм}^3$;
- аміак по азоту: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 2,0 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,23 \text{ мг/дм}^3$;
- ХСК: $C_{ГД} = 2,11 \times (30 - 26) + 26 = 34,4 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{\phi} = 9,0 \text{ мг/дм}^3$;
- БСК: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 6,0 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 4,67 \text{ мг/дм}^3$;
- нафта: $C_{ГД} = 2,11 \times (0,30 - 0,29) + 0,29 = 3,08 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,009 \text{ мг/дм}^3$;
- залізо – в стічних водах відсутнє;
- фосфати: $C_{ГД} = 2,11 \times (3,5-2,45)+2,45 = 4,66 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 1,19 \text{ мг/дм}^3$;
- нітрати: $C_{ГД} = 2,11 \times (45 - 28) + 28 = 63,8 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 5,18 \text{ мг/дм}^3$;
- сульфати: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 500 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 395 \text{ мг/дм}^3$;
- мідь в стічних водах відсутня;
- цинк: $C_{ГД} = 2,11 \times (1,0 - 0,02) + 0,02 = 2,09 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,057 \text{ мг/дм}^3$;
- хром: $C_{ГД} = 2,11 \times (0,05-0,005)+0,005 = 0,100 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,007 \text{ мг/дм}^3$;
- марганець: $2,11 \times (0,1-0,025)+0,025 = 0,183 \text{ мг/дм}^3$,
 приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,057 \text{ мг/дм}^3$;
- нікель в стічних водах відсутній;
- СПАР: $C_{ГД} = 2,11 \times (0,1 - 0) + 0 = 0,211 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,010$ мг/дм³;

- нітрити розраховуються за формулами 6.14-6.16:

$$\Psi_E = 0,94/3,3 + 0,463/0,7 = 0,946,$$

$$\Psi_{ГД} = 2,11 \times (1 - 0,946) + 0,946 = 1,060,$$

$$k_{СТФтор} = 0,00, k_{СТНитр} = 1,00 - 0,00 = 1,00,$$

$$C_{ГД} = 1,00 \times 1,060 \times 3,3 = 3,50 \text{ мг/дм}^3,$$

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,053$ мг/дм³.

- фтор в стічних водах відсутній.

Результати розрахунку за випуском № 8 зведені в табл. 6.1-6.4.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунку $C_{ГДС}$ (випуск № 8)

№ п/п	Показник	$ГДК_{СГ}$, мг/дм ³	C_E , мг/дм ³	C_Φ , мг/дм ³	$C_{ГД}$, мг/дм ³	$C_{ГДС}$, мг/дм ³
1	Завислі речовини	фон + 0,75	47,2	16,7	48,8	16,7
2	Мінералізація	-	1914	1220	1220	-
3	pH	6,5–8,5	6,9	6,9	6,9	6,9
4	Хлориди	350	149	155	573	155
5	Аміак по азоту	2,0	4,84	0,23	2,00	0,23
6	ХПК	30	26,0	9,0	34,4	9,0
7	БПК _П	6,0	6,53	4,67	6,00	4,67
8	Нафта	0,3	0,293	0,0086	0,308	0,0086
9	Залізо	0,3	0,117	0	0	0
10	Фосфати	3,5	2,45	1,19	4,66	1,19
11	Нітрати	45,0	28,0	5,18	63,8	5,18
12	Сульфати	500	995	395	500	395
13	Мідь	1,0	0,010	0	0	0
14	Цинк	1,0	0,020	0,0567	2,09	0,0567
15	Хром (6+)	0,05	<0,005	0,0070	0,100	0,0070
16	Марганець	0,1	0,025	0,0567	0,183	0,0567
17	Нікель	0,1	0,0020	0	0	0
18	СПАР	0,1	0	0,01	0,211	0,01
19	Нітрити	3,3	0,940	0,0533	3,50	0,0533
20	Фтор	0,7	0,463	0	0	0

Таблиця 6.2 – Результати розрахунку умов спуску стічних вод (вип. № 8)

№	Показник	Од. вим.	Стічні води		
			$C_{ФАКТ}$	$C_{ГДС}$	у відповідності з нормами $C_{ГДС}$
1	Завислі речовини	г/м ³	16,7	16,7	Змін не вимагається
4	Хлориди	г/м ³	155	155	Змін не вимагається
5	Аміак по азоту	г/м ³	0,23	0,23	Змін не вимагається
6	ХСК	г/м ³	9,0	9,0	Змін не вимагається
7	БСК _П	г/м ³	4,7	4,7	Змін не вимагається
8	Нафта	г/м ³	0,009	0,009	Змін не вимагається
10	Фосфати	г/м ³	1,19	1,19	Змін не вимагається
11	Нітрати	г/м ³	5,18	5,18	Змін не вимагається
12	Сульфати	г/м ³	395	395	Змін не вимагається
14	Цинк	г/м ³	0,057	0,057	Змін не вимагається
15	Хром (6+)	г/м ³	0,007	0,007	Змін не вимагається
16	Марганець	г/м ³	0,057	0,057	Змін не вимагається
18	СПАР	г/м ³	0,010	0,010	Змін не вимагається
19	Нітриги	г/м ³	0,053	0,053	Змін не вимагається

Таблиця 6.3 – Гранично допустимий скид ЗР (випуск № 8) при максимальній витраті стічних вод 234 м³/год и 2,050 млн. м³/рік

№ п/п	Показник	Фактичний скид			Гранично допустимий скид		
		г/м ³	г/год	т/рік	г/м ³	г/год	т/рік
1	Завислі речовини	16,7	3908	34,2	16,7	3908	34,2
4	Хлориди	155	36270	318	155	36270	318
5	Аміак по азоту	0,23	53,8	0,471	0,23	53,8	0,471
6	ХСК	9,0	2106	18,4	9,0	2106	18,4
7	БСК _П	4,7	1093	9,57	4,7	1093	9,57
8	Нафта	0,009	2,01	0,018	0,009	2,01	0,018
10	Фосфати	1,19	278	2,44	1,19	278	2,44
11	Нітрати	5,18	1212	10,6	5,18	1212	10,6

Продовження табл. 6.3

12	Сульфати	395	92430	810	395	92430	810
14	Цинк	0,057	13,3	0,116	0,057	13,3	0,116
15	Хром (6+)	0,007	1,64	0,014	0,007	1,64	0,014
16	Марганець	0,057	13,3	0,116	0,057	13,3	0,116
18	СПАР	0,01	2,34	0,020	0,01	2,34	0,020
19	Нітриги	0,053	12,5	0,109	0,053	12,5	0,109

Таблиця 6.4 – Перевірка розрахунків (випуск № 8)

№ п/п	Показник	$GDK_{СГ}$, мг/дм ³	C_E , мг/дм ³	$C_{ГДС}$, мг/дм ³	$C_{ЕКС}$, мг/дм ³	$\frac{C_{ЕКС}}{GDK}$
1	Завислі речовини	фон + 0,75	47,2	16,7	32,7	-
2	Мінералізація	-	1914	1220	1585	-
3	pH	6,5–8,5	6,9	6,9	6,9	-
4	Хлориди	350	149	155	152	-
5	Аміак по азоту	2,0	4,84	0,23	2,65	-
6	ХПК	30	26,0	9,0	17,9	-
7	БПК _П	6,0	6,53	4,67	5,65	-
8	Нафта	0,3	0,293	0,009	0,158	-
9	Залізо	0,3	0,117	0	0,061	-
10	Фосфати	3,5	2,45	1,19	1,85	-
11	Нітрати	45,0	28,0	5,18	17,2	-
12	Сульфати	500	995	395	710,3	-
13	Мідь	1,0	0,010	0	0,0053	-
14	Цинк	1,0	0,020	0,057	0,0374	-
15	Хром (6+)	0,05	<0,005	0,007	0,0059	-
16	Марганець	0,1	0,025	0,057	0,0400	-
17	Нікель	0,1	0,0020	0	0,0011	-
18	СПАР	0,1	0,00	0,01	0,0047	-
19	Нітриги	3,3	0,940	0,053	0,519	0,157
20	Фтор	0,7	0,463	0	0,243	0,348
Σ						0,505

В табл. 6.4 зроблена перевірка результатів розрахунків. Значення C_{EKC} розраховані за формулою (6.17). Ці значення далі прийняти фоновими для випуску № 10.

З табл. 6.4 видно, що вимоги норм виконуються: значення усіх показників не перевищує ГДК (крім показників, фонові значення яких перевищували ГДК: аміак, БСК і хлориди); сума концентрацій в частках від ГДК для нітритів и фтору менш 1.

б) Випуск № 10 (кратність розводження стічних вод – **5,39**):

- завислі речовини: $C_{ГД} = 5,39 \times 0,75 + 32,7 = 36,8 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 18,9 \text{ мг/дм}^3$;

- мінералізація – не нормується;

- рН: $C_{ГДС} = C_{ГДК} = 6,5$;

- хлориди: $C_{ГД} = 5,39 \times (350-152) + 152 = 1219 \text{ мг/дм}^3$,

$C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 149 \text{ мг/дм}^3$;

- аміак по азоту: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 2,00 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ГД} = 2,00 \text{ мг/дм}^3$;

- ХСК: $C_{ГД} = 5,39 \times (30 - 17,9) + 17,9 = 82,9 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ГД} = 9,0 \text{ мг/дм}^3$;

- БСК: $C_{ГД} = 5,39 \times (6,0-5,65) + 5,65 = 7,55 \text{ мг/дм}^3$,

$C_{ГДС} = C_{ГД} = 7,54 \text{ мг/дм}^3$;

- нафта: $C_{ГД} = 5,39 \times (0,30 - 0,158) + 0,158 = 0,923 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,500 \text{ мг/дм}^3$;

залізо: $C_{ГД} = 5,39 \times (0,30 - 0,061) + 0,061 = 1,35 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,215 \text{ мг/дм}^3$;

- фосфати: $C_{ГД} = 5,39 \times (3,50-1,85)+1,85 = 10,7 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 3,51 \text{ мг/дм}^3$;

- нітрати: $C_{ГД} = 5,39 \times (45 - 17,2) + 17,2 = 167 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 29,6 \text{ мг/дм}^3$;

- сульфати: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 500 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 317 \text{ мг/дм}^3$;

- мідь, цинк, хром, марганець і нікель в стічних водах відсутні;

- СПАР: $C_{ГД} = 5,39 \times (0,100 - 0,0047) + 0,0047 = 0,518 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,255 \text{ мг/дм}^3$;

- нітрити розраховуються за формулами 6.14-6.16:

$$\Psi_E = 0,519/3,3 + 0,243/0,7 = 0,505,$$

$$\Psi_{ГД} = 5,39 \times (1 - 0,505) + 0,505 = 3,171,$$

$$k_{СТФтор} = 0,00, k_{СТНитр} = 1,00 - 0,00 = 1,00,$$

$$C_{ГД} = 1,00 \times 3,171 \times 3,3 = 10,5 \text{ мг/дм}^3,$$

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 1,34 \text{ мг/дм}^3$.

- фтор в стічних водах відсутній.

Результати розрахунку за випуском № 10 зведені в табл. 6.5-6.8.

Таблиця 6.5 – Результати розрахунку $C_{ГДС}$ (випуск № 10)

№ п/п	Показник	$ГДКСГ$, мг/дм ³	C_E , мг/дм ³	C_Φ , мг/дм ³	$C_{ГД}$, мг/дм ³	$C_{ГДС}$, мг/дм ³
1	Завислі речовини	фон + 0,75	32,7	18,9	36,8	18,9
2	Мінералізація	-	1585	966	1585	966
3	pH	6,5–8,5	6,9	6,5	6,5	6,5
4	Хлориди	350	152	149	1219	149
5	Аміак по азоту	2,0	2,65	6,43	2,00	2,00
6	ХПК	30	17,9	51,7	82,9	51,7
7	БПК _п	6,0	5,65	20,3	7,54	7,54
8	Нафта	0,3	0,158	0,50	0,923	0,5
9	Залізо	0,3	0,061	0,215	1,35	0,215
10	Фосфати	3,5	1,85	3,51	10,7	3,51

Продовження табл. 6.5

11	Нітрати	45,0	17,2	29,6	167	29,6
12	Сульфати	500	710	317	500	317
13	Мідь	1,0	0,0053	0	0	0
14	Цинк	1,0	0,0374	0	0	0
15	Хром (6+)	0,05	0,0059	0	0	0
16	Марганець	0,1	0,0400	0	0	0
17	Нікель	0,1	0,0011	0	0	0
18	СПАР	0,1	0,0047	0,255	0,518	0,255
19	Нітриди	3,3	0,519	1,34	10,5	1,34
20	Фтор	0,7	0,243	0	0	0

Таблиця 6.6 – Результати розрахунку умов спуску стічних вод (вип. № 10)

№	Показник	Од. вим.	Стічні води		
			$C_{ФАКТ}$	$C_{ГДС}$	у відповідності з нормами $C_{ГДС}$
1	Завислі речовини	г/м ³	18,9	18,9	Змін не вимагається
4	Хлориди	г/м ³	149	149	Змін не вимагається
5	Аміак по азоту	г/м ³	6,43	2,00	Потрібне зменшення
6	ХСК	г/м ³	51,7	51,7	Змін не вимагається
7	БСК	г/м ³	20,3	7,55	Потрібне зменшення
8	Нафта	г/м ³	0,500	0,500	Змін не вимагається
9	Залізо	г/м ³	0,215	0,215	Змін не вимагається
10	Фосфати	г/м ³	3,51	3,51	Змін не вимагається
11	Нітрати	г/м ³	29,6	29,6	Змін не вимагається
12	Сульфати	г/м ³	317	317	Змін не вимагається
18	СПАР	г/м ³	0,255	0,255	Змін не вимагається
19	Нітриди	г/м ³	1,34	1,34	Змін не вимагається

Таблиця 6.7 – Гранично допустимий скид ЗР (випуск № 10) при витраті стічних вод 112,4 м³/год и 0,985 млн. м³/рік

№ п/п	Показник	Фактичний скид			Гранично допустимий скид		
		г/м ³	г/год	т/рік	г/м ³	г/год	т/рік
1	Завислі речовини	18,9	2125	18,62	18,9	2125	18,62
4	Хлориди	149	16754	146,8	149	16754	146,8
5	Аміак по азоту	6,43	723	6,334	2,00	225	1,970
6	ХСК	51,7	5813	50,92	51,7	5813	50,92
7	БСК _П	20,3	2283	20,00	7,55	849	7,43
8	Нафта	0,500	56,2	0,4925	0,500	56,2	0,4925
9	Залізо	0,215	24,18	0,2118	0,215	24,18	0,2118
10	Фосфати	3,51	394,7	3,457	3,51	394,7	3,457
11	Нітрати	29,6	3328	29,16	29,6	3328	29,16
12	Сульфати	317	35644	312,2	317	35644	312,2
18	СПАР	0,255	28,67	0,2512	0,255	28,67	0,2512
19	Нітриги	1,34	150,7	1,320	1,34	150,7	1,320

Таблиця 6.8 – Перевірка розрахунків (випуск № 10)

№ п/п	Показник	$G_{ДКСГ}$, мг/дм ³	C_E , мг/дм ³	$C_{ГДС}$, мг/дм ³	$C_{ЕКС}$, мг/дм ³	$\frac{C_{ЕКС}}{ГДК}$
1	Завислі речовини	фон + 0,75	32,7	18,9	30,2	-
2	Мінералізація	-	1585	966	1470	-
3	pH	6,5–8,5	6,9	6,5	6,8	-
4	Хлориди	350	152	149	151	-
5	Аміак по азоту	2,0	2,65	2,00	2,53	-
6	ХПК	30	17,9	51,7	24,2	-
7	БПК _П	6,0	5,65	7,55	6,00	-
8	Нафта	0,3	0,158	0,500	0,222	-
9	Залізо	0,3	0,061	0,215	0,090	-
10	Фосфати	3,5	1,85	3,51	2,16	-
11	Нітрати	45,0	17,2	29,6	19,5	-
12	Сульфати	500	710	317	637	-

Продовження табл. 6.5

13	Мідь	1,0	0,0053	0	0,0043	-	
14	Цинк	1,0	0,0374	0	0,0305	-	
15	Хром (6+)	0,05	0,0059	0	0,0048	-	
16	Марганець	0,1	0,0400	0	0,0326	-	
17	Нікель	0,1	0,0011	0	0,0009	-	
18	СПАР	0,1	0,0047	0,255	0,0513	-	
19	Нітрити	3,3	0,519	1,34	0,672	0,204	
20	Фтор	0,7	0,243	0	0,198	0,283	
						Σ	0,487

Норми якості вод комунально-побутового призначення для випуску № 10 у контрольному створі виконуються по усіх показниках за виключенням аміак і сульфати (фонове значення цих показників перевищує ГДК).

в) Випуск № 9 (кратність розводження стічних вод – **2,01**):

- завислі речовини: $C_{ГД} = 2,01 \times 0,75 + 30,2 = 31,7 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ГД} = 31,7 \text{ мг/дм}^3$;

- мінералізація – не нормується;

- рН: $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 6,7$;

- хлориди: $C_{ГД} = 2,01 \times (350-151) + 151 = 551 \text{ мг/дм}^3$,

$C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 349 \text{ мг/дм}^3$;

- аміак по азоту: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 2,0 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,090 \text{ мг/дм}^3$;

- ХСК: $C_{ГД} = 2,01 \times (30 - 24,2) + 24,2 = 35,9 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{\Phi} = 11,6 \text{ мг/дм}^3$;

- БСК: $C_{ГДК} = C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 6,0 \text{ мг/дм}^3$,

приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 5,63 \text{ мг/дм}^3$;

- нафта і залізо в стічних водах відсутні;
- фосфати: $C_{ГД} = 2,01 \times (3,5-2,16)+2,16 = 4,85 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,817 \text{ мг/дм}^3$;
- нітрати: $C_{ГД} = 2,01 \times (45 - 19,5) + 19,5 = 70,8 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 9,77 \text{ мг/дм}^3$;
- сульфати: $C_{ГДК} \square C_E$, тоді $C_{ГД} = C_{ГДК} = 500 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ГД} = 500 \text{ мг/дм}^3$;
- мідь в стічних водах відсутня;
- цинк: $C_{ГД} = 2,01 \times (1,0 - 0,0305) + 0,0305 = 1,98 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,065 \text{ мг/дм}^3$;
- хром: $C_{ГД} = 2,01 \times (0,05-0,0048)+0,0048 = 0,096 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,0037 \text{ мг/дм}^3$;
- марганець: $2,01 \times (0,1-0,0326)+0,0326 = 0,168 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,068 \text{ мг/дм}^3$;
- нікель в стічних водах відсутній;
- СПАР: $C_{ГД} = 2,01 \times (0,1 - 0,0513) + 0,0513 = 0,149 \text{ мг/дм}^3$,
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,010 \text{ мг/дм}^3$;
- нітрити розраховуються за формулами 6.14-6.16:

$$\Psi_E = 0,672/3,3 + 0,198/0,7 = 0,487,$$

$$\Psi_{ГД} = 2,01 \times (1 - 0,487) + 0,487 = 1,517,$$

$$k_{Фтор} = 0, k_{Нитр} = 1-0 = 1,$$

$$C_{ГД} = 1,0 \times 1,517 \times 3,3 = 5,01 \text{ мг/дм}^3,$$
приймається $C_{ГДС} = C_{ФАКТ} = 0,040 \text{ мг/дм}^3$.
- фтор в стічних водах відсутній.

Результати розрахунку за випуском № 9 зведені в табл. 6.9-6.12.

Таблиця 6.9 – Результати розрахунку $C_{ГДС}$ (випуск № 9)

№ п/п	Показник	$ГДК_{СГ}$, мг/дм ³	C_E , мг/дм ³	C_Φ , мг/дм ³	$C_{ГД}$, мг/дм ³	$C_{ГДС}$, мг/дм ³
1	Завислі речовини	фон + 0,75	30,2	32,5	31,7	31,7
2	Мінералізація	-	1470	1288	1470	1288
3	pH	6,5–8,5	6,8	6,7	6,7	6,7
4	Хлориди	350	151	349	551	349
5	Аміак по азоту	(2,0)	2,53	0,090	2,00	0,090
6	ХПК	30	24,2	11,6	35,9	11,6
7	БПК _П	6,0	6,00	5,63	6,00	5,63
8	Нафта	0,3	0,222	0	0	0
9	Залізо	0,3	0,090	0	0	0
10	Фосфати	3,5	2,16	0,817	4,85	0,817
11	Нітрати	45,0	19,5	9,77	70,8	9,77
12	Сульфати	500	637	578	500	500
13	Мідь	1,0	0,0043	0	0	0
14	Цинк	1,0	0,0305	0,065	1,98	0,065
15	Хром (6+)	0,05	0,0048	0,0037	0,096	0,0037
16	Марганець	0,1	0,0326	0,068	0,168	0,068
17	Нікель	0,1	0,0009	0	0	0
18	СПАР	0,1	0,0513	0,010	0,149	0,010
19	Нітриди	3,3	0,672	0,040	5,01	0,040
20	Фтор	0,7	0,198	0	0	0

Таблиця 6.10 – Результати розрахунку умов спуску стічних вод (вип. № 9)

№	Показник	Од. вим.	Стічні води		
			$C_{ФАКТ}$	$C_{ГДС}$	у відповідності з нормами $C_{ГДС}$
1	Завислі речовини	г/м ³	32,5	31,7	Потрібне зменшення
4	Хлориди	г/м ³	349	349	Змін не вимагається
5	Аміак по азоту	г/м ³	0,09	0,090	Змін не вимагається
6	ХСК	г/м ³	11,6	11,6	Змін не вимагається
7	БСК _П	г/м ³	5,63	5,63	Змін не вимагається
10	Фосфати	г/м ³	0,817	0,817	Змін не вимагається

Продовження табл. 6.10

11	Нітрати	г/м ³	9,77	9,77	Змін не вимагається
12	Сульфати	г/м ³	578	500	Потрібне зменшення
14	Цинк	г/м ³	0,065	0,065	Змін не вимагається
15	Хром (6+)	г/м ³	0,0037	0,0037	Змін не вимагається
16	Марганець	г/м ³	0,068	0,068	Змін не вимагається
18	СПАР	г/м ³	0,010	0,010	Змін не вимагається
19	Нітриги	г/м ³	0,040	0,040	Змін не вимагається

Таблиця 6.11 – Гранично допустимий скид ЗР (випуск № 9) при максимальній витраті стічних вод 600 м³/год и 5,256 млн. м³/рік

№ п/п	Показник	Фактичний скид			Гранично допустимий скид		
		г/м ³	г/год	т/рік	г/м ³	г/год	т/рік
1	Завислі речовини	32,5	19500	170,8	31,7	19001	166,5
4	Хлориди	349	209400	1834	349	209400	1834
5	Аміак по азоту	0,090	54,00	0,4730	0,090	54,00	0,4730
6	ХСК	11,6	6960	60,97	11,6	6960	60,97
7	БСК _П	5,63	3378	29,59	5,63	3378	29,59
10	Фосфати	0,817	490,2	4,294	0,817	490,2	4,294
11	Нітрати	9,77	5862	51,35	9,77	5862	51,35
12	Сульфати	578	346800	3038	500	300000	2628
14	Цинк	0,065	39,00	0,3416	0,065	39,00	0,3416
15	Хром (6+)	0,0037	2,220	0,01945	0,0037	2,220	0,01945
16	Марганець	0,068	40,80	0,3574	0,068	40,80	0,3574
18	СПАР	0,010	6,000	0,05256	0,010	6,000	0,05256
19	Нітриги	0,040	24,00	0,2102	0,040	24,00	0,2102

Таблиця 6.12 – Перевірка розрахунків (випуск № 9)

№ п/п	Показник	$GDK_{СГ}$, мг/дм ³	C_E , мг/дм ³	$C_{ГДС}$, мг/дм ³	$C_{ЕКС}$, мг/дм ³	$\frac{C_{ЕКС}}{ГДК}$
1	Завислі речовини	фон + 0,75	30,2	31,7	30,9	-
2	Мінералізація	-	1470	1288	1379	-
3	pH	6,5–8,5	6,8	6,7	6,8	-
4	Хлориди	350	151	349	250	-
5	Аміак по азоту	2,0	2,53	0,090	1,32	-
6	ХПК	30	24,2	11,6	17,9	-
7	БПК _П	6,0	6,00	5,63	5,82	-
8	Нафта	0,3	0,222	0	0,111	-
9	Залізо	0,3	0,090	0	0,045	-
10	Фосфати	3,5	2,16	0,817	1,49	-
11	Нітрати	45,0	19,5	9,77	14,6	-
12	Сульфати	500	637	500	569	-
13	Мідь	1,0	0,0043	0	0,0021	-
14	Цинк	1,0	0,0305	0,065	0,0477	-
15	Хром (6+)	0,05	0,0048	0,0037	0,0043	-
16	Марганець	0,1	0,0326	0,068	0,0502	-
17	Нікель	0,1	0,0009	0	0,00043	-
18	СПАР	0,1	0,0513	0,010	0,0307	
19	Нітриди	3,3	0,672	0,040	0,357	0,108
20	Фтор	0,7	0,198	0	0,099	0,142
Σ						0,250

Норми якості вод комунально-побутового призначення для випуску № 9 у контрольному створі виконуються по усіх показниках за виключенням сульфатів (фонове значення цього показника перевищує ГДК).

7 ПЛАТА ЗА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Розмір збору за скиди забруднювальних речовин в поверхневій воді, територіальні і внутрішні морські води згідно [8, 17] визначається за формулою:

$$P_B = \sum_{i=1}^n [(H_{\delta i} * M_{\lambda i}) + (K_n * H_{\delta i} * M_{ni})] * K_T * K_{ind}, \quad (7.1)$$

де: P_B – розмір збору, грн;

$H_{\delta i}$ – базовий норматив плати за скид 1 т i -ї забруднювальної речовини в межах ліміту, грн/т;

$M_{\lambda i}$ – маса річного скиду i -ї забруднювальної речовини в межах ліміту, т;

K_n – коефіцієнт кратності платні за понадлімітні скиди забруднювальних речовин;

M_{ni} – маса понадлімітного річного скиду i -ї забруднювальної речовини, т;

K_T – регіональний басейновий коефіцієнт, що враховує територіальні екологічні особливості і умови функціонування водного господарства, для р.Малий Кальчик $K_T = 2,0$;

K_{ind} – коефіцієнт індексації.

Базові нормативи за скид шкідливих речовин в поверхневій джерела води за одну тону наведені в таблицях 7.1 і 7.2.

У таблиці 7.3 приведений розрахунок збору за скид забруднювальних речовин з поверхневим стоком з території терміналу в морі.

Таблиця 7.1 – Базові нормативи платні за скид основних забруднювальних речовин у водні об'єкти

Забруднювальна речовина	Норматив збору, грн/т
Азот амонійний	52,5
Органічні речовини	21
Завислі речовини	1,5
Нафтопродукти	309
Нітрати	4,5
Нітрити	258
Сульфати і хлориди	1,5
Фосфати	42

Таблиця 7.2 – Нормативи платні за скид забруднювальних речовин у водні об'єкти залежно від концентрації забруднювальних речовин

Концентрація забруднювальних речовин, мг/дм ³	Норматив збору, грн/т
до 0,001	4128
0,001 – 0,09	2993
0,1 – 1 (включно)	516
1 – 10	52,5
Більш 10	10,5

Таблиця 7.3 – Розрахунок плати за забруднення навколишнього середовища (випуск № 8)

№	Показник	Факт. скид, т/рік	Норм. плати, грн./т	Фактичний скид, т/рік		Плата за скид, грн./рік	
				ліміт	понад-ліміт	ліміт	понад-ліміт
1	Завислі речовини	34,23	1,5	34,23	0,00	51,35	0,00
2	Хлориди	317,7	1,5	317,7	0,00	476,59	0,00
3	Аміак по азоту	0,4715	52,5	0,4715	0,00	24,75	0,00
4	ХСК	18,45	21	18,45	0,00	387,42	0,00
5	БСКП	9,573	21	9,573	0,00	201,03	0,00
6	Нафта	0,01763	309	0,01763	0,00	5,45	0,00
7	Фосфати	2,439	42	2,439	0,00	102,45	0,00
8	Нітрати	10,62	4,5	10,62	0,00	47,78	0,00
9	Сульфати	809,7	1,5	809,7	0,00	1214,53	0,00
10	Цинк	0,1162	516	0,1162	0,00	59,97	0,00
11	Хром (6+)	0,01435	2923	0,01435	0,00	41,94	0,00
12	Марганець	0,1162	516	0,1162	0,00	59,97	0,00
13	СПАР	0,0205	516	0,0205	0,00	10,58	0,00
14	Нітриди	0,1093	258	0,1093	0,00	28,19	0,00
	Σ	1204		1204	0,00	2712,00	0,00
Разом				1204		2712	
З врахуванням регіонального коефіцієнту $K_T = 2,0$						5424	

Таблиця 7.4 – Розрахунок плати за забруднення навколишнього середовища (випуск № 10)

№	Показник	Факт. скид, т/рік	Норм. плати, грн./т	Фактичний скид, т/рік		Плата за скид, грн./рік	
				ліміт	понад-ліміт	ліміт	понад-ліміт
1	Завислі речовини	18,62	1,5	18,62	0,00	27,92	0,00
2	Хлориди	146,8	1,5	146,8	0,00	220,1	0,00
3	Аміак по азоту	6,334	52,5	1,970	4,36	332,5	1145
4	ХСК	50,92	21	50,92	0,00	1069	0,00
5	БСКП	20,00	21	7,43	12,56	419,9	1319
6	Нафта	0,4925	309	0,4925	0,00	152,2	0,00
7	Залізо	0,2118	309	0,2118	0,00	65,44	0,00
8	Фосфати	3,457	42	3,457	0,00	145,21	0,00
9	Нітрати	29,16	4,5	29,16	0,00	131,20	0,00
10	Сульфати	312,2	1,5	312,2	0,00	468	0,00
11	СПАР	0,2512	516	0,2512	0,00	129,61	0,00
12	Нітриги	1,320	258	1,320	0,00	340,53	0,00
Σ		590		573	16,93	3502	2465
Разом				590		5967	
З врахуванням регіонального коефіцієнту $K_T = 2,0$						11934	

Таблиця 7.5 – Розрахунок плати за забруднення навколишнього середовища (випуск № 9)

№	Показник	Факт. скид, т/рік	Норм. плати, грн./т	Фактичний скид, т/рік		Плата за скид, грн./рік	
				ліміт	понад-ліміт	ліміт	понад-ліміт
1	Завислі речовини	170,8	1,5	166,5	4,369	256,2	32,77
2	Хлориди	1834	1,5	1834	0,00	2751,5	0,00
3	Аміак по азоту	0,4730	52,5	0,4730	0,00	24,83	0,00
4	ХСК	60,97	21	60,97	0,00	1280	0,00
5	БСКП	29,59	21	29,59	0,00	621,4	0,00
6	Фосфати	4,294	42	4,294	0,00	180,4	0,00
7	Нітрати	51,35	4,5	51,35	0,00	231,1	0,00
8	Сульфати	3038	1,5	2628	410,0	4557	3075
9	Цинк	0,3416	516	0,3416	0,00	176,3	0,00
10	Хром (6+)	0,01945	2923	0,01945	0,00	56,84	0,00
11	Марганець	0,3574	516	0,3574	0,00	184,4	0,00
12	СПАР	0,0526	516	0,0526	0,00	27,12	0,00
13	Нітрити	0,2102	258	0,2102	0,00	54,24	0,00
Σ		5191		4776	414,3	10402	3108
Разом				5191		13509	
З врахуванням регіонального коефіцієнту $K_T = 2,0$						27018	

Сумарний збір за скид забруднювальних речовин в поверхневій воді з підприємства ВАТ «ММК ім. Ілліча» складає $5424 + 11934 + 27018 = 44376$ грн/рік.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз результатів спостережень лабораторії ХМФ показав:
 - якість вод р. Малий Кальчик вище скидів, не відповідає комунально побутовим нормам за змістом азоту амонійного, БСК і сульфатам, за іншими показниками перевищення не спостерігається;
 - після усіх скидів стічних вод стан річки у цілому практично не змінюється перевищення ГДК спостерігається за показниками азот амонійний, БСК, ХСК і сульфати.
 - у відмінності від вод річки в стічних водах містяться СПАР; а в зворотних водах підприємства відсутні мідь, нікель і фтор, в водах річки Малий Кальчик ці речовини присутні
2. Проектні об'єми стічних вод по випусках складають №8 – $0,65\text{ м}^3/\text{с}$., №10 – $0,0312\text{ м}^3/\text{с}$, №9 – $0,167\text{ м}^3/\text{с}$, при розрахунковій витраті вод р. Малий Кальчик яка складає $0,071\text{ м}^3/\text{с}$, показник кратності при повному розводженні дорівнює: №8 – 2,11, №10 – 5, 39, №9 – 2,01 з врахуванням скидів стічних вод розташованих вище.
3. Для більшості речовин ГДС встановлено за фактичним їх змістом в стічних водах. Оскільки розрахункова концентрація для скиду перевищувала фактичну концентрацію за виключенням:
 - випуск № 10 – азот амонійний, БСК;
 - випуск № 9 – завислі речовини, сульфати.
4. На повну потужність роботи випусків сумарний скид речовин складає:
 - випуск №8 – складає 1204 т/рік
 - випуск №10 – складає 590 т/рік
 - випуск №9 – складає 5191 т/рік
5. Сумарний платіж за скид забруднювальних речовин у поверхневі води складає:

- випуск №8 – складає 5424 грн/рік;
- випуск №10 – складає 11934 грн/рік;
- випуск №9 – складає 27018 грн/рік ;

Загалом по всім випускам складає 44376 грн/рік (без врахування коефіцієнта інфляції)

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Водний кодекс України // База даних «Законодавство України» / ВР України URL:<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
2. Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича. URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%83%B0>.
3. «Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами» // База даних «Законодавство України» / ВР України URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0313-94/page>
4. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02>
5. Вісник Харківського інституту соціального прогресу. Серія: Екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес. X, 2003. - Вип. 1-2 (3-4).
6. Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий и расчёту условий выпуска его в водные объекты / М.ВНИИ «ВОДГЕО», 1983, 47с.
7. Зайцева И.И. Экспериментальное изучение влияния тяжелых металлов на планктонные водоросли / Ботанический журнал. № 8,1999, - с.33-39.
8. Инструкция о порядке расчета и уплаты сбора за загрязнение окружающей природной среды № 162/379 от 19.07.99 г
9. А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними

категоріями / Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 37 с.

10. Методические указания по проведению расчётов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков РД 52.24.622-2001 / Л.: Гидрометеиздат. – 2001
11. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В.Караушева / Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 280с.
12. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. / Збірник доповідей I Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів. Т.1-Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2002.
13. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Конспект лекцій / Укладачі Полетаєва Л.М., Юрасов С.М. та Ільїна В.Г., Одеса, вид-во «ТЕС», 2005 р.
14. Паладій И.П., Молодан Г.Н. Социально-экономические аспекты сохранения аборигенной биоты реки Кальмиус. / Конференция ДонНТУ, 2004.
15. Пельтихин А.С. Особенности рек Донбасса и рекреация. Сб. материалов научно-практической конференции "Туризм – перспективная отрасль экономики Украины". / Донецк, 1995.
16. Поліщук В.В. Малі річки України та їх охорона. / Т-во Знання, 1988.
17. Порядок установления нормативов сбора за загрязнение окружающей среды и взыскание этого сбора, утвержденный Постановлением Кабинета Министров Украины № 303 от 1.03.1999г.
18. Пояснительная записка к разрешению на спецводопользование и проекту предельно допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ со сточными водами ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» / от 27.03.07г
19. Программа восстановления и поддержания чистоты и водности малых рек Донецкой области. / под. ред. Яцыка А.В. Донецк, 1999.

20. «Рекомендациями по инженерному оборудованию населенных пунктов, жилых и общественных зданий». 1988.
21. СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения».
22. Справочник по водным ресурсам / под. ред. Б.И. Стрельца. К.: Урожай, 1987. – 304 с.
23. Физико-географические условия формирования стока реки Кальмиус Донецкой области. Данные Донецкого областного управления водных ресурсов, 2004 г.
24. Юрасов С.М. Методи оцінки якості природних вод: Конспект лекцій. / Одеса: Екологія, 2011. – 92 с.
25. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. / К., 1997.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Юрасов С.М., П'янова І.Ю., Кац А.Г. Types of wastewater / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ 4-13 травня 2016 р.: Одеський державний екологічний університет – Одеса: ТЕС, 2016.-124 с.