

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 631.364.1

МОРГУН ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА З РОЗРОБКОЮ ФІЛЬТРА ОХОЛОДЖУВАЧА

(тема роботи)

208 «Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело _____

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Сукманюк Олена Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.і.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Моргун О.С. Удосконалення системи первинної обробки молока з розробкою фільтра охолоджувача. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В даній кваліфікаційній роботі проведено розрахунок технологічної лінії первинної обробки молока. Наведені основні способи охолодження та проведена характеристика пристроїв для очищення та охолодження молока. Здійснено розрахунок продуктивності потоково-технологічної лінії первинної обробки молока.

Проведений аналіз існуючих конструкцій молочних фільтрів та запропоновано вакуумний фільтр-охолоджувач молока.

Ключові слова: *очищення, охолодження, фільтр, молоко, ферма.*

ABSTRACT

Morhun O. S. Improvement of the system of primary processing of milk with the development of a cooler filter. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 - Agroengineering. - Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In this qualification work, the calculation of the technological line of primary processing of milk was carried out. The main methods of cooling are presented and the characteristics of devices for cleaning and cooling milk are carried out. The productivity of the flow-technological line of primary processing of milk was calculated.

An analysis of existing designs of milk filters was carried out and a vacuum milk filter-milk cooler was proposed.

Key words: *cleaning, cooling, filter, milk, farm.*

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА	6
1.1. Основи розрахунку первинної обробки молока	6
1.2. Основні способи охолодження молока	8
1.3. Характеристика пристроїв для очищення та охолодження молока	11
1.4. Розрахунок продуктивності потоково-технологічної лінії первинної обробки молока	16
1.5. Висновки по розділу	17
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	18
2.1 Аналіз існуючих конструкцій молочних фільтрів	18
2.2. Опис будови та роботи запропонованої конструкції	20
2.3. Конструктивні розрахунки	22
2.4. Висновки по розділу	25
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ПРАЦІ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ	26
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

ВСТУП

Система утримання тварин значною мірою визначає технологію виробництва продукції тваринництва. Перспективна технологія утримання тварин має передбачати зручне розміщення, впровадження комплексної механізації та автоматизації.

Тенденція виробництва продуктів харчування відкриває перспективи для одержання на фермах молока від корів із збереженням індивідуальних властивостей, свіжого смаку та корисних компонентів.

У молоці містяться всі необхідні найважливіші та цінні компоненти для життєдіяльності організму людини [7-12]. Відомо, що в 1 мілілітрі свіжовидоєного молока міститься до 186 000 бактерій, а при температурі молока +20 °С через 5 годин число мікроорганізмів досягає вже 2 мільйонів.

Таким чином, знижуючи температуру зберігання молока на фермі, можна значно продовжити його бактерицидну фазу при умові низької початкової обсіменіння.

Для цього сире молоко після доїння має пройти очищення та охолодження до температури (4±2) °С не більше 2 годин. Для призупинення розмноження бактерій достатньо охолодити молоко до температури 10 °С.

При охолодженні треба враховувати час доставки відразу після доїння (з ферми) до місця обробки молока (на завод). Молоко охолоджують до 10°С, якщо час доставки не перевищує 6 годин. Якщо доставка здійснюється протягом 12 годин, то молоко охолоджують до 8°С, а якщо молоко охолодили до 5 ° С, то його можна буде доставляти протягом 24 годин.

Після закінчення фільтрації проводять охолодження молока різними способами залежно від кількості молока, що охолоджується на добу.

Актуальною проблемою є використання штучного холоду для охолодження молока у фермерських умовах. Сумарне споживання енергетичних ресурсів щорічно зростає. Проте енергетичні ресурси, які доступні людству обмежені.

Одним із напрямків удосконалення процесу первинної обробки та охолодження молока є включення до складу установок охолодження молока більш енергоефективних.

Таким чином, удосконалення технології первинної обробки молока, шляхом зниження енерговитрат на охолодження, є актуальним питанням для виробництв.

Мета дослідження: підвищення ефективності молочних продуктів за рахунок удосконалення технологічного процесу первинної обробки молока на фермі великої рогатої худоби.

Об'єктом розробки є процес охолодження молока з використанням вакуумного молочного фільтра..

Предмет розробки – конструкція вакуумного молочного фільтра для очищення та охолодження молока.

Для виконання даної мети було вирішено такі завдання:

- провести розрахунок технологічної лінії первинної обробки молока;
- аналіз існуючих конструкцій молочних фільтрів;
- розробити конструкцію вакуумний фільтр-охолоджувач молока.

Публікації:

Моргун О.С. Основи розрахунку первинної обробки молока. Наукові читання – 2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 травня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 73-76.

Моргун О.С. Основні способи охолодження молока. Наукові читання – 2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 травня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 81-83.

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 30 сторінок машинописного тексту, містить 11 рисунків та 2 таблиці, списку використаних джерел з 16 найменувань.

РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

1.1. Основи розрахунку первинної обробки молока

Основи якості молочних продуктів закладаються вже при його виробництві на фермі. Разом з тим, завдяки специфіці виробництва молока, воно неминуче одержує деяку обсіменіння бактеріями, а особливості складу роблять із нього сприятливе середовище для їх зростання. В одному мілілітрі свіжовидоєного молока може утримуватися від кількох тисяч, якщо тварини здорові, і дотримані санітарно-гігієнічні вимоги, до декількох мільйонів бактерій, якщо тварини хворі, а стандарти гігієни і дезінфекції порушено. Таким чином, чистота вихідного продукту забезпечується фізичним станом тварин, дотриманням правил доїння, своєчасним та якісним миттям та дезінфекцією доїльного обладнання.

Молоко, що надходить у торговельну мережу, повинно відповідати вимогам ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Поділяють на сорти: вищий, перший, другий і не сортовий.

Таблиця 1.1 – Показники сортності молока

Найменування показників	Норма для молока сорт			
	екстра	вищий	перший	другий
Смак і запах	Чистий без сторонніх запахів та присмаків, що не відповідають свіжому натуральному молоку			Виражений кормовий присмак та запах
Кислотність	16-18	16-18	16-20,99	<15,99 і >21,00
Густина	1028,0	1027,0	1027,0	<1026,9

Технологія первинної обробки молока (рис. 1.1.) на фермах включає очищення свіжовидоєного молока від механічних домішок, охолодження його до температури 4 °С і зберігання при даній температурі в резервуарах-охолоджувачах. При виникненні епізоотії на фермі молоко повинне зазнавати термічної обробки – пастеризації.

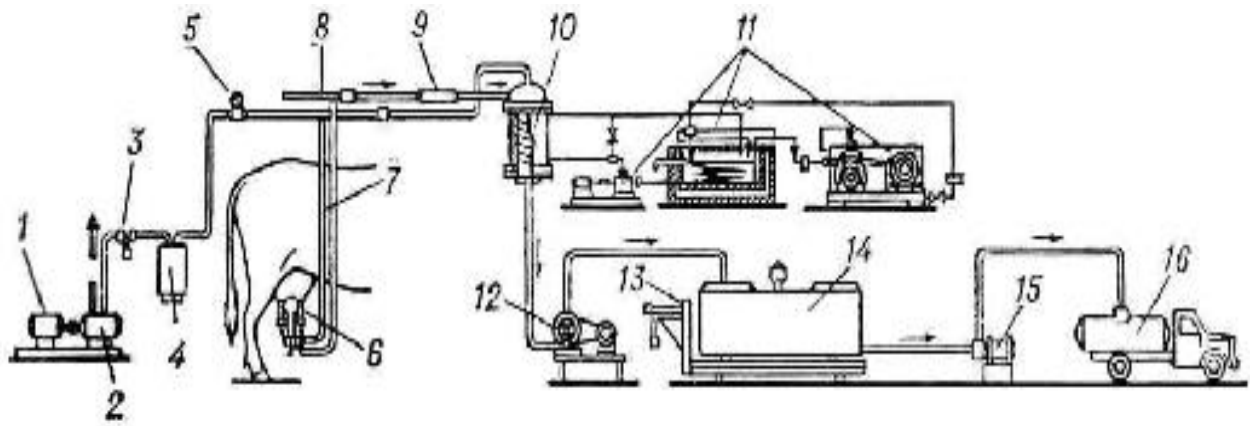


Рисунок 1.1. Схема первинної обробки молока: 1 – електродвигун, 2 – вакуумний насос, 3 – вакуум-регулятор, 4 – вакуумний балон, 5 – вакуумметр, 6 – доїльний апарат, 7 – молочні шланги, 8 – молокопровід, 9 – фільтр, 10 – охолоджувач, 11 – холодильне обладнання, 12 – молочний насос, 13 – компресорна установка, 14 – молочний танк, 15 – молочний насос, 16 – молоковоз

Молоко після доїння має бути очищене та охолоджене. Охолодження молока проводять у господарствах не пізніше 2 год після доїння до температури 4 ± 2 °С [1-4].

Вибір обладнання для первинної обробки молока та їх кількості на фермі великої рогатої худоби залежить від чисельності дійного стаду, продуктивності корів і часу зберігання молока.

Всі зусилля щодо отримання якісного молока можуть бути зведені нанівець поганим охолодженням молока. В країні на даний момент охолодження свіжовидоєного молока, як правило, проводиться в термоізованих ваннах для його охолодження та зберігання, обладнаних водяним охолодженням та безпосереднім охолодженням фреону, що випаровується.

Ефективність охолодження невисока. Так, навіть за паспортними даними, для резервуару тривалість охолодження молока від початкової температури 32°С до 4 ± 1 °С при 50% заповненні становить 3 години. Неналежна робота компресора, зношена теплоізоляція значно подовжують даний час, а кінцева температура часто не досягає необхідної величини. Але навіть в ідеальних умовах, коли молоко охолоджується нормально працюючим апаратом, при тривалому охолодженні практично вичерпується час бактерицидної фази (табл. 1.2), внаслідок чого молоко на фермі можна зберігати не більше 12...18 годин. Таким чином, в існуючих умовах молоко

на переробку необхідно направляти щодня, а часом і частіше після кожної доїння. Це робить витрати на транспортування молока зараз суттєвими. Ще одним важливим питанням економії коштів є організація доставки молока на переробку. Сучасні системи охолодження молока здатні забезпечити якісне охолодження та зберігання молока на фермі до 36 год. однак, наявний автотранспорт часто не в змозі перевезти весь об'єм молока за один рейс, що не дозволяє ефективно використовувати більш об'ємні системи охолодження молока та організацію забору молока за схемою "раз- в-два-дні". [2-4]

Таблиця 1.2. Зв'язок між температурою молока та тривалістю бактерицидної фази

Температура молока, °С	7	30	25	10	5	0
Тривалість бактерицидної фази, год.	2	3	6	24	36	49

За кордоном практикують швидке охолодження молока до 4°С або навіть до 2°С, що дозволяє здійснювати забір молока з ферми з дво- чи триденними інтервалами. Разом з тим, дуже важливо розуміти, що охолодження – це лише додатковий засіб, а чи не заміна суворого дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Таким чином, на даний момент єдиним способом збереження якості молока на молочно-товарній фермі є його швидке охолодження до температури нижче за 4°С. Це дозволяє уповільнити зростання бактерій у молоці та продовжити бактерицидну фазу і є першорядним завданням молокоохолоджувального обладнання.

Таким чином, знижуючи температуру зберігання молока на фермі, можна значно продовжити термін зберігання молока.

1.2. Основні способи охолодження молока

Пряме охолодження

Дана система охолодження молока отримала найширше розповсюдження у світі. Дно ємності вбудовано з випарником таким чином, що теплота молока через його стінку безпосередньо передається холодоагенту. Фреон випаровується, забираючи тепло від молока.

До основних переваг устаткування даного типу відноситься простота і дешевизна. Однак, зважаючи на те, що резервуари прямого охолодження не мають акумулятора холоду, для забезпечення роботи холодильного

обладнання необхідна постійна робота потужного компресора. Причому робота компресора здійснюватиметься разом із роботою доїльної установки, що висуває серйозні вимоги до системи електроживлення ферми. При роботі даного обладнання відбувається наморозування молока на стінки танка, або перші порції молока до 200 л не охолоджуються. Крім того, порції молока від різних надоев з різною температурою змішуються, що призводить до значних коливань температури продукту, що зберігається, і різко знижує швидкість охолодження другого і наступних надоев. Це негативно впливає на якість продукту. Робота компресора при охолодженні перших порцій молока протікає у важких умовах з перевантаженням, характеризується великою кількістю циклів запуску. Питома витрата електроенергії на охолодження 16...20 кВт·год/т.

Охолодження за допомогою холодоакумулятора – непряме охолодження. У системах даного типу випарник поміщений у ємність з охолоджувачем – водою, акумуляція холоду здійснюється шляхом наморозування льоду. Випарник є системою трубок, в яких випаровується фреон. Найважливішою перевагою системи охолодження молока з використанням холодоакумулятора є те, що вона дозволяє суттєво знизити необхідну потужність компресора та розвести за часом роботу компресора та доїльної установки. Це дуже важливо для зниження вимог до ліній електроживлення. Системи даного способу охолодження особливо ефективні при використанні нічних тарифів, які дозволяють з надлишком компенсувати дещо вищі питомі витрати на охолодження молока, характерні для непрямого охолодження. Крім того, робота компресора протікає в значно м'якшому режимі, практично виключається підвищення тиску фреону при охолодженні перших порцій молока, частота його включення теж значно нижча. Для даної системи час охолодження молока до 4° складає 2,5...3 години.

З двох можливих варіантів реалізації непрямого охолодження – наморозування льоду в акумуляторі та потокове охолодження води (чилер), на практиці використовують наморозування льоду. Чилери не дають істотних переваг у порівнянні з системами прямого охолодження, а їхня вартість та складність висока. Питома витрата електроенергії на охолодження 17...21 кВт·год/т.

Установки із системою попереднього охолодження. Молоко через фільтр подається на проточний охолоджувач [1]. В охолоджувачі молоко охолоджується артезіанською водою [2-4]. Глибина охолодження продукту визначається власне температурою води, що охолоджує, і ефективністю охолоджувача. Нормальним вважається охолодження молока до

температури на 2...4°C вище за температуру холодоносія. Доохолодження продукту здійснюється у ємності для зберігання. Підігріту воду використовують для напоювання тварин. У холодну пору року це позитивно впливає на надої, оскільки тепла вода вимагає меншої витрати енергії кормів, що поїдаються, на її нагрівання до температури тіла тварини.

Попереднє охолодження за допомогою холодної водопровідної води знижує загальні та експлуатаційні витрати підприємства за рахунок зниження потреби у холоді, що виробляється холодильною машиною. Крім цього, значно скорочується час охолодження молока, в ємність молоко надходить вже з температурою 12... 18°C. Особливо важливо, що в області критичних температур, вищих за 15 °C, молоко знаходиться лічені хвилини. Доохолодження триває 1...1,5 години. Це дозволяє гарантовано зберегти якість видоєного молока.

Дообладнання вже працюючих молокоохолоджувальних установок перших двох типів системою попереднього охолодження більш ніж двічі скорочує витрати енергії для проведення процесу. Установка може бути обладнана менш потужним компресором. Питома витрата електроенергії на охолодження 8...12 кВт·год/т.

Швидке ("миттєве") охолодження.

У разі використання для охолодження молока проточних теплообмінників за допомогою крижаної води можливе зниження температури продукту одразу до температури зберігання 4°C. Охолодження продукту здійснюється за кілька десятків секунд. Початкова якість продукту зберігається повністю. Ця система дозволяє відмовитися від системи охолодження ємностей, для зберігання використовуються стаціонарні термостатовані ємності або напівпричепи, що використовуються також для транспортування молока на переробку. У разі санітарна обробка проводиться після доставки молока на переробне підприємство на центральному мийному пункті.

Комбіноване охолодження.

Комбіноване охолодження відноситься до схеми потокового охолодження. У цьому випадку первинне охолодження продукту здійснюється за схемою з попереднім охолодженням проточною водою, яке доохолодження проводиться за схемою "миттєвого" охолодження [5]. При цьому ефективно поєднуються переваги обох схем: економічність першої та максимальне збереження якості свіжовидоєного молока другої. Таким чином, енергозберігаючий ефект від попереднього охолодження буде суттєво вищим. Питома витрата електроенергії на охолодження 4-12 кВт·год/т.

1.3. Аналіз обладнання для очищення та охолодження молока

На фермах ВРХ процес очищення молока здійснюється за допомогою фільтрів чи центрифуг.

Очищення молока фільтруванням проводиться напірним чи безнапірним методом [1]. При напірному методі використовуються фільтри типу АДМ.09.200 [3].

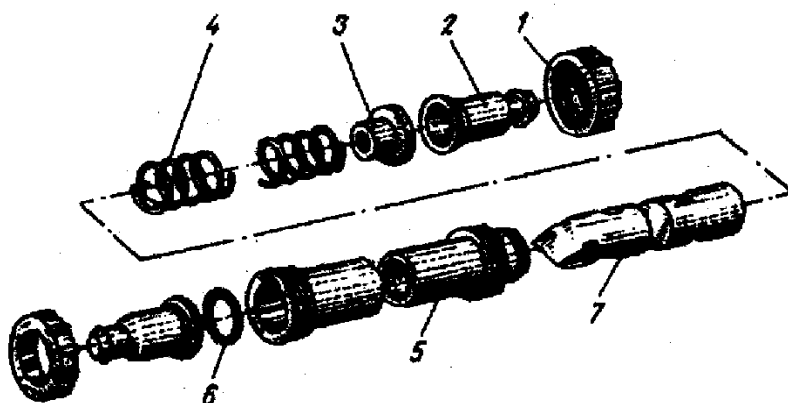


Рисунок 1.2. Фільтр АДМ.09.200 [3]: 1 – перехідник; 2 – гайка; 3 – пробка; 4 – розпірна спіраль; 5 – корпус; 6 – прокладка; 7 – елемент фільтрації.

Молоко з доїльної установки подається насосом на фільтруючий елемент [3]. При такому фільтруванні через фільтруючу тканину є свої особливості так як в процесі виникає високий тиск і забруднюючі частинки комбікорму, епітелій, мікробні конгломерати тощо не затримуються фільтруючою тканиною, а подрібнюються і потрапляють в молоко [3- 5].

При безнапірному фільтруванні – ціджені застосовують фільтри (багато шарів) з полімерних тканин – лавсанів. Також використовують бязі (рослинні тканини), які добре очищують, але швидко забруднюються та гниють.

Після закінчення фільтрації проводять охолодження молока різними способами залежно від кількості молока, що охолоджується на добу.

Основними резервами підвищення ефективності використання систем первинної обробки молока є: зниження початкового бактеріального обсіменіння молока шляхом якісного та своєчасного видалення механічних домішок, а також покращення режиму промивання та санітарного стану обладнання; вибір раціональної схеми компонування системи виходячи з умов виробництва та технічних можливостей обладнання; вибір

раціонального режиму зберігання молока на основі початкових показників якості молока, тривалості зберігання та умов доставки його споживачеві.

Існуючі технології та установки для первинної обробки молока не задовольняють вимогам сільськогосподарського виробництва та мають ряд недоліків: велика металомісткість, низька надійність, висока витрата електроенергії; негативний вплив на навколишнє середовище тощо. Тому питання удосконалення систем для первинної обробки молока вимагають продовження досліджень і розробок.

Одним із ефективних шляхів зниження енерговитрат, підвищення надійності систем охолодження та екологічної чистоти процесу охолодження молока на фермах є розробка та застосування енергозберігаючих комбінованих систем первинної обробки молока.

При виробництві молока основним завданням було забезпечення його збереження шляхом охолодження до температур, що перешкоджають швидкому розвитку бактерій і бактерій. Тому конструкції пристроїв для охолодження молока дуже різноманітні.

Найбільш затребувані та використовуються пластинчасті, трубчасті теплообмінники та резервуарні охолоджувачі. Пластинчасті теплообмінники складаються з наборів пластин, плит та гвинтових штанг. Набір пластин, кількість яких визначає продуктивність теплообмінника, стискається гвинтовими штангами між плитами. У плитах влаштовані штуцери для кріплення трубопроводів, що підводять і відводять молоко і воду, що охолоджує.

Найчастіше молоко і воду здійснюють зустрічним (протиточним) рухом з різних боків пластин (рис. 1.3). В даному випадку холодоагентом є вода, взята зі свердловин – холодна, або охолоджена спеціальними холодильними машинами – крижана. Ефективність теплопередачі залежить від площі теплопередачі та теплопровідності пластин. Для збільшення площі пластини виготовляють її гофрованою, а теплопровідність досягається спеціальним складом нержавіючої сталі, з якої виготовляють пластини, мінімізацією їх товщини.

Герметичність пакета пластин забезпечується гумовими прокладками, наклеєними у спеціальні канавки пластин. При стисканні пакета пластин гайками, що з'єднуються з гвинтовими штангами, слідкують за тим, щоб не було зайвої деформації прокладок. Товщина пакета пластин має бути не меншою за довжину спеціального шаблону. В іншому випадку різко зменшується обсяг просторів між пластинами, що призводить до зниження продуктивності охолоджувача. Крім того, при надмірній затяжці деформуються самі пластини.

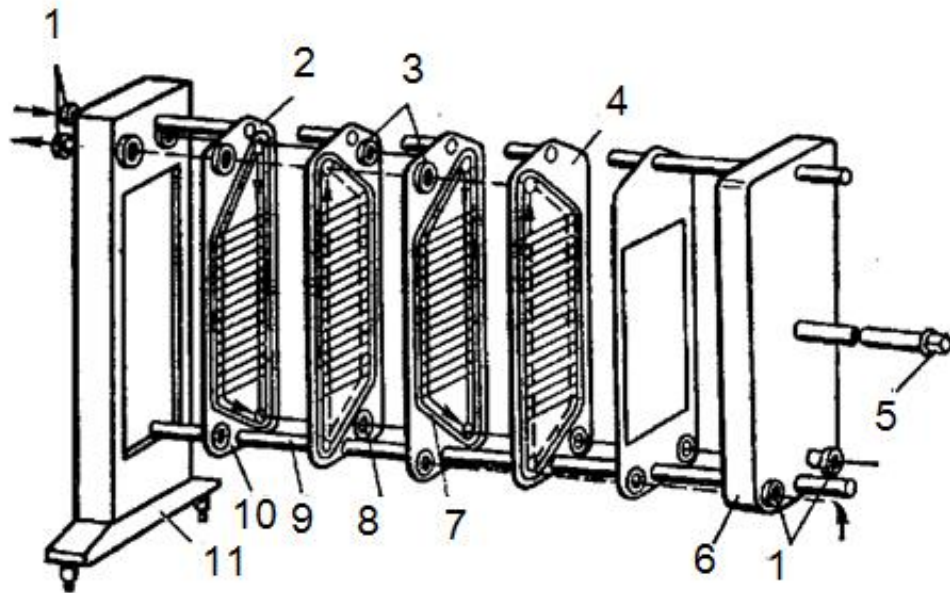


Рисунок. 1.3. Схема пластинчастого охолоджувача: 1 – штуцера; 2 – верхній отвір; 3 – кільцеві гумові прокладки; 4 – гранична пластина; 5 – гвинт; 6 – натискна плита; 7 – велика гумова прокладка; 8 – нижній отвір; 9 – штанга; 10 – теплообмінна пластина; 11 – стійка.

Пластинчасті охолоджувачі фермського призначення випускають у вигляді теплообмінних пристроїв АДМ-13.000, що встановлюються на доїльних установках АДМ-8, УДА – різних модифікацій та в комплекті з молокоочисником ОМА-1А.

Трубчасті теплообмінники являють собою циліндричні барабани, в торцевих фланцях яких запресовані трубки, якими протікає молоко, що охолоджується. У міжтрубний простір подається холодоагент.

Резервуарні охолоджувачі являють собою ємності з нержавіючої сталі, всередині яких знаходиться молоко, що охолоджується. Зовні ємність має герметичну обшивку та термоізолюючу сорочку. Між ємністю та обшивкою перетікає холодоагент або охолоджувач, який відбирає тепло у молока, що перемішується в ємності спеціальною мішалкою.

Джерелом холоду може бути вода, взята із підземних джерел. Її температура зазвичай становить близько 10°C . У пластинчастому теплообміннику АДМ-13000 такою водою молоко можна охолодити до 13°C . У той же час молоко має бути охолодженим до 8°C . Для досягнення такої температури практично завжди доводиться експлуатувати спеціальні холодильні машини. Такі машини працюють на принципі різкого охолодження деяких технічних рідин при їх випаровуванні в процесі різкого переходу стану високого тиску до атмосферного. Такими рідинами є аміак NH_3 , хладони R12 , R22 є дифтордихлорметан CF_2Cl_2 і

дифтормонохлорметан CHF_2Cl_2 . Принципова схема холодильної установки з використанням цих холодоагентів представлена на рис. 1.4.

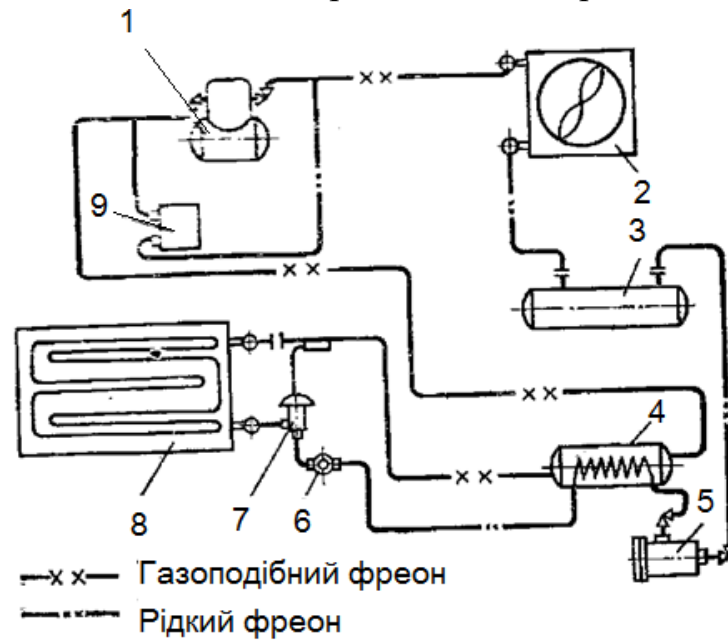


Рисунок 1.4. Схема фреонової холодильної установки: 1 – компресор; 2 – конденсатор; 3 – ресивер; 4 – теплообмінник; 5 – фільтр осушувач; 6 – оглядовий пристрій; 7 – вентиль; 8 – випарник; 9 – реле тиску.

За принципом використання холодоносія – води, що циркулює в емкості працюють такі установки, як ТОМ-2А, СЛ-1600 (рис. 1.5), SM-1200, РПО-1,6, РПО-2,5, причому на ТОМ-2А, СЛ-1600 та SM-1200 холодильні агрегати встановлені безпосередньо, а резервуари проміжного охолодження РПО використовують крижану воду від окремих водоохолоджувальних установок УВ-10.

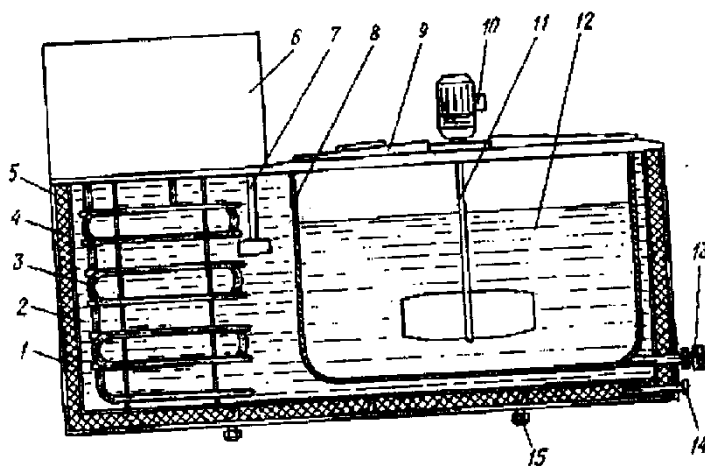


Рисунок 1.5. Молокоохолоджувальна установка СЛ-1600: 1 – ванна водяна; 2 – вода; 3 – випарник; 4 – теплоізоляційний шар; 5 – обшивка ванни; 6 – конденсатор; 7 – мішалка води; 8 – молочна ванна; 9 – кришка ванни; 10 – привід мішалки; 11 – мішалка молока; 12 – молоко; 13 – молочний патрубок; 14 – патрубок водяний; 15 – опори.

Танки-охолоджувачі – технологічне обладнання молочних ферм, що забезпечує глибоке охолодження молока та його зберігання в охолодженому вигляді за умов ферм. Танки поділяються на танки з автономною системою охолодження та безпосереднім охолодженням. Танки-термоси на відміну від танків-охолоджувачів не мають водяних сорочок, які забезпечують циркуляцію охолоджуючої рідини. Вони мають лише термоізоляцію, що забезпечує зберігання в них охолодженого продукту.

Резервуар безпосереднього охолодження DXOB фірми DeLaval призначений для збирання, охолодження та зберігання добового надою молока на фермах. Він складається з молочної ванни, компресорно-конденсатного агрегату, електронасоса та розподільної шафи.

Танки для охолодження та зберігання молока фірми DeLaval призначені для охолодження молока на фермі. Виготовляються кілька типів DXOB, DXOC, DXCR та DXCE.

Танк працює за принципом охолодження молока за рахунок розморожування льоду, що утворився на трубопроводах, які змонтовані під резервуаром у просторі, заповненому холодною водою.

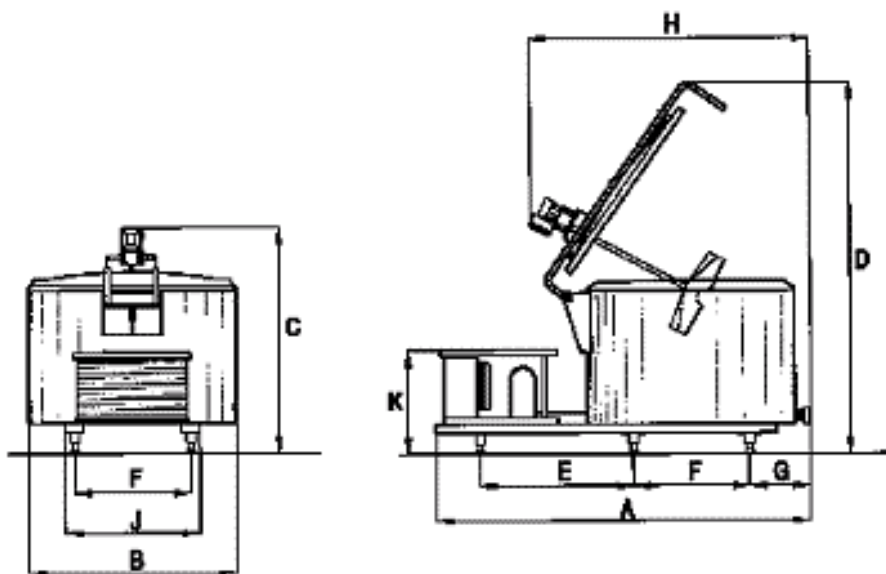


Рисунок 1.6. Танк – охолоджувач молока DXOC

Молоко в ємностях танка охолоджується холодоагентом, який циркулює в каналі під резервуаром. Нахил днища ємностей забезпечує швидке зливання молока. Мішалка розташована таким чином, що дозволяє перемішувати його з моменту надходження

1.4. Розрахунок продуктивності потоково-технологічної лінії первинної обробки молока

Загальна річна кількість молока, що підлягає первинній обробці чи переробці, кг.

$$M_{год} = M_{cp} m, \quad (1.1.)$$

де M_{cp} – середньорічний надій корови, кг/рік;

m – число корів на фермі.

Максимальний добовий надій молока, кг.

$$M_{\max \text{ доб}} = \frac{M_{год} \cdot K_n \cdot K_c}{365} \quad (1.2)$$

де K_n – коефіцієнт нерівномірності надою протягом року ($K_n = 1,2 \dots 2,0$);

K_c – коефіцієнт, що враховує сухостійних корів ($K_c = 0,8 \dots 1,0$).

Разовий надій молока залежить від кратності доїння протягом доби.

Максимальний разовий (за одне доїння) надій, кг.

$$M_{\max \text{ доб}} = \frac{M_{\max \text{ раз}}}{\varphi}, \quad (1.3)$$

де φ - кратність доїння день. ($\varphi = 2 \dots 3$).

Продуктивність потокової лінії машинного доїння корів та обробки молока, кг/год,

$$Q_{п.л.} = \frac{M_{\max \text{ раз}}}{T}, \quad (1.4)$$

де T – тривалість разового доїння стада корів, год.

Тривалість доїння всіх корів стада встановлюють кожному фермі розпорядком дня з урахуванням зоотехнічних вимог та місцевих умов. Найчастіше $T = 1,5 \dots 2,25$ год.

Годинне завантаження потокової лінії первинної обробки молока має збігатися з продуктивністю лінії доїння корів, але в деяких випадках, наприклад при використанні установок з доїнням у відро, тривалість обробки може відрізнятись від часу доїння:

$$Q_{гго} = \frac{M_{\max \text{ раз}}}{T_0} \quad (1.5)$$

де T_0 – допустимий час обробки разового надою, год ($T_0 = 1 \dots 2,5$ год).

1.5. Висновки по розділу

В даному розділі описані основні способи охолодження молока, до яких належать: пряме, швидке та комбіноване охолодження, а також охолодження за допомогою холодоакумулятора. Наведена характеристика пристроїв для очищення та охолодження молока та поданий розрахунок продуктивності потоково-технологічної лінії первинної обробки молока.

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз існуючих конструкцій молочних фільтрів

Відомі на даний час конструкції фільтрів, що застосовуються для очищення молока, мають різноманітну конструкцію. Вони використовуються з однією метою – очищення молока від домішок. До молочних фільтрів висуваються такі вимоги [2, 3]:

- 1) відсутній негативного впливу на молоко;
- 2) дотримання необхідної якості молока;
- 3) забезпечення заданої продуктивності при фільтрації;
- 4) конструкція повинна бути металоємка, ремонтно-придатна, зручна в експлуатації та нескладно в обслуговуванні.

Конструкція молочного фільтра (рис. 2.1), запропонована В.А. Лі та А.В. Лі, використовується для первинного очищення молока на молочно-товарних фермах та молокозаводах.

Фільтр виготовлений з циліндричної форми з сітчастого каркасу 1 до якого прилягає фільтруючий елемент 2, виконаний у вигляді пакета з фільтрувального полотна. Елемент 2 з каркасом 1 встановлений на патрубку 3 і закріплений дротяною клямкою 4 [7].

Фільтр має просту конструкцію, але в ньому важко контролювати наскільки він забруднений.

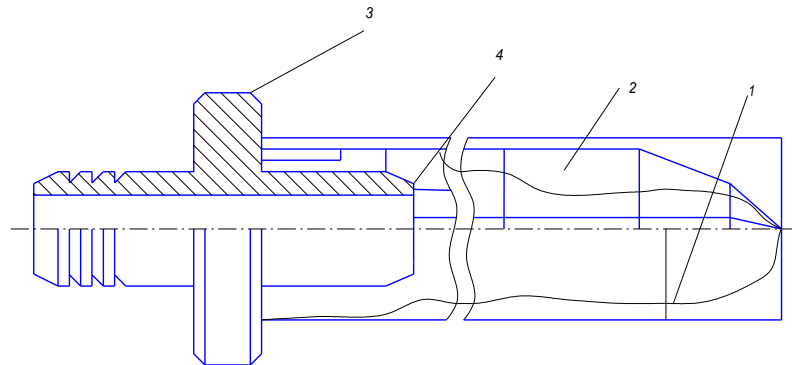
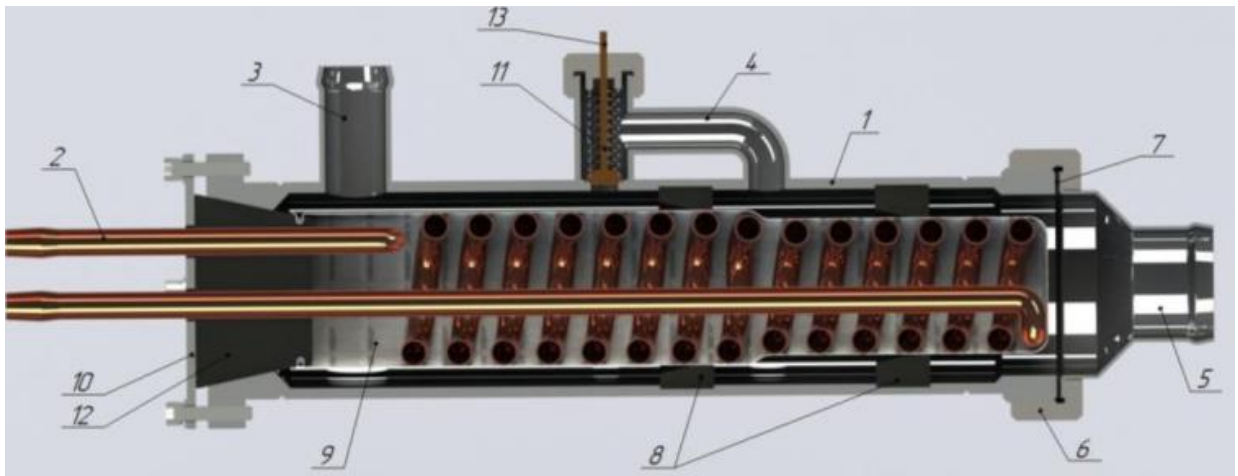


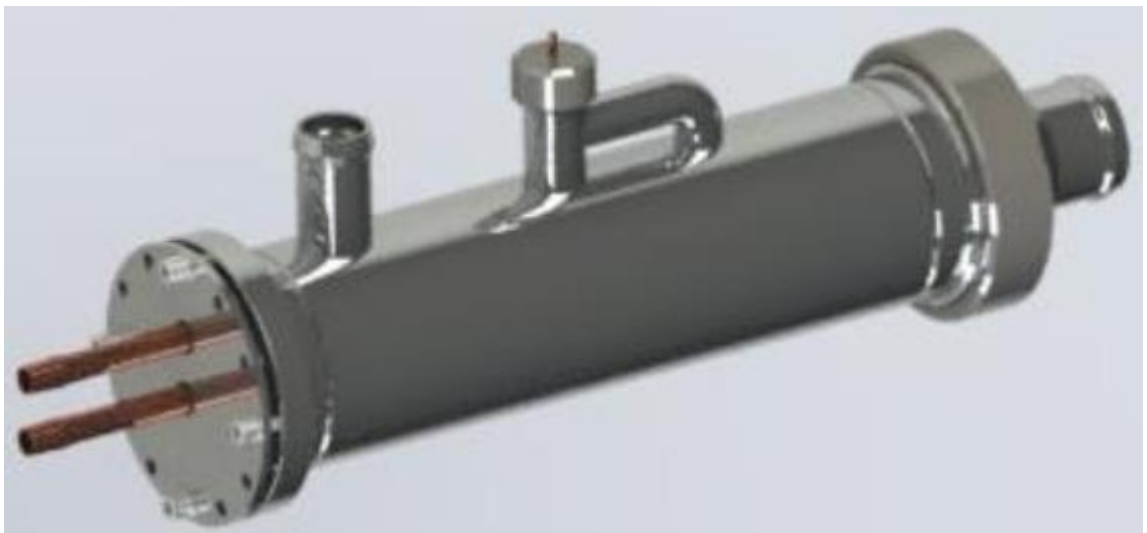
Рисунок 2.1. Схема молочного фільтра: 1 – сітчастий каркас, 2 – фільтруючий елемент, 3 – патрубок, 4 – дротяна клямка

Для охолодження молока на фермах застосовують теплообмінні апарати та встановленні різні конструкції з різними системами охолодження та пастеризації. При цьому найбільшого поширення знайшла змійникова системи охолодження.

Конструкція пристрою для первинної обробки молока, що дозволяє одночасно з фільтрацією молока охолоджувати його, що підвищує його час зберігання та, відповідно, якість продукції, представлена на рис. 2.2



а)



б)

Рисунок 2.2. Конструкція (а) та загальний вигляд (б) пристрою для первинної обробки молока: 1 – корпус; 2 – змійовик; 3 – патрубок введення молока; 4 – патрубок перепускний; 5 – патрубок виведення молока; 6 – гайка накидна; 7 – ущільнювальна прокладка; 8 – перегородка; 9 - елемент, що фільтрує; 10 – фланець; 11 – клапан; 12 – пробка; 13 – шток

Змійовик для первинної обробки молока виготовлений зі сталі 12Х18Н10Т із зовнішнім діаметром $D1 = 15$ мм, внутрішнім діаметром трубки $d1 = 13$ мм і товщиною стінки 1 мм, піддається внутрішньому тиску 0,3 МПа. Пристрої для первинної обробки молока сприяє підвищенню ефективності процесу первинної обробки молока на тваринницькій фермі.

Дещо іншу конструкцію молочного фільтра запропоновано Будонцевим І.В., Кочергіним О.А., та Хоменко А.О. [7] (рис. 2.3), який складається з кришки, фільтруючого елемента, вхідного патрубку, верхньої напрямної, нижньої напрямної, прокладок з харчової гуми для усунення зазорів між деталями, що сполучаються, гайок для фіксації кришки, корпусу зі стрижнями у верхній частині для фіксації кришки, виготовленої пропускання стрижнів, її фіксуючих, фільтруючого елемента, що має змінну щільність і розміри пор 30-50 мкм, вхідного патрубку, розташованого по дотичній корпусу і обладнаного потовщенням, гайкою і прокладкою, а вихідний патрубок при цьому обладнаний на кінці збільшеним діаметром і різьбленням.

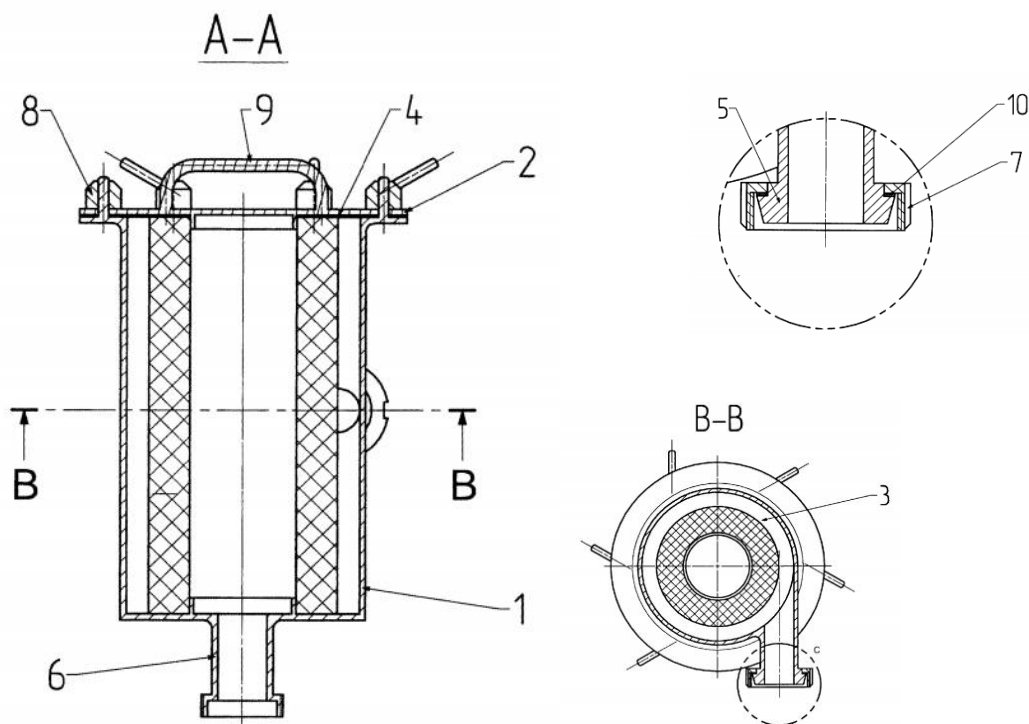


Рисунок 2.3. Молочний фільтр: 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – зовнішня полоска; 4 – фільтруючий елемент; 5 – вхідний патрубок; 6 – вихідний патрубок; 7, 8 – гайка; 9 – кришка з ручкою

Корпус фільтра виготовлений з нержавіючої сталі для харчової промисловості. У верхній частині розміщені шість стержнів з різьбою для фіксації. Кришка 2 слугує для встановлення заміни фільтруючого елемента. В кришці знаходяться шість отворів для пропускання стержнів. Фільтруючий елемент 4, виготовлений методом пневмороздуву із харчового проліпропілена.

Недоліки: вхідний патрубок розміщений перпендикулярно дотичної до корпусу, що призводить до того, що потік молока направляєється фронтально по поверхні фільтруючого елемента і при цьому

використовується 10-15% загальної поверхні, розмір пор фільтруючого елемента не ставиться в залежність від фільтруючої рідини, фільтр не обладнаний прокладкою і може призвести до погіршення якості фільтрації через переток не фільтрованого молока, нижня направляюча у вигляді суцільного циліндра призводить до того, що після фільтрації у корпусі відділяється молоко.

2.2. Опис будови та роботи запропонованої конструкції

Основною задачею даної роботи є розроблення конструкції вакуумного молочного фільтра, при використанні якого відбувається охолодження і фільтрація молока.

На рис. 2.4. наведена запропонована конструкція вакуумного молочного фільтра-охолоджувача

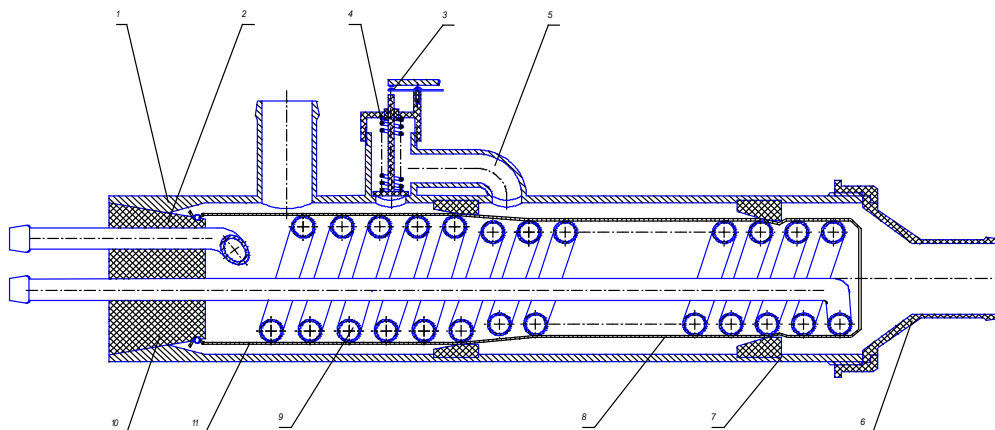


Рисунок 2.4. Молочний фільтр-охолоджувач: 1 – корпус; 2 – підвідний штуцер; 3 – контакти; 4 – запобіжний клапан; 5, 6 – патрубки; 7,8 – ущільнювальні кільця; 9 –змійовик-охолоджувач; 10 – пробка

Очищення та охолодження молока у вакуумному молочному фільтрі відбувається наступним чином: при доїнні молоко потрапляє у вхідний патрубок 5 до приймальної камери, яка утворюється порожниною корпусу 1. У даній камері молоко пропускається через елемент фільтрування 11 та відбувається очищення від механічних домішок. Далі потрапляє на поверхню змійовика-охолоджувача 9, де проходить охолоджена вода, яка подається з холодильної установки. Протікаючи по змійовику з внутрішньої поверхні відбувається охолодження молока та повторне фільтрування від маленьких механічних домішок.

При тривалій фільтрації молока без промивання фільтруючого елемента, шар осаду на ньому збільшується через що зростає гідравлічний опір фільтруючого елемента 11. Внаслідок цього молоко піднімає поршень клапана 4 і по обвідному патрубку 5 перетікає в наступну порожнину, фільтрується, охолоджується з вихідного патрубка 6. Так як поршень клапана 4, піднімаючись, замикає контакти 3, подається звуковий або світловий сигнал, що говорить про необхідність промивання або заміни фільтруючого елемента.

При тривалому фільтруванні молока без очищення фільтруючого елемента, відповідно збільшується на ньому шар осаду через це зростає гідравлічний опір фільтруючого елемента 11, що зумовлює підйом поршня клапана 4 і далі протікаючи через обхідний патрубок 5 протікає в порожнину, де відбувається фільтрування з подальшим охолодженням. Про необхідність заміни фільтруючого елемента сповіщає світловий або звуковий сигнал, який спричинається замиканням контакту 3 при підйомі поршня клапана 4.

2.3. Конструктивні розрахунки

Змійовик подаємо у вигляді порожнистого циліндра, рис. 2.5.

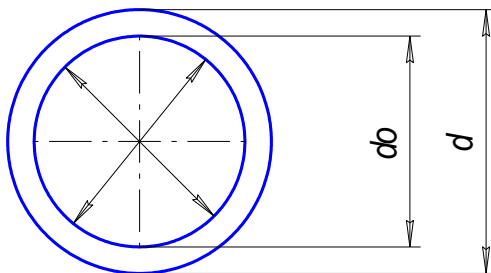


Рисунок 2.5. Схема циліндра

Визначаємо нормальне напруження, що виникає у перерізі за формулою [7]:

$$\sigma = \frac{M_x}{I_x} \cdot I, \quad (2.1)$$

де M_x – згинальний момент, Н • м;

I_x – момент інерції, м [4];

I – відстань від нейтральної осі до точки, в якій обчислюються нормальні напруги, м [7].

З врахуванням моменту опору W_x , номінальне напруження виразимо [7]:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x}, \quad (2.2)$$

Для кільця опір визначимо за наступною формулою [7]:

$$W_x \approx 0,1d^3(1 - c^4), \quad (2.3)$$

де d – зовнішній діаметр перетину, м;

$$c = d_0/d \quad (2.4)$$

де d – внутрішній діаметр перерізу.

Тоді номінальне напруження матиме вигляд [7]:

$$\sigma = \frac{M_x}{0,1d^3(1 - c^4)}, \quad (2.5)$$

При цьому:

$$d = \sqrt[3]{\frac{\frac{M_x}{\sigma} + 0,1d_0}{0,1}}, \quad (2.6)$$

Для визначення внутрішнього діаметра d_0 скористаємось наступною формулою:

$$S = \frac{\pi d_0}{2} \cdot l, \quad (2.7)$$

де l – довжина циліндра (змійовика).

Робочу поверхню охолоджувача визначаємо через рівняння теплового балансу [7]:

$$S = \frac{G \cdot C \cdot (t_n - t_k)}{\kappa \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (2.8)$$

де G – кількість охолоджувальної рідини, кг.;

C – теплоємність, Дж/кг·град;

t_n – початкова температура молока, °С [7];

t_k – кінцева температура молока, °С [7];

Δt_{cp} – середня логарифмічна різниця температур [7];

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}; \quad (2.9)$$

де Δt_{\max} і Δt_{\min} – різниця температур між рідинами на початку та наприкінці процесу [7].

Витрата рідини для простого трубопроводу визначається на наступною формулою [4]:

$$Q = \mu s \sqrt{2qH}; \quad (2.10)$$

де μ – коефіцієнт витрати;

s – площа живого перерізу, m^2 ;

q – прискорення вільного падіння, m/s^2 ;

H – напір, m .

Також витрату рідини можна визначити за формулою [4]:

$$Q = s \cdot v_{cp}, \quad (2.11)$$

де v_{cp} – середня швидкість руху охолоджувальної рідини, m/s .

Враховуючи формули (2.6),(2.7),(2.10),(2.11) отримаємо наступне рівняння [7]:

$$\frac{G \cdot C \cdot (t_n - t_k)}{\kappa \cdot \Delta t_{cp}} \cdot v_{cp} = \mu \frac{d_0 \cdot \pi \cdot l}{2} \sqrt{2qH}$$

Звідси визначаємо d_0 :

$$d_0 = \frac{2G \cdot C \cdot (t_n - t_k) \cdot v_{cp}}{\kappa \cdot \Delta t_{cp} \mu \pi l \sqrt{2gH}}, \quad (2.12)$$

Далі знаходимо значення d_0 [7]:

$$d_0 = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 1,03(36 - 10) \cdot 0,45}{1111 \cdot 19,17 \cdot 0,03 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 12} = 0,037 \text{ м}$$

Знаходимо тиск на стінки.

Тиск визначається за формулою [7]:

$$P = \frac{F}{S}; \quad (2.13)$$

де F – діюча сила, N ;

S – площа, m^2 ;

Для нашого випадку:

$$P=\gamma \cdot H; \quad (2.14)$$

де γ – питома вага охолоджуючої рідини, Н/м³;

Тоді з урахуванням формули (2.6) отримаємо [7]:

$$F=\frac{\gamma \cdot H \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l}{2}; \quad (2.15)$$

Тоді момент при дії цієї сили дорівнюватиме [7]:

$$M=\frac{\gamma \cdot H \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l}{4} \cdot \frac{l}{4}; \quad (2.16)$$

Для визначення діаметра d підставимо формулу (2.16) у формулу (2.5) [7]:

$$d=\sqrt[3]{\frac{\frac{\gamma \cdot H \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l^2}{16} + 0.1d_0}{\frac{\sigma}{0.1}}}; \quad (2.17)$$

Підставивши у формулу (2.17) значення змінних, знаходимо значення d [7]:

$$d=\sqrt[3]{\frac{\frac{10000 \cdot 12 \cdot 3.14 \cdot 0.0387 \cdot 0.4^2}{16 \cdot 120 \cdot 10^6} + 0.1 \cdot 0.0387}{0.1}}=0.0713 \text{ м}$$

Таким чином, при виконанні розрахунків були отримані такі дані: необхідний внутрішній діаметр для охолоджувача потоку молока $d_0 = 3,7$ мм; у свою чергу зовнішній діаметр змієвика дорівнює $d=71,3$ мм.

2.4. Висновки по розділу

В даному розділі проведений аналіз існуючих конструкцій молочних фільтрів. Наведені переваги та недоліки, а також які висуваються вимоги до охолоджувальних фільтрів..

Описана будова та принцип роботи запропонованої конструкції.

РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ПРАЦІ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ

Умови виробництва тваринницької продукції є далеко небезпечними для працівників ферми. Це і підвищена вологість тваринницьких приміщень, внаслідок чого підвищується ймовірність ураження електричним струмом. Це і наявність великої кількості грубих кормів, що легкозаймисті і призводять до пожеж з людськими жертвами та загибеллю тварин.

Велику небезпеку становлять також сірководень та аміак, які скупчуються на тваринницьких фермах, у гноєзбірниках тощо. Іноді концентрація цих газів буває настільки великою, що людина, що спустилася в порожній гноєзбірник без засобів захисту, втрачає свідомість через 1-2 вдихання. Крім того, пари аміаку вибухають при концентрації 16-27%. Вибухає борошняний пил у процесі виробництва комбікормів.

Таким чином, щоб запобігти отруєнню працюючих, а також можливість вибуху та пожежі, необхідно контролювати вміст шкідливих речовин на робочих місцях та у виробничих приміщеннях, використовувати справне обладнання, суворо дотримуватись правил техніки безпеки.

Основою виробництва є технологічний процес, який забезпечує узгоджені дії працівників-операторів та виробничого обладнання (машин) у послідовних операціях з доставки та підготовки до згодовування кормів, догляду за тваринами, первинної обробки продуктів і встановлення оптимального мікроклімату в приміщеннях.

Технологічний процес обов'язково передбачає безпечні умови праці, точне дотримання вимог техніки безпеки, нормативів протипожежної охорони та промислової санітарії.

У виробничих процесах беруть участь тварини різних видів, корми з певними фізико-механічними властивостями, що відрізняється одне від одного технологічне та машинне обладнання.

У сільському господарстві наукою та практикою вироблено загальні методи, принципи та способи, що забезпечують гігієнічність та безпеку роботи.

У створенні безпечних умов праці велике значення має збільшення рівня безперервності виробничого процесу. Безперервні процеси характеризуються стійкістю, рівномірністю і сталістю технологічного режиму, що знижує необхідність регулювання параметрів при кожному циклі виробництва, як у періодичних процесів. Це зменшує можливість помилок з боку обслуговуючого персоналу.

Один із важливих принципів при виробництві тваринницької продукції – винесення обладнання на майданчики, під навіси чи суміжні не виробничі приміщення. Замість встановлення обладнання всередині виробничого приміщення, його ставлять поза будівлею, розміщуючи в приміщенні тільки тварин, прилади контролю та управління технологічним процесом. Автоматизація виробничих процесів передбачає застосування приладів, пристроїв машин, апаратури, які дозволяють здійснювати виробничий процес за задалегідь заданим технологічним режимом без безпосередніх фізичних зусиль людини, а лише під його контролем.

Із заданого технологічного процесу випливають практичні вимоги до кожного працівника виробництва, які викладені в інструкціях про порядок аварійних зупинок, вимоги охорони праці та виробничої санітарії на окремих робочих місцях.

Безпечні умови праці передбачаються у процесі конструювання та виготовлення машин та обладнання. Важливою вимогою при розрахунках є їхня міцність, тому що недотримання даного важливого показника може викликати при експлуатації руйнування та поломки обладнання, призвести до аварії та нещасних випадків.

Практика останніх десятиліть виробництва продукції тваринництва показує, що основними причинами нещасних випадків на фермах з важкими наслідками є:

- невиконання керівниками та спеціалістами обов'язків з охорони праці;
- допуск до роботи людей без відповідної кваліфікації, які не пройшли в установленому порядку інструктаж з техніки безпеки;
- експлуатація технологічного обладнання, з виробництва, переробки та зберігання молока, видалення гною та роздачі кормів, що не відповідає вимогам безпеки;
- ігнорування безпосередніми виконавцями робіт вимог інструкцій з охорони праці;
- недотримання працівниками тваринницьких ферм та комплексів вимог трудової та виробничої дисципліни, що виражається у знаходженні на робочому місці у стані алкогольного сп'яніння тощо.

ВИСНОВКИ

На даний час у зв'язку з важким економічним становищем країни помітний спад виробництва тваринництва. Основне завдання, що стоїть перед працівниками сільського господарства – це збільшення обсягу виробничої продукції та збереження її без втрати якості тривалий час. Це можна досягти головним чином за рахунок впровадження нових технологій.

У кваліфікаційній роботі розроблено конструкцію молочного вакуумного фільтра-охолоджувача, який можна ефективно використовувати в процесі доїння. Фільтр даної конструкції можна застосовувати у великих комплексах з переробки молока, на приймальних пунктах і молочних заводах.

Нова конструкція фільтра дозволить підвищити ефективність очищення молока, зниження бактеріального обсіменіння, дозволить підвищити надійність роботи фільтра, його продуктивність, знизити втрати молока під час фільтрації.

Завдяки використанню вакуумного молочного фільтра-охолоджувача підвищиться якість охолодження та фільтрації молока, забезпечиться більш тривалий термін зберігання молока та його високих споживчих якостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Механізація доїння і первинної обробки молока: підручник для здобувачів вищої освіти / О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська, Р. В. Скляр, І. Ю. Маніта. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 404 с.
2. Носов Ю. М. Проектування технологічних процесів у тваринництві та птахівництві : навч. посіб. [Комплект] / Ю. М. Носов. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2014. – 500 с.
3. Краснокутский Ю.В. Механізація первинної обробки молока. – М.: Агропромиздат, 1988. – 335с.
4. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / В.В. Власенко, М.П. Головка та ін. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.
5. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. ДСТУ 3662:2018. Київ : Держстандарт України, 2018. 25 с.
6. Кухтін М.Д. Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва сирого молока гатунку «Екстра» за вмістом мікроорганізмів. Ветеринарна медицина України. 2010. № 10. С. 42–43.
7. Єресько Г. О. Технологічне обладнання молочних виробництв : навч. посібник / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворощук. – К. : ІНКОС Центр навч. л-ри, 2007. 344 с.
8. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / І.І.Ревенко, В.Д.Роговий, В.І.Кравчук та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1999. – 192 с.
9. Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І.Ревенко, Г.М.Кукта, В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
10. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. — К.: Вища освіта, 2006. — 351 с.
11. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М (авт. Науменко О.А., Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба А.І. та інші) Харків ХНТУСГ, 2009. 429 с.
12. Ревенко І.І. та ін. Машиновикористання у тваринництві. К.: Урожай, 1999.
13. Водяницький Г.П. Методичні вказівки з курсового та дипломного проектування «Проектування і розрахунок технологічних процесів тваринницьких підприємств промислового типу». Житомир.:ДАУ, 2005. 194 с.
14. Методичні рекомендації до виконання лабораторно-практичної роботи на тему: «Розробка технологічної схеми та проектування потоково-

технологічної лінії доїння корів і первинної обробки молока» з дисципліни: «Проектування і розрахунок технологічних процесів у тваринництві» для спеціальності 208 «Агроінженерія», факультету інженерії та енергетики/ Сукманюк О.М., Дерев'янку Д.А., Чичилюк С.Б.// Житомир: ЖНАЕУ, 2019. 18 с.

15. Машинне доїння корів і первинна обробка молока / А.І. Фененко, С.П. Москаленко, В.Д. Роговий, К.Ф. Слободяник; За ред. А.І. Фененка. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1990. – 216 с.

16. Новітні технології виробництва молока на реконструйованих фермах // Пропозиція. – 2002. - № 6. – С. 70-72.