

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Млинарчук Галина Олександрівна

УДК 504:556.52

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Екологічний аналіз питної води КП «Баранівський міськводоканал»

101 Екологія

Подається на здобуття освітнього рівня - магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Г.О. Млинарчук

Керівник роботи
Борисюк Борис Васильович
к. с-г. н., доцент

Житомир - 2024

АНОТАЦІЯ

Млинарчук Г.О. Екологічний аналіз питної води КП «Баранівський міськводоканал». Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття другого (магістерський) рівня вищої освіти зі спеціальності 101 Екологія. Поліський національний університет. Житомир. 2024.

В роботі наведена оцінка якості води добутої з артезіанських свердловин КП «Баранівський міськводоканал» в порівнянні з гідрохімічними показниками водопровідної води КП «Житомирводоканал». Встановлено перевищення вмісту марганцю у водопровідній воді обох комунальних підприємств.

Повернення умовно чистих стічної води в річку Случ змінює показники поверхневих вод. Недостатній ступінь очищення стічних комунальних вод змінює цілий ряд показників якості поверхневих вод річки Случ особливо ХСК та БСК-5.

В часовому проміжку з 2012 до 2019 ряд гідрохімічних показників поверхневих вод річки у порівнянні до норм ДСанПіН змінюється, під впливом скиду умовно чистих вод, із загрозливого до критичного ступеня забруднення.

Збільшення концентрації завислих речовин у поверхневих водах свідчить про зростання трофності поверхневих вод в першу чергу і погіршення екологічного стану річки Случ.

Розрахунок оптимальних геометричних перерізів аеротенків та вторинних відстійників дозволяє оптимізувати робочі параметри цих очисних споруд та підвищити ефективність очищення стічних вод.

Ключові слова: стічні води, умовно чисті води, поверхневі води, очищення, якість води, гідрохімічні показники, ХСК, БСК, завислі речовини, річка, біологічне очищення, аеротенки, відстійники, ГДК.

SUMMARY

Mlynarchuk G.O. Ecological analysis of drinking water of KP "Baranivskiy Myshvodokanal". Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining the second (master's) level of higher education in the specialty 101 Ecology. Polissia National University. Zhytomyr 2024.

The paper provides an assessment of the quality of water extracted from artesian wells of KP "Baranivskiy Myshvodokanal" in comparison with the hydrochemical indicators of tap water of KP "Zhytomyrvodokanal". An excess of manganese was found in the tap water of both utilities.

The return of conditionally clean wastewater to the Sluch River changes the indicators of surface water. The insufficient degree of purification of communal wastewater changes a number of quality indicators of the surface waters of the Sluch River, especially HSK and BSK-5.

In the period from 2012 to 2019, a number of hydrochemical indicators of the river's surface waters, compared to the DSanPiN standards, changed, under the influence of the discharge of conditionally clean waters, from a threatening to a critical degree of pollution.

The increase in the concentration of suspended matter in surface waters indicates an increase in the trophic level of surface waters, primarily, and a deterioration in the ecological state of the Sluch River.

Calculation of optimal geometric cross-sections of aeration tanks and secondary settling tanks allows optimizing the operating parameters of these treatment facilities and increasing the efficiency of wastewater treatment.

Keywords: wastewater, conditionally clean water, surface water, treatment, water quality, hydrochemical indicators, COD, BOD, suspended solids, river, biological treatment, aeration tanks, settling tanks, MPC.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ I. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ (огляд літературних джерел)	
1.1. Екологічні проблеми водопідготовки питної води.....	7
1.2. Причини та наслідки скиду умовно чистих вод у річку	8
РОЗДІЛ II. ПРОГРАМА. МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА	
2.1 Програма досліджень та спостережень.....	10
2.2. Методики досліджень.....	10
2.3. Характеристика об'єкту дослідження. Технологічна схема очистки стічних вод на КП «Баранівський міськводоканал».....	10
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА СПОСТЕРЕЖЕНЬ, ЇХ АНАЛІЗ	
3.1. Досліджень водопостачання та екологічні показники якості питної води на КП «Баранівський водоканал».....	15
3.2 Аналіз якості очистки комунальних стічних вод.....	18
3.3 Розрахунок оптимальних геометричних розмірів пристроїв біологічного очищення стоків міста Баранівка.....	24
ВИСНОВКИ.....	29
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	30
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Питання раціонального природокористування є багатогранним і охоплює багато сфер, які потребують координації. Поряд з питаннями ефективної очистки поверхневих вод до якості вода питна, у забезпеченні сталого водокористування необхідно узгодити питання достатньої очисти стічних вод.

Скиди в природні водотоки впливають на санітарний стан водних об'єктів, що використовуються як джерела питного водопостачання та рибного господарства.

Метою досліджень є дослідження якості водопровідної води та вплив скиду стічних вод на якість поверхневих вод за гідрохімічними показниками.

Об'єкт дослідження - динаміка зміни гідрохімічних показників поверхневих вод річки Случ під впливом скиду зворотних очищених вод та якість водопровідної води.

Предмет дослідження – якісні показники водопровідної води і гідрохімічні показники стічних умовно чистих вод та поверхневих вод

Практичне значення досліджень. Оцінка якості водопровідної води та зміна гідрохімічних показників поверхневих вод за скидання умовно чистих стічних вод вагомі показники екологічного моніторингу комунального підприємства водоканал.

Матеріали досліджень доповідались на ряді конференцій проведених кафедрами факультету лісового господарства та екології у Поліському національному університеті:

- «Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття – 2022» (ДОДАТОК 1).

- Борисюк Б.В., Млинарчук Г.О. Оцінка якості очистки стічних вод за гідрохімічними показниками. *Наукові читання 2024 : матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів ННІ Екології та лісу (м. Житомир, 14 червня 2024 р.).* Житомир :

Поліський національний університет, 2024. С. 24-27. (ДОДАТОК 2).

- Млинарчук Г.О. Зміна концентрації заліза в поверхневих водах річки Случ. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. присвячені I-му туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт. СТУДЕНТСЬКІ НАУКОВІ ЧИТАННЯ – 2024 (5 грудня 2024 р.)*. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 34. (ДОДАТОК 3).

Структура роботи та її обсяг: Кваліфікаційна робота обсягом 32 сторінок машинописного тексту містить 15 малюнків, 6 таблиць, 3 ДОДАТКІВ. Перелік посилань становить 41 джерело.

Матеріали кваліфікаційної роботи включають вступ, три розділи досліджень та висновки.

РОЗДІЛ І. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ (огляд літературних джерел)

1.1. Екологічні проблеми водопідготовки питної води

До найважливіших проблем сталого розвитку суспільства відноситься проблема води [1]. Майже 80% питного водопостачання країни забезпечується за рахунок поверхневих вод. Якість поверхневих вод є вирішальним фактором санітарно-епідеміологічного благополуччя населення [24].

Якість води як природного ресурсу характеризується вмістом солей хімічних елементів та характеристиками, що визначають її придатність для певних видів водокористування [4, 5, 10].

Управління як збоку держави, так і збоку комунальних підприємств повинно бути ефективним, щоб відповідати вимогам до якості питного водоспоживання [11, 16, 22].

У межах населених пунктів одним важливим показником екологічної безпеки водних об'єктів є санітарно-гігієнічний та токсикологічний показник ступеня шкідливого впливу поверхневих вод на здоров'я людини [4, 10].

Безперечно, одним з найважливіших способів захисту водних об'єктів та уникнення погіршення гідрохімічних показників якості поверхневих вод є суворий контроль за підприємств з водопідготовки та підприємств які здійснюють забір чи повернення вод у річкову мережу [18, 27].

Окрім посилення контролю за дотриманням норм і стандартів водокористування та очищення, важливим елементом покращення якості поверхневих вод є зміна технологій та обладнання для очищення поверхневих вод у процесі водопідготовки і очистки стічних вод [31].

Коли концентрації хімічних речовин перевищують ГДК, а очищення є недостатнім, існує високий ризик потрапляння цих речовин у ланцюг «вода-людина-здоров'я» [15, 19].

Це потребує фінансування, але додаткові розрахунки та математичне моделювання можуть оптимізувати існуючі технології [15, 29].

Наявність у поверхневих водах високих концентрацій хімічних речовин, що перевищують ГДК, знижує ефективність технологій водоочищення, а в деяких випадках робить поверхневі води повністю непридатними для питного водопостачання [13, 16].

Технології водопідготовки питної води є неефективними, оскільки якість поверхневих вод не відповідає стандартам [22].

Внаслідок нераціонального водокористування та низької екологічної культури зростає захворюваність населення через споживання не якісної питної води [9, 10, 12]. Технології, що використовуються багатьма підприємствами водопідготовки та комунального водопостачання, не передбачають видалення певних шкідливих речовин [11, 12].

Шкідливий антропогенний вплив на водні об'єкти призвів до того, що технології очищення питної води, які використовуються багатьма водоканалами, не дуже ефективні для зменшення забруднення. Ефективність сучасних реагентів, таких як коагулянти, флокулянти та хлор, знижується [40, 41].

1.2 Причини та наслідки скиду умовно чистих вод у річку

Відповідність гідрохімічних показників чинним правилам приймання стічних вод комунальними підприємствами та вимогам санітарно-гігієнічних нормативів до якості зворотних вод є основним шляхом збереження поверхневих вод як національного природного ресурсу [25, 27].

Скиди стічних вод, які не достатньо очищуються або не очищуються в загалі, призводять до забруднення та засмічення природних водотоків [6, 8].

Разом зі стічними водами у природні водні об'єкти у великих кількостях скидаються хімічні речовини та органічні сполуки, які погіршують якість води та спричиняють негативні процеси руйнування якості води [8, 20]. Сьогодні в різні водні об'єкти скидається понад 120 км³ стічних вод.

За даними вчених, така кількість стічних вод робить непридатними для використання понад 7 000 км³ природної води, часто через неналежне очищення [28].

Відомо, що майже 80% захворювань спричинені вживанням неякісної питної води.

Сьогодні половина населення планети страждає від незадовільної якості води [15]. Основним джерелом надходження та забруднення поверхневих вод є комунальні стоки, що скидаються у природні водойми через каналізаційні мережі [6, 14, 26].

Ріст показника завислих речовин, фосфатів, азоту у поверхневих водах спонукає посиленню евтрофікації водойм. Найгіршими наслідками евтрофікації є низька якість питної води та масова загибель риби [33, 34].

Склад і властивості поверхневих вод були значно змінені через недостатнє очищення та скидання великої кількості неочищених стічних вод у природні водні об'єкти [35].

У численних публікаціях [35, 36] традиційно аналізують та оцінюють якість поверхневих вод за перевищенням гранично допустимих концентрацій (ГДК). Цей метод дозволяє оцінити забруднення води окремими домішками. Фізико-хімічний склад поверхневих вод річок змінюється в часі та просторі [37, 38].

Одним із факторів забруднення та хімічних каталізаторів процесів евтрофікації поверхневих вод є надходження поживних речовин, особливо сполук азоту та фосфору [39].

Наведений аналіз літератури має відношення до нашої програми наукових досліджень щодо екологічної оцінки якості питної води та впливу стічних вод на якість поверхневих вод річки Случ.

РОЗДІЛ II. ПРОГРАМА. МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Програма досліджень та спостережень

Відповідно з метою досліджень мною розроблені ряд завдань виконання яких дозволить розкрити гостроту, проблеми наміти ефективні прийоми управління:

- Оцінити якість водопровідної води за показниками ГДК і в порівнянні з водою артезіанською;
- Дослідити вплив скиду умовно чистих стічних вод на гідрохімічні показники поверхневих вод річки Случ в місці їх повернення;
- Розглянути можливі прийоми у поліпшенні ситуації з очисткою стічних комунальних вод на КП «Баранівський водоканал».

2.2. Методики досліджень

Відбір проб води та аналіз хімічних показників якості стічних і поверхневих вод річки Случ проводився відповідно до прийнятих до використання стандартних методик відбору проб та вимірювань (SMM), як що входять до правил «Переліку методик використання визначення складу та характеристик проб об'єктів навколишнього природного середовища, скидів, відходів та викидів».

2.3. Характеристика об'єкту дослідження. Технологічна схема очистки стічних вод на КП «Баранівський міськводоканал»

Раціональне використання природних ресурсів, у тому числі водних, забезпечується відповідно до статті 40 Закону України «Про воду». Цей нормативно-правовий акт передбачає запровадження технічних нормативів водокористування (ТНВК) на об'єктах водокористування.

Для КП «Водоканал» м. Баранівка технічним нормативом водокористування є технічний норматив гранично допустимого використання води на обробку та подачу 1000 м³ води на об'єктах та водопроводах.

Послугами міського водоканалу користуються майже всі з 12 463 000 мешканців міста.

Вода забирається зі штучних свердловин, серед яких три робочі свердловини та три резервні. Планова подача води у водопровідну мережу становить 84,7 тис. м³ на рік.

Для вирівнювання пікового попиту на воду з боку міського населення у водопровідній мережі є три водонапірні башти об'ємом 75 м³. Загальна довжина водопровідної мережі Баранівського водоканалу сягає 17,5 км. 40% водопровідних труб виготовлені з чавуну, а 34% були замінені на нові поліетиленові труби.

Сталеві та азбестові труби складають 14% та 12% відповідно. Середній безпечний термін експлуатації труб становить 20 років, оскільки система водопостачання очищується та дезінфікується двічі на рік. Також вода з міського водогону також використовується для пожежогасіння, для чого була встановлена водозабірна башта.

Окрім водопостачання, муніципалітет Баранівки також надає послуги зі збору та очищення стічних вод.

Міські стічні води очищаються на біологічних очисних спорудах потужністю 2,7 тис. м³/добу.

Повторно очищена вода скидається в річку Случ. Гідрохімічні показники стічних вод та динаміка змін якості поверхневих вод р. Случ внаслідок скиду стічних вод розглядаються в розділі 3 результатів дослідження.

Технологія очистки стічних вод передбачає два етапи: механічна та біологічна технологія.

Елементи механічного очищення стічних вод на КП «Баранівський водоканал»

В основі цієї технології підприємства закладений механізм очищення стічних вод з використанням піскоуловлювачів та механізмів зневоднення піску. Піскоуловлювачів в технології механічного очищення стічних вод забезпечують затримання мінеральних і фізичних домішок. Основна функція

піскоуловлювачів - затримувати грубі домішки, щоб зменшити роботу з видалення домішок у відстійниках.

Затримані органічні та мінеральні домішки роблять обробку в метантенках та аеротенках більш ефективною. В основу роботи піскоуловлювачів покладений закон сили тяжіння. Найпоширенішими є горизонтальні піскоуловлювачі (рис. 2.1), в яких вода рухається по прямій лінії або по колу.

Розрахунок геометричних розмірів піскоуловлювачів передбачає врахування розміру домішок та оптимізацію процесу осадження піску з прийнятними типами конструкцій.

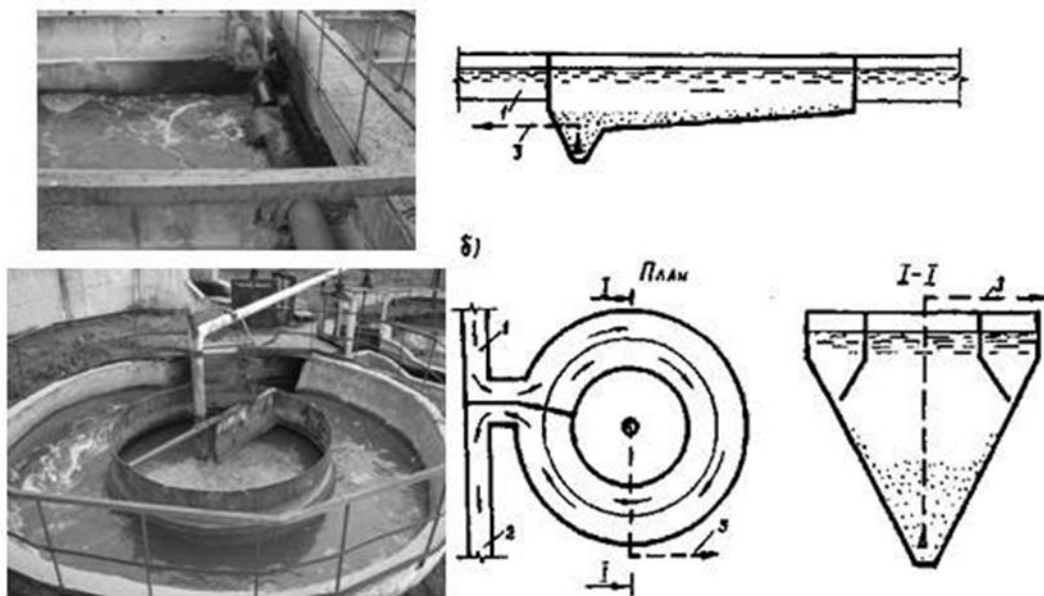


Рис. 2.1. Тип горизонтальні піскоуловлювачі

а – прямолінійний тип руху води; б – тип з рухом води по колу:

1- підвід води; 2 – відвід води; 3 – видалення осаду

Час перебування стічних вод у піскоуловлювачі при максимальному навантаженні повинен становити не менше 30 секунд. Досвід показує, що добре функціонуючий горизонтальний піскоуловлювач може затримувати до 65-75% мінеральних і органічних домішок.

Зневоднення піску здійснюється на піщаних майданчиках або піщаних бункерах. Для первинного освітлення зворотної води використовується преаератор (рис. 2.2). Цей первинний очищувач ефективно затримує завислі речовини.

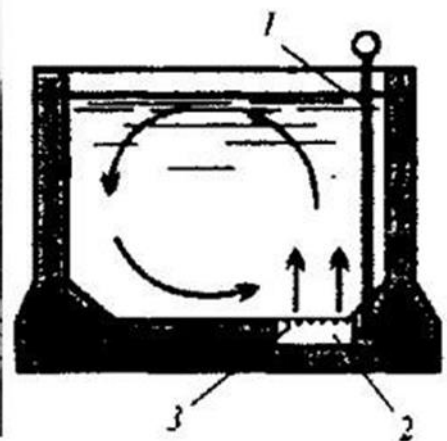


Рис. 2.2 Преаератор в технології очистки стічних вод

Для підвищення ефективності в первинний відстійник подається активний мул і повітря для полегшення адсорбції зважених речовин пластівцями мулу. За необхідності можна також додавати біоплівки. Забезпечує утилізацію іонів важких металів.

У технічній схемі очищення стічних вод преаератор використовується в поєднанні з аеротенком (рис. 2.3), а біоплівка в поєднанні з біофільтром.

Стічні води надходять в преаератор через лотки перерізом 1000*1000 мм. Кількість лотків розрахована для ефективного розподілу стічних вод.



2.3 Загальний вигляд та схема циркуляції стічних вод в аеротенку

1 -повітряний стояк, 2.-фільтраційні канали, 3 -фільтруюча пластина

Аеротенки один з найважливіших елементів в технології біологічного очищення стічних вод.

Після первинного відстійника стічні води направляються в аеротенк, де відбувається процес біологічного очищення води. В аеротенку стічні води, змішані з активним мулом, піддаються біологічному окисленню шляхом аерації. Цей процес відбувається завдяки наявності аеробних мікроорганізмів на пластівцях, які поступово мінералізують органічні домішки у стічних водах.

Аеротенки побудовані секціями, а секції аеротенків складаються з бетонних проходів. Геометричні яких характеристики: довжина проходу - 48 м, ширина - 9 м, глибина робочої зони - 4 м.

Час, протягом якого суміш стічних вод та активного мулом перебуває в проході та насичується киснем, є важливим для ефективності методу біологічного очищення. Цей час повинен становити 7-8 годин. Після аеротенку суміш потрапляє у вторинний радіальний відстійник (рис. 2.4), де відбувається відстоювання та видалення активного мулу.

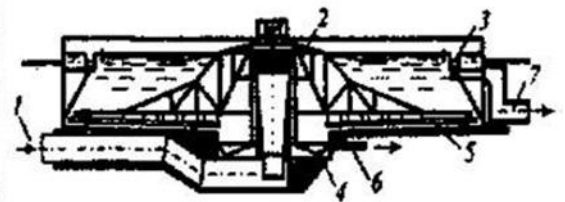
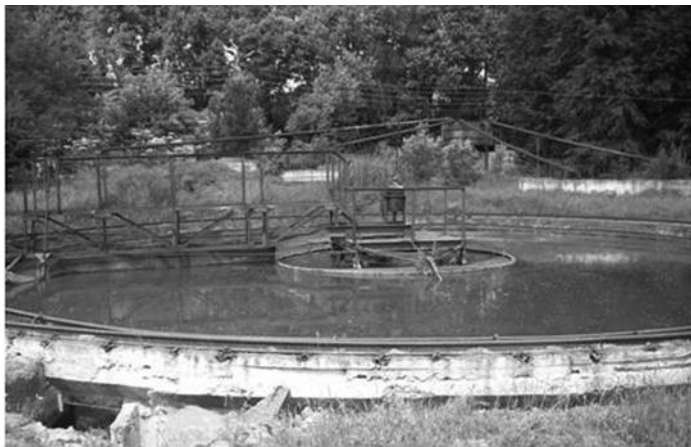


Рис. 2.4 Зовнішній вигляд та циркуляція вод у вторинному радіальному відстійнику

В цілому це загально прийнята технологія на комунальних підприємствах з очистки стічних вод.

Проте, в силу фізичного та морального зносу якість очистки стічних вод потребує детального аналізу наведеному в наступному розділі кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА СПОСТЕРЕЖЕНЬ, ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Досліджень водопостачання та екологічні показники якості питної води на КП «Баранівський водоканал»

Міський водоканал Баранівки обслуговує майже 12 тисяч жителів. Забір води здійснюється з артезіанських свердловин, з яких три робочі і три резервні.

Плановий дебіт води з свердловин складає 84,7 тисяч м³ на рік.

Для стабільного забезпечення якісною питною водою на протязі року в технології водопостачання є три водонапірні башти об'ємом 75 м³ кожна.

Баланс водоспоживання та водопостачання наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Баланс водопостачання та водоспоживання

№ п/п	Показники	Об'єми водопостачання, тис. м ³ /рік
1	Забір води	91,5
2	Власні потреби в т. ч.	33,8
	- технологічні витрати	9,0
	- витрати води за користування працівників	0,8
	-необліковані витрати води в системі РВ	4,5
	-втрати води в технологічних схемах	19,5
3	Реалізація води в т. ч.	57,7
	- населенню	41,6
	-підприємствам і організаціям	16,1

До найбільших споживачів води відносяться організації:

- Міська лікарня 5160 м³/рік;
- Освітні заклади – 2074 м³/рік;
- Міська рада – 1695 м³/рік;
- Міська баня 850 м³/рік.

В таблиці 3.2 наведений хімічний аналіз вод трьох діючих свердловин.

Таблиця 3.2

Гідрохімічні показники якості артезіанської води

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	Артезіанські свердловини		
			№4	№5	№6
1	Запах	бал	0	0	0
2	Кольоровість		15	15	15
3	Осад	опис	незнач.	незнач.	незнач
4	Прозорість	см.	27	26	26
5	pH		6,7	6,7	6,7
6	Окисність	мгО ₂ /см ³	3,12	2,62	2,56
7	Азот аміаку	мг/л	0.03	0.03	0.03
8	Азот нітритів	мг/л	0,08	0,02	0.08
9	Азот нітратів	мг/л	10.0	4,1	8.5
10	Загальна жорсткість	мг-екв/дм ³	7,0	4,8	5,4
11	Хлориди	мг/л	48,0	42,0	70,0
12	Заліза	мг/л	0,5	0.8	0,6
13	Лужність	мг/дм ³	2,4	4,8	3.2
14	Марганець	мг/дм ³	0,8	0.3	0.6

Судячи з даних таблиці 3.2 суттєво різниці в якості артезіанських між 4. 5 та 6 свердловиною не має.

Для оцінка якості та екологічної безпеки видобутої води КП «Баранівський водоканал» ми провели порівняльний аналіз їх гідрохімічних показників з показниками водопровідної води міста Житомир. Джерелом постачання води для міста Житомир є поверхневі води річки Тетерів (табл.3.3)

Порівняльна оцінка якості водопровідної води ПК «Баранівський водоканал» і КП «Житомирводоканал» засвідчує не суттєві відмінності між гідрохімічними показниками.

Якісні показники водопровідної води м. Баранівка і Житомир

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	водоканали		
			Баранівка	Житомир	Норма ДСанПін
1	Запах	бал	0	0	
2	Кольоровість		15	10	<20
3	Осад	опис	незнач.	незнач.	
4	Прозорість	см.	27	7	
5	pH		6,7	7,26	6,5-8,5
6	Окисність	мгО ₂ /см ³	3,12	4,96	<5
7	Азот аміаку	мг/л	0,03	0,05	<0,5
8	Азот нітритів	мг/л	0,08	0,01	<0,1
9	Азот нітратів	мг/л	10,0	4,5	<50
10	Загальна жорсткість	мг-екв/дм ³	7,0	3,3	<10
11	Хлориди	мг/л	48,0	63,9	<250
12	Заліза	мг/л	0,5	0,182	<1
13	Лужність	мг/дм ³	2,4	5,6	<6,5
14	Марганець	мг/дм³	0,8	0,14	<0,05

Майже за всіма досліджуваними показниками водопровідна вода відповідає нормам ДСанПін для питної води, за виключенням вмісту марганцю. Як, у випадку води Баранівського міськводоканалу так і Житомирського міськводоканалу вміст марганцю перевищує норматив.

Однак, перевищення показника вмісту марганцю у воді Баранівського міськводоканалу майже у 6 разів вище порівняно з водопровідною водою Житомирського водоканалу.

Поясненням цієї відмінності є те, що артезіанські води завжди містять високі концентрації марганцю.

3.2 Аналіз якості очистки комунальних стічних вод

Стічні води міста Баранівка в об'ємі 467,6 тис. м³/рік скидаються на очисні споруди біологічної очистки потужністю 2.7 тис. м³/добу з послідуєчим скидом умовно чистих вод у річку Случ.

Аналіз якості очистки та впливу умовно чистих вод на поверхневі води річки Случ проведено в часовому відтинку 2012 та 2019 рік (табл.3.4).

Таблиця 3.4

Динаміка гідрохімічних показників якості поверхневих вод річки Случ в місці скиду зворотних вод КП «Баранівський міський водоканал»

Назва показника	Одиниці вимірювання	Місце відбору проб						ГДК/Сд
		Скид з о/с		Вище скиду		Нижче скиду		
		2012	2019	2012	2019	2012	2019	
Водневий показник	од. рН	7,29	7,25	7,76	7,04	7,73	6,85	6,5-8,5
Аміак (по азоту)	мг/дм ³	1,86	5,15	0,61	0,16	0,69	0,24	2,11
Нітрит-іони	мг/дм ³	0,16	0,14	0,06	0,04	0,06	0,08	0,42
Нітрат-іон	мг/дм ³	4,3	58	3,3	2,0	3,4	2,0	40
Залізо	мг/дм ³	0,28	0,35	0,63	0,27	0,61	0,28	0,3
Фосфати	мг/дм ³	3,24	0,68	0,18	0,04	0,26	0,06	3,5
Сульфати	мг/дм ³	135,7	96	67,9	80	59,9	84	500
Хлорид-іони	мг/дм ³	87,95	90,9	34,1	34,1	36,9	39,8	350
ХСК	мгО ₂ /дм ³	72,5	84	34,1	30,4	35,0	32,8	30
БСК-5	мгО ₂ /дм ³	13,2	16	4,0	3,32	4,12	3,64	3
Завислі речовини	мг/дм ³	6,4	6,8	5,9	6,0	6,0	6,2	≥0,75 до фону

Аналіз гідрохімічних показників стічних вод, що скидаються в р. Случ (табл. 3.4), показує, що стічні води скидаються без належного очищення за показниками ХСК та БСК-5.

Екологічна ситуація близька до критичної (ГДК) у 2012 за концентраціями аміаку, заліза та фосфатів у 2012 році, та критична у 2019 році за концентрації у повернутих водах аміаку, нітрат іонів, заліза.

Потрапляння забруднених вод змінило гідрохімічні показники поверхневих вод(рис.3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 і 3.9).

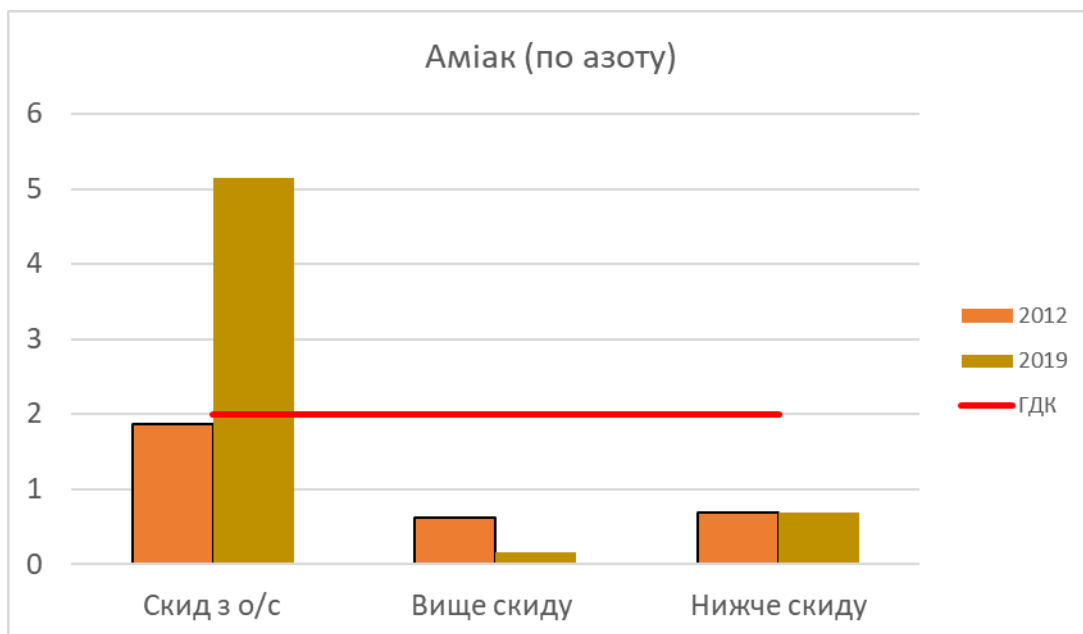


Рис. 3.1 Вміст аміаку в досліджуваних пробах води

Судячи з даних таблиці вміст аміаку в умовно чистих стічних водах у 2019 році зріс до 5,15 мг/дм³, що вказує на перевищення норми ДСанПіН у два рази.

Привнесення такої кількості аміаку спонукає до зростання вмісту за даними інспекторської перевірки 2019 року у поверхневих водах річки Случ.



Рис. 3.2 Концентрація нітрит-іонів в пробах води

Показник вмісту нітрит-іонів у поверхневих водах річки Случ також зріс, але не суттєво, перевищення норм не зафіксовано.

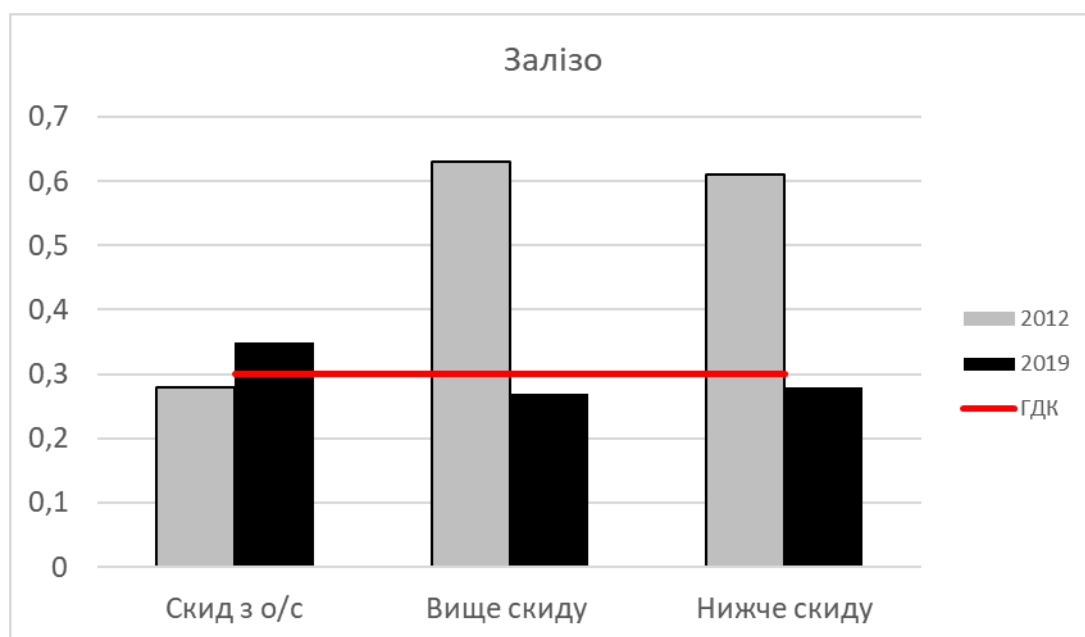


Рис. 3.3 Вміст заліза в пробах води

Цікавою є ситуація з вмістом заліза за даними перевірки 2012 року (рис. 3.3). У природних поверхневих водах річки Случ концентрація заліза перевищує ГДК, і ця концентрація певною мірою розбавляється скиданням стічних вод. Концентрація заліза в умовно чистих стічних водах в 2019 році перевищує норми дозволеного скиду. При скиданні стічних вод, що містять високі концентрації фосфатів, вміст фосфатів зростає у поверхневих водах за даними перевірки 2012 року.



Рис. 3.4 Концентрація фосфатів у пробах води

В 2019 році концентрація фосфатів в умовно чистих стічних водах знизилась (рис. 3.4). Показники вмісту фосфатів не високі і не перевищують норми скиду.

Така ж тенденція характерна і для динаміки показника вмісту сульфатів та хлорид-іона у поверхневих водах річки Случ (рис. 3.5 та 3.6).

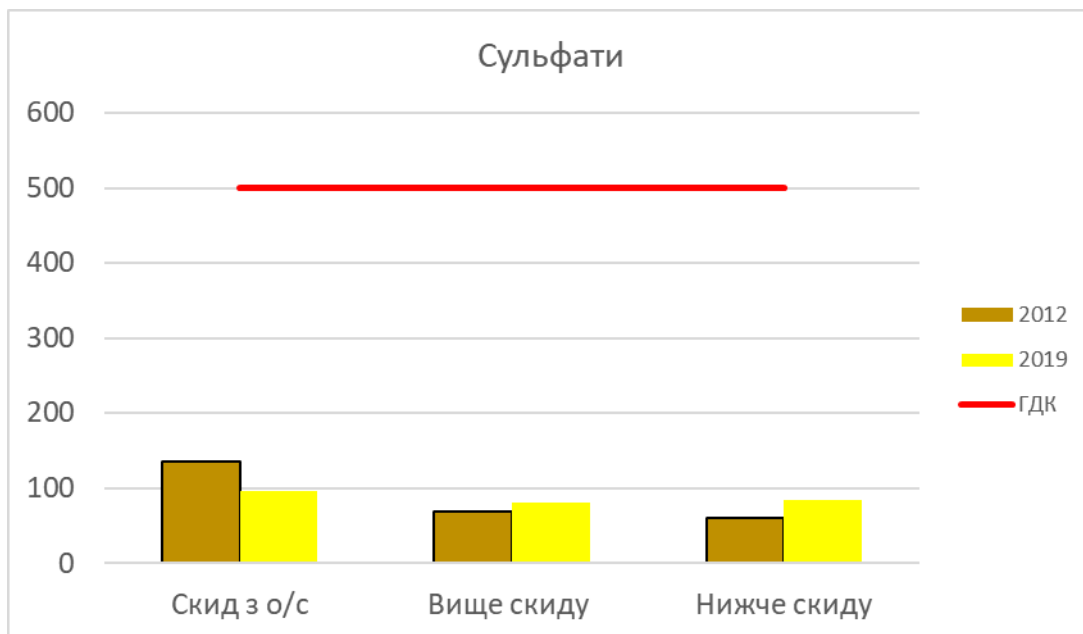


Рис. 3.5. Концентрація сульфатів в пробах води

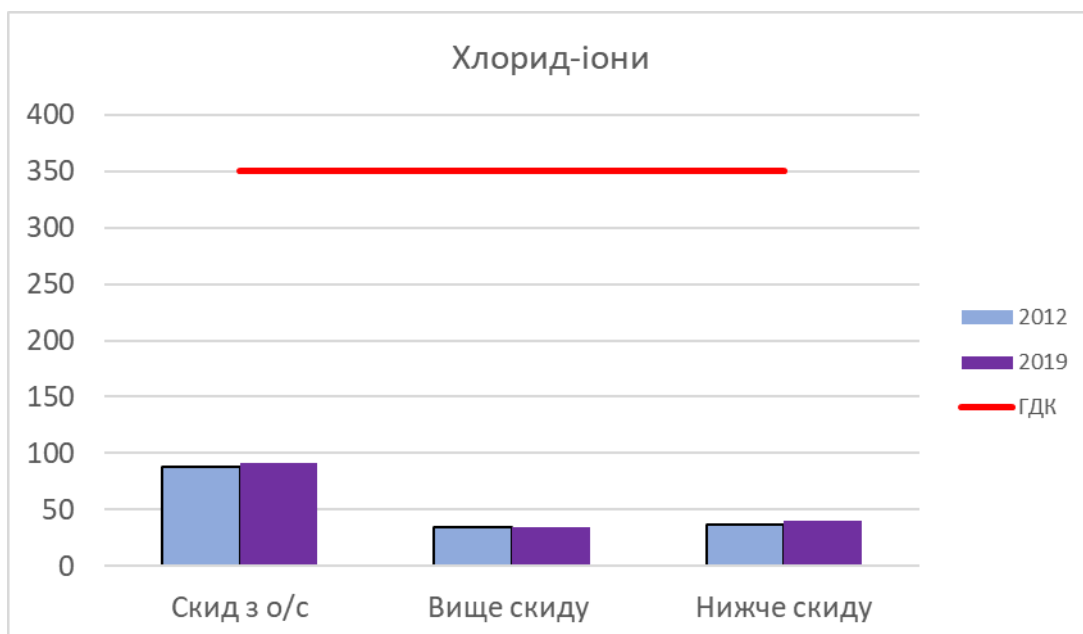


Рис. 3.6 Концентрації хлоридів у пробах води

В часовому проміжку 2012 та 2019 років динаміка показника вмісту хлоридів не змінилась.

На нашу думку, найбільш об'єктивним і критеріями, що свідчать про недостатній ступінь очищення стічних вод, є показники ХСК (хімічне споживання кисню) та БСК (біологічне споживання кисню).

Це видно з результатів аналізу проб води, наведених у таблиці 3.4, а також з візуального представлення динаміки зміни ХСК та БСК у поверхневих водах р. Случ (рис. 3.7 та 3.8).

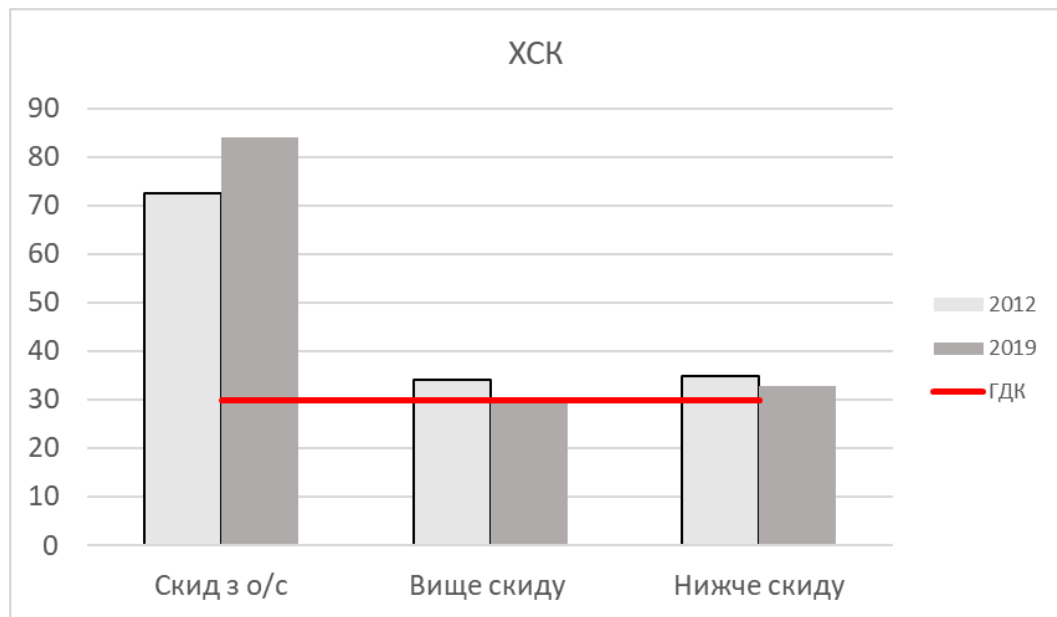


Рис. 3.7 Показники ХСК в пробах води

Концентрації ХСК та БСК-5 у поверхневих водах р. Случ вище місця скиду перевищують ГДК, як у 2012, так і у пробах 2019 року.

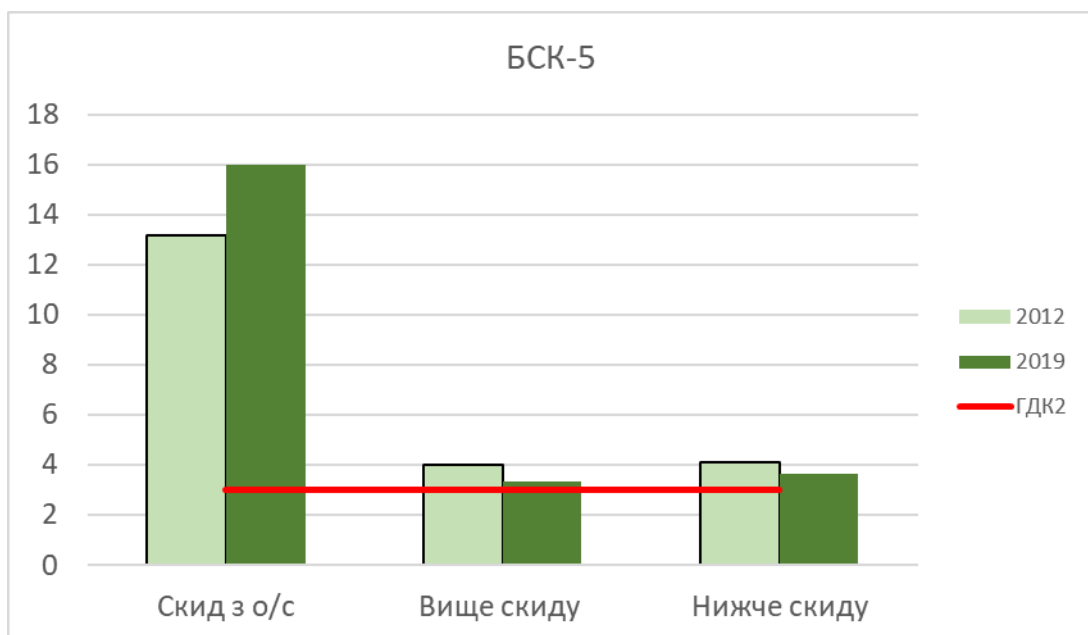


Рис. 3.8 Показники БСК в пробах води

Ситуація з динамікою завислих речовин не є однозначною навіть катастрофічною (рис. 3.9).

Інспекторська планова перевірка якості поверхневих вод у місці повернення умовно чистин вод 2012 та 2019 років відмічає перевищення норм завислих речовин у декілька разів порівняно з показниками дозволу.

Скидання умовно очищених стічних вод призводить до значного зростання показників вмісту біогенних речовин у поверхневих водах р. Случ, що є небезпечним для всієї екосистеми річки. Такі високі показники органічних та мінеральних домішок є небезпечними для біоморфних організмів екологічної системи річки Случ.

Аналіз процесів, які змінюють якість поверхневих вод р. Случ, доводить необхідність моніторингу водокористування та очищення стічних вод.

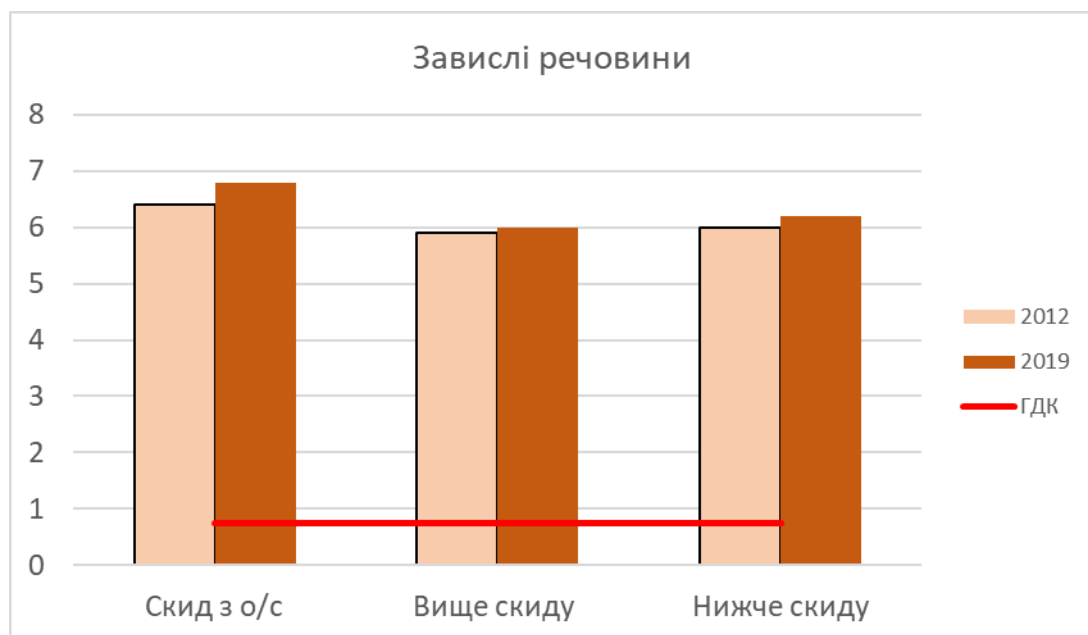


Рис. 3.9 Вміст завислих речовин у пробах води

Технологія біологічної очистки зворотних вод на підприємстві КП «Баранівський міський водоканал» потребує удосконалення.

Перед усім, на наш погляд, ця проблема виникла із за не дотримання технологічних параметрів очистки в аеротенках. Із великих щоденних об'ємів стічної води зменшується час перебування стічних вод в аеротенках. Потрібні зміни у використанні потужностей аеротенків.

3.3. Розрахунок оптимальних параметрів геометричні розміри біологічної станції очистки стічних воду

Розрахунок розпочинаємо із визначення часу необхідного для ефективного аерації:

$$t_{\text{аерації аерот}} = \frac{15}{t^4} \cdot \frac{100 - 25}{0,7 \cdot 3,4 \cdot 45} = 2,97, \text{ год.}$$

Послідувача дія розрахунок робочого і максимального об'єму секції аерації:

$$V_{\text{аерот.р.секції}} = 8 \cdot 10 \cdot 4 = 320 \cdot \text{м}^3/\text{год.}$$

$$V_{\text{аерот.мах.секції}} = 8 \cdot 10 \cdot 5,2 = 416 \cdot \text{м}^3/\text{год.}$$

Наступним етапом розрахунку є визначення часової потужності секції аеротенків

$$Q_{\text{аерот.секції.роз.}} = 320 / 30 = 10,67 \cdot \text{м}^3/\text{год.}$$

Потужність каналу відведення води з секції аеротенків проводим за формулою:

$$Q_{\text{аерот.секції.відв.}} = 3600 \cdot 3,14 \cdot 0,09 \cdot 4,3 \cdot 0,2 = 0,470 \cdot \text{м}^3/\text{год.}$$

В послідуочій дії проводим розрахунок об'єму пропускної здатності камери

$$q_{\text{осад}} = 0,1 \cdot 0,470 = 0,010 \cdot \text{м}^3$$

$$Q = 2 \cdot 0,01 = 1,0094$$

$$q_{\text{осад}} = (239,904/2) \cdot 0,004703 = 119,95 \cdot \text{м}^3$$

$$Q_{\text{вих.}} = 349,03 / 0,010 = 352,34 \cdot \text{м}^3$$

Маючи об'єм пропускної здатності камери розрахуємо накопичення стічної рідини у секції аеротенків на кожний місяць (табл. 3.5).

Для візуального розуміння будуюмо графічну динаміку накопичення стічної води у секціях аеротенків (3.10).

Накопичення рідини у секції аеротенків

Місяці	$V_{\text{накоп. аерот.}}$
1	407,4817
2	526,9635
3	646,4452
4	765,9269
5	885,4086
6	1004,89
7	1124,372
8	1243,854
9	1363,336
10	1482,817
11	1602,299
12	1721,781
13	1841,262
14	1960,744
15	2080,226
16	2199,708
17	2319,189
18	2438,671
19	2558,153
20	2677,635
21	2797,116
22	2916,598
23	3036,08
24	3155,561

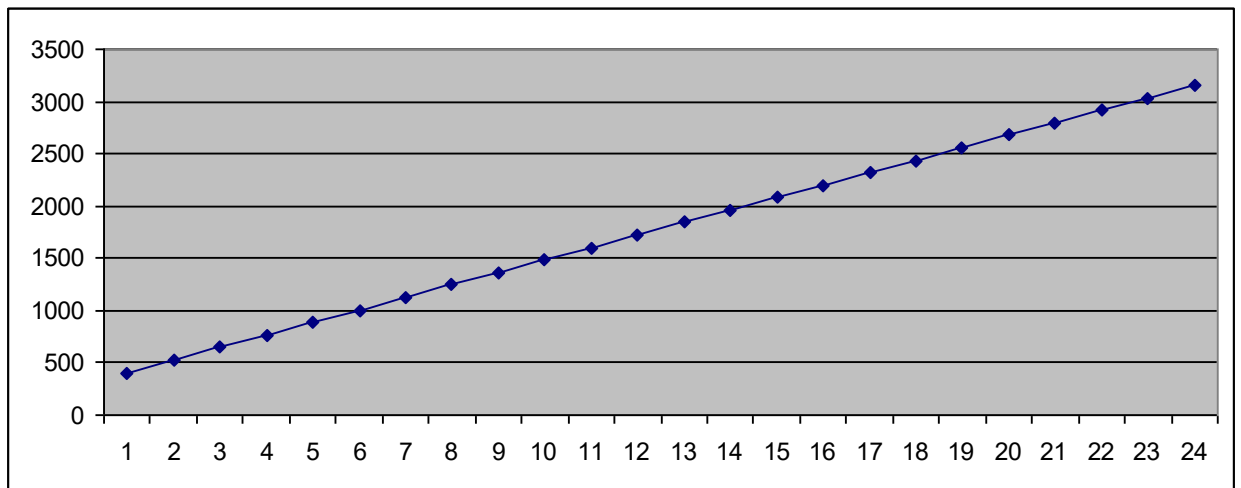


Рис. 3.10 Місячна динаміка накопичення стічних вод уаеротенках

В послідуячому проводим розрахунок оптимальної величини геометричних параметрів камер секції аеротенків та оцінюємо об'єм вторинного відстійника.

Розрахунок включає як максимальний так робочий об'єм вторинного відстійника:

$$V_{\text{втор.відст.р.}} = \frac{3.14 \cdot 14^2 \cdot 2.50}{4} = 401.92 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{втор.відст.мах.}} = \frac{3.14 \cdot 14^2 \cdot 3}{4} = 535.89 \text{ м}^3$$

Наступним кроком є оцінка потужності надходження рідини у приймальну камеру відстійника:

$$Q_{\text{втор.відст.роз}} = \frac{401.92}{1.5} = 267.94 \text{ м}^3/\text{год}$$

Пропускна можливість каналу камери з приймання стоків розрахована нами за формулою:

$$Q_{\text{втор.відст.кан.відв}} = 3600 \cdot 3.14 \cdot 0.06 \cdot 0.15^2 = 267.54 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{\text{осад}} = 255.058 \cdot 1000 / (15 \cdot 1000) = 35.23 \text{ м}^3$$

Маючі всі види розрахунків проводим оцінку годинної потужності вторинного відстійника:

$$|q_{\text{пр.к.1}} = 317,097 / 307,75 = 1,03 \cdot \text{м}^3/\text{Год}|$$

Завершальним етапом розрахунків є місячна динаміка об'ємів стічної води за зміни об'ємів вторинного відстійника (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Розрахункові об'єми рідини у модельному вторинному відстійнику

Місяці	$V_{\text{накоп.вт.в.}}$
1	331,988
2	394,721
3	457,454
4	520,187
5	582,92
6	645,653
7	708,386
8	771,119
9	833,852
10	896,585
11	959,318
12	1022,051
13	1084,784
14	1147,517
15	1210,25
16	1272,983
17	1335,716
18	1398,449
19	1461,182
20	1523,915
21	1586,648
22	1649,381
23	1712,114
24	1774,847

За прогнозованими даними в об'ємах надходження стічної води в розрізі місяці маємо іншу графічну динаміку в об'ємах рідини у вторинних відстійниках (рис. 3.11).

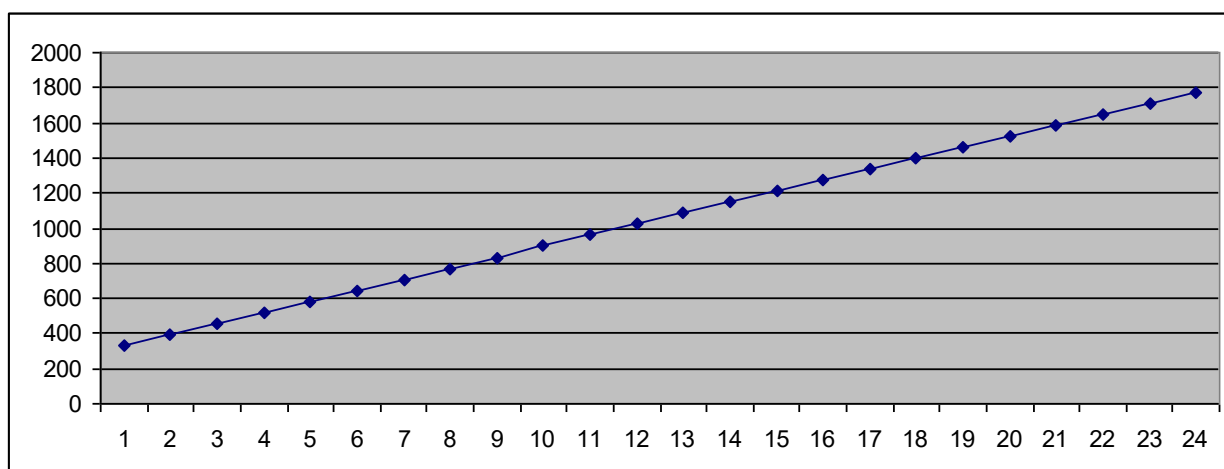


Рис. 3.11 Модельна динаміка накопичення рідини у відстійниках

Данні розрахунків дозволяють визначитись з оптимальними геометричними розмірами вторинного відстійника які будуть дотримуватись норм перебування стічної рідини в аеротенках.

ВИСНОВКИ

1. Майже за всіма досліджуваними показниками водопровідна вода на КП «Баранівський міськводоканал» відповідає нормам ДСанПіН для питної води.
2. У водопровідній воді Баранівського міськводоканалу і Житомирського міськводоканалу вміст марганцю перевищує норми ДСанПіН.
3. Стічні води скидаються у річку Случ без належного очищення за оцінкою показників ХСК та БСК-5.
4. Екологічна ситуація близька до критичної (ГДК) у 2012 за концентраціями аміаку, заліза та фосфатів у 2012 році, та критична у 2019 році за концентрації у повернутих водах аміаку, нітрат іонів, заліза.
5. Скид стічних вод, що містять високі концентрації фосфатів, призводить до незначного збільшення концентрації фосфатів у поверхневих водах річки Случ.
6. Показники ХСК та БСК-5 у поверхневих водах р. Случ вище скиду уже перевищують ГДК.
7. Інспекторська планова перевірка якості поверхневих вод у місці повернення умовно чистин вод 2012 та 2019 років відмічає перевищення норм завислих речовин у декілька разів порівняно з показниками дозволу.
8. Проведені розрахунки дозволяють вибрати оптимальні геометричні розміри вторинного відстійника.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»
2. Водний кодекс України. К.: ІВА «Астрей», 1995.
3. Водне господарство в Україні / За ред. А. В. Яцика, В. М. Хорева. К.: Генеза, 2000. - 456 с.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Затверджено наказом МОЗ України №400 від 12.05.2010: 20-25.
5. Системи управління якістю. Вимоги: (ISO 9001: 2008, IDT): ДСТУ ISO 9001: 2009. – [На заміну ДСТУ ISO 9001:2001; чинний від 2009-09-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 33 с. – (Національний стандарт України).
6. Третьяков О.В., Безсонний В.Л. Оцінка впливу стічних вод на екологічний стан річки Сіверський Донець. *Вестник ХНАДУ, вып. 71, 2015 С. 103-108.*
7. Василінич Т.М., Сакалова Г.В. Дослідження ефективності очищення стічних вод від іонів хрому на природних сорбентах. *Вісник Хмельницького національного університету №4. 2012. С. 233-235.*
8. Рибалова О.В., Дем'янова О.О. Новий підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану басейну річки Інгулець в Херсонській області. *Восточно – Европейский журнал передових технологий.* Харків, 1/6 (61) 2013. С. 45 – 49.
9. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища Навч. посіб. К.: Знання, 2006. 319 с.
10. Васенко О.Г., Коробкова, О.В., Рибалова Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогнозних моделей та регіональних особливостей. *East European Scientific Journal.* 2016. № 8 (12). Volume 3. С. 5–13
11. Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля. Навч. посібник. Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2000. 504 с.

12. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. Підручник / За ред. К. М. Ситника. К.: Вища школа, 2001. 358 с.
13. Екологія. Навч.-метод. посібник / Дорогунцов С.І. та ін. К.: КНЕУ, 1999. 152 с.
14. Економіка і екологія водних ресурсів Дніпра / Шевчук В.Я. та ін.; За ред. В. Я. Шевчука. К.: Вища школа. 158 с.
15. Комунальна гігієна. Підручник / Гончарук Є.Г. та ін., К.; 2003. 728 с.
16. Шаповал М.І. Менеджмент якості: Навчальний посібник. Київ, 2007. 471 с.
17. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. К.: Мінприроди України, 2006. 156 с.
18. Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води. Затверджена Постановою Верховної Ради України від 27.02.97 р. №123/97-ВР.-К; 1998 - 92 с.
19. Ніканоров А.М. Гідрохімія. Ленінград: Гідрометеовидавництво, 1989. 350 с.
20. Задніпровський В.В., Максименко Н.В. Проблеми і динаміка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець на Харківщині. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2003. Вип. 252. С. 150–153.
21. <http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0.html>
22. «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» Постанова кабінету Міністрів України №465-99.
23. Романенко В.Д. Основи гідроекології. К.: «Лібра», 2001. 728с.
24. Вишневський, В. І. Річки і водойми України. Стан і використання [Текст] / В. І. Вишневський. К.: Віпол, 2000. 376
25. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000: 2005, IDT): ДСТУ ISO 9000: 2007. – [На заміну ДСТУ ISO 9000: 2001; чинний від 2008-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 34 с.

26 Анісімова Л.Б., Вичужакіна Т.Ф., Кокошко А.І. Аналіз екологічного стану поверхневих вод Придніпров'я. *Екологія і природокористування*. 2010. Випуск 13. С. 27-31.

27. Сніжко С.І. Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся. *Укр. геогр. журн.* 2001. №2. С. 65-71.

28. Шерешевський А.І., Синицька Л.К. Оцінка забезпечення України водними ресурсами. *Екологія і ресурси*, 2002. №4. С. 12-16.

29. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88>

30. <http://document.ua/docs/tdoc2616.php>

31. Борисюк Б.В., Млинарчук Г.О. Оцінка якості очистки стічних вод за гідрохімічними показниками. *Наукові читання 2024 : матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів НІІ Екології та лісу (м. Житомир, 14 червня 2024 р.)*. Житомир : Поліський національний університет, 2024. С. 24-27.

32. Млинарчук Г.О. Зміна концентрації заліза в поверхневих водах річки Случ. *СТУДЕНТСЬКІ НАУКОВІ ЧИТАННЯ – 2024: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. присвячені I-му туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт (5 грудня 2024 р.)*. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 34.

33. Визначення екологічної небезпеки водокористування басейну р. Сіверський Донець у Харківській області / Бела С. В. та ін. *Вісник ХНАДУ.– 2013. Вип. 60. С. 128–132.*

34. Третьяков О.В., Шевченко Т.О., Безсоний В.Л. Підвищення рівне екологічної безпеки питного водопостачання в Харківського регіоні (Україна) *Восточно-Европейський журнал передових технологій. Вип. 5/10 (77), 2015. С. 40-49.*

35. Удод В.М., Яців М.Ю. Динаміка змін показників якості води р. Прут на різних її ділянках. *Екологічна безпека та природокористування*. 2008. С. 42 – 60.

36. Голік Ю.С., Ілляш О.Е., Степова О.В. Екологічний стан басейну річки Дніпро в Полтавській області. *Вісник Інженерної академії України. №1.* 2013. С. 197 – 200.

37. 4. Жук В.М., Коробкова Г.В. Інтегральна оцінка сучасного якісного стану р. Сіверський Донець у межах Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 1-2,* 2015. С. 103-109.

38. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів ЛБІ НБУ, К.: «Знання», 2001. 203 с.

39. Степова О.В., Рома В.В. Оцінка біогенного забруднення поверхневих водойм Полтавської області. *Вісник ПДАА. №1-2,* 2016. С. 93-97.

40. Башинська І.Л. Екологічна оцінка ефективності очищення питної води на водопровідних спорудах КП «Житомирводоканал». *Наукові горизонти. № 7-8 (70).* 2018. С. 50 – 58.

41. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.