

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

«Удосконалення системи очищення стічних вод підприємства
харчової галузі»

Коробов Олексій Сергійович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНСтаОП

_____ Т.М. Ткаченко

„___” _____ 2024 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ МАГІСТР

**«Удосконалення системи очищення стічних вод підприємства
харчової галузі»**

Виконав студент групи ТЗНСм-23

Мельников Олексій Юрійович

Спеціальність: 183«Технології захисту навколишнього середовища»

Керівник: к.т.н., доц. Жукова О.Г.,

к.т.н., ас. Ковальова А.В.

Рецензент: _____

Київ 2024 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність: 183«Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНС та ОП

_____ Т.М. Ткаченко

„___” _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

1.Тема роботи: Удосконалення системи очищення стічних вод підприємства харчової галузі

керівник роботи: к.т.н., доц. Жукова О.Г., к.т.н., ас. Ковальова А.В.

затверджена наказом вищого навчального закладу від «___» _____
202__ р. № _____

2.Строк подання студентом роботи «___» _____ 2024 р.

3.Вихідні дані до роботи а) дані надані підприємством

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Загальна характеристика підприємства. Технології виробництва молока та молочної продукції. Вплив на навколишнє середовище підприємства ТОВ «Оржицький молокозавод». Технологічні пропозиції щодо покращення очистки стічних вод на підприємстві ТОВ «Оржицький молокозавод». Еколого-економічне обґрунтування ефективності модернізації очисного обладнання. Охорона праці на підприємстві. Висновки. Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу а) Таблиці; б) Рисунки; в) Схеми.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Загальна характеристика підприємства	березень	виконано
2	Технології виробництва молока та молочної продукції	березень	виконано
3	Вплив на навколишнє середовище підприємства ТОВ «Оржицький молокозавод»	квітень	виконано
4	Технологічні пропозиції щодо покращення очистки стічних вод на підприємстві ТОВ «Оржицький молокозавод»	травень	виконано
5	Еколого-економічне обґрунтування ефективності модернізації очисного обладнання	травень	виконано
6	Охорона праці на підприємстві	травень	виконано
7	Висновки	червень	виконано
8	Список використаної літератури	вересень	виконано
9	Остаточне оформлення роботи	жовтень	виконано
10	Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	листопад	виконано
11	Попередній захист роботи на кафедрі	листопад	виконано

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Анотація

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, переліку використаної літератури та посилань. Робота містить 20 рисунків та 25 таблиць. Загальний обсяг магістерської роботи – 72 сторінок.

У дипломному проєкті в результаті опрацювання літературних джерел було наведено характеристику стічних вод молокозаводу, їх склад та джерела утворення. Було проведено пошук існуючих технологій очистки стічних вод молочних підприємств та в результаті аналізу було обрано ефективну технологію, яка забезпечує доведення показників забруднюючих речовин до скиду у природну водойму. За обраною технологією було розроблено технологічну та апаратурну схеми, було проведено розрахунки необхідного ступеня очищення та очисних споруд. У результаті проведених розрахунків було виконано графічну частину проєкту, яка включає в себе три схеми

Також було описано контроль виробництва, розраховано матеріальний баланс та наведено основну сировину й матеріали, які використовуються під час процесу очистки.

Ключові слова: молокозавод, стічна вода, аеротенк-витиснювач, біологічне очищення, суміш, осад

ЗМІСТ

	Вступ	8
Розділ 1.	Загальна характеристика підприємства	10
1.1.	Загальні відомості про підприємство	10
1.2.	Фізико-географічна характеристика об'єкту	11
1.3.	Кліматична характеристика об'єкту.....	13
1.4.	Геологічна характеристика об'єкту.....	15
Розділ 2.	Технології виробництва молока та молочної продукції.....	17
2.1.	Джерела утворення стічних вод молокозаводу.....	25
2.2.	Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод молокозаводу.....	30
Розділ 3.	Вплив на навколишнє середовище підприємства ТОВ «Оржицький молокозавод».....	38
3.1.	Вплив локальних очисних споруд на атмосферне середовище.....	38
	...	
3.2.	Вплив на водне середовище.....	39
3.3.	Характеристика відходів, що утворюються у виробничому процесі.....	45
Розділ 4	Технологічні пропозиції щодо покращення очистки стічних вод на підприємстві ТОВ «Оржицький молокозавод».....	50
4.1.	Характеристика існуючої системи очищення стічних вод	50
4.2.	Детальна характеристики анаеробного біореактору.....	53
4.3.	Порівняльна характеристика анаеробних біореакторів та вибір найбільш сучасної установки.....	54
Розділ 5	Еколого-економічне обґрунтування ефективності модернізації очисного обладнання.....	60
Розділ 6	Охорона праці на підприємстві.....	63
	Висновки	66
	Список використаної літератури	67

Вступ

Актуальність роботи. Стічні води молокозаводу відносяться до висококонцентрованих стічних вод і потребують попереднього очищення перед скиданням в природню водойму чи систему міської каналізації. На промислових підприємствах повинно здійснюватися локальне очищення виробничих стічних вод перед скиданням їх у міську каналізацію, а на міських очисних спорудах – повне біологічне очищення. Локальне очищення забезпечить видалення усіх шкідливих речовин, які гальмують біохімічні процеси під час біологічного очищення на міській станції аерації [1].

Проте проблема забруднень водойм в Україні набуває катастрофічного характеру. В останні роки виробництво молока і молочних продуктів, а також і кількість підприємств цієї галузі збільшилося. Це негативно вплинуло на стан поверхневих вод України. За результатами 2012 року виготовлено 909 тис.т. молока в Україні. Його експорт становив 612398,0 тис.дол. США, імпорт – 196435,9 тис. дол. США [2].

Зокрема, основними виробниками молочної продукції України є ЗАТ "Галичина", Укрпродукт груп, ЗАТ "Західна молочна група" (об'єднує молокозаводи компанії "Контініум"), ТОВ "Ласуня. Торговельний Дім", ТОВ "УК ТерраФуд", Група компаній "Молочний альянс", ТОВ "Вімм-Білл-ДаннУкраїна", "Юнімілк Україна", "Мілкіленд" та ін., які мають у своєму складі нові підприємства, обладнані сучасними технологічними лініями, що дозволяють виробляти молочну продукцію найвищого гатунку, зокрема і за стандартами ЄС. Станом на 2009 р. в Житомирській області було виготовлено 12799 т молока [3].

Тому виникла потреба пошуку та розробки нових технологій очистки стічних вод молокозаводів. Це обґрунтовано низькою ефективністю роботи

існуючих очисних станцій, зміною характеру та фазово-дисперсного стану стічних вод молокозаводів.

За останні 10 років спостерігається зміна фазово-дисперсного складу стічних вод молокозаводів, пов'язана із зростанням попиту на кисломолочну продукцію та зменшенням обсягів виробництва пастеризованого молока, а також підвищенням концентрації нерозчинених органічних часток порівняно із вмістом розчинених [1].

Метою дипломного проекту є обґрунтування та вибір технології очистки стічних вод молокозаводу.

Завдання, що необхідно вирішити для виконання поставленої мети:

1. На підставі літературних даних розглянути фізико-хімічний склад стічних вод молокозаводу. Проаналізувати існуючі технології очищення стічних вод молокозаводу, обрати та обґрунтувати технологію очищення стічних вод молокозаводу;

2. На підставі літературних джерел надати характеристику активного мулу.

3. Розрахувати витрати і концентрації забруднюючих речовин суміші стічних вод молокозаводу та міста та необхідний ступінь очищення стічних вод.

4. Провести розрахунки очисних споруд. Розробити креслення споруди для аеробного біологічного очищення стічних вод – аеротенка.

5. Розробити технологічну та апаратурну схеми процесу очищення стічних вод молокозаводу.

6. Розглянути заходи стосовно охорони праці та довкілля, яких необхідно дотримуватись на станції водоочищення.

Об'єкт дослідження: технологічний процес очищення стічних вод на підприємстві ТОВ «Оржицький молокозавод».

Предмет дослідження: показники забруднюючих речовин підприємства ТОВ «Оржицький молокозавод» та впровадження модернізованої системи очищення стічної води.

Розділ 1

Загальна характеристика підприємства

1.1. Загальні відомості про підприємство

ТОВ «Оржицький молокозавод» засновано у грудні 2012 року в с.Заріг, вул. Миру, 24, Оржицького району, Полтавської області.

Підприємство сформувалось за рахунок реконструкції молокоприймального пункту.

Проектною потужністю запланована переробка до 26 тонн молока на добу.

Напрямами діяльності підприємства є:

- виробництво молока, сиру, масла, кисломолочних продуктів;
- оптова торгівля молочними продуктами, яйцями, харчовими оліями та жирами.

Асортимент і плановий річний обсяг виробництва продукції ТОВ «Оржицький молокозавод» наведено в таблиці 1.1.[1]

Таблиця 1.1 – Річний обсяг виробництва молочної продукції ТОВ «Оржицький молокозавод»

Назва продукції	Кількість продукції, т / рік
Молоко питне	3285
Кефір 2,5% жирності	912,5
Кефір 0% жирності	912,5
Йогурт 2,5% жирності	219
Сметана 15% жирності	438
Сметана 20% жирності	328,5
Масло вершкове 72,5% жирності	109,5
Всього:	6205

Межі виробничого майданчика зображені на рис.1.1.

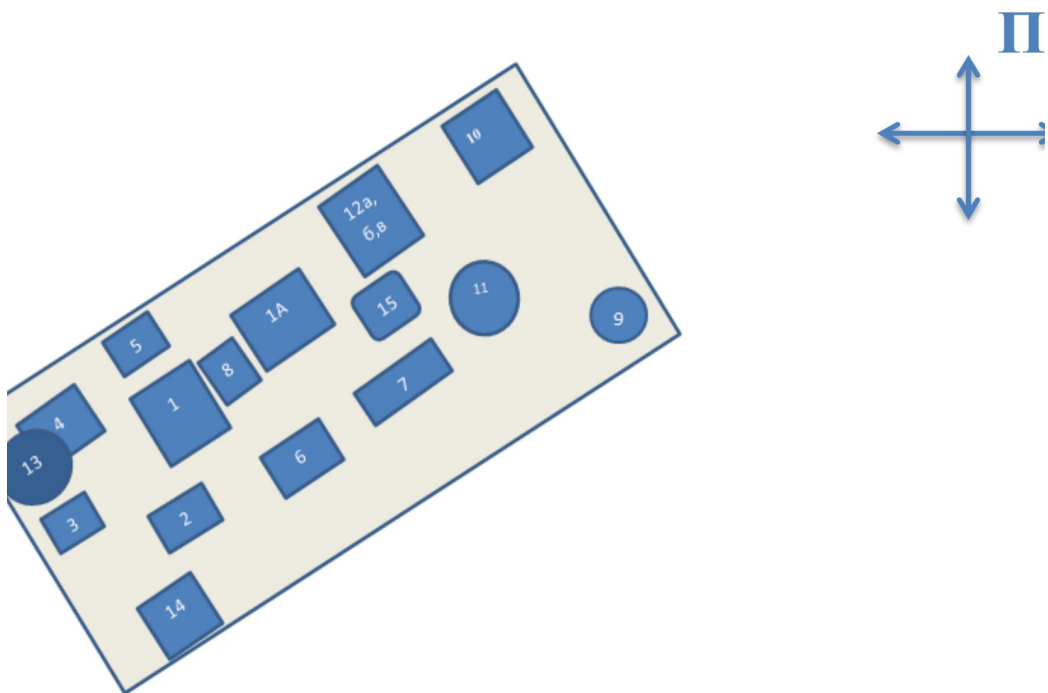


Рис. 1.1. Карта-схема ТОВ «Оржицький молокозавод»: 1 – виробничий корпус по переробці молока; 1А-добудова до виробничого корпусу; 2- адміністративний корпус; 3 – прохідна; 4-котельня; 5- склад №1; 6 – склад №2; 7-склад №3; 8 – дезбар'єр; 9- водонапірна башта; 10- водозабірна свердловина№1; 11-водозабірна свердловина №2; 12 а,б – пожежрезервуар ємністю $2 \times 50\text{м}^3$; 12в – пожежрезервуар ємністю 100м^3 ; 13-трансформаторна підстанція; 14-майданчик для сміттєконтейнерів; 15-водопровідна насосна станція.

З рисунку 1.1 можемо побачити, що на півночі знаходяться приватна житлова забудова на відстані 80 м; із заходу – земельна ділянка селянсько-фермерського господарства «Світанок»; із сходу - землі державного підприємства «Лубенське лісове господарство», із півдня – землі Зарізької сільської ради, житлова забудова знаходиться на відстані 75 м.

1.2. Фізико-географічна характеристика об'єкту

Полтавщина розташована в центральній частині України в лісостеповій зоні з помірно-континентальним кліматом. На півночі область межує з Чернігівською (107км) та Сумською (238км) областями, на сході –

з Харківською (188км), на півдні – з Дніпропетровською (173км) і на заході – з Київською (19км), Черкаською (225км) та Кіровоградською (149км). Загальна довжина меж близько 1100км, з яких 162км – по Кременчуцькому і Дніпродзержинському водосховищах. Площі області складає 28,75тис.км², або 4,6% площі України.

На південному заході області протікає р.Дніпро, більша частина течії якого зарегульована водосховищами. Найбільшими притоками Дніпра є:

- Псел – довжина в межах області 350км, об'єм стоку 1,46км³ на рік;
- Сула – довжина в межах області 213км, об'єм стоку 1,15км³ на рік;
- Ворскла – довжина в межах області 226км, об'єм стоку 0,9км³ на рік;
- Оріль – довжина в межах області 80км, об'єм стоку 0,355км³ на рік.

Густота річкової сітки більша на півночі, менша на південному заході. Більша частина стоку припадає на березень – квітень. Річки області живляться переважно талими сніговими водами (60% об'єму стоку).

Підприємство знаходиться в західній частині Полтавщини. Клімат помірно-континентальний, теплий, недостатньо вологий. Територія розташовується в Європейсько-Сибірській лісостеповій області, Лівобережно-Дніпровському лісостеповому краї. На території спостерігаються терасові лучні степи, дубово-соснові ліси, евтрофні болота та лучно-галофітна рослинність [2].

На підвищеннях спостерігається деревно-чагарниковий ярус, що займає 10% території. Частково з'являється нестабільний рослинний покрив, що пов'язаний з наявністю значної кількості видів із широкою екологічною амплітудою. Щодо зоогеографічного районування України, територія підприємства відноситься до Східноєвропейського листяного лісу та Лісостепу, Європейсько-Західносибірської лісової провінції.

Тваринний світ характеризується появою деяких степових видів, однак зональні риси на території проявляються дуже слабо. На досліджуваній ділянці не спостерігаються види тварин, птахів та комах, що

охороняються на державному та регіональному рідкісні види. Поблизу даної ділянки не спостерігаються об'єкти природо-заповідного фонду України, як загальнодержавного так регіонального значення [2].

1.3. Кліматична характеристика об'єкту

Полтавська область знаходиться в помірному кліматичному поясі. Найбільший вплив на формування погодних умов і клімату області мають величина і характер сонячного випромінювання, віддаленість регіону від великих водних мас, належність області до зони дії переважно атлантичних помірних та арктичних холодних повітряних мас, рівнинність.

Територія області належить до недостатньо вологої, теплої, крайній південний схід – до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони. Середньорічна кількість опадів на території області змінюється, збільшуючись з півдня на північ. Кліматичні умови області сприятливі для життя людини.

В цілому клімат міста є помірно континентальним з м'якою зимою і теплим (інколи спекотним) літом. Середньорічна температура повітря становить 7,6 °С, найнижча в січні (мінус 6,6 °С), найвища — в липні (20,1 °С).

В середньому за рік в Полтаві випадає 569 мм атмосферних опадів, найменше їх у лютому-березні, найбільше — в липні. Щозими в Полтаві утворюється сніговий покрив, максимальна висота якого зазвичай спостерігається в лютому. Відносна вологість повітря в середньому становить 74 %, найменша вона у травні (61 %), найбільша — у грудні (88 %).

Найбільшу повторюваність у місті мають вітри із заходу, найменшу — з півночі та південного сходу. Найбільша швидкість вітру —

в лютому, найменша — в серпні. У січні вона в середньому становить 4,6 м/с, у липні — 3,1 м/с. Кількість днів з грозами в середньому за рік дорівнює 13, з градом — 5, зі снігом — 59.

- Середня температура січня — $-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Середня температура липня — $+18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Середньорічна температура — $+7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Середньорічна швидкість вітру — 3,5 м/с
- Середньорічна вологість повітря — 74 %
- Середньорічна кількість опадів — 569 мм

Таблиця 2.6 – Кліматичні параметри міста Полтава

Показник	Січ.	Лют.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, <u>°C</u>	9,4	16	34,2	35,7	39	39,4	32,2	29,6	20	13,5	39,4
Середній максимум, °C	-3	-2	20	23	24	23	18	11	3	-1	11
Середня температура, °C	-6,6	-5,3	15,4	18,7	20,1	19,4	14,3	7,6	1,5	-3,1	7,6
Середній мінімум, °C	-8	-7	10	13	15	13	10	3	-1	-5	3
Абсолютний мінімум, °C	-33,6	-29,1	-2,9	0	7,2	2,8	-3	-1,1	-21,5	-28,6	-33,6
Норма опадів, <u>мм</u>	43	37	51	60	71	46	44	42	49	51	569

1.4. Геологічна характеристика об'єкту

Майже цілком територія Полтавської області розташована у межах Придніпровської низовини, а невелика ділянка, площею близько 150 км², — в межах Придніпровської височини. Територія області має нахил з північного сходу на південний захід і південь ($\sim 1 \text{ м/км}$), в бік Дніпра. Середня висота області становить 110 метрів над рівнем моря. Максимальна висота Полтавщини — Деївська гора має позначку 204,4 м та розташована на правому березі Дніпра на Придніпровській височині поблизу Кременчука. Мінімальна висота області – 64 м над рівнем моря, уріз води Кам'янського водосховища.

Висоти від 64 до 100 м на території Полтавщини домінують, вони займають 47% поверхні, а висоти від 150 до 200 має тільки біля 14% території.

Полтавська область розташована на двох частинах Придніпровської низовини: Придніпровській терасовій низовині та Полтавській рівнині. Полтавська рівнина має середні висоти по області від 140 до 202 м та розташована на північному заході в напрямку північний захід-південний схід. Полтавська рівнина поділена на частини широкими і глибокими долинами річок Сула, Псел, Ворскла та їх притоками. Добре розвинуті долини цих річок у поєднанні з глибокими балками обумовлюють характерні риси долинно-балкового рельєфу області.

Розділ 2

Технології виробництва молока та молочної продукції

Процес виробництва молока та кисломолочних продуктів складається з декількох дуже важливих етапів, і їх неякісне виконання може призвести до неналежної якості всієї продукції. Молоко – дуже примхлива сировина для виробництва, оскільки, після його отримання, необхідно якнайшвидше охолодити сировину до температури 4°C, в інакшому випадку, за 2-3 години воно втратить свої корисні властивості, при проникненні шкідливої мікрофлори.

Всі види молока, відповідно до чинного законодавства, мають відповідати відповідно до стандарту ДСТУ 3662: 2018 «Молоко - сировина коров'яче. Технічні умови» [4].

Тобто, лише при відповідності до органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, таку сировину можна використовувати у вільному доступі для продажу. Охолоджене молоко нормалізують за масовою часткою жиру, іншими словами, молоко розбавляють обезжиреною сировиною, для досягнення відповідного показника жирності. Гомогенізація здійснюється в спеціалізованих пристроях – гомогенізаторах. За рахунок високого тиску, молоко проходить через щілину та жирові кульки, що містяться в молоці розбиваються на менші. І завершальним є теплова обробка молока, для його кращого зберігання, при цьому всі корисні речовини не знищуються, основна цінність білок-казеїн. Для прикладу, теплова обробка шляхом непрямой стерилізації зображено на рисунку 2.1. [5].

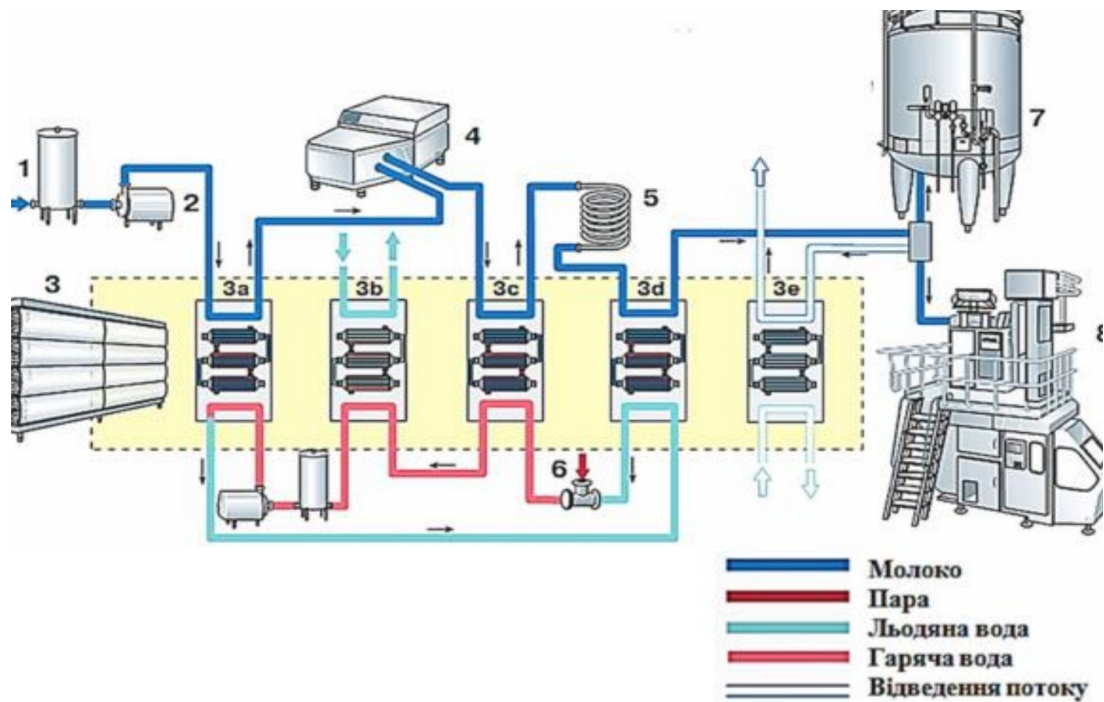


Рис.2.1. Стерилізація молока непрямим шляхом: 1-урівнювальний бак; 2-насос; 3-трубчастий теплообмінник: 3а- секція попереднього підігріву; 3b- секція охолодження; 3с-секція нагріву; 3d- секція регенерації; 3е – секція охолодження зворотнього потоку; 4-неасептичний гомогенізатор; 5- трубчастий витримувач; 6-інжектор пари; 7-асептичний резервуар; 8-фасувальний автомат для асептичного розливу продукту

При виробництві пастеризованого молока дотримуються таких технологічних операцій:

- очищення молока на фільтрах, центрифугах, і сепараторах-молокоочисниках;
- нормалізація молока в сепараторах - нормалізаторах;
- гомогенізація;
- пастеризація при температурі 76 ± 2 °С, з витримкою 15-20°С;
- охолодження в пластинчастих установках;
- розлив у відповідну тару [6].

На рисунку 2.2 зображено загальну технологію виробництва молочних продуктів [5].

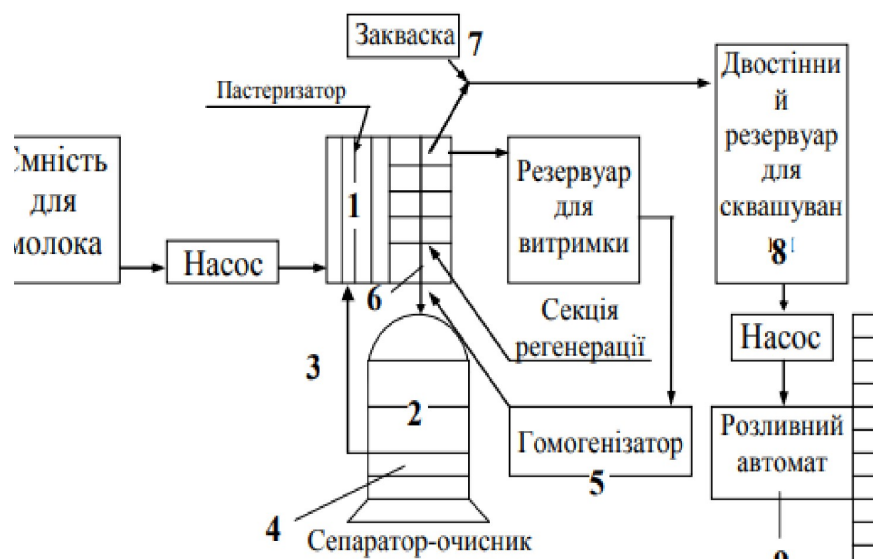


Рис. 2.3. Технологічна схема виробництва кисломолочних напоїв:
 1-пастеризація, нагрівання; 2- очищення; 3-пастеризація з витримкою;
 4-сепаратор-очисник; 5-гомогенізація; 6- охолодження в секціях
 регенерації-пастеризації для кефіру до 20-25°C; 7- змішування із
 закваскою; 8- сквашування; 9-розлив.

Багато людей також є поціновувачами пряженого молока, і технологія його виробництва має свою специфіку. Після перевірки молока за мікробіологічними параметрами, воно прямує на нормалізацію за показником жирової частки, але з розрахунку певної частки випарювання вологи. Нормалізоване молоко прямує в спеціальне устаткування на пастеризацію, при температурі 75-85°C, а після відбувається його охолодження.

Далі молоко прямує на етап гомогенізації, для розбивання жирових часток, набуття більш однорідної маси та кращого зберігання. Молоко нагрівають в трубчастих теплообмінних апаратах, і далі воно прямує на пряження, при температурі 95-99°C протягом 3-5 годин, до моменту досягнення молока властивого кремового відтінку.

І наступними етапами вже є охолодження продукції, перевірка її якості, фасування та маркування [6].

Сировина, що потрапляє на підприємство піддається на перевірку і лише при відповідності до всіх показників може використовуватись у виробництві та охолоджується.

Наступні операції є стандартними, які для молока: нормалізація та гомогенізація. Потім - пряження молока, для отримання особливих смакових властивостей цього молочного продукту (при температурі 95-99°C, та тривалістю 3-4 годин). Після пряження сировина охолоджується до температури заквашування, що складає 37-42°C. Додається закваска, та відбувається сквашування суміші при температурі 70-110 °C.

Отримана сквашена молочна суміш – ряжанка охолоджується, після чого фасується у відповідний об'єм.

Етапи виробництва ряжанки на підприємстві зображено на рисунку 2.4 [7].

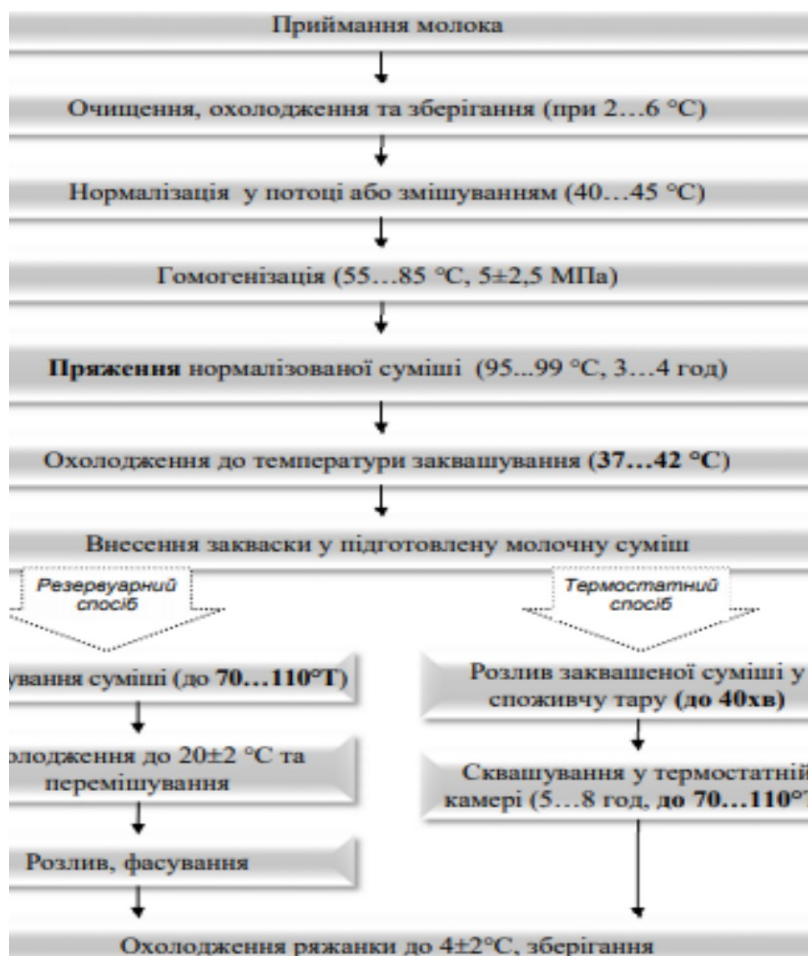


Рис.2.4. Етапи виробництва ряжанки на підприємстві

Виробництво сметани включає такі ж початкові етапи, як для молока.

Етапи наступні: прийом сировини та визначення показників якості, очищення, охолодження та зберігання. температурі 85-90°C, від 15 секунд до 10 хвилин, чи 90-95°C, від 10 секунд до 5 хвилин. Гомогенізація відбувається при температурі 60-70 °C та охолодження до температури заквашування 20-26, °C , 26-28°C відповідно до характеру закваски.

Після внесення закваски відбувається сквашування суміші до відповідного рівня кислотності, що враховує активну кількість білків,

солей та газів. Наступний етап це охолодження до 20±2°C та

перемішування сметани (3- 15хв), і тільки після цього отриману сировину фасують в пакувальний матеріал (не нижче 16°C). Після цього відбувається додатковий процес охолодження сметани до 4-2°C, та її визрівання в холодильній камері від 6 до 12 годин. [6].

Почерговість етапів виробництва сметани зображено на рис.2.5.

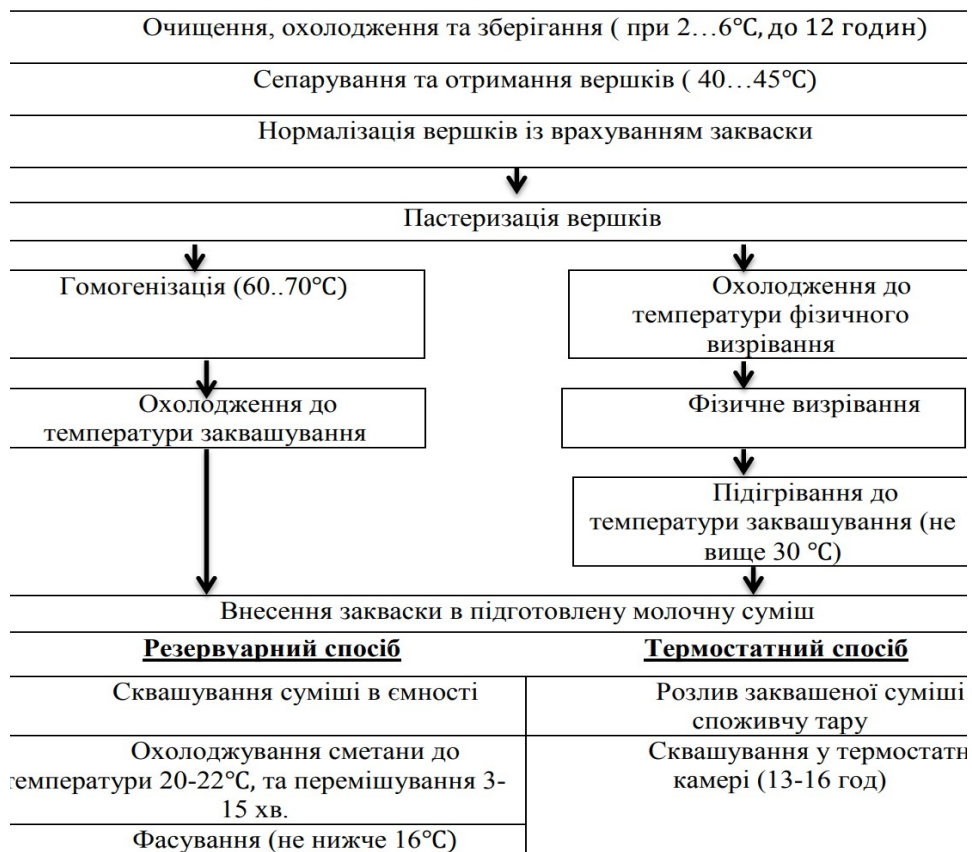


Рис.2.5. Технологія виробництва сметани

Традиційне виробництво кефіру складається з таких етапів, як: отримання сировини та її охолодження, очищення та зберігання. Наступний етап – це нормалізація, при цьому вміст жиру змінюється від 0,6% до 6%, однак стандартний вміст в готовій продукції 2,5% та 3,5%.

Гомогенізація здійснюється при температурі 65-70°C та тиску 15-20 МПа. Теплова обробка при температурі 90-95°C протягом 5 хвилин. Закваску, що використовується в кефірі отримують не тільки з молока з різним вмістом жирів, а також із знежиреного та нормалізованого. Виробництво закваски зазвичай здійснюється в 2 етапи. Спочатку в підготовлену живильну сировину вводять активізовані грибки кефірів. Процес відбувається при температурі 23- 25°C, при цьому частка грибів, що вноситься складає 5%-3.5%. Культивування проходить до 20 годин, при чому зерна починають активно осідати на дно, тому рекомендовано регулярно помішувати масу. При досягненні необхідно ступеня окислення,

з готової маси виділяють зерна, шляхом проціджування. Гриби можна використовувати повторно, однак враховувати факт їх постійного наростання. Наступним етапом є охолодження отриманого фільтрату, або її пряме внесення в молоко, що підготовлене для виробництва кефіру [7].

Для отримання якісної продукції необхідно, щоб маса набула необхідного рівня кислотності, при цьому необхідно перемішувати згусток, та охолодити суміш до температури 14-16°C. Наступний етап дозрівання триває близько 12- 14 годин, коли з'являється характерний дріжджовий смак. З цього моменту настає завершальний етап охолодження до температури 5-8 °C. Відбувається чіткий контроль при фасуванні продукту задля уникнення потрапляння повітря та будь-яких механічних перемішувань [8].

Одним із способів виробництва кисломолочного сиру є кислотний спосіб, що базується на сквашуванні молока молочнокислими бактеріями, або так звана кислотна коагуляція білка, в результаті ми отримуємо знежирений сир та зниженої жирності, оскільки при нагріванні згустку значний відсоток жиру переходить в сироватку.

Далі слідують такі важливі операції як : приймання молока та його охолодження до температури 4-2°C, підігрів молока до 40-45°C, сепарування, нормалізація на пастеризація з витримкою 20-30с, для кращого відділення сироватки. Охолодження сировини до температури сквашування 28-30°C, далі в сировину вноситься мезофільні види мікроорганізмів, при кількості 3-5% в підготовлену молочну суміш. Сквашування триває протягом 12-6 годин. Отриманий в результаті процесу сквашування згусток ріжуть кубиками та залишають для наростання кислотності і виділення сироватки. Далі згусток повільно підігрівається до температури 48°C, при цьому відбувається помішування верхніх та нижніх шарів, у між стінний простір подається вода для охолодження, а сироватку спускають, залишаючи окремо відділений сир. Охолоджений сир фасується, при цьому одержують нежирні сорти сиру до 9% жирності.[9]

Технологію виробництва сиру роздільним способом зображено на рисунку 2.6 [10]

Технологія виробництва масла методом збивання ґрунтується на таких основних етапах як:

- приймання молока;
- сепарування молока, з отриманням вершків;
- нормалізація вершків;
- пастеризація без витримки;
- фізичне дозрівання (після пастеризації , швидко охолоджують суміш до 4-6 градусів, та витримують до 10-15 годин);
- збиття вершків (перед потраплянням в маслоробне устаткування вершки фільтрують, та заповнюють лише на 50%, від всього дозволеного об'єму. Збивання триває до 1 години, і в результаті утворюються жирові кульки, що являє собою масляне зерно відповідного розміру).
- промивання масляного зерна, що підвищує його стійкість при зберіганні, при цьому вона повинна відповідати показникам якості, та маслоробка працювати при обертах до 10 за хвилину. Промивання здійснюється двічі.
- посолка масла, операція здійснюється шляхом просіювання та прожарювання солі, при цьому вміст її не перевищує 0,8-1,2%, що значно підвищує властивості масла при зберіганні.
- механічна обробка зерна здійснюється для об'єднання масла в однорідну консистенцію, за рахунок валків або шнеків в маслоробці безперервної дії чи за рахунок лопатей.
- фасування отриманого масла відповідно до тари.

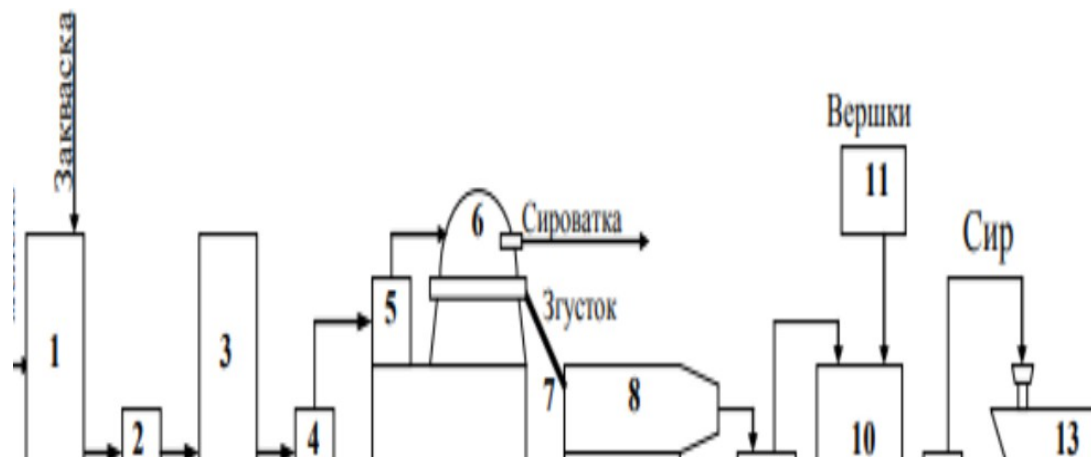


Рис.2.6. Технологія виробництва сиру роздільним способом:

1-танк сквашування; 2,4,9,12 – насоси; 3-проміжний резервуар; 5-фільтр; 6- сепаратор; 7-лоток; 8-охолоджувач сиру; 10-змішувач; 11-ванна для вершків; 13- автомат для фасування сиру

Виробництво йогурту здійснюється двома способами: термостатним та резервуарним.

Обидва способі ґрунтуються на таких важливих етапах як:

- підготовка сировини;
- нормалізація;
- очищення;
- пастеризація;
- гомогенізація;
- охолодження;
- закваска.

Для виробництва продукції використовується високоякісна сировина першого ґатунку, кислотність не вище 20Т. Вміст жиру не перевищувати – 6%. Теплова обробка здійснюється шляхом пастеризації при температурі 85-87°C, з витримкою 5-10 хвилин [11].

Гомогенізація – важливий етап, що покращує консистенцію молока та запобігає виділення сироватки, особливо при резервуарному способі приготування. Охолодження молока відбувається в спеціальних резервуарах, до температури сквашування його молочнокислими бактеріями.

Заквашування відбувається при внесенні відповідного виду закваски, та при попередньому його змішуванні із частиною молока, а потім отримана суміш потрапляє в потік. Сквашування залежить від внесеного виду молочнокислих бактерій та тривалістю до 2,5-3 годин.

Після набуття відповідної кислотності отриманий йогурт охолоджують при резервуарному охолодженні в спеціальних пластинчастих камерах, до температури 8°C, а вже потім розливають відповідно до тари, при термостатному окремі ємності з готовою продукцією поміщають в холодильні установки.

2.1. Джерела утворення стічних вод молокозаводу

Стічні води молокопереробних підприємств належать до категорії висококонцентрованих стічних вод і мають нестабільний склад. Концентрація забруднюючих речовин стічних вод різних підприємств молочної галузі має широкий діапазон коливань: хімічне споживання кисню (ХСК) = 1000–25000 мгО₂/дм³, біохімічне споживання кисню (БСКповн) = 700–10000 мгО₂/дм³ (найбільші ХСК і БСКповн – для сирзаводів та маслозаводів), вміст загального азоту становить від 20 до 170 мг/дм³.

Такі розбіжності даних зумовлені не тільки різноманітним асортиментом продукції, що виробляється на підприємстві, але і нерівномірністю виходу і забрудненості стоку протягом доби. Діапазон змін рН середовища варіюється в межах 3,6 до 10,4, а температура становить від 15 до 35°C. Вміст жирів у стічних водах цехів, які випускають продукти із високим вмістом жиру (наприклад, масло, вершки, сметана), становить 200 – 400 мг/дм³. Вміст лактози в стоках варіюється в межах 0,04–0,25%; вміст жиру: 0,01–0,15%. Мікробіологічна забрудненість

стоків молокозаводів невисока і представлена, в більшій мірі, мікроорганізмами, які викликають молочнокисле, спиртове, пропіонокисле і маслянокисле бродіння [8].

У стічні води надходить в середньому 1,5% молочної сировини, яка переробляється на підприємстві.

Співвідношення вуглецю та азоту в стоках молокопереробних заводів складає 7-8, що зумовлено високим вмістом жиру. Співвідношення C/N у субстратах понад 6 є оптимальним для проведення анаеробної ферментації. На окремих підприємствах у складі стічних вод наявна невелика кількість азоту, що пов'язано з особливостями технологічного процесу та асортиментом продукції [7, 9].

В залежності від виду молокозаводу, і від продукції яка випускається, коливається і кількість завислих речовин в стічній воді. Для заводів з переробки молока вони складають в середньому 350-600 мг/дм³. В основному забруднення у вигляді суспензій представляють собою тверді частинки продукції, якими є частки сирних зерен, молочних плівок і сирної маси. Крім того, до складу завислої фракції входять і інші домішки неорганічного походження, основу яких складають ґрунт і пісок.

Органічна складова завислих речовин становить приблизно 90% від їх загальної кількості та їх концентрація, крім виду виробництва, залежить ще й від часу їх викиду, так як пікові навантаження відповідають періодам часу надходження стоків при митті обладнання від залишків молочної продукції та сировини. Значення ХСК і БСКповн, що визначають зміст легкоокислюваних органічних речовин так само визначаються технологією переробки молока. У локальних стоках виробництва молочної та кисломолочної продукції вони дорівнюють відповідно 21800 і 9450 мгО₂/дм³ [9].

Слід зазначити, що з огляду на характер забруднень стоків молокопереробки, схильних до реакцій бродіння, значення п'ятидобової проби БСК не має чіткого взаємозв'язку з характеристиками ХСК і

БСКповн, тому і не може бути використано для оцінки змісту легкоокислюваної органіки. Цим показником може служити співвідношення між ХСК і БСКповн, що знаходиться для всіх стоків молокопереробки в діапазоні від 0,8 до 0,84, що багато в чому визначає методи їх очищення.

Жири в стоках молочних виробництв мають концентрацію, яка як і їх склад, залежить від виду продукції, що випускається, а також технологічними особливостями її отримання. Молочні жири, що становлять основну частину стоків цільномолочного виробництва, представляють собою кулясті частки, оточені оболонкою з гідратованих білкових молекул, що утворюють спливаючий шар при відстоюванні [9].

Стоки молочних виробництв мають у своєму складі:

1. Завислі речовини. Концентрація завислих речовин може коливатися доволі в широких межах – від 120 до 1100 мг/дм³, а при виробництві казеїну – до 2900 мг/дм³. Завислі речовини можуть бути представлені частинками твердих продуктів переробки молока (шматочками сиру, молочними плівками) й іншими домішками (ґрунт, пісок), які потрапляють в каналізацію при митті різного технологічного обладнання, тари та приміщень [9].

Більшість завислих речовин (до 90%) становлять органічні речовини білкового походження –кефір, ряжанка, сметана, йогурт, сир (при виробництві морозива – сухе молоко), які потрапляють у стічні води разом із миючими розчинами. Концентрація завислих речовин знаходиться в широких межах залежно від технологічного циклу виробництва. Коливання концентрації завислих речовин у стічних водах молочних заводів залежить і від часу надходження, найбільша кількість суспензії поступає в початковий період мийки обладнання.

2. Жири. Концентрація жирів коливається від 40 до 100 мг/дм³ для всіх цехів переробки, крім тих, які випускають заморожену продукцію, де їх концентрація складає 200-400 мг/дм³. Вони негативно впливають на

систему каналізації, оскільки при транспортуванні вони мають здатність відкладатися на стінках трубопроводів та колекторів, тим самим знижуючи їх пропускну здатність і прискорюючи вилигування бетону. Наявність жирів призводить до порушення процесу біологічного очищення, так як при розкладанні жирів утворюються жирні кислоти і змінюється реакція середовища до рН 4,5-5. У результаті цього в активному мулі розвиваються переважно нитчасті форми бактерій, що збільшує муловий індекс і посилює винос мулу із відстійників [7, 9].

Вміст жирів у стічних водах молокозаводів визначається в основному асортиментом продукції, яка випускається та технологією виробництва. В залежності від цих чинників змінюється не тільки концентрація жирів в стічних водах, а й самий вид цих забруднень. Стічні води цільномолочного виробництва містять жири в тому ж вигляді, що і натуральне молоко, оскільки втрати молока є основним забрудненням цих стоків. Жири у складі молока представляють собою дрібні кульки, що оточені гідратованою білковою оболонкою, які дуже повільно спливають при відстоюванні стічних вод.

При виробництві високожирної продукції (вершків, сметани, масла) з молока витягуються великі кульки жиру, відбувається їх злипання та укрупнення, а також руйнування білкової оболонки. Тому жирові домішки, які містяться у стічних водах таких виробництв, дуже відрізняються за видом і концентрацією від подібних забруднень стічних вод інших молокозаводів. Виділення жирових домішок із стічних вод при виробництві високожирної продукції, наприклад шляхом відстоювання рідини, відбувається досить швидко та ефективно, ніж із стічних вод інших виробництв [8, 9].

При санітарному аналізі стічних вод визначають вміст жирів і жироподібних речовин, екстрагуючи ефіром або хлороформом. Концентрація екстрагуючих речовин у стічних водах заводів і цехів, спеціалізованих на випуску високожирної продукції, складає 200-400

мг/дм³, у стічних водах інших видів виробництва зазвичай не перевищує 100 мг/дм³ [6, 9];

3. Вміст загального фосфору коливається в межах від 12 до 85 мг/дм³;

4. Аналогічна картина і для загального азоту, вміст якого у стічних водах міських молокозаводів, молочноконсервних комбінатів, маслоробних заводів становить 42 мг/дм³, або 4,2-6% від БСКповн; сироробних заводів – 90 мг/дм³, або 3,7% від БСКповн [9].

У стічних водах молочних заводів азот міститься в основному у вигляді аміногруп білкових сполук. У невеликих кількостях у стоки потрапляє також азот амонійних солей із аміачних компресорів.

Концентрації солей азоту та фосфору є достатньою для нормального протікання процесу біологічної очистки стічних вод підприємств молочної промисловості і розмноження бактерій, що беруть участь в окисненні забруднень цих стоків [9].

5. Вміст хлоридів коливається від 60 до 450 мг/дм³. Наявність хлоридів у стічних водах молокозаводів обумовлено використанням у виробництві кухонної солі, потраплянням у каналізацію охолоджуючих розсолів, присутністю хлоридів у свіжій воді, молоці, миючих розчинах. Досить високий вміст хлоридів дозволяє застосувати для очищення стічних вод молочних заводів методи електрофлотації та електрокоагуляції [8, 9];

6. Концентрація сульфатів становить від 18 до 70 мг/дм³. До фізико-хімічних показників стоків молокозаводів відносяться значення рН, БСКповн та ХСК [9].

Води підприємств молочної галузі характеризуються високими концентраціями розчинених органічних речовин за показниками ХСК і БСКповн (найбільші - для казеїнового виробництва, сироробних заводів та маслозаводів) через присутність в них великої кількості молочних білків, цукрів та жирів [6].

Кількість бактерій у стічних водах традиційно характеризується таким інтегральним показником як біологічне споживання кисню (БСКповн). В стічних водах молокозаводів БСКповн варіює від 800 - 30000 мгО₂/дм³. Традиційні біохімічні методи очищення дозволяють очистити воду, починаючи з 600 мгО₂/дм³.

Так, концентрації забруднень досягають, мгО₂/дм³: органічних речовин за ХСК - 3500 (для казеїнового виробництва 62000), БСКповн - 3200 (для казеїнового виробництва — 26400), молочних жирів — до 100 (на цехових випусках 200- 600), азоту амонійного— до 50, фосфатів— до 20 [7].

2.2. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод молокозаводу

Для очищення стічних вод молокозаводу використовуються методи біологічного очищення. Дана технологія включає в себе фільтрування стічних вод на затопленому біофільтрі. Схема технології наведена на рисунку 2.7.

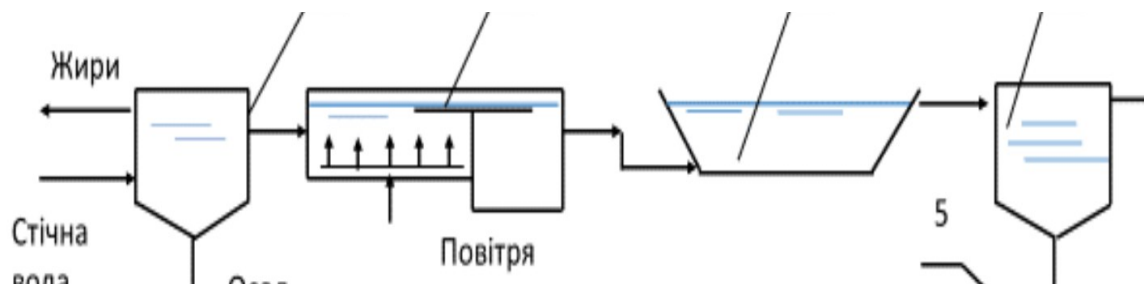


Рис.2.7. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод молокозаводу на затопленому біофільтрі:

1 – блок механічного очищення (жироуловлювач, піскоуловлювач, первинний відстійник), 2 – усереднювач, 3 – затоплений біофільтр, 4 – вторинний відстійник, 5 – майданчик для підсушування осаду

Технологія складається з блоку механічного очищення (1), у якому відбувається затримка та вилучення важких мінеральних частинок, крупних відходів та жирів. Усереднювач (2) дає можливість вирівнювати значення показників забруднення (рН, ХСК, БСКповн та ін.) і витрату стоків. Окрім того, завдяки тривалій аерації (понад 8 год.) за рахунок процесів біосорбції та біофлокуляції БСКповн стічних вод зменшується на 10-25%, значна частина розчинених органічних сполук переходить у нерозчинну форму, а стічні води насичуються киснем перед подачею на затоплений біофільтр [11, 12].

Біологічне очищення стічних вод молокозаводу відбувається в затопленому біофільтрі в декілька етапів. При потраплянні у нижні шари завантаження за допомогою розподільчої системи, що прокладається вздовж споруди, стічна вода просочується у верхні шари. На цьому етапі відбувається сорбційно-окиснювальний процес за рахунок бактерій біоплівки. У завантаженні затримується значна кількість завислих речовин, а також відмерла біоплівка і активний мул. У верхній шарі культивуються трубовики, які дуже активно споживають завислі речовини органічного характеру та здійснюють регулювання росту біомаси, завдяки чому значною мірою зменшується кількість осадів [12].

При влаштуванні надфільтрового шару води відбувається культивування у споруді водної флори, яка у свою чергу забезпечує очищення стічних вод до високих показників якості. Також при сприятливих умовах, що забезпечуються у надфільтровому шарі відбувається культивування різних ракоподібних, таких як циклопи та дафнії. Вони вилучають зі стічної води завислі органічні речовини та мінеральні частинки, сприяючи проясненню стічної води [12].

У біофільтрі (3) відбувається вилучення та окиснення затриманих органічних сполук. Відмерлу біоплівку та частинки мулу, що виносяться із затопленого біофільтра, затримують у вторинних відстійниках (4). У необхідності доочищення стічних вод після відстійника влаштовують

біоставки з природною аерацією. Для підсушування утворених осадів використовують мулові майданчики (5). Осад можна використовувати як добриво у сільському господарстві [12].

Дана технологія дозволяє отримати такий ефект очищення: ХСК 86-92 %, БСКповн – 88-97%, завислі речовини – 80-84%, амонійний азот – 85-98%, що дає можливість подачі даних стічних вод після доочищення на міські очисні споруди [13].

Основним недоліком для запровадження цієї технології є можливість використання лише для невеликих об'ємів стічної води, оскільки потрібна велика площа для розміщення споруд [11, 12].

З електрохімічних методів очищення стічних вод поширення одержав метод електрокоагуляції. Цей метод використовується у системах локального очищення стічних вод, які забруднені тонкодисперсними і колоїдними домішками. Очищення здійснюють від різних емульсій, масел, жирів, нафтопродуктів, сполук хрому й інших важких металів. Ефективність очищення за допомогою даного методу становить: від нафтопродуктів і масел 54–68 %, від жирів – 92–99 % [11].

При очищенні стічних вод молокопереробних заводів постає найбільша проблема – наявність жирів. Вони негативно впливають на систему каналізації, при відкладенні на стінках трубопроводів та колекторів, і як наслідок знижують їх пропускну здатність. Також наявність жирів призводить до порушення процесу біологічного очищення. При процесі розкладання жирів утворюються жирні кислоти і значення рН змінюється до 4,5-4. Як наслідок у активному мулі відбувається утворення та розвиток різних форм нитчастих бактерій, значно збільшується муловий індекс, посилюється винос мулу із відстійника. Електрокоагуляційні установки мають продуктивність 50 м³ год [11].

Метод електрокоагуляції є другим після реагентного. Цей метод не вимагає дефіцитних реагентів і має ряд переваг, таких як універсальність, відсутність додаткового сольового забруднення води в процесі очищення,

невеликі розміри установок, компактність установок і простота керування, відсутність потреби в реагентах, повна відсутність або спрощення реагентного господарства, простота обслуговування устаткування, слабка чутливість до змін умов проведення процесу, одержання шламу з кращими структурно-механічними властивостями [11, 12].

Електрокоагуляцію застосовують головним чином для очищення нейтральних і слабколужних стічних вод. Застосування електрохімічних методів доцільно при відносно високій електропровідності стічних вод, обумовленої наявністю в них неорганічних кислот, лугів або солей. При низьких концентраціях солей до стічних вод додають електроліти (зазвичай NaCl), що підвищують електропровідність стічних вод, у результаті чого знижуються питомі витрати електроенергії на їхню обробку.

Даний метод очищення стічних вод, заснований на електролізі з використанням металевих (сталевих або алюмінієвих) анодів, що піддаються електролітичному розчиненню. У результаті розчинення анодів вода збагачується відповідними іонами, що утворюють потім у нейтральному або слабколужному середовищі гідроксид алюмінію або гідроксид заліза. Під їхньою дією відбувається процес коагуляції високодисперсних речовин, що втримуються у воді, аналогічній обробці води відповідними солями алюмінію або заліза [12].

Однак, на відміну від застосування сольових коагулянтів, при електрокоагуляції вода не збагачується сульфат- і хлорид-іонами, вміст яких в очищеній воді лімітується як при скиданні її у водойми, так і при повторному використанні в системах виробничого водопостачання.

При електрокоагуляції стічних вод, що містять тонкодисперговані домішки, протікають й інші електрохімічні, фізико-хімічні й хімічні процеси: катодне відновлення розчинених у воді речовин, флотація твердих й емульгованих часток пухирцями газоподібного водню, що виділяється на катоді.

Крім того, відбувається сорбція іонів і молекул розчинених домішок, а також часток, емульгованих у воді домішок, на поверхні гідроксиду алюмінію (заліза), які володіють значною сорбційною здатністю, особливо в момент утворення. Пластівці гідроксиду металу із сорбованими забрудненнями, зіштовхуються з пухирцями газу, з'єднуються з ними й спливають на поверхню рідини. Деякі частки забруднень, що мають пластівчасту структуру, можуть самокоагулювати один з одним тим самим, збільшуючи ефект гетерокоагуляції всієї системи. Для відділення пластівців коагулянту із сорбованими забрудненнями застосовують наступне відстоювання або флотацію [12].

На ефективність електрокоагуляції впливають: матеріал електродів, відстань між ними, швидкість руху води між електродами, температура й склад води, напруга й щільність струму. Електрокоагуляцію рекомендується проводити у нейтральному або слабколужному середовищі за наступних умов: щільність струму не більше за 10 А/м^2 , відстань між електродами – не більше за 20 мм, швидкість руху води не менше ніж 0,5 м/с.

Одночасне утворення пластівців коагулянту й пухирців газу в стиснутих умовах міжелектродного простору створює передумови для надійного закріплення газових пухирців на пластівцях й інтенсивній коагуляції забруднень, що забезпечує ефективність флотаційного процесу. Такі установки називаються електрокоагуляційно-флотаційними. При пропускній здатності до 10- 15 тис. $\text{м}^3/\text{год}$ установки можуть бути однокамерними, а при більшій пропускній здатності - двокамерними горизонтального або вертикального типу [11, 12].

Коагулянти можна вводити безпосередньо у вигляді відповідних солей або за рахунок організації активного анода. Тобто, організується попередня (перша) секція електрокоагуляції, де відбувається розчинення анода й утворення гідроокисних структур, які виконують коагулюючі функції. У другій секції протікає основний процес електрофлотації за

рахунок пухирців газів, що утворюються на графітових електродах. Третя секція організовується, якщо необхідно додаткове знезаражування очищених стічних вод. У ній за рахунок певного розташування електрода збільшується поверхня його контакту з водою й збільшується кількість пухирців кисню, що утворюються, які виконують функцію окислювача [12].

Метод електрофлотокоагуляції (ЕФК) дозволяє одночасно здійснювати два процеси – зміна дисперсного стану домішок за рахунок їхньої коагуляції під дією електричного поля – коагуляція й закріплення пухирців електролітичного газу на поверхні часток, які коагулюють, що забезпечує їхню наступну флотацію. Особливо ефективний процес при анодному (катодному) розчиненні металу електродів. Це пояснюється тим, що коагулюючи активність електрогенерованих реагентів на відміну від коагулянтів, отриманих при гідролізі солей металів, значно вище. Технологічна схема методу електрофлотокоагуляції наведена на рисунку 2.8 [12].

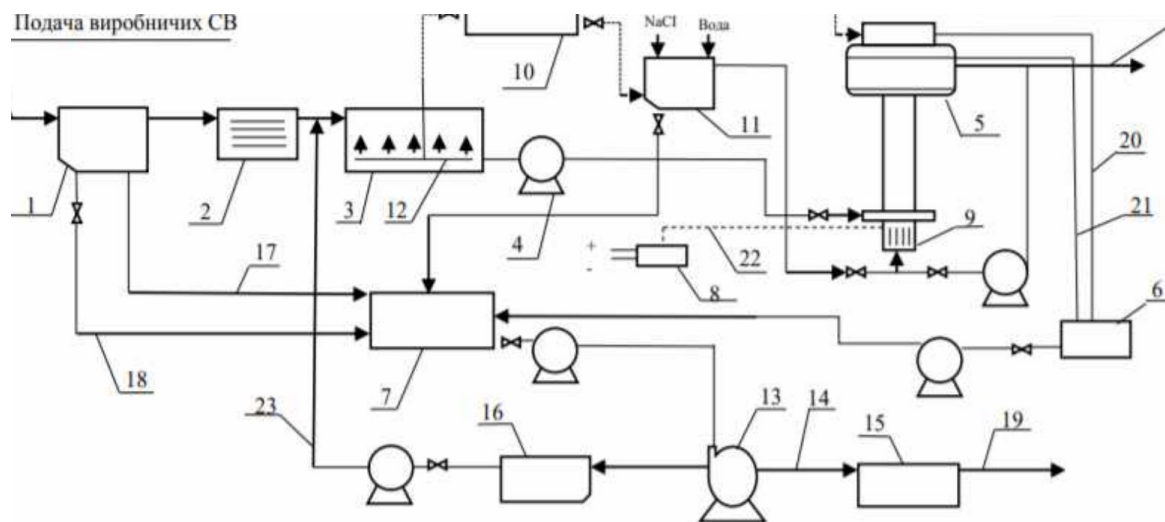


Рис.2.8. Технологічна схема очищення стічних вод молокозаводу методом електрофлотокоагуляції [12]:

1 – жировловлювач, 2 – решітки-дробарки, 3 – усереднювач, 4 – машинне відділення насосної станції, 5 – електрокоагулятор-флотатор, 6 – піногасник, 7 – резервуар осаду, 8 – випрямляч постійного струму 9 – система електродів, 10 – повітродувна станція, 11 – реагентне господарство, 12 – подача повітря в усереднювач, 13 – вакуум фільтр;

14 – зневоднений осад, 15 – резервуар кеку, 16 – резервуар-накопичувач мулової води, 17 – відведення жирової маси, 18 – подача осаду з жировловлювача, 19 – кек на вивезення, 20 – відведення пінного продукту, 21 – подача шламу, 22 – скид осаду з реагентного господарства, 23 – подача мулової води

Основними стадіями процесу ЕФК є генерація електролітичного коагулянту, генерація електролітичного газу, коагуляція домішок, закріплення електролітичного газу на поверхні коагульованих домішок (утворення флотокомплексів) і спливання флотокомплексів. У процесі ЕФК на поверхні води утворюється шар піни, що зішкрібається з поверхні апарата механічними шкребками, а потім піддається гасінню в піногаснику. Потім осад обезводнюється на спеціальних фільтрах, кек (обезводнений осад) вивозиться на компостування, а фугат направляється в "голову" очисних споруд на повторне очищення [11, 12].

Комбінований метод, що включає електрокоагуляцію й електрофлотацію (ЕФК) відрізняється високим ефектом виділення зі стічної води забруднень, більш економічний за витратами електроенергії й металевих електродів у порівнянні з електрокоагуляцією. При ЕФК установки відпадає необхідність введення реагентів в очищувану рідину. Піна, одержувана при електрокоагуляції має високу стійкість. Ефект очищення в ЕФК апаратах становить за жирами 96– 97%, за завислими речовинами 90–92 %, за ХСК – 65 %, за БСКповн – 70– 75 %.

Стримуючим фактором і головним недоліком застосування цього методу при очистці стічних вод молокозаводу є підвищена витрата електроенергії, листового заліза й алюмінію. Тому необхідність використання даного методу в кожному конкретному випадку повинна бути економічно обґрунтована [12].

Розділ 3

Вплив на навколишнє середовище підприємства ТОВ «Оржицький молокозавод»

3.1. Вплив локальних очисних споруд на атмосферне середовище

Виробнича діяльність підприємства не вплине в значній мірі шляхом теплового забруднення та випаровування в значних масштабах та на кліматичні умови оточуючого середовища. Під час діяльності підприємства утворюються такі забруднюючі речовини: сірководень, аміак, метантиол, етантиол, оксид вуглецю, оксиди азоту (діоксид азоту), метан.

Відповідно до ДБН А.2.3.-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків, споруд» кількість речовин, що викидається в атмосферу, приводяться за усередненими річними значеннями та наведені в таблиці 3.1 [12].

Таблиця 3.1 - Річні показники викиду забруднюючих речовин в атмосферу

Забруднююча речовина			Визначення потужності викиду		
Код МОЗ	Код статистичний	Найменування забруднюючої речовини	г/с	кг/год	т/рік
5002	333	Сірководень	$2,4 \times 10^6$	$8,7 \times 10^6$	$7,6 \times 10^5$
4003	303	Аміак	$3,1 \times 10^5$	0,00011	0,00099
5000	1715	Метантиол	$4,6 \times 10^{10}$	$1,6 \times 10^9$	$1,4 \times 10^8$
5000	1728	Етантиол	4×10^{10}	$1,5 \times 10^9$	$1,3 \times 10^8$
6000	337	Оксид вуглецю	0,00013	0,00047	0,0042
4001	301	Оксид азоту	$6,6 \times 10^6$	$2,4 \times 10^5$	0,00021
1200 0	410	Метан	0,0005	0,0018	0,0157

Важливим показником при впливі на атмосферне повітря є ГДК, що характеризує, концентрацію шкідливої речовини в одиниці об'єму, що майже не впливає на здоров'я та життя людини. В таблиці 3.2 зображено характеристику розсіювання забруднюючих речовин на території підприємства [13].

Таблиця 3.2 - Дані розрахунків розсіювання речовин

Найменування забруднюючих речовин	Фонові концентрації (у долях ГДК)	Приземні концентрації, в долях ГДК			
		Без фону		З урахуванням фону	
		Максимальна концентрація	На межі СЗЗ	Максимальна концентрація	На межі СЗЗ
Сірководень	0,4	0,00024	0,00022	0,4	0,4
Аміак	0,4	0,00013	0,00012	0,4	0,4
Метантіол	0,4	0,000041	0,00004	0,4	0,4
Етантіол	0,4	0,000011	0,00001	0,4	0,4
Оксид вуглецю	0,08	0,000021	0,00002	0,08	0,08
Оксид азоту	0,09	0,000027	0,000025	0,09	0,09
Метан	0,4	0,0000081	0,0000074	0,4	0,4
Група сумації	-	0,00037	0,00035	0,8	0,8

Дані таблиці свідчать, що на межі СЗЗ всі показники відповідають нормі, і СЗЗ витримана, фактичні викиди по кожній речовині не перевищують рівні ГДВ.

Отже, діяльність підприємства ніяким чином не вплине на людей, на їх екологічну безпеку та забезпечить збереження генетичного фонду.

3.2. Вплив на водне середовище

Водопостачання на підприємстві здійснюється за рахунок двох власних артезіанських свердловин №1 та №2, №1-робоча, №2-резервна. Вода, що отримується зі скважин відповідає санітарним умовам та має такі показники:

- сухий залишок -1040,0 мг/дм³;
- хлориди – 302,24 мг/дм³;
- загальна жорсткість – 1,17-1,26 ммоль/дм³;
- сульфати – 71,99 мг/дм³;
- залізо – 0,32-0,47 мг/дм³ [14].

Загальні відомості про водоносні горизонти зазначені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Технічна характеристика артезіанських скважин

№ скважини	Глибина свердловини, м	Потужність, м	Наявність санітарно-захисних зон	Тип насосу	Потужність, м ³ /год	Кількість годин роботи	Добовий водозбір (м ³)	Річний водозбір (тис.м ³)
1	130	55	30х30	ЕЦВ 6- 6,3-85	10,8	14	150,529	54,943
2	102	75	30х30	ЕЦВ 6- 6,3-85	Резервна			

Виробничі та господарсько-побутові води ТОВ «Оржицький молокозавод» після очищення на локальних очисних спорудах здійснює скидання в р. Оржиця. Технологічні потреби у воді при виробництві включаються в себе:

- обробка молочної сировини;
- виробництво молочних продуктів: молока; сиру; масла; кефіру; ряжанки; йогурту;
- миття трубопроводів, обладнання, автомолцистерн.

Загальні витрати води на рік та водовідведення складає:

- 48,375 тис.м³/рік;

- 132,534 м³/добу.

Допоміжні витрати містять в собі: потреби котельні для виробництва теплової енергії, потреби автотранспорту, лабораторії, фреонової холодильної установки, системи водопостачання.

Загальні допоміжні витрати складають:

- 1,754 тис. м³/рік;

- 4,806 м³/добу.

Господарсько-побутові потреби налічують:

- питні потреби працівників;

- душові потреби;

- прання та прибирання приміщень.

Загальні витрати води на господарсько-побутові потреби складають:

- 4,814 тис. м³/рік;

- 13,189 м³/добу.

Оборотне водопостачання також використовується для охолодження молока, що в рік складає 4,8 тис. м³/рік та 13,189 м³/добу.

Продуктивність очищення складає 300 м³/добу.

Розрахункові витрати води, що відводяться на очисні споруди з їх наступним скиданням в річку Оржиця складають:

- 54,743 тис.м³/рік; 149,981 м³/добу.; 6,249 м³/год

Локальні очисні споруди налічують:

- насосну станцію;

- занурений насос;

- лоток промивальної води БРФ;

- біореактор-фільтри БРФ-2 та БРФ-1;

- розподільча камера;

- резервуар усереднювач;

- періодично занурені фільтри ПЗБФ-1,1....ПЗБФ-1.4;

- лоток промивальної води ПЗБФ;

- накопичувач-ущільнювач осадів;

- контактний резервуар.

Зворотні стічні води скидаються в річку Оржиця самопливом.

Під час виробництва молочної продукції використовується значна кількість водних ресурсів, в таблиці 3.4 можемо побачити кількісні витрати води на потреби виробництва молочної продукції.

Таблиця 3.4 - Нормативний розрахунок витрат свіжої води з власних свердловин та кількість виробничих стічних вод на технологічні потреби за рік

Найменування	Продуктивність (т)	Витрати свіжої води				Кількість стічних вод			
		Н о р м а , м ³ / т	м ³ / г о д	м ³ / д о б у	ти с. м ³ /рі к	Н о р м а , м ³ / т	м ³ / г о д	м ³ / д о б у	ти с. м ³ /рі к
Молоко питне	3284	4,89	1,33	44,11	16,64	4,89	1,33	44,11	16,64
Кефір 2,5%	912,5	6,4	0,67	16	5,84	6,4	0,67	16	5,84
Кефір 0%	912,5	6,4	0,67	16	5,84	6,4	0,67	16	5,84
Йогурт 2,5%	219	1,0	0,25	6	2,19	1,0	0,25	6	2,19
Сметана 15%	438	1,82	0,91	21,41	7,983	1,82	0,91	21,4	7,972

Сметана 20%	328,5	2 4 , 3	0, 9 1 1	21 ,8 71	7, 98 3	2 4 , 3	0, 9 1 1	21 ,8 4	7, 98 3
Масло вершкове 72%	109,5	2 2 , 7	0, 2 8 4	6, 81 1	2, 48 6	2 2 , 7	0, 2 8 4	6, 81 1	2, 48 6

Відповідно до «Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів речовин у водні об'єкти із зворотними водами», встановлені ГДС речовин не мають перевищувати показників скиду речовин, що досягаються при очищенні цієї категорії зворотних вод. Для даного підприємства показники гранично-допустимого скиду забруднюючих речовин в р.Оржиця зображені в таблиці 3.5 [15].

Таблиця 3.5 - Допустимі показники ГДС для р.Оржиця

Показники складу зворотніх вод	Показники ГДС, мг/л
Завислі речовини	6,95
БСК	6
ХСК	30
Азот амонійний	2
Нітрити	3,3
Нітрати	45
Мінералізація	1000
Хлориди	350
Сульфати	500
Нафтопродукти	0,3
Фосфати	3,5
Загальне залізо	0,3

Відповідно до ст.48 Водного кодексу України підприємство ТОВ «Оржицький молокозавод» здійснює забір води та скидання забруднюючих речовин із зворотніми водами, що відноситься до категорії спеціальне водокористування, на підставі спеціального дозволу [16].

Виробничо-стічні води відводяться в р. Оржиця, де росте міцна виша повітряно-повна рослинність, зокрема очерет озерний, висота якого досягає 3,5-4м.

При протіканні через такі зарості виробничо-побутові стічні води піддаються очищенню у природних умовах, і відповідно якість води в річці практично відповідає вимогам для водних об'єктів комунально-побутового водокористування. Угрупування вищих повітряно-водних рослин є природним біофільтром, що здатні затримувати домішки органічного походження.

Очищення стічних вод через проходження через ВПВР відбувається за рахунок звільнення її від завислих частинок завдяки їх осіданню зі зменшенням швидкості течії і прилипання частинок на підводну частину рослин.

Внаслідок взаємодії із водою біогенні речовини поглинаються і асимілюються ВПВР. Речовини вилучаються із природного колообігу, за рахунок накопичення їх в наземній фітомасі та кореневій системі. Вищі рослини здатні затримувати із води азот, фосфор, калій, феноли, метали, нафтопродукти, всі ці речовини відіграють важливу роль в існуванні екосистеми.

Загалом довжина річки складає 117 км, і протікає вона по Полтавській області. Має низькі береги та заболочене дно, протікає по заболоченій місцевості.

Морфологічні характеристики річки:

- ширина потоку річкової води – 18м;
- швидкість руху – 0,005м/с;
- глибина потоку – 2м.

У таблиці 3.6 представлена порівняльна характеристика фонових концентрацій у річці та ГДК водного об'єкту.

З таблиці 3.6 можемо помітити, що такі показники як завислі речовини, ХСК та БСК мають значні перевищення ГДК.

Основними заходами щодо захисту води від забруднень передбачається:

- постійне спостереження за якістю води;

- дотримання технологічних параметрів роботи обладнання;
- знезараження стоків шляхом прямого електролізу;
- застосування високоефективних фільтраційних методів очищення.

При дотриманні всіх вище перелічених заходів безпеки, не відбуватиметься значного тиску на водне середовище існування.

Таблиця 3.6 – Фонові показники води в р.Оржиця та граничнодопустимі концентрації

Найменування речовини	Фонова концентрація, мг/л	ГДК комунально-побутового,мг/
Завислі речовини	7	6,95
БСК ₅	12,12	6
ХСК	35	30
Азот амонійний	н/пч	2
Нітрити	н/пч	3,3
Нітрати	0,5	45
Мінералізація	612,0	1000
Хлориди	124,2	350
Сульфати	27	500
Нафтопродукти	н/в	0,3
Фосфати	н/пч	3,5
Загальне залізо	н/пч	0,3

Скид зворотних вод передбачає такі показники: - кислотність (ph) 6,5- 8,5, зважені речовини ≤ 50 мг/л; БСК ≤ 6 ; при відсутності токсичних речовин.

Порівняння фонових показників та ГДК показали, що очищення стічних вод відбувається не на належному рівні, приходимо до висновку, що досягнення відповідних показників ГДС можливе за рахунок подальшого вдосконалення та налагоджування очисних споруд, їх технічного переоснащення, з врахуванням тенденцій якості та об'єму зворотних вод.

3.3. Характеристика відходів, що утворюються у виробничому процесі

Відповідно до ДК 005-96, до відходів належать будь-які речовини, матеріали, предмети, що створюються в процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення та виявлення, власник позбувається їх шляхом видалення чи утилізації [17].

У ході діяльності підприємства небезпечних відходів не виявлено. Під час експлуатації підприємства, кількість відходів, що вловлюються на решітчастому контейнері складає 3,2 кг/добу. Показники відходів: вологість 80%, зольність 7%, густина 750 кг/м³.

При очистці утворюються така кількість відходів: - промивні води від біореакторів-фільтрів – 0,81 м³/год; - періодично занурених фільтрів – 0,8 м³/год ; - осад з тонкошарового відстійника – 1,5 м³/добу, середня вологість яких складає 99,5%.

Суміш відходів в кількості 3,1 м³/добу, відводиться до накопичувача-ущільнювача, де вона ущільнюється до об'єму 0,3 м³/добу вологості 95%.

Ущільнений осад періодично відбирається асенізаційною машиною та вивозиться на гноєсховище. Кількість твердих відходів та їх способи переробки зазначені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Номенклатура та кількість твердих відходів та способи їх переробки

Назва відходів	Одиниця вимірювань	Кількість за рік	Спосіб переробки
Відходи очистки	м ³ /т	2274	Ущільнення в осадовій зоні резервуару
Промивна вода БРФ	м ³ /т	592	
Промивна вода ПЗБФ	м ³ /т	584	
Осад ТВ	м ³ /т	1098	Повернення на очищення
Декантат промивної води	м ³ /т	2054	
Ущільнений осад	м ³ /т	220	Вивезення до гноєсховища

Відходи, що утворюються та зберігаються у відповідно призначених для цього місцях, що вказується у паспорті місць чи об'єктів розташування відходів, що вказані в таблиці 3.8.

Задля зменшення підприємством впливу на навколишнє природне середовище заплановані заходи, що спрямовані на запобігання та зменшення обсягів утворення відходів:

- встановлення додаткових ємностей для відходів;
- передавати на утилізацію та захоронення утворених відходів, відповідно до договорів;
- проводити прибирання території від сміття;
- проводити роботу з організаціями, що надають послуги захоронення та утилізації відходів;
- проводити інструктаж з працівниками щодо недопущення небалого ставлення до екобезпеки;
- контроль за місцями тимчасового зберігання відходів; - застосування прямого електролізу;
- витримування очищеної води після електролізу в контактних резервуарах;
- удосконалення систем знезараження зворотних вод.

Таблиця 3.8 – Паспорт місць чи об'єктів розміщення відходів

Найменування відходу	Планований обсяг розміщення	Місце розміщення	Площа місця розміщення (об'єм)	Умови зберігання
Сироватка (т)	1500	Усереднювач каналізаційних відходів	70 м ³	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Папір пергаментний (т)	0,1	Склад №2,стелаж	10 м ²	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Макулатура (т)	4	Склад №2,стелаж	10 м ²	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Матеріали фільтрувальні зіпсовані(марля) (т)	0,1	Склад №2,контейнер металевий	1м ³	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Одяг зношений (т)	0,12	Склад №2,контейнер металевий	1м ³	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Взуття зношене (т)	0,03	Склад №2,контейнер металевий	1м ³	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Осад відстійників (т)	110	Відстійник	10м ³	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Відходи, затримані решітками (т)	0,6	Решітки	1,5м ²	ДСан ПіН 2.2.7.029-99
Брухт чорних металів, дрібний інший (т)	0,4	Майданчик з твердим покриттям обвалований з трьох сторін зі стоком для масел	10м ²	ДСан ПіН 2.2.7.029-99 ГОСТ 2797- 75
Лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані, або відпрацьовані,(шт)	40	Склад №2, в дерев'яних ящиках	5м ²	ГОСТ 225834-83
Відпрацьовані автомобільні шини (т)	0,25	Склад №2	10м ²	ГОСТ 24779- 81

Таблиця 3.9 – Класифікація відходів за агрегатним станом, складом та класом небезпеки що утворюються на підприємстві

Найменування відходу за нормативно-технологічною документацією або за ДК-005-96	Клас небезпек	Назва процесу, технологічної операції, виду робіт або послуг	Тип	Фізичний (агрегатний стан)
	К л а с н е б е з п е к		Т и п в і д	

	и		х о д у з а с к л а д о м	
Сироватка	4	Відходи кінцевої продукції виробництва молочної продукції	З м і ш а н и й	Рідинний
Папір пергаментний	4	Відходи паперу пергаментного	З м і ш а н и й	Твердий
Макулатура	4	Бухгалтерні папери	О	Твердий

			Р г а н і ч н и й	
Матеріали фільтрувальні (марля)	4	Виробництво молочної продукції	З м і ш а н и й	Твердий
Одяг зношений	4	-	Н е о р г а н і ч н и й	Твердий
Взуття зношене	4	-	З м і	Твердий

			ш а н и й	
Осад відстійників	4	Відходи очищення стічних вод	З м і ш а н и й	Шлам пастоподібний
Відходи, затримані решітками	4	Відходи очищення стічних вод	З м і ш а н и й	Шлам пастоподібний
Брухт чорних металів, дрібний інший	3	Ремонт обладнання	Н е о р г а н і ч н и	Твердий

			й	
Лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані чи відпрацьовані	1	Освітлення	З М і ш а н и й	Змішаний
Шини, зіпсовані перед початком експлуатації, відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені	4	Експлуатація транспорту	З М і ш а н и й	Твердий

Розділ 4

Технологічні пропозиції щодо покращення очистки стічних вод на підприємстві ТОВ «Оржицький молокозавод»

4.1. Характеристика існуючої системи очищення стічних вод

З попереднього розділу випливає, що основна забруднююча речовина на підприємстві – нетоксичні легко окислювальні органічні речовини природного походження. Саме враховуючи цей фактор, вважаємо доцільним використання біологічної очистки стічних вод.

На підприємстві «Оржицький молокозавод» використовується дворівнева очистка стічних вод – анаеробна та аеробна.

Перший ступінь очистки включає анаеробну очистку, що є досить ефективною при заданих параметрах. Видалення органічних домішок, при незначному прирості біомаси та невеликих енергетичних затратах. При цьому співвідношення між БСК стічної води та концентрацією азоту і фосфору прямує в позитивному напрямку.

Другий ступінь очищення – аеробна очистка, що ґрунтується на застосуванні аеробних мікроорганізмів, для досягнення необхідних параметрів стічної води. Початковим етапом очищення води є відстоювання, для видалення зважених частинок, потім вода прямує для знезаражування.

Знезаражування здійснюється шляхом електролізу із застосуванням електрохімічно активних анодів для виділення атомарного хлору з хлоридів. Технологічна схема очищення стічних вод зображена на рисунку 4.1

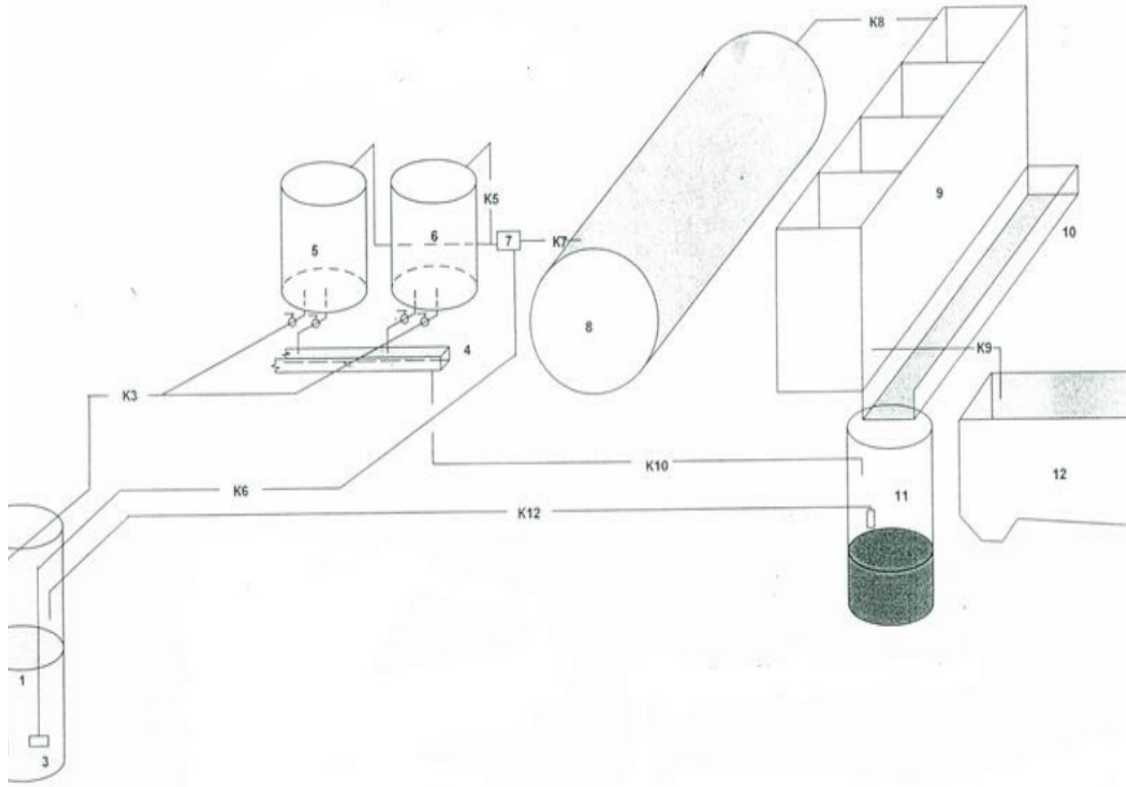


Рис.4.1. Технологічна схема очищення стічних вод

на молокозаводі:

1-насосна станція; 2- занурений насос; 3- поплашковий регулятор рівня води; 4- лоток промивальної води БРФ; 5 – біореактор-фільтр (БРФ -2); 6 – біореактор-фільтр (БРФ-1); 7- розподільча камера; 8 – резервуар-усереднювач; 9 – періодично занурені біофільтри ПЗБФ – 1.1...ПЗБФ-1.4.; 10- лоток промивної води ПЗБФ; 11- накопичувач-ущільнювач відходів; 12- контактний резервуар; К3- стічна вода від насосної станції до БРФ; К4- промивна вода БРФ; К5- вода, очищена на БРФ; К6- рециркуляційна витрата очищеної води на БРФ; К7- вода після БРФ до резервуара- усереднювача;

К8- вода від резервуара-усереднювача до ПЗБФ; К9- очищена вода після ПЗБФ на знезараження; К10- промивна вода від БРФ в накопичувач-уцільнювач осаду; К12 –декантат промивної води до насосної станції; К13- зворотна вода.

Етапи очищення стічної води:

- проціджування стічної води через решітку з отворами – 10 мм, що знаходиться в приймальному колодязі;
- відведення води колектором до приймального резервуара насосної станції (НС);
- контроль витрати стічних вод шляхом зміни наповнення приймального резервуару НС та подача води від резервуару НС до анаеробного біореактора-фільтра (БРФ);
- анаеробна очистка стічних вод у БРФ;
- відведення самоплинним шляхом води від біореактора до розподільчої камери (надлишкові забруднення періодично виділяються в лоток промивальної води);
- відведення води гідравлічно регульоване розподільчою камерою, відведення стічної води до резервуару-усереднювача (РУ) або до приймального резервуару НС, при необхідності – його рециркуляційного наповнення; - усереднення показників попередньо очищених стічних вод та їх додаткова анаеробна очистка в РУ, шляхом посиленого масообміну, що забезпечується інтенсивним гідравлічним перемішуванням, завдяки рециркуляційному насосі (РН);
- відведення усередненої стічної води з РУ до аерованого періодичним зануренням верхнього шару завантаження біофільтра;
- періодичне гідравлічне виділення забруднень в лоток промивальної води, що накопичились в періодично зануреному біофільтрі(ПЗБФ);
- відведення накопичених забруднень від ПЗБФ з лотка промивних вод до накопичувача-ущільнювача (НУ);
- відведення очищеної стічної води від аеробного ПЗБФ до тонкошарового відстійника для видалення залишків біоплівки;
- знезараження очищених стічних вод в комірці прямого електролізу (ЕЛ) та 30-ти хвилинне витримування в контактному резервуарі;
- ущільнення промивних вод в НУ;

- видалення промивних вод від НУ до приймального резервуара НС, шляхом зануреного насоса;

- видалення асенізаційною машиною ущільненого осаду з НУ та відвезення його до гноєсховища.

4.2. Детальна характеристики анаеробного біореактору

На підприємстві відбувається процес анаеробного очищення в 2 анаеробних біофільтрах з низхідним потоком (рисунок 4.2). Анаеробне очищення відбувається без доступу повітря, в спеціалізованих герметичних резервуарах за участю прикріпленої біомаси (біоплівки).

Матеріалом для завантаження може бути полістирол, пластичні маси різних форм. Основними критеріями є пористість та шорсткість, що забезпечують активне утворення мікрофлори, при цьому розміри носіїв мають бути більші, щоб не виникало замулення. Висока хімічна стійкість при агресивному середовищі та механічна міцність, при високому прирості біомаси під час процесу очищення [18]

Біореактор з низхідним потоком належить до другого покоління (всього три) , що може заповнюватись як природнім так і синтетичним носієм, при цьому рециркуляція не потрібна. Процес дії установки є досить простим, оскільки стічна вода прямує з верхньої частини реактора, проходячи через шар завантаження, а очищена вода видаляється через нижню частину біофільтру.

Важливо доцільно обрати шар біофільтру, для усунення проблем із застоюванням фільтру. Зазвичай в якості завантажування використовують найбільш м'які матеріали, з високою внутрішньою пористістю.

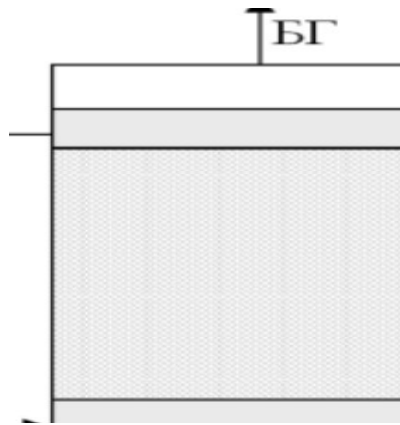


Рис.4.2. Схема анаеробного біофільтра з низхідним потоком:
CB – вхід стічної води; OB – вихід очищеної води; БГ- вихід біогазу; P- рециркуляція

Перевагами анаеробного очищення слід вважати:

- низьке споживання електроенергії;
- утворення незначної кількості активного мулу;
- більш високі навантаження;
- збереження активного мулу досить тривалий час, при належній

температурі.

Основні показники анаеробного біофільтра з низхідним потоком:

- продуктивність по ХСК – 3-15 кгХСК/(м³ сут);
- мінімальне навантаження по ХСК – 1 кгХСК/м³;
- час гідравлічного перебування – 48-72 год;
- ефективність очищення по ХСК – 70-75%;
- функціонування при температурі 35-37°C [19]

4.3. Порівняльна характеристика анаеробних біореакторів та вибір найбільш сучасної установки

Як зазначено вище, проаналізована система очищення має ряд недоліків, що впливає на якість зворотної води.

Вибір установки залежить від ряду факторів – це енергетичні, капітальні та експлуатаційні витрати.

Головними недоліками анаеробного процесу очищення є:

- виділення горючого газу метану;
- в ході метанового бродіння бактерії є дуже чутливими, до впливів інгібіторів;
- високі затрати на спорудження очисних систем;
- дотримання технологічних режимів очищення.

Розглянемо перегородчастий біореактор-фільтр, що також часто використовується для очистки легко окислюваних нетоксичних стоків.

Конструкція його досить проста, однак при необхідності її можна вдосконалювати необхідними конструкціями. Стічна забруднена вода проходить через перегородки, при цьому активний мул зосереджений внизу конструкції. Біогаз, що утворюється при метанобродінні відводиться вгору.

Конструктивні особливості перегородчастого біофільтру представлено на рисунку 4.3:

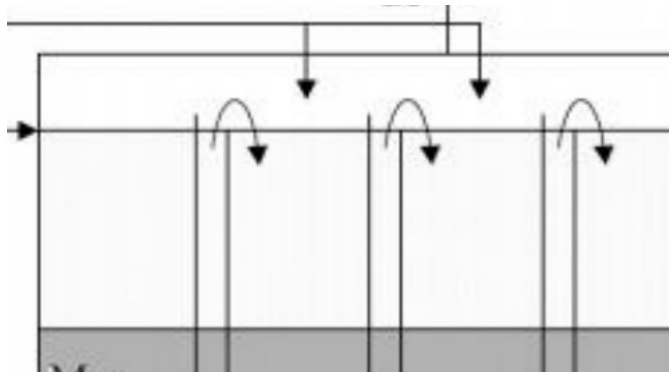


Рис.4.3. Конструкція перегородчастого біореактора:
СВ – стічна вода; *БГ*-біогаз; *ОВ*- очищена вода;

Параметри очищення стічної води:

- продуктивність по ХСК – 1-7 кгХСК/(м³ сут);
- мінімальне навантаження по ХСК – 2,5 кгХСК/м³;
- час гідравлічного перебування – 48-72 год;
- ефективність очищення по ХСК – 75-90% [19].

Для очистки стічної води також може слугувати контактний біореактор, його конструктивні особливості наведені на рисунку 4.4:

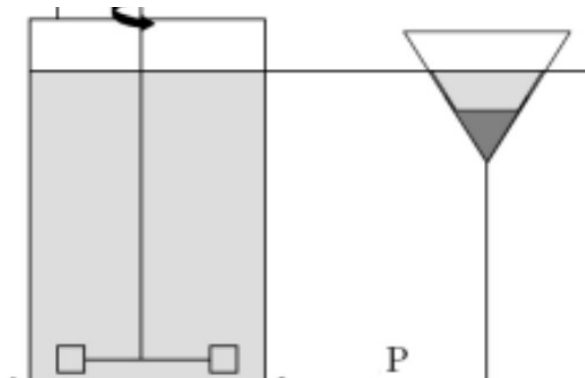


Рис.4.4. Схема контактної біореактора:
СВ-стічні води; БГ- біогаз; ОВ – очищена вода; P-рециркуляція.

Принцип дії реактора базується на використанні активного мулу, як і в попередніх системах очистки. Система є досить простою, однак передбачає допоміжне використання відстійника. Відбувається і видалення біогазу з допомогою системи дегазации, що попереджає винесення активного шару мулу.

Параметри установки:

- продуктивність по ХСК – 1-8 кгХСК/(м³ сут);
- мінімальне навантаження по ХСК – 2 кгХСК/м³;
- час гідравлічного перебування – 24-120 год;
- ефективність очищення по ХСК – 70-90% [20].

Однією з оптимальних установок може бути біореактор з висхідним потоком через анаеробного мулу. Конструктивні особливості цього біофільтру відображено на рисунку 4.5.

Конструкція біореактора функціонує за рахунок того, що активний мул гранулюється і затримується за рахунок газу відділяючого пристрою. При цьому затримування активного мулу здійснюється за рахунок високих седиментаційних властивостей мулу та газу відділяючого пристрою.

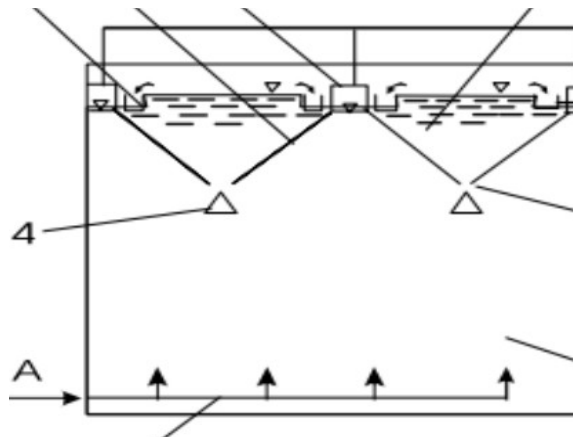


Рис.4.5. Конструктивна схема біореактора з висхідним потоком:

1 – розподільча система; 2- зона зброджування; 3 – газонаправляюча перегородка; 4 – дефлектор; 5 – щілина для виходу у зону відстоювання; 6 – газозбірний резервуар; 7 – відстійна зона; 8 – водозбірний резервуар; A - вхідна стічна вода; B – біогаз; V – очищена стічна вода.

Гранулювання здійснюється самочинним шляхом, при умові, що стоки містять легко окислювальні сполуки. В реакторі виділяють дві зони. Перша – мул на дні, з концентрацією сухих речовин 50-100 г/дм³, в ній відбувається очищення стічної води, а утворений метан рухається вгору. Вище розташований шар турбулентного перемішування фаз: мулу, речовини та біогазу. Концентрація мулу 3-10 г/дм³ [20].

Частки мулу переходять з нижнього шару у верхній, внаслідок флотації мулу та руху часток газу.

В газозбірниках відбувається процес відділення газу, а відділений мул повертається в зону зброджування. Стічна вода проходить між газозбірними ковпаками та дефлекторами і потрапляє у відстійники.

Розглянутий біофільтр має такі параметри:

- продуктивність по ХСК – 2 - 30 кгХСК/(м³ сут);
- мінімальне навантаження по ХСК – 0,3 кгХСК/м³;
- час гідравлічного перебування – 2-72 год;
- ефективність очищення по ХСК – 80-90%;
- функціонування при температурі 35-37°C.

Анаеробний біофільтр третього покоління – анаеробний біореактор з псевдо зрідженим шаром активного мулу.

В установці було досягнуто збільшення масообміну між гранулами та стоком, що очищається. За рахунок високої швидкості висхідного потоку 5- 12 м/с, відбувається активна рециркуляція. Саме цей біореактор дозволяє очищати низько концентровані стоки даної промисловості.

Основні технічні показники фільтру :

- продуктивність по ХСК – 8-40 кгХСК/(м³ сут);
- мінімальне навантаження по ХСК – 0,3 кгХСК/м³;
- час гідравлічного перебування – 1-21 год;
- ефективність очищення по ХСК – 85-98%;
- функціонування при температурі 35-37°C [21].

На рисунку 4.6 відображено наочне зображення біореактора-фільтра, з чого можемо охарактеризувати основні конструктивні особливості [22].

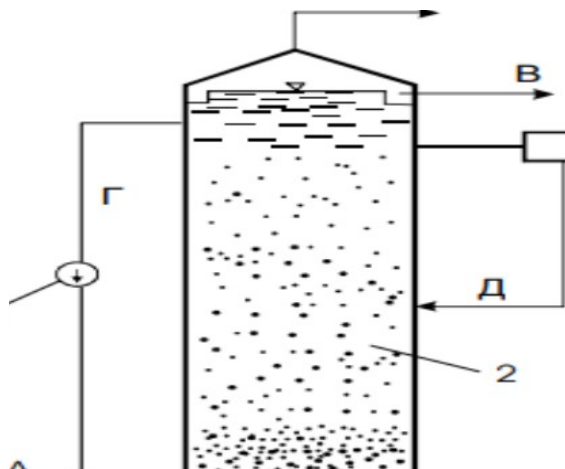


Рис. 4.6. Анаеробний біореактор з розширеним шаром активного мулу:

1 – розподільча система; 2 – шар частинок носія; 3 – пристрій для видалення надлишкової плівки; А – вхідна стічна вода; Б – біогаз; В – очищена стічна вода; Г – рециркуляція стічної води; Д – повернення часток носія;

Усі біореактори, що описані вище, мають досить високий ступінь очищення по ХСК, однак всі належать до різного покоління установок. Контактний та перегородчастий реактори є досить простими конструкціями для очистки стічних вод і мають високу ефективність

очистки. Однак є досить застарілим типом обладнання, і дуже великий час гідравлічного перебування до 120 годин, що не є енергоефективним. Показник продуктивність по ХСК також є досить низьким.

Біореактор з висхідним потоком є більш вдосконалений, порівняно з контактним, і має високі показники очистки по ХСК, але все ж поступається біореактору з розширеним шаром активного мулу.

Біореактор з розширеним шаром є одним із найсучасніших комплектації, і випереджає інше обладнання за такими показниками, як продуктивність ХСК, мінімальне навантаження по ХСК, має мінімальне завантаження по часу та ефективне очищення по ХСК.

Розділ 5

Еколого-економічне обґрунтування ефективності модернізації очисного обладнання

В ході діяльності підприємства, утворюються шкідливі речовини, що викидаються в атмосферу, водне середовище та накопичуються у літосфері.

Відповідно до чинного законодавства передбачено економічний податок за ці забруднення.

Розрахунок податку на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря здійснюється відповідно до формули [23]:

$$P_{\text{е середовищ}}$$

де M_i - обсяг відходів i -того викиду, т; $Н_{\text{П}}$ - ставка податку в поточному році на тонну i -того викиду відходів у гривнях, грн / т.

В табл. 5.1. вказується грошова ставка за 1 тонну викинутої речовини та розраховано відповідний екологічний податок за викиди

Таблиця 5.1 – Розрахунок екологічного податку за викиди в атмосферу

Найменування речовини	M_i , т/рік	$Н_{\text{П}}$, грн/т	$P_{\text{вс}}$, грн/рік
Сірководень	0,000076	7879,65	0,598
Аміак	0,00099	459,85	0,455
Метантіол	0,000000014	4016,11	0,000056
Етантіол	0,000000013	738187,86	0,0095
Оксид вуглецю	0,0042	92,37	0,38
Оксид азоту	0,00021	2451,84	0,51
Метан	0,0157	92,37	1,45
Всього	0,02117	-	3,4

В таблиці 5.2 розраховано екологічного податок за розташування 1 тонни відходів на звалищі.

Таблиця 5.2 – Екологічний податок за розміщення відходів

Найменування речовини	Кт	Ко	Мі, т/рік	Нпі, грн/т	Пвс, грн /рік
Відходи очистки-осад ТВ	3	3	549	5	24705
Ущільнений осад	3	3	110	5	4950
Всього					29655

В таблиці 5.3 розраховано екологічний податок за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Таблиця 5.3 – Екологічний податок за скиди у водні об'єкти

Найменування речовини	Млі, т/рік	Кос	Нпі, грн/т	Пс, грн/рік
Завислі речовини	0,378	1	46,19	243,658
БСК	0,648	1	644,6	30,2
Нітрати	2,7	1	138,57	374,139
Хлориди	67,068	1	46,19	3097,87
Сульфати	14,58	1	46,19	678,45
Всього				4424,317

Розрахунок податку після впровадження модернізації, враховуючи зменшення викидів забруднюючих речовин на 20% та відсутності збитку за перевищення викидів ГДС у водний об'єкт. В таблиці 5.4 обраховано податок за викиди забруднюючих речовин в атмосферу після модернізації очисних споруд.

Таблиця 5.4 – Розрахунок екологічного податку за викиди в атмосферу

Найменування речовини	Мі, т/рік	Нпі, грн/т	Пвс, грн/рік
Сірководень	0,0000608	7879,65	0,0479
Аміак	0,000792	459,85	0,364
Метантиол	0,000000008	4016,11	0,000032
Етантиол	0,0000000104	738187,86	0,0076
Оксил вуглецю	0,00336	92,37	0,31
Оксид азоту	0,000168	2451,84	0,41
Метан	0,01256	92,37	1,160

В таблиці 5.5 розраховано податок за розміщення відходів після модернізації.

Таблиця 5.5 – Екологічний податок за розміщення відходів

Найменування речовини	Кт	Ко	Мі , т/рік	Нпі, грн/т	Пвс, грн/рік
Відходи очистки-осад ТВ	3	3	549	5	19764
Ущільнений осад	3	3	110	53960	
Всього					23724

В таблиці 5.6 обраховано екологічний податок за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти

Таблиця 5.6 – Екологічний податок за скиди у водні об'єкти

Найменування речовини	Мі, т/рік	Кос	Нпі, грн/т	Пвс, грн/рік
Завислі речовини	0,378	1	46,19	194,9
БСК ₅	0,648	1	644,6	24,16
Нітрати	2,7	1	138,57	299,3
Хлориди	67,068	1	46,19	2478,29
Сульфати	14,58	1	46,19	542,76
Всього				3539,45

Розділ 6

Охорона праці на підприємстві

На підприємстві особою, що обслуговує очисне та технічне обладнання, є оператор очисних споруд та оператор виробничих споруд. Технологічне устаткування, що використовується на підприємстві для виробництва продукції включає в себе такі елементи: ємність для молока, насос, пастеризатор, сепаратор-очисник; гомогенізатор; резервуар для сквашування; насос; розливний автомат.

Очисне обладнання складається з таких конструктивних елементів: решітка ручної чистки; насосна станція; анаеробні біореактори-фільтри; розподільча камера; резервуар- усереднювач; аеробні періодично-закриті біофільтри; тонкошаровий відстійник; накопичувач-ущільнювач.

Всі перелічені вище елементи обладнання мають напругу 220 В, а потужність силових установок очисних споруд складає до 10 кВт.

Підприємство використовує електроенергію з міської електромережі. На території підприємства розташовується трансформаторна підстанція.

Котельні і компресорні ділянки оснащені вибухозахисними клапанними системами, які працюють під напругою 220В.

Причинами негативного впливу на оператора в ході виробничого процесу може стати:

- ураження електричним струмом;
- травма від рухомих елементів обладнання;
- механічна травма при обслуговуванні устаткування;
- опік в разі підвищеної температури поверхні.

Безпека працівників багато в чому залежить від властивостей технологічного обладнання зберігати безпечний стан при виконанні заданих функцій в певних умовах на протязі встановленого часу.

При розміщенні обладнання слід дотримуватись вимог, які забезпечують проведення санітарного контролю за виробничими процесами, а також можливість миття, прибирання і дезинфекції приміщень і обладнання. Обладнання, апаратура, молокопроводи повинні щодня після закінчення технологічного циклу піддаватись миттю та дезинфекції.

Гарячі поверхні машин необхідно термоізолювати, рухомі частини потрібно огорожувати.

Розглянемо в даному підрозділі вплив на оператора всіх факторів виробництва, на його робочому місці, тобто в приміщенні виробничого цеху чи на території очисних споруд.

На заводі мають місце небезпечні і шкідливі фактори, що підрозділяються на фізичні, хімічні, психофізичні і санітарно-гігієнічні.

Фізичні фактори:

- рушійні машини і механізми, вироби, що рухаються, заготівлі і матеріали;

- підвищена температура поверхонь устаткування, матеріалів;

- підвищеним рівень шуму на робочому місці;

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;

- підвищена яскравість світла;

- підвищений рівень вібрації;

- підвищений рівень ультразвуку;

- знижений рівень освітленості;

- незахищені (необгороджені) рухливі елементи устаткування;

- відхилення від оптимальним норм температури, відносної вологості швидкості повітря в робочій зоні.

Хімічні фактори:

- зниження вмісту кисню в ємкостях;

- наявність в робочій зоні шкідливих хімічних речовин.

Санітарно-гігієнічні фактори:

- небезпека зараження інфекційними захворюваннями (у тому числі кишковими, шкірно-венеричними);

- небезпека зараження гепьмитозами.

Таблиця 6.1 - Небезпечні та шкідливі фактори

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1	Електричний струм	Експлуатаційні	U=380В U=220В	ДБН А.3.2-2-2009 р.10
2	Підвищений і рівень шуму та вібрації	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції	Рівень 80 дБ	ДСН 3.3.6037-99 ДСН 3.3.6. 039-99
3	Шкідливі речовини	Ремонт мереж каналізації, хлорування	ПДК NO ₂ -2мг/м ³ ПДК Р -0,03 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-88 НПАОП 40.2-7.01-97
4	Недостатнє освітлення	Виконання робіт по експлуатації, ремонту інженерних систем	3 лк	ДБН В.2.5-28-2018 ГОСТ 12.1.046-85
5	Параметри мікроклімату	Експлуатація систем (Середньої важкості Па)	Температура повітря, 19-21°С Відносна вологість, 60-40 % Швидкість руху повітря, 0,2 м/сек	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
6	Пожежна безпека	Експлуатація і ремонт інженерних систем	Клас вибухонебезпечності В II а; Категорія Г; Ступінь вогнестійкості II	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

Висновки

1. Підприємство ТОВ «Оржицький молокозавод» розташовано в с.Заріг, Оржицького р-ну, Полтавської області, вул. Миру, 24. Підприємство займається виробництвом молочних та кисломолочних продуктів. Випуск готової продукції сягає 6205 тонн на рік.
2. Підприємство має технологічне обладнання для випуску: молока, пряженого молока, кефіру, ряжанки, сметани, сиру, масла та йогурту. Сировина, що потрапляє на виробництво піддається ретельній перевірці за всіма показниками якості відповідно до ДСТУ.
3. Підприємство знаходиться в Європейсько-Сибірській лісостеповій області, Лівобережно-Дніпровському лісостеповому краї, клімат помірно-континентальний, теплий, недостатньо вологий. Кліматичні умови є досить сприятливими для діяльності підприємства. Поблизу не знаходяться об'єкти природно-заповідного фонду, що дозволяє функціонуванню підприємства.
4. В ході виробництва утворюються шкідливі речовини. В атмосферне повітря виділяються такі забруднюючі речовини, як : сірководень, аміак, метантиол, етантиол, оксид вуглецю, оксид азоту, метан. При цьому межі СЗЗ витримані, понад нормованих викидів не здійснюється.
5. Скиди зворотніх вод здійснюються в річку Оржиця. Підприємство має відповідний дозвіл на норми ГДС, порівнюючи з фоновими показниками відбувається перевищення за такими показниками: ХСК, БСК та зважені речовини.
6. Відходи, що утворюються в процесі очистки води – активний мул та інші домішки накопичуються в накопичувачі-ущільнювачі та вивозяться асенізаційною машиною.
7. Система очистки включає анаеробне та аеробне очищення за участю анаеробного біореактора з низхідним потоком та періодично

занурених біофільтрів. Біореактор з низхідним потоком є установкою другого покоління та очищає за показником ХСК – 70-75%, що є не надто ефективно.

Список використаної літератури

1. Звіт з оцінки впливу на довкілля ТОВ «Оржицький молокозавод»: офіц. текст: 2012. 105с.
2. Прокаев В.И. Физико-географическое районирование: учебн. пособ. для студ. пед ин-тов геогр. спец.: монография. Просвещение. 1983. 176с.
3. Український гідрометерологічний центр. Інформаційний сервер погоди. URL: <https://meteo.gov.ua/ua/33312/climate/climate/> (дата звернення 3.04.2024р).
4. ДСТУ 3662:2018. Національний стандарт України. «Молоко – сировина коров'яче. Технічні умови». [Чинний від 2019.01.01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 23с.
5. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: навч. вид. Київ: Вища освіта, 2006. 351с.
6. Рибак О.М. Технологія молока і молочних продуктів. Технологія незбираномолочних продуктів і морозива: курс лекцій. Тернопіль. 2016. 165с
7. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія молочних продуктів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2013. 502с.
8. Гвоздєв О.В., Ялкачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Сердюк М.М. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2006. 479с.
9. Малежичко І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв: навч. посіб. НУХТ, 2003. 400с.
10. Лукьянов Н.Я., Барановский Н.В. Оборудование предприятий молочной промышленности: монография. Пищ. пром-сть, 1968. 216с.
11. Татим А.Й. Йогурты и другие кисломолочные продукты: уч. пособ./ за ред. А.Й. Татим, Р.К. Робинсон. Москва: ГНОРД, 2003. 664с.

12. ДБН А.2.2.-1-2003. Склад і зміст матеріальної оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків, споруд. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2004. 12с.
13. Закон України. Інформаційно- правовий портал. Державні санітарні правила охорони населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) URL: <http://www.uazakon.com/big/text1359/pg2.htm> (дата звернення 4.04.2023р).
14. Запольський А.К. Водовідведення, водопостачання та якість води: навч.посіб. Київ: Вища школа, 2005. – 671с.
15. Про затвердження інструкції про порядок розробки та затвердження ГДС речовин у водні об'єкти із зворотніми водами: наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 15.12.94 р. №116. Офіційний вісник України.2017. № 4. С. 55–59.
16. Водний кодекс України: Закон України від 07.02.2017р. №1830- VIII. Відомості Верховної Ради України. 2017. №11.ст.100.
17. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. Розділи А.1-А.20. Від 22.01.2008. №18. URL: <http://plast.vn.ua/DK005-96.html> (дата звернення 07.06.2019р.).
18. Косесников В.П., Вильсон Е.В. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях:уч.пособ./под ред. В.К. Гордеева-Гаврикова. Ростов – на – Дону, 2005. 212с.
19. Реуленко Є.І., Косова В.П. Конструктивні особливості біореакторів. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». URL: <http://www.rusnauka.com/pdf/234230.pdf>
20. Мальований М.С., Пертушка І.М. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами: монографія. Львів, НТУ «Львівська політехніка», 2012. 180с.

21. Барнес Д. Анаэробные процессы очистки сточных вод: монография / за ред. Д. Барнес, П.А. Фитудждеральд. Москва, Экологическая биотехнология, 1990. 37-39с.
22. Загорський В.А., Данилович Д.А., Козлов М.Н., Мойжес. О.В. Водопостачання та санітарна техніка: навч . посіб. Київ, 2004. 5-8 с.
23. Варламов Т.В. Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными предприятиями: науч.пособ. /под ред. Варламова Т.В. Киев: Гидрометеоздат, 1986. 234с.
24. Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів: наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 20.07.2009р.№ 389. Відомості Верховної Ради України 2009.136с.
25. Про затвердження Вимог безпеки та захисту здоров'я під час використання обладнання працівниками: наказ Міністерства соціальної політики України від 28.12.2017. №2072. Відомості Верховної Ради України 2017.53с.
26. Про затвердження правил пожежної безпеки в Україні: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 31.07.2017. № 657. Відомості Верховної Ради України 2017.235с.
27. СанПіН 2.1.6.1032-01. Гігієнічні вимоги до забезпечення якості атмосферного повітря населених місць: наказ Міністерства охорони здоров'я України: офіц. текст.Київ.2001, 54с.
28. Ушкаренко Ю. Особливості впливу підприємств харчової промисловості на навколишнє середовище / Юлія Ушкаренко. // Херсонський державний університет. – 2016. – №12. – С. 1–5.
29. Дятлова Т. В. Очистка сточных вод молокозаводов / Т. В. Дятлова, С. Г. Певнев, Т. Г. Федоровская. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – №2. – С. 12–15

30. Благодарная Г. И. Анализ методов очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности / Г. И. Благодарная, А. А. Шевченко. // Харьковская национальная академия городского хозяйства. – 2015. – С. 1–3.

31. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»)/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун–т міськ. госп–ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.

32. Саблій Л.А. Біотехнологія очищення стічних вод підприємств молочної промисловості/ Л.А. Саблій, С.В. Кононцев// Вісник УДУВГП. – 2003. – №2. – С. 142–150.

33. Britz JT, van Schalwyk C, Hung YT. Treatment of dairy processing wastewaters. In: Wang LK, Hung YT, Lo HH, Yapijakis C, editors. Waste treatment in the food processing industry. Boca Raton, FL, USA: CRC Press; 2006. pp.1–25.

34. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. д-ра техн. наук / Л.А. Саблій. – Київ, 2011. – 40 с

35. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод /Саблій Л .А.: Монографія.– Рівне: НУВГП,2013. -291 с

36. Karadag D, Köroğlu OE, Ozkaya B, Cakmakci M. A review on anaerobic biofilm reactors for the treatment of dairy industry wastewater. Process Biochem. 2015;50:262– 71. 10.1016/j.procbio.2014.11.005

37. Nadais M., Capela M., Arroja L. Anaerobic treatment of milk processing wastewater. Handbook of environmental engineering, vol. 11. Environmental bioengineering. New York, NY, USA: Humana Press, Springer; 2010. pp. 555–618.

38. Саблій Л.А. Анаробно-аеробне очищення висококонцентрованих стічних вод/ Лариса Андріївна Саблій. // Науково-технічні вісті. – 2011. – №1. – С. 1–7.

39. Саблій Л. А. Технологія та обладнання для анаеробно-аеробного очищення стічних вод / Л.А. Саблій, М. В. Бляшина// Міжнародна виставка-конференція WastECo. – 2012. – С. 1.