

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічного процесу доїння і первинної обробки
молока на молочно-товарній фермі з розробкою молочного фільтра**

Виконав: студент 4 курсу, групи М-2-19 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Осмак Вячеслав Олександрович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент:  Яропуд Віталій Миколайович

Дніпро – 2023

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

прізвище, ініціали

« ____ » _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Осьмака Вячеслава Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технологічного процесу доїння і первинної обробки молока на молочно-товарній фермі з розробкою молочного фільтра

керівник роботи Алієв Ельчин Бахтияр огли, д.т.н., старший дослідник

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 2023 року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі тваринництва та існуючих засобів доїння корів і первинної обробки молока. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Характеристика виробничої діяльності господарства.

2. Удосконалення процесів доїння та первинної обробки молока 3. Удосконалення молочного фільтра. 4. Охорона праці. 5. Техніко-

економічна оцінка удосконаленого молочного фільтра. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Схема первинної обробки молока (А1). 2. План, розріз корівника (А1). 3. Фільтр молочний. Вигляд загальний (А1). 4. Основа. Складальне креслення (А3). 5. Корпус (А4). 6. Середина. Складальне креслення (А3). 7. Дифузор (А4) 8. Крильчатка (А4). 9. Сітка (А4). 10. Кришка. Складальне креслення (А4). 11. Корпус (А4). 12. Патрубок (А4). 13. Клапан (А4). 14. Шток (А4). 15. Перехідник (А4). 16. Ковпачок (А4). 17. Пружина (А4). 18. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Технологічний		
3	Конструкційний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

Студент

_____ (підпис)

Осьмак В.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Алієв Е.Б.

<i>№ п/п</i>	<i>Формат</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість аркушів</i>	<i>Номер аркуша</i>	<i>Примітка</i>
--------------	---------------	-------------------	---------------------	------------------------------	-------------------------	-----------------

(підпис)

(прізвище та ініціали)

			<u>Текстові документи</u>							
1	A4	46ДП.058000.000.ПЗ	Пояснювальна записка			87				
			<u>Графічні матеріали</u>							
2	A1	46ДП.058000.000.ТС	Схема технологічна			1 1				
3	A1	46ДП.058000.000.ПР	План, розріз			1 2				
4	A1	46ДП.058000.000.ВЗ	Вигляд загальний			1 3				
5	A3	46ДП.058101.000.СК	Основа			1 4				
6	A4	46ДП.058101.001	Корпус			1 4				
7	A3	46ДП.058102.000.СК	Середина			1 4				
8	A4	46ДП.058102.001	Дифузор			1 4				
9	A4	46ДП.058102.003	Крильчатка			1 4				
10	A4	46ДП.058102.004	Сітка			1 4				
11	A4	46ДП.058103.000.СК	Кришка			1 5				
12	A4	46ДП.058103.001	Корпус			1 5				
13	A4	46ДП.058103.002	Патрубок			1 5				
14	A4	46ДП.058103.003	Клапан			1 5				
15	A4	46ДП.058103.004	Шток			1 5				
16	A4	46ДП.058103.005	Перехідник			1 5				
17	A4	46ДП.058103.006	Ковпачок			1 5				
18	A4	46ДП.058103.007	Пружина			1 5				
19	A1	46ДП.058000.000.ПЕ	Економічні показники			1 6				
			46 ДП.058000.000.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Удосконалення технологічного процесу доїння і первинної обробки молока на молочно-товарній фермі з розробкою молочного фільтра			літера	аркуш	аркуші
Розробив	Осьмак В.О.								4	87
Перевірів	Алієв Е.Б.							ДДАЕУ М-2-19		
Консульт.	Алієв Е.Б.									
Н. контр.	Ієлев В.В.									
Затверд.	Дудін В. Ю.									

АНОТАЦІЯ

Осьмак В.О. Удосконалення технологічного процесу доїння і первинної обробки молока на молочно-товарній фермі з розробкою молочного фільтра / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу доїння та первинної обробки молока на молочно-товарній фермі з удосконаленням конструкції молочного фільтра, який забезпечить покращення якості молока. Проведено проектування технологічної лінії доїння корів на молочно-товарній фермі, розраховано її продуктивність, підібрані засоби механізації виробничих процесів та визначено потребу в них. Проведено аналіз існуючих типів молочних фільтрів. В процесі аналізу розроблено конструкцію молочного фільтра, який забезпечує якісне очищення молока в потоці, має просту конструкцію і низькі експлуатаційні затрати на заміні фільтруючого елемента. Конструктивні параметри розробленого молочного фільтра розраховувалися з урахуванням гідравлічного опору молока під час його проходження. Параметри клапанного механізму вихідного патрубку визначалися на основі розрахунку циліндричної спіральної пружини розтягування стиснення під дією гідравлічного тиску. Розглянуто питання організації охорони праці на підприємстві, вимоги безпеки праці до працівників та обладнання при роботі з розробленим обладнанням. Проведено техніко-економічні розрахунки лінії доїння та первинної обробки молока, а саме: оплату праці робітників, відрахування на ремонт та амортизацію обладнання, загальні експлуатаційні витрати, визначили величину додаткових капіталовкладень, розмір економії коштів та річний економічний ефект від впровадження нашої розробки.

Ключові слова: доїльна установка, очищення молока, фільтр молока, параметри, конструкція, ефективність

Зміст

Вступ	7
1 Характеристика підприємства. аналіз техніко-технологічних рішень	8
.....	
1.1 Загальні відомості про підприємства	8
.....	
1.2 Технології утримання великої рогатої худоби	11
.....	
1.3 Аналіз техніко-технологічних рішень технологічного процесу доїння і первинної обробки молока	16
1.4 Висновки з розділу	20
2 Проектування технологічної лінії доїння та первинної обробки молока	21
.....	
2.1 Вихідні дані до проектування, зоотехнічні вимоги	21
.....	
2.2 Вибір технології та варіантів механізації лінії	23
.....	
2.3 Вибір засобів механізації лінії доїння корів та первинної обробки молока	28
.....	
2.4 Розрахунок параметрів процесу доїння і кількості операторів та обладнання	31
.....	
2.5 Розрахунок параметрів процесу первинної обробки молока та необхідної кількості обладнання	33
2.6 Висновки з розділу	37
3 Розробка молочного фільтра	38
3.1 Обґрунтування важливості питання	38
3.2 Вихідні дані	38
3.3 Стан питання та шляхи його вирішення	39

.....								
3.4	Розрахунок	молочного	фільтра	44				
.....								
3.5	Висновки	з	розділу	52				
.....								
4.	Охорона	праці	та захист	наколишнього	середовища	53		
.....								
5	Техніко-економічні	показники	лінії	доїння	та первинної	обробки	молока	56
.....								
	Висновки						60
	Література						62
	Додатки						65

Вступ

Розвиток сільського господарства та молочного виробництва є однією з важливих галузей економіки в багатьох країнах світу. Якість молока та молочних продуктів залежить від багатьох факторів, зокрема від якості технологічного процесу доїння та первинної обробки молока.

У зв'язку з цим, розробка технологічного процесу доїння та первинної обробки молока з удосконаленням молочного фільтра є актуальною задачею для молочно-товарної ферми. Молочний фільтр є важливою частиною доїльної установки, яка забезпечує чистоту та якість молока, що віддається під час доїння.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу доїння та первинної обробки молока на молочно-товарній фермі з удосконаленням конструкції молочного фільтра, який забезпечить покращення якості молока.

Задачі досліджень:

- провести аналіз виробничої діяльності господарства;
- провести розрахунки технологічних процесів доїння та первинної обробки молока та визначити потребу в технологічному обладнанні;
- розробити конструкцію удосконаленого молочного фільтра і провести розрахунок основних конструктивно-технологічних параметрів;
- представити заходи з охорони праці при роботі з молочно-доїльним обладнанням, в тому числі із удосконаленим молочним фільтром;
- провести оцінку економічної ефективності удосконаленого молочного фільтра.

Отримані результати досліджень можуть бути використані на практиці для покращення якості виробництва молочних продуктів та збільшення продуктивності молочної ферми.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА. АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1 Загальні відомості про підприємства

Фермерське господарство «Осьмак» (ФГ «Осьмак») знаходиться в Павлоградському районі Дніпропетровської області. Господарство має одну ділянку, на якій зосереджені основні засоби виробництва та виробничі потужності. Площа ріллі складає 600 га, яка в більшості складається з орендованих земельних паїв. Крім орних земель фермерське господарство «Осьмак» має достатню кількість луків і пасовищ.

Територія господарства розташована у вигідному географічному положенні і знаходиться на окраїні районного центру. Відстань до обласного центру – м. Дніпро – складає 80 км. Безпосередньо через смт. проходить автомобільне шосе державного значення. Це дозволяє реалізовувати продукцію господарства як у своєму, так і в прилеглих районах та областях. З адміністративними центрами існує автомобільне сполучення з твердим покриттям. Основний напрямок діяльності господарства – тваринництво, зернові та технічні культури,

У господарстві вирощується та реалізується наступна продукція рослинництва: озима пшениця, озимий ячмінь, кукурудза, насіння соняшнику, яровий ячмінь. Вирощують також кукурудзу на силос та багаторічні трави, які призначені для годівлі тварин.

На ділянці підприємства розташована тракторна бригада, ремонтна майстерня, автогараж та молочнотоварна ферма ВРХ. Планується відкриття олійниці.

Пункти реалізації виробленої продукції: смт. Петриківка, смт. Царичанка, м. Кам'янське та м. Дніпро. Також можлива реалізація продукції переробним підприємствам з інших областей.

На даний час дійне поголів'я ФГ «Осьмак» становить близько 200 голів. Молоко реалізується молочно-переробним підприємствам.

На сьогодні стан галузі тваринництва на підприємстві має задовільний стан. Рівень механізації робіт на молочнотоварній фермі знаходиться на невисокому рівні. З початку ведення тваринництва не всі споруди та засоби механізації були відновлені чи реконструйовані. Внутрішнє обладнання, що забезпечує механізацію виробничих процесів, морально та фізично застаріле. Тому, для підвищення конкурентоспроможності господарства та рентабельності виробництва було прийнято рішення провести ремонт та реконструкцію виробничої будівлі для утримання ВРХ, а також ремонт деяких складських приміщень та технологічного обладнання.

На території ФГ «Осьмак» ще до створення підприємства існувала невелика ферма ВРХ, яка входила до складу колгоспу. Після розпаду колективної форми господарювання та утворення фермерського господарства «Осьмак» даний структурний підрозділ не був задіяний взагалі. За цей час деякі будівлі були розібрані, внутрішнє обладнання розкомплектоване, а те що залишилось – морально та фізично застаріле. Нещодавно керівництво господарства вирішило відновити функціонування виробничих будівель для утримання ВРХ, деяких складських приміщень та технологічного обладнання. Було проведено часткову реконструкцію виробничих приміщень для умов прив'язного утримання ВРХ, так як такий спосіб утримання худоби застосовувався на існуючій фермі.

На сьогоднішній день на молочнотоварній фермі ФГ «Осьмак» розміщені основні та допоміжні споруди, які збудовані ще за радянських часів згідно типових проектів. Хоч на даний час приміщення і функціонують, але їх стан посередній і потребує реконструкції та ремонту, а обладнання – відновлення та модернізації.

На даний час існуюча система машин та засобів механізації на фермі морально та фізично застаріла. Середній вік машин складає 15-20 років. Практично все обладнання знаходиться в критичному стані і забезпечує посереднє виконання всіх технологічних операцій. Перелік засобів механізації, які є в наявності на існуючій фермі по виробничим процесам представлено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Перелік засобів механізації для виконання технологічних процесів на фермі

Виробничий процес	Назва обладнання	Кількість
1. Водопостачання і напування: – водонапірна башта – напувалки	БР-50 ПА-1А	1 200
2. Навантаження кормів: – навантажувачі	ПСК-5 ПЭ-0,8	1 1
3. Підготовка кормів до згодовування: – кормодробарка універсальна – мийка – коренерізка – приготування поживних розчинів – змішувачі кормів	КДУ-2 ИКМ-Ф-10 АЗМ-0,8 ИСК-3	1 1 1 1
4. Роздавання кормів: – кормороздавач	КТУ-10А	1
5. Доїння корів: – прив'язне утримання	УДМ-200	1
6. Видалення гною та його транспортування: – транспортер гноеприбиральний – тракторний причеп – трактор	ТСН-3Б 2ПТС-4-887Б МТЗ-82	1 2 2

Дані таблиці 1.1 показують, що практично всі виробничі процеси по фермі механізовані, хоча використовується застаріла техніка.

На даний момент, з точки зору керівництва підприємства, необхідно розвивати потенційно рентабельні напрямки виробництва, що могли б бути прибутковими. Таким виробничим напрямком є виробництво молока.

Для реалізації таких планів керівництво має наміри продовжити експлуатацію молочнотоварної ферми та покращити техніко-економічні показники її діяльності за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій та сучасних ефективних машин, або вдосконалення існуючих.

Рентабельність підприємства по виробництву молока напряму залежить від якості протікання процесу доїння тварин та первинної обробки молока. Адже і кількість і якість видоєного молока будуть впливати на отримання прибутків. Обладнання лінії доїння та первинної обробки молока на існуючій фермі є застарілим і недосконалим та потребує модернізації.

1.2 Технології утримання великої рогатої худоби

Ферми та комплекси ВРХ утримують тварин в залежності від їх вікових та фізіологічних характеристик. Такі тваринні групи, як бики-плідники, корови з різним статусом доїння, нетелі, телята та молодняк, переміщуються в процесі виробництва продукції за нормами технологічного проектування технології утримання ВРХ.

Існує кілька систем та способів утримання ВРХ на фермах та комплексах. Для молочних та комбінованих порід ВРХ застосовують цілорічно-стійлову та стійлово-пасовищну системи, а для м'ясних порід – цілорічно-стійлову, стійлово-пасовищну, пасовищно-стійлову та безпасовищну.

Прив'язний та безприв'язний способи утримання є способами утримання великої рогатої худоби (рис. 1.1). Перші передбачають утримання тварин в індивідуальних стійлах на прив'язі з підстилкою чи без

неї, другі – на глибокій підстилці, на решітчастій підлозі або у боксах. Вибір системи та способу утримання залежить від багатьох факторів, зокрема, від наявності пасовищ, виду продукції та місця розташування підприємства.

Прив'язний спосіб означає, що корови утримуються в критих стійлах і прив'язуються для годівлі та доїння, щоб забезпечити регулярну годівлю та індивідуальний догляд. В інший час корови можуть утримуватися в стійлах або на вільному вигулі. Стійла розташовуються рядами і мають ширину 1,0-1,2 м і довжину 1,7-1,9 м. Перед стійлом встановлюється трубчаста рама з бічними обмежувачами, щоб корови не брали корм у сусідніх корів.



Рисунок 1.1 – Прив'язний (а) та безприв'язний (б) способи утримання

Для нормальної годівлі в рамі розміщують автоматичні стрічки, індивідуальні автоматичні поїлки (для двох корів) і бічні бар'єри, які використовуються для розділення корів на пари. Годівниці розміщуються перед рамкою, а корм роздається мобільними годівницями або, рідше, стаціонарними годівницями. Корми готують у корівниках, гній видаляють скребковими транспортерами, а гній згрібають до підстилки та гнойових траншей вручну.

Доїння здійснюється за допомогою доїльних установок (UDB, AD, DAS) або доїльних апаратів (UDM, ADM), прикріплених до рами над коров'ячим рядом. У деяких випадках доїння проводиться в доїльному залі, обладнаному доїльною установкою УДА. Для цього встановлюються вакуумні лінії (доїння у відро) або вакуумні лінії та молокопроводи (молокопроводи "молоко в молоко").

Загальною особливістю системи прив'язного утримання (рис. 1.2) є те, що корови перебувають у прив'язному загоні під час годівлі та доїння, тоді як решту часу вони знаходяться в корівнику або на вигульному майданчику з вільним доступом. Загони зазвичай мають ширину 1,0-1,2 м і довжину 1,7-1,9 м і розташовуються рядами. У передній частині загону встановлюється трубчаста рама з бічними опорами, щоб запобігти годуванню сусідніх корів під час годівлі та забезпечити нормальну годівлю.



Рисунок 1.2 – Утримання корів на короткій (1) та довгій прив'язі (2)

Для забезпечення належної годівлі рама обладнана автоматичними стрічками, індивідуальними поїлками (для двох корів) і бічними бар'єрами для розділення парних корів. Корм розміщується в передній частині загону і роздається з мобільних годівниць або, рідше, зі стаціонарних годівниць. Корм готують у кормоцеху, а підстилку та гній прибирають вручну.

Доять корів за допомогою доїльних установок (рис. 1.3) для доїння у відра (УДВ, АД, ДАС) або доїння за допомогою молокопроводу (УДМ, АДМ). Для цього вакуумні лінії (доїння у відра) або вакуумні лінії та молокопроводи (доїння за допомогою молокопроводу) розміщують у рамі над рядом корів. У деяких випадках доїння здійснюється в доїльному залі, обладнаному доїльною установкою УДА.

Також, варто зазначити, що прив'язний спосіб утримання корів є менш екологічно чистим порівняно з іншими способами, такими як випас або вільне утримання. Використання скребкових транспортерів для видалення гною може призводити до забруднення ґрунту та водних ресурсів. Крім того, велика кількість відходів від тварин може мати негативний вплив на довкілля.



Рисунок 1.3 – Доїння корів у молокопровід (а) та молочний бідон (б)

Незважаючи на ці недоліки, прив'язний спосіб утримання корів може бути ефективним для деяких фермерських господарств, особливо якщо вони не мають достатньої площі для випасу або вільного утримання. Також, деякі фермери віддають перевагу прив'язному способу через зручну організацію праці та індивідуальний догляд за кожною твариною. Однак, щоб зменшити негативний вплив на довкілля, фермери можуть розглянути можливість використання більш екологічно чистих технологій, таких як біофільтри, для очищення відходів від тварин.

Найпоширенішими безприв'язними способами утримання корів є глибока підстилка, традиційний боксовий з боксами для годівлі та відпочинку і новітній боксовий з годівлею кормового столу.

Безприв'язний спосіб на глибокій підстилці є альтернативою прив'язному способу, який дозволяє коровам вільно переміщуватися в приміщенні або на вигульно-кормовому майданчику. Для забезпечення мікроклімату в приміщенні використовується природний спосіб, а напування та годівля здійснюються з групових автонапувалок та мобільних кормороздавачів. Доїння корів проводиться в автоматизованих доїльних блоках з використанням спеціальної техніки.



Рисунок 1.4 – Утримання на глибокій підстилці (а) та у боксах (б)

Безприв'язний боксовий традиційний. Ця система являє собою автономний корівник боксового типу, прийнятий для подолання недоліків двох попередніх систем. Він складається з двох боксів для кожної корови, одного для годування і одного для відпочинку, з гноєзбірником між ними. Бокси розташовані в ряд, клітка всередині кормового боксу коротка, і корови стоять задніми ногами на рифлених брусках, які перекривають гноєзбірник. Екскременти падають через жолобки в каналізацію, але немає килимків, які б запобігали забиванню решіток. Бокс для відпочинку завжди

чистий і сухий, а підлога вкрита соломною, тирсою, піском або пластиковими чи гумовими матами.

Боксово-вільний новітній спосіб. Цей спосіб утримання корів є боксово-вільним і відрізняється від попередніх тим, що створює комфортні умови для тварин і зменшує затрати на працю, експлуатацію та капітальні витрати. У корівниках, розміри яких на 50% більші в порівнянні з попередніми способами, корів утримують без вигульних майданчиків. Для відпочинку тварин стоять ряди боксів, вистелених соломною, піском і килимками, які досить великі, щоб тварини могли пересуватися.



Рисунок 1.5 – Годівля корів з кормового столу

Годування здійснюється з об'ємних кормових столів, обмежених брусами або решітками, які дозволяють фіксувати тварин для ветеринарного обстеження. Роздавання кормів здійснюється фермськими комбайнами, а концентровані корми роздають з кормових станцій, об'єднаних в систему ідентифікації та контролю продуктивності тварин. Між рядом боксів і кормовим столом розташований гнойовий канал, де тварини можуть прогулятися, а також є автоматичні щітки для чистки тулуба тварин. Прибирання гною здійснюється скреперною установкою, а напування з групових автонапувалок коритного типу. Корів доють у

спеціальних доїльних блоках з автоматизованими доїльними установками різних типів.

1.3 Аналіз техніко-технологічних рішень технологічного процесу доїння і первинної обробки молока

Доїння є однією з найважливіших операцій у молочному виробництві. Впровадження сучасних технічних засобів доїння дозволяє забезпечити ефективну та безпечну роботу, а також знизити ризик зараження молока бактеріями та іншими мікроорганізмами.

Доїльні установки можна класифікувати за декількома критеріями:

– За кількістю доїльних місць: індивідуальні доїльні установки; багатомісні доїльні установки;

– За типом доїльної системи: вакуумні доїльні установки; безвакуумні доїльні установки; комбіновані доїльні установки.

– За способом зберігання та транспортування молока: збір молока до відкритих відрів; збір молока до закритих контейнерів (баків, цистерн); збір молока з безпосереднім транспортуванням до молокозаводу.

– За типом конструкції: напівстаціонарні доїльні установки; стаціонарні доїльні установки; пересувні доїльні установки.

– За наявністю автоматизації: ручні доїльні установки; півавтоматичні доїльні установки; автоматичні доїльні установки.

– За застосуванням робочих органів: ручні доїльні установки з механічними робочими органами; електричні доїльні установки з електричними робочими органами; гідравлічні доїльні установки з гідравлічними робочими органами.

Кожен з цих критеріїв може бути використаний для класифікації доїльних установок залежно від потреб користувача і особливостей його виробництва.

Аналіз техніко-технологічних рішень технологічного процесу доїння є важливою темою для власників сільськогосподарських господарств та фермерів. Технологія доїння молока є ключовою для отримання якісної продукції, тому вибір правильної технології та обладнання для доїння є вирішальним чинником у досягненні успіху у галузі молочного скотарства.

Технологічний процес доїння складається з кількох етапів, включаючи підготовку до доїння, доїння та обробку молока. Кожен етап має свої вимоги до техніки та технології, що використовується, тому вибір правильного обладнання та технології для кожного етапу є дуже важливим.

Аналіз техніко-технологічних рішень технологічного процесу доїння допомагає визначити найбільш оптимальні технічні та технологічні рішення для досягнення максимальної продуктивності та якості молока.

Один з головних факторів, який впливає на технічні рішення технологічного процесу доїння, – це розмір та склад ферми. Для невеликих ферм, де доїться невелика кількість корів, можуть бути достатніми ручні доїльні апарати, тоді як для великих ферм, де доїться більша кількість корів, можуть бути більш ефективними автоматичні доїльні станції.

Ще одним фактором, який впливає на технічні рішення технологічного процесу доїння, є рівень технологічної оснащеності ферми. Найкращі доїльні апарати можуть бути залучені, щоб покращити продуктивність та якість молока.

Один з найбільш важливих технічних аспектів доїння – це забезпечення гігієни та безпеки продукту. Виробництво якісного молока вимагає дотримання високих стандартів гігієни та безпеки. Для цього використовуються спеціальні рішення, такі як системи очищення повітря, дезінфекційні засоби та спеціальні доріжки та підлоги, що дозволяють зменшити ризики забруднення молока.

Одним з важливих технологічних рішень технологічного процесу доїння є використання інформаційно-керуючих систем. Ці системи можуть допомогти підвищити продуктивність та якість молока шляхом контролю за температурою, вологістю та іншими параметрами доїння.

Також важливим аспектом технологічного процесу доїння є енергоефективність. Забезпечення енергоефективності може допомогти зменшити витрати на енергію та знизити вплив на довкілля. Для забезпечення енергоефективності використовуються спеціальні рішення, такі як використання енергозберігаючих систем освітлення, оптимізація роботи обладнання та інші заходи.

Ще одним важливим аспектом технологічного процесу доїння є автоматизація та механізація процесу. Автоматизація та механізація процесу можуть допомогти зменшити витрати на працю та збільшити продуктивність. Для цього використовуються спеціальні рішення, такі як автоматичні доїльні апарати, роботизовані системи доїння, системи контролю за станом здоров'я тварин тощо.

Однак, перед вибором техніко-технологічного рішення для технологічного процесу доїння необхідно врахувати кілька аспектів. Перш за все, необхідно оцінити вимоги до продуктивності, якості молока, енергоефективності, автоматизації та механізації процесу. Також необхідно враховувати розмір господарства, кількість тварин та можливості їх розміщення, а також фінансові можливості.

Один з рішень для технологічного процесу доїння - це використання роботизованих систем доїння. Це рішення дозволяє забезпечити високу продуктивність, якість молока та енергоефективність. Роботизовані системи доїння мають вбудовані системи контролю за температурою, вологістю та іншими параметрами доїння, що дозволяє забезпечити високу якість молока. Також вони можуть бути легко автоматизовані та

механізовані, що дозволяє зменшити витрати на працю та збільшити продуктивність.

Однак, використання роботизованих систем доїння має свої недоліки. Перш за все, вони вимагають великих інвестицій, що може бути проблемою для деяких господарств. Також вони можуть потребувати складного програмного забезпечення та навчання персоналу. Крім того, вони можуть бути менш надійними та більш складними в обслуговуванні, що може вимагати більшої кількості технічного персоналу.

Ще одним рішенням для технологічного процесу доїння є використання традиційних доїльних апаратів. Це рішення є менш коштовним та може бути підходящим для менших господарств з меншою кількістю тварин. Традиційні доїльні апарати можуть бути механізовані та автоматизовані, що дозволяє забезпечити певний рівень ефективності та продуктивності. Крім того, вони можуть бути більш надійними та менш складними в обслуговуванні.

Вибір техніко-технологічного рішення для технологічного процесу доїння повинен бути зроблений з урахуванням багатьох аспектів. Наприклад, для великих господарств з великою кількістю тварин роботизована система доїння може бути найбільш оптимальним рішенням. Для менших господарств з меншою кількістю тварин, традиційний доїльний апарат може бути більш прийнятним.

1.4 Висновки з розділу

Виконано аналіз господарської діяльності фермерського господарства «Осьмак» Павлоградського району Дніпропетровської області. За даними аналізу було складено: характеристику підприємства, його місце розташування; характеристику тваринництва, описано стан

ферм в цілому та основних і допоміжних приміщень окремо, визначено рівень механізації.

Проведено аналіз технологій утримання великої рогатої худоби, встановлені основні їх недоліки і переваги. У ФГ «Осьмак» присутній прив'язний спосіб утримання ВРХ. Повна реконструкція корівника потребує великих капітальних вкладень, тому прийнято рішення провести вдосконалення окремих вузлів доїльної установки УДМ.

В результаті аналізу техніко-технологічних рішень технологічного процесу доїння і первинної обробки молока встановлено, що одним із способів підвищення якості молока є удосконалення системи його первинної очистки.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДОЇННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

2.1 Вихідні дані до проєктування, зоотехнічні вимоги

Вихідними даними до проєктування є:

- річний надій молока від однієї корови $Y_{\text{річ}} = 4000$ кг/рік;
- добовий надій $Y_{\text{доб}} = 13,3$ кг/добу;
- кратність доїння на добу – 2;
- тривалість доїння $T = 2$ год;
- кількість дійних корів – 200 гол;
- кількість корівників – 1;
- спосіб утримання – прив'язний.

Вимоги до процесу машинного доїння повинні дотримуватись, зважаючи на зоотехнічні вимоги до технологічного процесу доїння. Це означає, що доїння має здійснюватися одночасно, відповідно до встановленого для окремих груп тварин порядку обслуговування та режиму роботи доїльного обладнання. Такий підхід полегшує вироблення молока і створює умовний рефлекс у тварини.

Доїльні стакани потрібно встановлювати на дійки лише після припуску. Це необхідно для того, щоб запобігти забрудненню молока від непотрібних бактерій та забруднень. Перед доїнням корови потрібно обов'язково вимити та висушити дійки, щоб позбавитися будь-яких забруднень та знизити ризик зараження маститом. Крім того, необхідно встановлювати стакани на дійки у такий спосіб, щоб забезпечити належне під'єднання до дійок, що допоможе забезпечити повне доїння та зменшити ризик пошкодження дійок.

Вимоги до доїльного обладнання полягають у забезпеченні ефективного і безпечного доїння тварин. Для цього обладнання повинно мати такі характеристики:

- сприяти стимуляції молоковіддачі і повному видаленню молока з вимені без необхідності вручну додоювати тварину;

- мати засоби автоматичного контролю вакуумного тиску в системі і можливість регулювання частоти пульсацій доїльних апаратів. Це допомагає забезпечити оптимальний ступінь стимуляції молоковіддачі і знизити ризик травмування вимені;

- бути безпечним для тварин і обслуговуючого персоналу, не спричиняти під час доїння небезпечних дій;

- обладнання повинно мати надійні системи захисту від можливих небезпек;

- не створювати під час роботи надмірного шуму (шум може негативно впливати на тварин і знижувати їхню продуктивність);

- бути простим у обслуговуванні, високою експлуатаційною надійністю та довговічністю. Це допомагає зменшити час на ремонт та заміну компонентів обладнання і забезпечити безперебійну роботу протягом тривалого часу.

Первинна обробка молока є важливим етапом у забезпеченні якості молочної продукції. *Вимоги до первинної обробки молока* полягають у таких аспектах:

- Молоко з молокопроводу доїльної установки повинне одразу піддаватися первинній обробці. Це означає, що молоко повинне очищуватись від забруднень за допомогою фільтрування або пропускання через сепаратор-молокоочисник. Такий підхід забезпечує видалення забруднень та бактерій з молока, що зменшує ризик поширення захворювань через харчування.

– Охолодження молока в процесі доїння є дуже важливим, оскільки дозволяє знизити температуру молока і запобігти розмноженню бактерій. Молоко повинно охолоджуватись негайно після доїння до температури 4-6 °С.

– Змішування свіжого та охолодженого молока забороняється, оскільки це може призвести до погіршення якості молока та збільшення його ризику забруднення.

– Молоко, яке надходить від хворих тварин, повинне підлягати пастеризації. Цей процес дозволяє знищити бактерії, що можуть бути присутні в молоці та які можуть бути шкідливими для здоров'я людини.

Вимоги зооінженерії до пастеризаторів полягають у забезпеченні повного знищення мікробів всіх форм та універсальності щодо можливості обробки різних продуктів без погіршення їхніх імунобіологічних, фізіологічних та хімічних властивостей. Робочі органи, які контактують з продуктом, повинні бути стійкими до хімічного впливу продукту та миючих засобів. Крім того, пастеризатори мають мати високу продуктивність при малих витратах пару, просту конструкцію та високу надійність експлуатації, а також не мають втрачати молоко та молочні продукти під час процесу пастеризації.

Зоотехнічні вимоги до сепараторів включають безперервність процесу, швидкість сепарування, можливість автоматизації, повне відділення жиру від молочної плазми, безперебійну тривалу роботу, відсутність піноутворення під час сепарування та дотримання гігієнічних вимог. Крім того, сепаратори повинні бути простими у конструкції, зручними в експлуатації та обслуговуванні.

2.2 Вибір технології та варіантів механізації лінії

На кожній фермі механічні способи доїння, організаційні схеми та

певні типи доїльного обладнання підбираються відповідно до способу утримання корів, їх продуктивності, розміру ферми та екологічних особливостей підприємства.

Якщо корови утримуються за способом прив'язного, стійлово-пасовищного або стійлово-табірного утримання, то доїння в стійлах з переносними відрами або молокопроводами є найбільш оптимальним варіантом. Цей метод дозволяє забезпечити індивідуальний догляд за тваринами та поліпшення якості молока, проте вимагає додаткових затрат праці через ручні операції при переміщенні доїльних апаратів і транспортуванні молока до молочної.

Стійлове доїння з використанням молокопроводів – найкращий варіант для механізованих ферм, які мають спільні будівлі з молочними ділянками, опалення, вентиляцію та каналізацію. Цей метод підвищує продуктивність праці та покращує якість молока, але потребує додаткових матеріальних витрат і складного обслуговування через велику довжину молокопроводу.

Коли тварини не прив'язані, доїння зазвичай відбувається в доїльному залі або стайні. Цей метод також може використовуватися в поєднанні з автоматичним прив'язуванням. Цей спосіб доїння характеризується обмеженим рухом доїльного апарату і переміщенням тварин на доїльній лінії у вигляді безперервного потоку або в стаді з рухомими чи стаціонарними доїльними апаратами. На великих молочних фермах рекомендується проводити доїння на доїльному столі або в доїльному залі з використанням технології потокового типу. Цей метод виключає необхідність переміщення доїльних апаратів і молока, що забезпечує раціональну організацію праці та вузьку спеціалізацію. При застосуванні маніпуляторів доїння – автоматизації процесу – досягається максимальна продуктивність праці оператора. Однак це збільшує витрати на формування однорідної технічної популяції великої рогатої худоби та

ускладнює управління окремими тваринами.

У випадках, коли корів утримують за стійлово-пасовищним способом, часто не рекомендується переганяти їх на доїння в стаціонарні доїльні зали або приміщення, оскільки це може негативно впливати на продуктивність процесу. Замість цього, доїння проводять безпосередньо на пасовищах за допомогою пересувних установок з автономним енергозабезпеченням. Це пов'язано з тим, що режими випасу на багаторічних орних пасовищах часто важко електрифікувати від електромережі, оскільки вони передбачають зміну місця розташування літніх таборів.

У стаціонарних чи пересувних доїльних станках тварини знаходяться під час доїння в доїльних залах або на майданчиках. Така технологія забезпечує механізацію та автоматизацію процесу доїння та обслуговування тварин, що дозволяє скоротити час на ці технологічні операції та підвищити якість виконання завдяки спеціалізації праці операторів.

Ефективність використання доїльних установок залежить від кратності доїння та організації праці доярок. Корів можна доїти двічі або тричі на день, залежно від техніки утримання, але досвід показує, що доїння двічі на день більш організоване і знижує витрати праці майже на 30% порівняно з трьома разами на день.

Для вибору оптимального варіанту процесу доїння корів, необхідно враховувати їх продуктивність та кількість на фермі, оскільки залежно від цього формуються затрати на доїння, які складаються з витрат на доїння корів та технічне обслуговування доїльної апаратури та молочного обладнання. У разі використання складного доїльного обладнання доцільно застосовувати його на фермах з високопродуктивним стадом та достатньою кількістю корів на кожну доїльну установку, а на малопродуктивних фермах варто віддавати перевагу доїнню у стійлах з

використанням переносних відер. Ефективне використання доїльних установок із молокопроводами вимагає річної продуктивності корів не менше 2800-3000 кг/корова і 5000-6000 кг/корова для автоматичних конвеєрних доїльних ліній. Зважаючи на це, для ферми з 200 дійних корів червоної степової породи, які утримуються прив'язним способом, найбільш оптимальним є технологія доїння двічі на день в стійлах з використанням доїльних установок для доїння в молокопровід, що включає обладнання для первинної обробки молока.

Підвищення кислотності молока може бути наслідком неправильного зберігання та транспортування. Тому для збереження якості молока, його необхідно охолоджувати до температури не вище +6 °С протягом першої години після доїння, а потім зберігати при температурі +2...+4 °С. Для транспортування молока також використовують спеціальні термоізовані контейнери з льодом або замороженим елементом.

Отже, призначення первинної обробки молока полягає у збереженні його санітарно-гігієнічних, харчових та технологічних властивостей, а також у зменшенні ризику забруднення механічним, хімічним та біологічним брудом. Для досягнення цього необхідно дотримуватись правил гігієни при доїнні та обслуговуванні тварин, ретельно очищувати та дезінфікувати доїльне та молочне обладнання, охолоджувати молоко та зберігати його при відповідних температурах.

Видалення механічного забруднення забезпечує ефективне усунення більшості бактерій, які можуть знаходитись на поверхні, і зберігання санітарно-гігієнічних властивостей продукту. Охолодження знижує активність та розмноження бактерій. Якщо молоко містить шкідливі мікроорганізми, воно проходить пастеризацію для їх знищення. Важливо проводити ці процедури найшвидше після дойки, ідеально - безпосередньо під час неї. Таким чином, до первинної обробки молока входять очищення, охолодження та пастеризація.

Під час очищення молока видаляють механічні та бактеріальні домішки, що поліпшує якість продукту і збільшує тривалість зберігання. Очищення може здійснюватись шляхом фільтрування на тканинних фільтрах або відцентровим очищенням на сепараторах-очисниках. Якщо застосовується відцентрове очищення, молоко повинно бути підігріте до температури 40-60 °С, щоб уникнути збивання та зменшення виходу жиру, а також збільшити продуктивність сепаратора-очисника.

Після очищення молоко рекомендується охолоджувати або пастеризувати, а потім знову охолоджувати перед зберіганням. Холодне зберігання до моменту відправки на молокоприймальні пункти є оптимальним варіантом.

Молоко може бути збережене протягом різного часу в залежності від температури його зберігання. Якщо свіже видоєне молоко залишати без первинної обробки при температурі навколишнього середовища до 2-3 годин, то завдяки своїм бактерицидним властивостям воно може зберігатись без погіршення якості. Охолоджене молоко може бути збережене до 36 годин при температурі 4-6 °С та до доби при температурі 8-10 °С, що сповільнює розвиток наявних мікроорганізмів і подовжує термін зберігання.

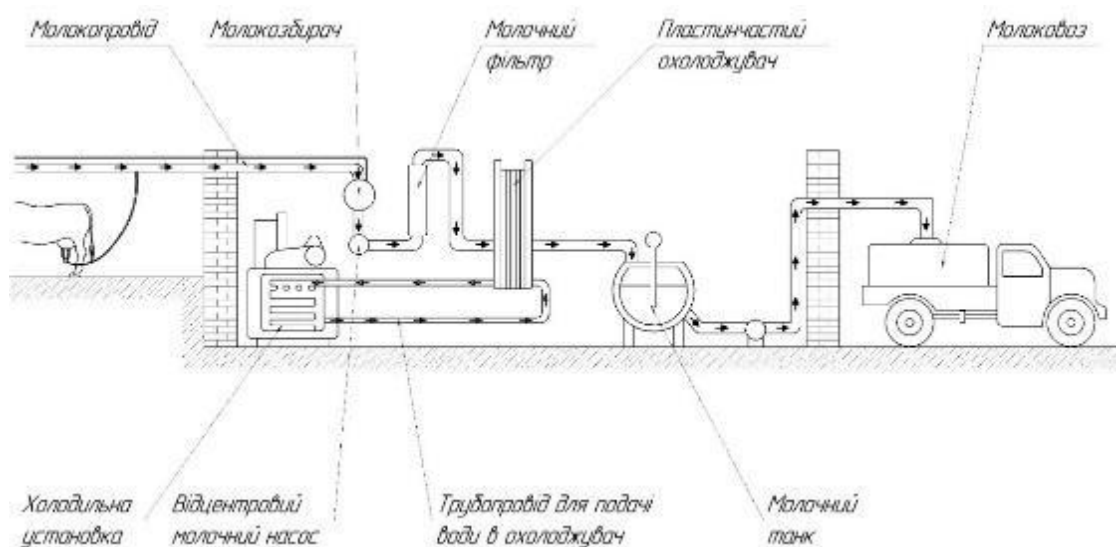


Рисунок 2.1 – Технологічна схема первинної обробки молока

Пастеризація – це більш радикальний метод обробки молока, який забезпечує знищення шкідливих мікроорганізмів без зміни смаку, аромату, текстури та кольору молока. Тривала пастеризація при температурі 63-65 °С витримується протягом 30 хвилин, короткочасна пастеризація - нагріває молоко до 71-76 °С та витримує 20-30 секунд, а миттєва пастеризація - нагріває до 85-90 °С без витримки.

Технологічна схема первинної обробки молока залежить від кінцевого продукту, який підприємство планує отримати. Для отримання цільного молока технологічний процес включає доїння, фільтрування, охолодження до 7 °С, приймання, облік та видачу продукції. Питне молоко потребує більш складної технологічної схеми, яка включає приймання молока з кислотністю не вище 19 °Т, сортування, очистку від механічних домішок.

2.3 Вибір засобів механізації лінії доїння корів та первинної обробки молока

Для здійснення доїння та первинної обробки молока, ми використовуємо установки для доїння в стійлах з молокопроводом, відповідно до технології, що була прийнята (п. 2.4.). Український ринок надає нам можливість вибирати між різними доїльними установками, такими як АДС-А, УМД-200, АДМ-8А, УДМ-200 та інші.

Для доїння в стійлах в молокопровід ми використовуємо доїльну установку АДС-А, яка призначена для доїння 100 корів, та установку УМД-200, що призначена для доїння 200 корів. Хоча конструктивно вони ідентичні, але відрізняються за масштабом.

Доїльні установки складаються з молокопроводу і вакуумпроводу, які знаходяться над стійлами корівника, насосних станцій з вакуумрегуляторами, доїльних апаратів, молокоприймача, насосу, фільтру, дозаторів та ванни з автоматом промивки. Щоб з'єднати доїльні апарати з молокопроводом і вакуумпроводом, використовуються суміщені молочно-вакуумні крани. Молоко потрапляє по молокопроводу в дозатор, де виконується його облік, а потім в молокозбірник. Через фільтр молоко за допомогою насосу подається в молочну ванну, яка знаходиться в молочному відділенні. Схему доїльної установки УДМ-200 можна побачити на рис. 2.2. Загальний вигляд приведено на рис. 2.3.

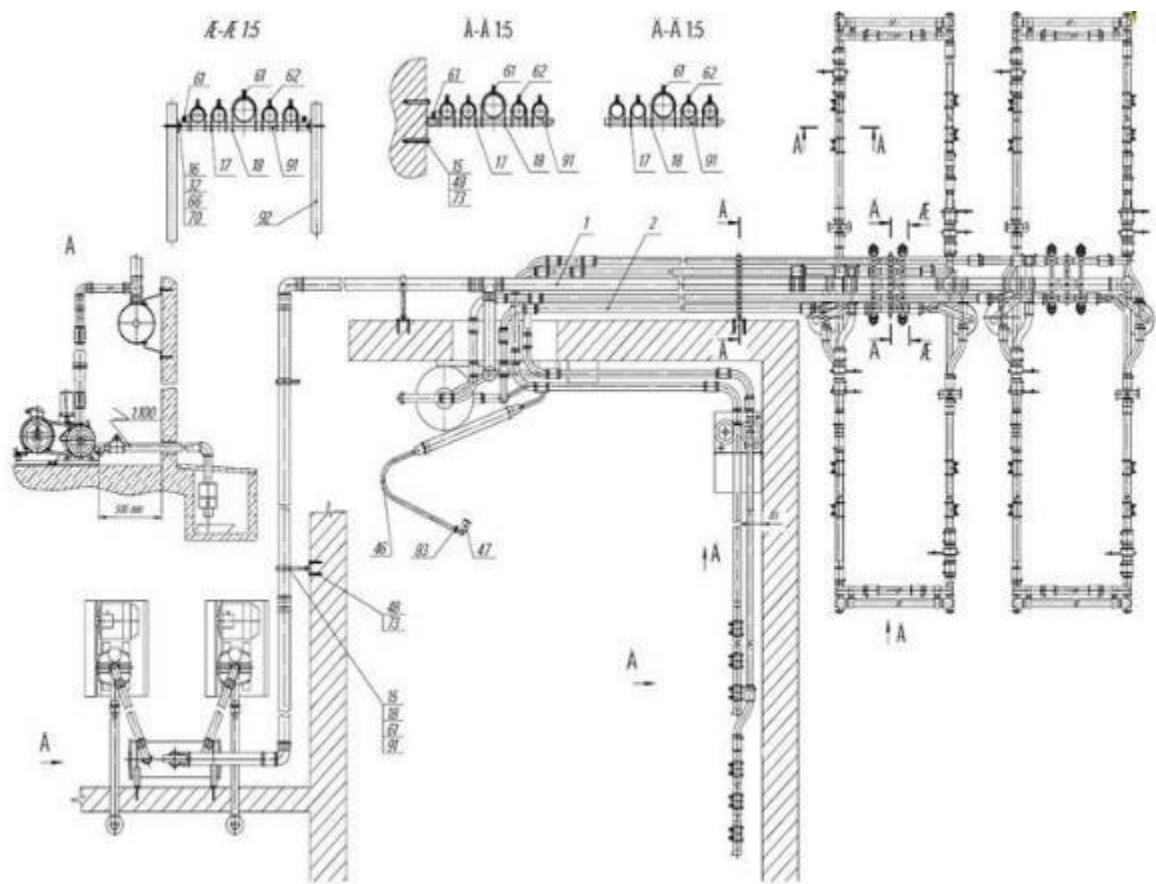


Рисунок 2.2 – Схема доїльної установки УДМ-200

Для забезпечення гігієнічної обробки установки доїння має пристрій для промивки з електронним автоматом, що працює у двох режимах: переддоїльне обполіскування та циркуляційна промивка з використанням рідких миючо-дезінфікуючих засобів. Первинна обробка молока включає магістральний проточний фільтр для очищення від механічних домішок та пластинчатий охолодник молока.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд доїльної установки УДМ-200

У зв'язку з перевагами використання доїльної установки УДМ-200 та його наявності на підприємстві, ми вирішили використати саме цю доїльну установку для доїння в стійлах в молокопровід. До комплекту входить відцентровий молочний насос ОНЦ1-4.0/20, молочний фільтр та пластинчатий охолодник А1-ООЛ-3, а також молочний танк для тимчасового зберігання охолодженого молока В2-ОМВ-6,3.

Зазначений молочний танк В2-ОМВ-6,3 має об'єм 6,3 т і складається з двох окремих камер для зберігання молока. Така конструкція дозволяє зберігати молоко різної якості окремо, що забезпечує його відповідну обробку та подальшу переробку.

Для забезпечення якісної та ефективної переробки молока на підприємстві також необхідне спеціальне обладнання, яке включає в себе сепаратор для розділення молока на жир та сироватку, молоковіддачу машину для віддачі молока від жиру, гомогенізатор для однорідного змішування молока та інші пристрої.

Крім того, важливо враховувати вимоги до зберігання молока та забезпечити належні умови для його зберігання, включаючи температурний режим та чистоту приміщень. Всі ці фактори впливають на якість та безпеку молока як продукту, що переробляється на підприємстві.

2.4 Розрахунок параметрів процесу доїння і кількості операторів та обладнання

На основі обраного бренду розрахуйте необхідну кількість доїльних апаратів за формулою:

$$z_{yc} = \frac{m}{m_y}; \quad (2.1)$$

де z_{yc} – кількість доїльних апаратів, необхідних для доїння в приміщенні;

m_y – кількість корів, або кількість корів, яку буде доїти один обраний доїльний апарат у корівнику відповідно до його характеристик.

Згідно з технічними характеристиками доїльної установки УДМ-200 $m_y = 200$ голів.

Тоді маємо:

$$z_{yc} = \frac{200}{200} = 1 \text{ уст.}$$

За тією ж формулою, що і в (2.1), можна розрахувати кількість доїльних апаратів z в одному корівнику.

$$z_{ук} = \frac{m_k}{m_y}; \quad (2.2)$$

де m_k – місткість корівника, гол.

На існуючих фермах все поголів'я утримується в одному приміщенні, тому $z_{ук} = 1$ уст.

Кількість операторів, необхідних для обслуговування доїльних апаратів, визначається наступним чином (розрахована кількість операторів округляється в більшу сторону):

$$z_o = \frac{m}{Q_o T}; \quad (2.3)$$

де Q_o – продуктивність праці оператора при доїнні, корів/год.

Ця продуктивність розраховується за наступним рівнянням

$$Q_o = \frac{60}{t_p}; \quad (2.4)$$

де t_p – час ручної та машинної роботи, пов'язаної з доїнням однієї корови. Згідно, хв. Згідно [1] $t_p = 2,05$ хв.

Звідси випливає, що:

$$Q_o = \frac{60}{2,05} = 29,3 \text{ корів/год.}$$

Тоді:

$$z_o = \frac{200}{29,3 \cdot 2} = 3,41 \text{ операторів.}$$

Кількість операторів приймається рівною чотирьом.

Кількість доїльних апаратів, що відповідає всьому поголів'ю становить (з округленням вниз):

$$z_a = \frac{m \cdot t_{ц}}{T}, \quad (2.5)$$

а раціональна кількість апаратів доїльних на одного оператора становить (округлено вниз):

$$z_{ao} = \frac{t_{ц}}{t_p + t_{п}}. \quad (2.6)$$

У цих рівняннях $t_{ц}$ – це мінімальна тривалість циклу доїння для однієї корови, розрахована за формулою:

$$t_{ц} = t_m + t_p + t_{п}, \quad (2.7)$$

де t_m – машинний час на доїння однієї корови, хв.;

$t_{п}$ – час, витрачений на переміщення доїльного апарату з однієї робочої станції на іншу (припадає на одну корову), хв.

Середній час механічного доїння становить 4-6 хвилин, залежно від типу доїльного апарату та надою корови. Приймаємо $t_m = 5$ хв.

Тоді, згідно (2.7) тривалість циклу становитиме:

$$t_{ц} = 5 + 2,05 + 0,3 = 7,35 \text{ хв.}$$

Виходячи з цього

$$z_a = \frac{200 \cdot 7,35}{120} = 12,25 \text{ апаратів,}$$

а

$$z_{ao} = \frac{7,35}{2,05 + 0,3} = 3,13 \text{ апаратів.}$$

Приймаємо до розрахунку $z_a = 12$ шт. та $z_{ao} = 3$ шт.

Отже, для роботи запроєктованої лінії доїння необхідно мати одну доїльну установку УДМ-200 з чотирма операторами та 12-ма доїльними апаратами.

2.5 Розрахунок параметрів процесу первинної обробки молока та необхідної кількості обладнання

З техніко-економічних міркувань найбільш доцільно, щоб паспортна продуктивність Q_p (кг/год) споруд та обладнання потокової технологічної лінії первинної переробки молока дорівнювала або була дещо більшою за розрахункову продуктивність Q_p (кг/год) відповідної лінії доїння корів.

Необхідна пропускна спроможність Q_p лінії переробки молока визначається за формулою:

$$Q_p = \frac{m \cdot Y_{\text{річ}} \cdot c}{z \cdot D_{\text{л}} \cdot T}; \quad (2.8)$$

де коефіцієнт c відображає неоднорідність надходження молока від корів протягом року з урахуванням разової та сезонної неоднорідності надходження молока від корів. Його значення залежить від рівня організації доїльних ліній на підприємстві та коливається від $c = 1,3$ до більш ніж $1,5$. Тут використовується $c = 1,5$;

$D_{\text{л}}$ – період лактації корів, $D_{\text{л}}=300$ днів;

$z = 2$ – кратність доїння за добу.

Тоді пропускна здатність лінії обробки молока становитиме:

$$Q_p = \frac{200 \cdot 4000 \cdot 1,5}{2 \cdot 300 \cdot 2} = 1000 \text{ кг/год.}$$

Виходячи з того, що на нашій фермі вже є технічні засоби для первинної обробки молока, описані в пункті 2.5, розрахунок буде зводитись до перевірки відповідності існуючого обладнання продуктивності лінії доїння.

Для правильного підбору молочного насосу та пластинчатого охолодника, які працюють в потоковому режимі, необхідно, щоб виконувалась наступна нерівність:

$$Q_p \leq Q_{\text{п}}; \quad (2.9)$$

де $Q_{\text{п}}$ – паспортна продуктивність установки за її технічною характеристикою, кг/год. Для молочного насосу ОНЦ1-4.0/20 $Q_{\text{пн}} = 4000$ кг/год., для пластинчатого охолодника А1-ООЛ-3 $Q_{\text{по}} = 3000$ кг/год.

Отже умова (2.9) виконується, бо

для молочного насосу $1000 \leq 4000$ кг/год;

для пластинчатого охолодника $1000 \leq 3000$ кг/год.

Резервуар для тимчасового зберігання молока вибираємо виходячи з добового надою молока на підприємстві та кратності його вивезення до переробних підприємств за умовою:

$$V_{\text{р}} \leq V_{\text{п}}; \quad (2.10)$$

де $V_{\text{р}}$ – загальний обсяг резервуара, необхідний для розрахунку, м^3 ;

$V_{\text{п}}$ – паспортна місткість резервуарів відповідно до технічних характеристик, м^3 . Згідно технічної характеристики В2 – ОМВ – 6,3 $V_{\text{п}} = 6300$ л = $6,3 \text{ м}^3$.

Передбачувана загальна місткість резервуара розраховується за такою формулою:

$$V_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{р}} \cdot z \cdot T}{\rho \cdot n \cdot \phi}; \quad (2.11)$$

де ρ – густина молока, $\rho = 1024$ кг/ м^3 ;

ϕ – коефіцієнт заповнення резервуару, приймаємо $\phi = 0,9$;

n – кратність вивезень молока на молокоприймальні пункти.

Враховуючи те, що ферма має невелике розміри, приймаємо $n = 1$.

Тоді отримаємо:

$$V_{\text{р}} = \frac{1000 \cdot 2 \cdot 2}{1024 \cdot 1 \cdot 0,9} = 4,34;$$

Підставивши результат розрахунку в формулу (2.10) бачимо, що нерівність виконується, бо

$$4,34 \leq 6,3 \text{ м}^3.$$

Для забезпечення безперервності потоку і роботи обладнання первинної переробки молока слід використовувати вирівнювальні резервуари місткістю, розрахованою за формулою:

$$V_6 = \frac{(Q_{\text{пд}} - Q_p) \cdot T + 0,25 \cdot Q_p}{\rho}; \quad (2.12)$$

де $Q_{\text{пд}}$ – паспортна потужність доїльних апаратів, кг/год. Для УДМ-200 $Q_{\text{пд}} = 1300$ кг/год.

Тоді отримаємо:

$$V_6 = \frac{(1300 - 1000) \cdot 2 + 0,25 \cdot 1000}{1024} = 0,83 \text{ м}^3.$$

Отже, приймаємо до розрахунку молокоприймальний бак БМ – 1000 місткістю 1 м^3 .

Для забезпечення пластинчатого охолодника холодоносієм необхідно підібрати холодильну машину за її холодопродуктивністю. При цьому необхідно дотримуватись умови:

$$Q_{\text{хр}} \leq Q_{\text{хм}}; \quad (2.13)$$

де $Q_{\text{хр}}$ – необхідна холодопродуктивність охолоджувачів для охолодження молока, що надходить з доїльної лінії., кВт;

$Q_{\text{хм}}$ – паспортна холодопродуктивність холодильних агрегатів підібрана згідно з технічним завданням., кВт.

Необхідна холодопродуктивність охолоджувача для охолодження молока з доїльної лінії розраховується за формулою:

$$Q_{\text{хр}} = \frac{1}{3600} \cdot Q_p \cdot c_m \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}); \quad (2.14)$$

де c_m – питома теплоємність молока, кДж/кг-К. Залежно від температури та густини молока, $c_m = 3,852-3,923$ кДж/кг-К.

Приймаємо $c_m = 3,9$ кДж/кг К;

t_n і t_k – температура молока відповідно на початку і в кінці охолодження, К;

$1/3600$ – коефіцієнт переведу кДж/год. в кВт.

Тоді, згідно (2.14) маємо:

$$Q_{\text{хр}} = \frac{1}{3600} \cdot 1000 \cdot 3,9 \cdot (308 - 277) = 33,6 \text{ кВт.}$$

Виходячи з цього та приймаючи до уваги умову нерівності (2.13), приймаємо до розрахунку холодильну установку АВ-30, паспортна холодопродуктивність якої за технічною характеристикою становить 35 кВт.

Виконавши розрахунки параметрів процесу доїння та первинної обробки молока, а також розрахувавши необхідну кількість обладнання та обслуговуючого персоналу приймаємо, що для повного і якісного функціонування лінії доїння та первинної обробки молока на молочнотоварній фермі фермерського господарства «Осьмак» необхідно мати:

- одну доїльну установку УДМ-200 з 12-ма доїльними апаратами та чотирма операторами машинного доїння;
- вирівнювальний молокоприймальний бак БМ-1000;
- молочний насос ОНЦ1-4.0/20;
- молочний фільтр;
- пластинчатий охолодник А1-ООЛ-3;
- холодильну установку АВ-30;
- резервуар для тимчасового зберігання молока В2-ОМВ-6,3.

2.6 Висновки з розділу

Проведено проєктування технологічної лінії доїння корів на молочнотоварній фермі, розраховано її продуктивність, підібрані засоби

механізації виробничих процесів та визначено потребу в них. Розраховано потребу в операторах машинного доїння. Також виконали опис роботи запроєктованої лінії. Проведено розрахунок параметрів процесу первинної обробки молока та необхідної кількості обладнання.

3 РОЗРОБКА МОЛОЧНОГО ФІЛЬТРА

3.1 Обґрунтування важливості питання

Рафінування молока має на меті видалити ряд механічних домішок, які забруднюють продукт і створюють сприятливі умови для росту мікроорганізмів. Чим більше механічних домішок у молоці, тим вище бактеріальне обсіменіння [2]. Національні стандарти України, наведені в ДСТУ 3662-97 [3] (Молоко коров'яче незбиране. Вимоги до закупівлі), визначають показники якості молока, як показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Фізико-хімічні показники для молока по гатункам

Назва показника якості, одиниця вимірювання	Норма для гатунків		
	Вищий	Перший	Другий
Кислотність, °Т	16-17	<19	<20
Ступінь чистоти за еталоном, група	I	I	II
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./мл	<300	<500	<3000
Температура, °С	<8	<10	<10
Масова частка сухих речовин, %	>11,8	>11,5	>10,6
Кількість соматичних клітин, тис./мл	<400	<600	<800

Молоко, яке призначене для виробництва дитячих та дієтичних продуктів харчування, має відповідати вимогам вищого класу якості та бути не менше I групи за термостійкістю відповідно до ДСТУ 25228 [4]. Це вимагає створення молочного фільтра, який забезпечує очищення молока I ступеня чистоти відповідно до вищого класу якості згідно з ДСТУ 3662-97 [3].

3.2 Вихідні дані

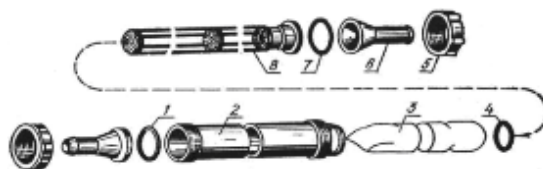
Вихідними даними для проведення розрахунків є:

- Фізико-механічні властивості фільтруючого елемента [4]: коефіцієнт проникливості фільтруючого елемента – 4234;
- Фізико-механічні властивості молока [5]: густина – 1027 кг/м³; середній діаметр частинок механічних домішок в молоці – 0,003 м;
- Технологічні параметри молочного насоса (розділ 2): продуктивність молочного насосу – 4000 кг/год = 0,0011 м³/с; тиск молочного насоса – 200 кПа.

3.3 Стан питання та шляхи його вирішення

Молоко може бути механічно фальсифіковане як на доїльній установці, так і на фермерських молочних господарствах, де використовують різні фільтри (плоскі, циліндричні, конічні, дискові) і центрифуги з регулярним або безперервним вивантаженням осаду [6].

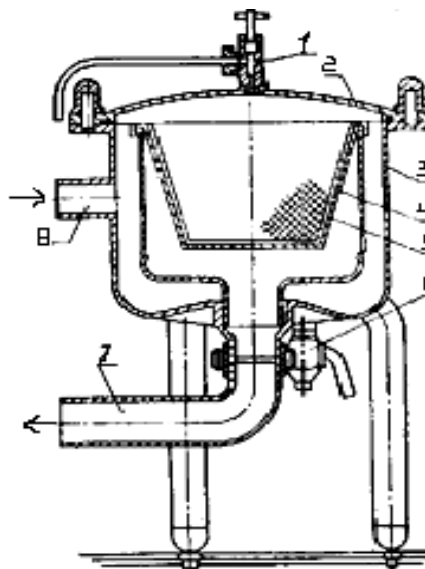
На доїльних установках зазвичай використовують *циліндричні фільтри* для фільтрування молока в потоці (рис. 3.1). Ці фільтри мають циліндричну форму та виконані з нержавіючої сталі. Молоко, що протікає крізь фільтруючий матеріал, очищується від механічних домішок, після чого потрапляє до охолоджувача. Однак, недоліками цих фільтрів є низька продуктивність та високі експлуатаційні затрати на постійну заміну фільтруючого елемента.



«1,7 – ущільнювальні прокладки; 2 – корпус, 3 – фільтруючий елемент; 4 – кільце; 5 – гайка; 6 – перехідник; 8 – каркас» [6]

Рисунок 3.1 – Циліндричний фільтр

Корпус *конічного фільтра* (зображеного на Рис. 3.2) складається з вхідного патрубку 8, вихідного патрубку 7 та кришки 2 з вентилям 1 для випуску повітря. Внутрішній простір корпусу містить молокоприймальну чашу 4 з фільтруючим елементом 5, зробленим з лавсану. Для очищення фільтра передбачено кран 6, що з'єднується з вихідним патрубком. Кришка забезпечує герметизацію простору між кришкою та корпусом за допомогою гумового шнура прямокутного перерізу, який вкладається у паз кришки та фіксується за допомогою гайок. При використанні конічного фільтра молоко надходить через вхідний патрубок 8, просочується крізь фільтруючий елемент 5 та виходить через вихідний патрубок 7. Недоліками таких фільтрів є високі експлуатаційні витрати на постійну заміну фільтруючого елемента та відсутність автоматичного самоочищення. Крім того, зменшення пропускної здатності фільтру може відбуватися через накопичення осаду на фільтруючій тканині.



«1 – вентиль; 2 – кришка, 3 – корпус, 4 – молокоприймальних чаша;
5 – фільтруючий елемент; 6 – спускний кран; 7, 8 – патрубки» [6]

Рисунок 3.2 – Конічний фільтр

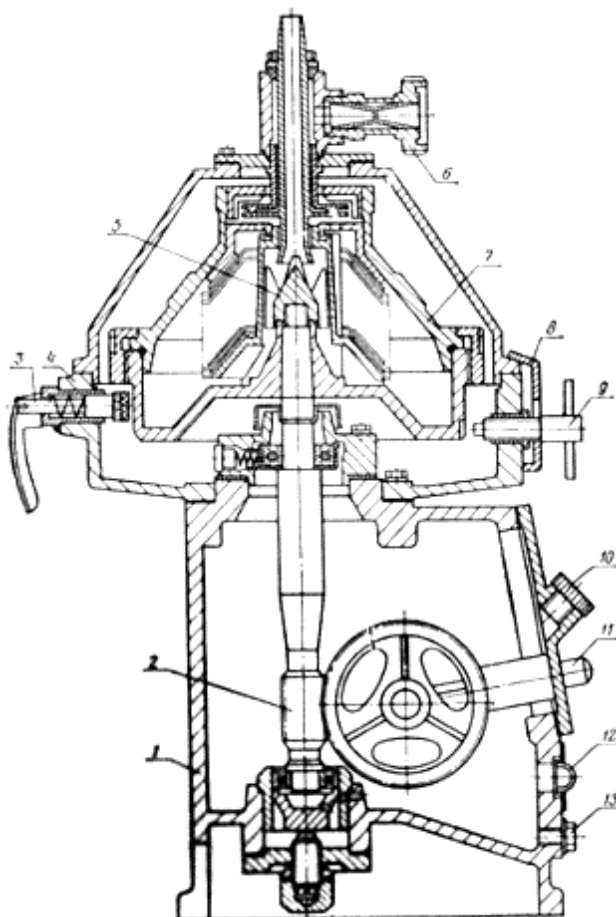
В потоковій технологічній лінії використовують *відцентрові очищувачі для очищення молока*. Вони мають наступні основні вузли: барабан (рис. 3.3), приводний механізм, приймально-вивідний пристрій, електродвигун і станина. У чаші рами приводного механізму встановлено два стопори: гальмо для швидкого зупинення барабана після вимкнення електродвигуна і стопор для запобігання довільному обертанню барабана під час розбирання та збирання. Барабан закріплений на шпинделі приводного механізму за допомогою фігурного порталу. Впускні та випускні пристрої кріпляться до корпусу гайками, а корпус до чаші - хомутами. Приводний механізм встановлений на рамі, а масляна ванна має отвори для входу і виходу оливи, кожен з яких закритий пробкою. Рівень масла контролюється покажчиком, а швидкість обертання барабана – пульсатором. Центрифуга в основному являє собою барабан. У його основі в спеціальному пазу встановлений тримач тарілки, положення якого фіксується штифтами. По периферії тарілотримача є три шліци, на які встановлюється проміжний пакет конічних тарілок. Усі пластини в барабані пронумеровані для зручності складання. Розділові пластини розміщуються поверх проміжного пакета пластин. Верх барабана закривається кришкою, яка разом із пластинами утворює камеру тиску.

Основними недоліками відцентрових очищувачів є їх висока вартість, складність обслуговування та потреба у спеціальному навчанні для ефективного використання.

Крім того, відцентрові очищувачі можуть бути менш ефективними в порівнянні з іншими методами очищення молока в певних умовах. Наприклад, вони можуть бути менш ефективними для видалення великих частинок забруднень, які можуть пошкодити обладнання або зменшити якість продукту.

Крім того, відцентрові очищувачі можуть вимагати більш високої

енергії для ефективної роботи, що може збільшувати витрати на електроенергію. Однак, при правильному використанні та обслуговуванні, відцентрові очищувачі можуть бути ефективним та надійним засобом для очищення молока в потоковій технологічній лінії.



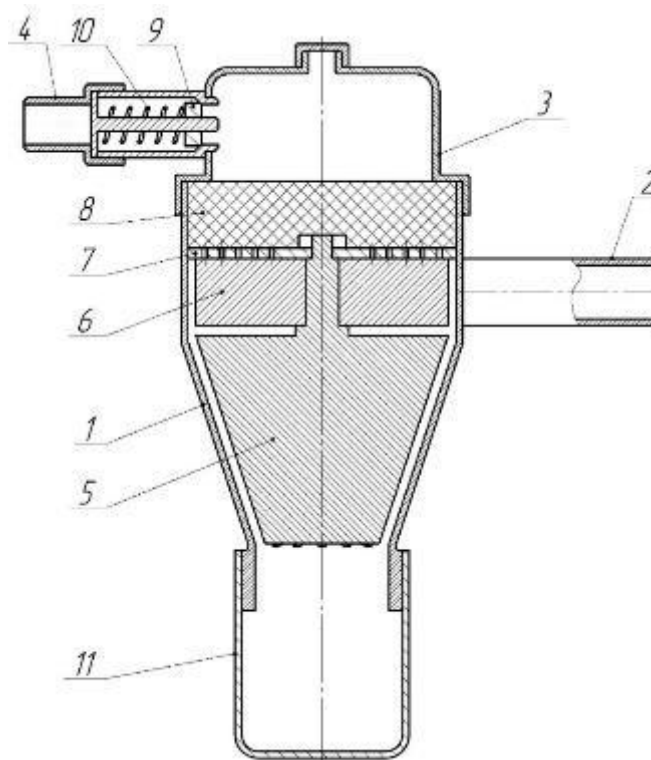
«1 – станина, 2 – приводний механізм; 3 – гальмо; 4 – чаша станини; 5 – гайка кріплення барабана; 6 – патрубок виведення молока; 7 – барабан; 8 – притиск; 9 – стопор; 10 – пробка для затоки масла; 11 – пульсатор; 12 – вказівник рівня масла; 13 – пробка зливу масла» [6]

Рисунок 3.3 – Відцентровий очисник

Після аналізу технічних рішень було розроблено фільтр для молока (рисунок 3.4): корпус 1, впуск 2, кришка 3, випуск 4, дифузор 5,

крильчатка 6, сітка 7, фільтрувальний елемент 8, поршень 9, пружина 10, відстійник 11.

Під час заповнення молокозбірника доїльної установки молоком воно надходить у патрубок 2 і своїм тангенціальним розташуванням забезпечує обертання крильчатки 6, що притискається до поверхні сітки 7 зі 164 отворами діаметром 3 мм. Великі механічні включення, що утримуються на сітці 7, постійно знімаються з її поверхні крильчаткою 6, яка обертається, викидаються в навколишнє середовище та жолобчастим каналом між корпусом фільтра 1 і дифузorzом 5 прямують до стаканавідстійника 11, де осідають (процес першого ступеня очищення).



«1 – корпус; 2 – вхідний патрубок; 3 – кришка; 4 – вихідний патрубок; 5 – дифузorz; 6 – крильчатка; 7 – сітка; 8 – фільтруючий елемент; 9 – поршень; 10 – пружина; 11 – відстійник» [12]

Рисунок 3.4 – Молочний фільтр

Попередньо очищене молоко проходить через фільтрувальний елемент 8, і, зрештою, чисте молоко потрапляє в камеру кришки 3, а потім у випускний отвір 4 (другий ступінь очищення). Під час підвищення тиску в камері кришки 3 поршень 9 відкривається, дозволяючи молоку вільно витікати з фільтра. Після спорожнення молочного бака насос вимикається, тиск у кришці 3 знижується і пружина 10 повертає поршень у вихідне положення, дозволяючи молоку проходити через фільтруючий елемент у зворотному напрямку. При цьому вимиваються механічні частинки, що застрягли в отворах корпусу фільтрувального елемента, які викидаються крильчаткою під час повторного ввімкнення насоса у відстійну склянку. Потім цей цикл повторюється протягом усього терміну експлуатації лінії.

Перший етап очищення молока від великих механічних чужорідних частинок присутній, а їхнє постійне видалення і збір у відстійнику та регулярне очищення отворів дають змогу значно зменшити навантаження на фільтрувальний елемент і подовжити термін його служби.

3.4 Розрахунок молочного фільтра

Робочим механізмом розробленого молочного фільтра є клапанний механізм між фільтруючим елементом та вихідним патрубком.

Тому при проведенні теоретичних розрахунків необхідно скоригувати геометричні параметри молочного фільтра з урахуванням його гідравлічного опору при проходженні через нього молока. Для цього необхідно оцінити перепад тиску в молочному фільтрі з фільтруючими елементами.

Другим етапом розрахунку є визначення параметрів клапанного механізму вихідного патрубка на основі розрахунку циліндричної спіральної пружини з гідравлічним тиском.

Конструктивна схема розробленого фільтра для молока представлена

на рис. 3.5.

У процесі руху молока через розроблений молочний фільтр тиск поступово знижується. Основні втрати тиску пов'язані з рухом молока на вході та виході на вхід, сітку, фільтрувальний елемент, вихід і корпус фільтра.

Втрати тиску у вхідному трубопроводі. Втрати на тертя визначаються рівнянням Дарсі-Вейсбаха [7]:

$$\Delta p_1 = \xi_1 \cdot \frac{4 \cdot l_{\text{вх.п}}^2 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi \cdot d_{\text{вх.п}}^6}, \quad (3.1)$$

де ξ_1 – коефіцієнт втрат на тертя молока об стінки сопла, $\xi_1 = 0,4076$ [7];

Q – швидкість потоку молока, м³/с;

ρ – густина молока, кг/м³;

$l_{\text{вх.п}}$ – довжина вхідного сопла, м;

$d_{\text{вх.п}}$ – діаметр вхідного сопла, м.

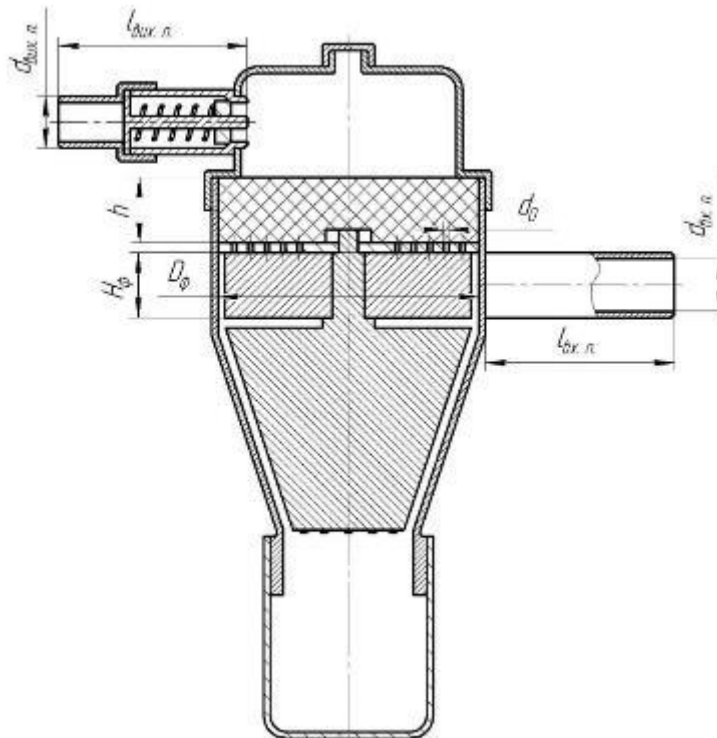


Рисунок 3.5 – Конструктивна схема розробленого фільтра для молока

Опір на вході в корпус фільтра Δp_2 . Необхідно враховувати, що потік молока, який потрапляє в корпус, швидко розширюється. У цьому випадку перепад тиску визначається за рівнянням Вейбаха [7]:

$$\Delta p_2 = \left(1 - \frac{\pi \cdot d_{\text{вх.п}}^2}{4D_{\phi} H_{\phi}} \right) \xi_2 \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{d_{\text{вх.п}}^4}, \quad (3.2)$$

де ξ_2 – коефіцієнт місцевих втрат $\xi_1 = 0,8114$ згідно [7];

D_{ϕ} – діаметр корпусу фільтра, м;

H_{ϕ} – робоча висота фільтра, м.

Опір сітки Δp_3 . У цій частині фільтра рух молока можна розглядати як потік рідини через мембрану. Перепад тиску через мембрану можна визначити за залежністю Альтшуля і Вюста [8]:

$$\Delta p_3 = \left(\frac{A}{n} + 1 \right) \frac{\rho \cdot Q^2}{2\mu^2 d_0^4 n}, \quad (3.3)$$

де A – коефіцієнт, що залежить від форми отвору відносно кола $A = 70$ [8];

μ – коефіцієнт, що залежить від форми кромки отвору і цілісності стиснення потоку $\mu = 0,1$ [8];

d_0 – діаметр отвору, м;

n – кількість отворів.

Опір фільтруючого елемента Δp_4 . Фільтруючий елемент є тривимірним елементом за своєю конструкцією і має притаманні йому властивості, такі як пористість і проникність. Припускаючи, що фільтруючий елемент відповідає циліндру, його опір можна оцінити за допомогою рівняння [9]:

$$\Delta p_4 = \frac{2 \cdot \rho \cdot Q^2}{K \cdot \pi^2 \cdot (D_\phi \cdot h)^2}, \quad (3.4)$$

де K – проникність фільтрувального елемента $K = 2,36 \cdot 10^{-4}$ [9];

h – товщина фільтрувального елемента, м.

Опір при виході з труби більшого діаметра в трубу меншого діаметра Δp_5 . Цей опір розглянемо як вхід на виході молочного фільтра, тобто

$$\Delta p_5 = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi \cdot d_{\text{вих.п}}^4}, \quad (3.5)$$

де ξ_1 – коефіцієнт опору на вході в трубу, для циліндричних труб $\lambda = 0,7$ [7];

$d_{\text{вих.п}}$ – діаметр вихідної труби, м.

Втрати на тертя у вихідній трубі Δp_6 . Ці втрати можуть бути визначені так само, як описано вище для вхідної труби. Для ламінарного потоку [7]:

$$\Delta p_6 = \xi_1 \cdot \frac{4 \cdot l_{\text{вих.п}}^2 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi \cdot d_{\text{вих.п}}^6}, \quad (3.6)$$

$l_{\text{вих.п}}$ – довжина вихідної труби, м.

Приймаючи довжину і діаметр вхідного патрубку (виходячи з діаметру вихідного патрубку молочного насоса) рівними $l_{\text{вх.п}} = 0,15$ м, $d_{\text{вх.п}} = 0,032$ м, а витрати молока рівними продуктивності молочного насоса $Q = 0,0011$ м³/с маємо згідно з (3.1):

$$\Delta p_1 = 0,4076 \cdot \frac{4 \cdot 0,15^2 \cdot 1027 \cdot 0,0011^2}{3,14 \cdot 0,032^6} = 13,52 \text{ кПа.}$$

Враховуючи те що робоча висота фільтра дорівнює діаметру вхідного патрубку $H_\phi = d_{\text{вх.п}} = 0,032$ м, то згідно з (3.2) маємо:

$$\Delta p_2 = \left(1 - \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4D_\phi 0,032} \right) 0,8114 \cdot \frac{1027 \cdot 0,0011^2}{0,032^4} = 0,9616 \left(1 - \frac{0,025}{D_\phi} \right) \text{ кПа.}$$

Згідно з (3.3) і враховуючи те, що діаметр отвору повинен бути

рівним середньому діаметру частинок механічних домішок в молоці $d_0 = 0,003$ м, а кількість отворів повинна повністю заповнити площу сітки $n = 164$ отримуємо:

$$\Delta p_3 = \left(\frac{70}{164} + 1 \right) \frac{1027 \cdot 0,0011^2}{2 \cdot 0,1^2 \cdot 0,003^4 \cdot 164} = 0,67 \text{ кПа.}$$

Підставляючи в (3.4) коефіцієнт проникливості фільтруючого елемента і прийняту його товщину $h = 0,04$ м отримуємо:

$$\Delta p_4 = \frac{2 \cdot 1027 \cdot 0,0011^2}{2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14^2 \cdot (D_\phi \cdot 0,04)^2} = \frac{0,0667}{D_\phi^2} \text{ кПа.}$$

Приймаючи діаметр вихідного патрубку (виходячи з діаметру вхідного патрубку пластинчатого охолодника) рівним $d_{\text{вих.п}} = 0,032$ м маємо згідно з (3.5):

$$\Delta p_5 = \frac{8 \cdot 0,7 \cdot 1027 \cdot 0,0011^2}{3,14 \cdot 0,032^4} = 2,11 \text{ кПа.}$$

Приймаючи довжину вихідного патрубку рівними $l_{\text{вих.п}} = 0,1$ м отримуємо згідно з (3.1):

$$\Delta p_6 = 0,4076 \cdot \frac{4 \cdot 0,1^2 \cdot 1027 \cdot 0,0011^2}{3,14 \cdot 0,032^6} = 6,0 \text{ кПа.}$$

З огляду на отримані залежності (3.1)-(3.6), загальний перепад тиску через розроблений фільтрувальний елемент має такий вигляд:

$$\Delta p = \sum_{i=1}^6 \Delta p_i = 22,3 + 0,9616 \left(1 - \frac{0,025}{D_\phi} \right) + \frac{0,0667}{D_\phi^2}. \quad (3.7)$$

Побудувавши графік залежності (3.7), можна побачити, що найменша втрата повного тиску ($\Delta p = 41,2$ кПа) спостерігається за діаметру корпусу фільтра 0,16 м (рис. 3.6).

Клапанний механізм на вході в молочний фільтр являє собою підпружинений клапан, що відкривається під дією потоку молока. Сила, що діє на клапан під дією потоку молока, визначається за формулою:

$$F = (p - \Delta p) \cdot \frac{\pi d_{\text{вих.п}}^2}{4}, \quad (3.8)$$

де p – тиск, створюваний молочним насосом на вході в молочний фільтр.

Згідно з (3.8), впливає, що:

$$F_{\text{max}} = 1000(200 - 41,2) \cdot \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 128 \text{ Н.}$$

Розрахунок параметрів клапанного механізму згідно з розрахунком циліндричної спіральної пружини на розтяг і стиск.

Цей розрахунок ґрунтується на міцності витка на кручення. Сортамент дроту з вуглецевої сталі, що використовується як матеріал пружини, та його механічні властивості наведено в довіднику. Допустимі напруження матеріалу під час зсуву (крутіння) приймаються приблизно за статичних і пульсуючих навантажень відповідно:

$$\tau_{\text{adm}} = 0,4\sigma_{\text{ut}}; \tau_{\text{adm}} = 0,2\sigma_{\text{ut}}, \quad (3.9)$$

де σ_{ut} – межа міцності дроту при розтягуванні.

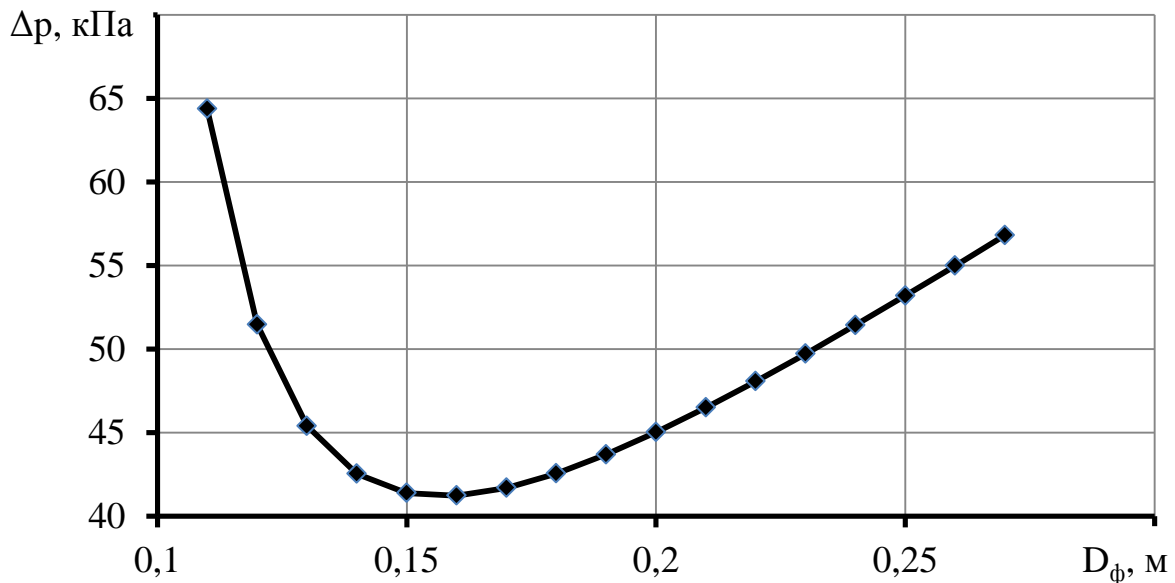


Рисунок 3.6 – Графік залежності загального перепаду тиску від діаметра корпусу фільтра

Умова міцності в поперечному перерізі витка пружини визначається з рівняння [10]

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{8F_{\max} D_{cp} K_k}{\pi d^3} \leq \tau_{adm}, \quad (3.10)$$

де $T = (F_{\max} \times D_{cp}) / 2$ – крутний момент;

$W_p = \pi d^3 / 16$ – полярний момент опору поперечного перерізу витка;

F_{\max} – максимальне навантаження на пружину;

$K_k = \frac{4c + 2}{4c - 3}$ – коефіцієнт, що враховує концентрацію напружень на

поверхні витка і залежить від значення індексу пружини c ($c = D_{cp} / d$);

d, D_{cp} – діаметр дроту і середній діаметр пружини відповідно.

Тоді, з рівняння (3.10), діаметр дроту пружини дорівнює [10]

$$d = \sqrt{\frac{8F_{\max} c K_k}{\pi \tau_{adm}}}, \quad (3.11)$$

або

$$d = \sqrt[3]{\frac{8F_{\max} D_{cp} K_k}{\pi \tau_{adm}}}. \quad (3.12)$$

Вихідними даними для розрахунку пружини є максимальне навантаження F_{\max} , робоча деформація f_p модуль пружності G , що є властивістю дроту, і допустима напруга зсув τ_{adm} .

Так, враховуючи поточну деформацію $F_{\max} = 128$ Н, $f_p = 0,026$ м, $G = 5149$ МПа, $\tau_{adm} = 7,85 \cdot 10^{-1}$ МПа.

Розрахунки виконуються в такому порядку:

1. Вибираємо індекс пружини з діапазону $c = 4 \dots 16$. Вибираємо з діапазону $c = 9$.
2. Використовуючи рівняння (3.11), визначити діаметр дроту; значення d слід вибирати якомога ближче до найбільшого в діапазоні.

Середній і зовнішній діаметр пружини дорівнює $D_{cp} = cd$; $D = D_{cp} + d$. Якщо зовнішній діаметр витка пружини обмежений, то діаметр дроту визначається за формулою (3.12). Згідно з нашим варіантом

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 127 \cdot 0,032 \cdot 1,15}{3,14 \cdot 785000}} = 0,0034 \text{ м}$$

Нехай приймається 3 мм.

3. Розрахувати коефіцієнт жорсткості пружини

$$k = F_{\max} / f_p = 127 / 0,026 = 4,88 \text{ кН/м.} \quad (3.13)$$

4. Кількість циклів трансляції розраховується за формулою

$$i = \frac{Gd}{8kc^3} = \frac{Gd^4}{8kD_{cp}^3}. \quad (3.14)$$

У нашому випадку ми використовуємо рівняння (3.14). Отже

$$i = \frac{5149 \cdot 10^6 \cdot 0,003}{8 \cdot 4880 \cdot 9^3} = 4,88$$

Число обертів пружини дорівнює 5.

5. Визначте довжину пружини стиснення в незміненому стані:

$$H = i(d + e) = 5 (0,003 + 0,0078) = 0,054 \text{ м.} \quad (3.15)$$

де $e = 0,0078$ м – гарантований зазор між витками пружини стиснення при максимальній деформації.

6. Кут підйому котушки пружини стиснення наступний:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{\pi D_{cp} i} = \frac{0,054}{3,14 \cdot 0,032 \cdot 5} = 0,107. \quad (3.16)$$

Цей кут не повинен перевищувати $6 \dots 7^\circ$ не повинен перевищувати. $\alpha = 7^\circ$.

7. Визначаємо довжину дроту розвернутої пружини:

$$L = \frac{\pi D_{cp}}{\cos \alpha} (i + 2) = \frac{3,14 \cdot 0,032}{0,9925} (5 + 2) = 0,708 \text{ м.} \quad (3.17)$$

Стандартний фільтруючий елемент розраховано на очистку 5000 л

молока [9]. Так як конструкція розробленого молочного фільтру дозволяє виконувати самоочистку фільтруючого елемента після кожного доїння, то приймаємо, що об'єм молока, який може очистити даний фільтр збільшиться до 10000 л.

Виходячи з цього проведемо розрахунок періодичності заміни фільтруючого елемента за формулою

$$T = \frac{V}{Q_p}, \quad (3.18)$$

де V – максимальний об'єм молока на який розраховано фільтруючий елемент, л;

Q_p – пропускна здатність лінії обробки молока (розділ 2), л/год

Для базового варіанту маємо: $T = \frac{5000}{1000} = 5$ год.

Для розробленого варіанту маємо: $T = \frac{10000}{1000} = 10$ год.

Визначимо кількість фільтруючих елементів які необхідно витратити за 1 рік:

$$m = \frac{Y_{\text{річ}} N}{V}, \quad (3.19)$$

де $Y_{\text{річ}}$ – річний надій молока від однієї корови, л (розділ 2);

N – кількість дійних корів (розділ 2), л/год.

Для базового варіанту маємо: $m = \frac{4000 \cdot 200}{5000} = 160$ шт.

Для розробленого варіанту маємо: $m = \frac{4000 \cdot 200}{10000} = 80$ шт.

3.5 Висновки з розділу

Було проаналізовано наявні типи молочних фільтрів. Під час аналізу було розроблено конструкцію молочного фільтра, яка забезпечує високу якість очищення молока в потоці, має просту конструкцію та низькі

експлуатаційні витрати на заміну фільтрувальних елементів. Конструктивні параметри розробленого молочного фільтра були розраховані з урахуванням гідравлічного опору молока під час його проходження. Параметри клапанного механізму у вихідному патрубку визначали на основі розрахунку циліндричної спіральної пружини розтягування стиснення під дією гідравлічного опору.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Молочне виробництво - одна з найважливіших галузей сільського господарства. Для забезпечення якісного молока необхідно дотримуватись високих стандартів охорони праці, особливо при роботі з молочним фільтром доїльної установки. В даному тексті будуть розглянуті основні заходи з охорони праці, які необхідно вживати при роботі з молочним фільтром доїльної установки.

Перш за все, необхідно виконувати правильну інструкцію з експлуатації доїльної установки та молочного фільтра. Для цього слід дотримуватись вказівок виробника, а також отримати необхідну інформацію від професійних консультантів. Неправильна експлуатація доїльної установки може призвести до серйозних наслідків, які будуть мати вплив на якість молока та здоров'я працівників.

Друге важливе питання - це правильний вибір індивідуального захисту працівників. При роботі з молочним фільтром доїльної установки, працівники повинні використовувати захисні окуляри та респіратори для захисту від бризок молока та пилу. Також необхідно забезпечити працівників необхідними засобами індивідуальної гігієни, такими як рукавиці, фартухи та ковпачки.

Третє важливе питання - це правильна організація робочого місця. Необхідно забезпечити достатньо простору для роботи з молочним фільтром, а також забезпечити належну вентиляцію приміщення. Крім того, необхідно підтримувати чистоту та порядок на робочому місці.

Далі, якщо в процесі роботи з молочним фільтром виявлені будь-які неполадки, необхідно негайно повідомити свого керівника та зупинити роботу установки до її відновлення та перевірки. Також важливо регулярно

проводити технічне обслуговування та чистку фільтру, щоб забезпечити його ефективну роботу та запобігти можливим аваріям.

Окрім того, робота з молочним фільтром вимагає від працівників дотримання правил особистої гігієни та здоров'я. Необхідно використовувати спеціальний одяг, гумові рукавиці та маску, щоб запобігти потенційній контамінації молока. Також важливо дотримуватися правил персональної гігієни, таких як регулярне миття рук та використання засобів для дезінфекції.

У разі виникнення будь-яких питань щодо безпечної роботи з молочним фільтром доїльної установки необхідно звертатися до свого керівника або спеціаліста з охорони праці. Не допускайте жодних випадків порушення правил безпеки під час роботи з молочним фільтром, адже це може призвести до небезпеки для здоров'я і життя працівників та споживачів молочних продуктів.

Отже, використання молочного фільтру в доїльних установках є важливим етапом у виробництві якісних молочних продуктів. Проте, необхідно пам'ятати про ризики та небезпеки, пов'язані з цим процесом. Дотримання правил безпеки та регулярне технічне обслуговування фільтру допоможуть забезпечити ефективну роботу молочно-доїльного обладнання.

Якщо при використанні молочного фільтра з'являються якісь проблеми, необхідно відразу звернутися до інженера з технічної підтримки, який може допомогти з усуненням проблеми і забезпечити безпеку роботи з установкою.

Охорона праці при роботі з молочним фільтром доїльної установки - це серйозна проблема, яка потребує постійного відслідковування та уваги. Тому важливо пам'ятати про необхідність виконання всіх правил безпеки при роботі з установкою та молочним фільтром.

Відповідальне ставлення до охорони праці та дотримання всіх правил безпеки є необхідним умовою збереження здоров'я та життя працівників, а також забезпечення стабільної та продуктивної роботи підприємства. Тому необхідно забезпечувати своєчасну підготовку та навчання працівників з питань охорони праці та дотримання правил безпеки при роботі з молочним фільтром доїльної установки.

Найкращим способом забезпечення безпеки праці є попередження можливих небезпек та вживання заходів з їх усунення. Охорона праці при роботі з молочним фільтром доїльної установки є невід'ємною частиною роботи будь-якої ферми, тому важливо пам'ятати про те, що правильне виконання всіх правил та вимог забезпечить безпеку працівників та якість молочної продукції.

Заходи з охорони праці при роботі з молочним фільтром доїльної установки є необхідним елементом професійної діяльності працівників ферми.

Крім того, при роботі з молочним фільтром необхідно дотримуватися правильної техніки підключення і відключення. Необхідно переконатися, що фільтр правильно встановлений і забезпечує належний потік молока. Після закінчення процесу доїння необхідно відключити фільтр, щоб запобігти непотрібному тиску в системі.

Крім того, слід пам'ятати, що молочний фільтр потребує регулярного очищення та дезінфекції. Це дозволяє запобігти появі бактерій та інших мікроорганізмів, які можуть заражати молоко. Щодо очищення, слід забезпечити регулярне видалення залишків молока та інших забруднень з фільтра. Для дезінфекції можна використовувати спеціальні засоби, які забезпечують належну якість очищення.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛІНІЇ ДОЇННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

При базовому варіанті доїння корів виконують в стійлах за допомогою доїльної установки УДМ-200, а первинна обробка полягає у фільтруванні видоєного молока, його охолодженні та тимчасовому зберіганні.

Проектований варіант передбачає використання такого ж набору засобів механізації, за виключенням молочного фільтру. В проектованій лінії буде використовуватись молочний фільтр, розроблений в третьому розділі даного дипломного проекту.

Проектований та базовий варіанти лінії доїння та первинної обробки молока відрізняються лише молочними фільтрами, тому порівняння будемо виконувати лише за експлуатаційними показниками роботи базового та проектового фільтрів. Розроблений нами молочний фільтр дозволяє виконувати самоочистку фільтруючого елемента після кожного доїння, збільшуючи тим самим час його експлуатації, а також скоротити річну тривалість робіт, пов'язаних з виконанням технічного обслуговування за рахунок збільшення його періодичності.

Виходячи з того, що робота оператора заключатиметься в заміні фільтруючого елемента в молочному фільтрі, та виходячи з періодичності його заміни та часу, що витрачається на заміну фільтруючого елемента, річну тривалість роботи операторів визначимо за виразом:

$$D = m \cdot t, \quad (5.1)$$

де m – необхідна кількість замін фільтруючого елемента, разів (розділ 3). Для базового варіанту $m = 160$ разів, для проектного – $m = 80$ разів;

t – час, що витрачається на одну заміну фільтруючого елемента, год.

Для базового та проектного варіантів $t = 0,25$ люд-год.

Отже, річна тривалість роботи для базового та проєктного варіантів становитиме: $D_{\text{б}} = 160 \cdot 0,25 = 40$ люд-год; $D_{\text{п}} = 80 \cdot 0,25 = 20$ люд-год.

Для базового та проєктного варіанту матимемо питомі експлуатаційні витрати на заробітну плату операторів:

$$I_3 = \frac{n \cdot f \cdot \delta \cdot D}{P}, \quad (5.2)$$

$$I_3^{\text{б}} = \frac{1 \cdot 105 \cdot 1,372 \cdot 40}{800} = 7,2 \text{ грн/т}; \quad I_3^{\text{п}} = \frac{1 \cdot 105 \cdot 1,372 \cdot 20}{800} = 7,2 \text{ грн/т}.$$

Враховуючи, що молочний фільтр не споживає електроенергію, річні питомі витрати на електроенергію дорівнюють нулю в базовому та проєктному варіантах, $I_{\text{Еб}} = I_{\text{Еп}} = 0$.

Питомі річні амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$I_a = \frac{C_{\text{б}} \cdot \alpha}{100 \cdot P}, \quad (5.3)$$

Балансова вартість фільтра для молока визначається за формулою:

$$C_{\text{б}} = n \cdot C_{\text{прс}} \cdot (1 + \varepsilon + \mu), \quad (5.4)$$

Балансова вартість буде наступною: за базовим варіантом $C_{\text{б}} = 1 \cdot 750 \cdot (1 + 0,13 + 0,15) = 960$ грн; для проєктного варіанту $C_{\text{п}} = 1 \cdot 1500 \cdot (1 + 0,13 + 0,15) = 1920$ грн.

Таким чином, згідно з (5.3), річні амортизаційні витрати за варіантами є наступними для базового варіанту $I_{\text{аб}} = \frac{960 \cdot 15}{100 \cdot 800} = 0,18$

грн/т; для проєктного варіанту $I_{\text{ап}} = \frac{1920 \cdot 15}{100 \cdot 800} = 0,36$ грн/т.

Щорічні фіксовані витрати на ремонт та обслуговування визначаються за наступною формулою:

$$I_m = \frac{C_{\text{б}} \cdot \beta}{100 \cdot P}, \quad (5.5)$$

Базовий варіант: $I_{тб} = \frac{960 \cdot 25}{100 \cdot 800} = 0,3$ грн/т; а проєктний варіант:

$$I_{тб} = \frac{1920 \cdot 25}{100 \cdot 800} = 0,6 \text{ грн/т.}$$

Таким чином, загальні питомі річні операційні витрати для базового варіанту є наступними: $I_{\text{б}} = 7,2 + 0 + 0,18 + 0,3 = 7,68$ грн/т, для проєктного варіанту $I_{\text{п}} = 3,6 + 0 + 0,36 + 0,6 = 5,56$ грн/т,

Річні *прямі* операційні витрати за варіантами є наступними $I_{\text{б}}^{\text{пр}} = I_{\text{б}} \cdot P = 7,68 \cdot 800 = 6144$ грн; проєктний $I_{\text{п}}^{\text{пр}} = I_{\text{п}} \cdot P = 4,56 \cdot 800 = 3648$ грн.

Тоді для базового і проєктного варіантів додаткові капітальні вкладення становитимуть: $K_{\text{б}} = 750 + 0,1 \cdot 750 = 825$ грн; $K_{\text{п}} = 1500 + 0,1 \cdot 1500 = 1650$ грн;

Розрахунок економії витрат розроблені фільтри для молока мають триваліший термін служби, оскільки фільтрувальні елементи є такими, що самоочищаються. Таким чином, загальна кількість фільтрувальних елементів, які необхідно замінювати протягом року, скорочується (розділ 3). Виходячи з цього, можна розрахувати економію витрат. Загальна річна економія витрат становить: $D_{\text{Е}} = (160 - 80) \cdot 150 = 12000$ грн/рік.

Порівнюючи річні експлуатаційні витрати на впровадження запропонованої нами розробки, річні економічні вигоди становлять:

$$E_{\text{р}} = (I_{\text{б}}^{\text{пр}} - I_{\text{п}}^{\text{пр}}) + D_{\text{Е}} = (6144 - 3648) + 12000 = 14496 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень за прийнятими на момент впровадження варіантами становить:

$$T = \frac{K_{\text{п}} - K_{\text{б}}}{E_{\text{р}}} = \frac{1650 - 825}{14496} = 0,057 \text{ року.} \quad (5.7)$$

Результати отриманих показників економічної ефективності зведено в таблицю 5.1 і представлено в графічному розділі.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

Показники	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Річний об'єм робіт, т.	800	800
Кількість операторів, чол.	1	1
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн/т.	7,68	4,56
в тому числі:		
- заробітна плата з нарахуваннями	7,2	3,6
- амортизація	0,18	0,36
- ремонт та ТО	0,3	0,6
Прямі річні експлуатаційні витрати, грн.	6144	3648
Капіталовкладення, грн.	825	1650
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	825
Річний економічний ефект, грн.	-	14496
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	-	0,057

Проведено техніко-економічні розрахунки лінії доїння та первинної обробки молока. Порівнюючи економічні показники доїльної лінії та лінії переробки молока, можна дійти висновку, що експлуатаційні витрати дещо нижчі за використання розроблених нами молочних фільтрів порівняно з базовими, хоча капітальні вкладення дещо вищі. Крім того, використання розробленого продукту дає змогу заощадити на купівлі фільтрувальних елементів. Це дає річний економічний ефект у розмірі 14496 грн. За таких умов термін окупності додаткових інвестицій, необхідних для впровадження розробки, становить 0,057 року.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного розрахунку лінії доїння та первинної обробки молока на молочнотоварній фермі у фермерському господарстві «Осьмак» Павлоградського району Дніпропетровської області були отримані наступні результати.

1. Виконано аналіз господарської діяльності фермерського господарства «Осьмак» Павлоградського району, Дніпропетровської області. За даними аналізу було складено: характеристику підприємства, його місце розташування; характеристику тваринництва, описано стан ферм в цілому та основних і допоміжних приміщень окремо, визначено рівень механізації. Проведено аналіз технологій утримання великої рогатої худоби, встановлені основні їх недоліки і переваги. У ФГ «Осьмак» присутній прив'язний спосіб утримання ВРХ. Повна реконструкція корівника потребує великих капітальних вкладень, тому прийнято рішення провести вдосконалення окремих вузлів доїльної установки УДМ. В результаті аналізу техніко-технологічних рішень технологічного процесу доїння і первинної обробки молока встановлено, що одним із способів підвищення якості молока є удосконалення системи його первинної очистки..

2. Проведено проектування технологічної лінії доїння корів на молочнотоварній фермі, розраховано її продуктивність, підібрані засоби механізації виробничих процесів та визначено потребу в них. Розраховано потребу в операторах машинного доїння. Також виконали опис роботи запроєктованої лінії. Проведено розрахунок параметрів процесу первинної обробки молока та необхідної кількості обладнання.

3. Було проаналізовано наявні типи молочних фільтрів. Під час аналізу було розроблено конструкцію молочного фільтра, яка забезпечує високу якість очищення молока в потоці, має просту конструкцію та низькі

експлуатаційні витрати на заміну фільтрувального елемента. Конструктивні параметри розробленого молочного фільтра були розраховані з урахуванням гідравлічного опору молока під час його проходження. Параметри клапанного механізму вихідного патрубка визначалися на основі розрахунку циліндричної спіральної пружини розтягування стиснення під дією гідравлічного тиску.

4. Розглянуто питання організації охорони праці на підприємстві, вимоги безпеки праці до працівників та обладнання при роботі з розробленим обладнанням.

5. Проведено техніко-економічні розрахунки лінії доїння та первинної обробки молока. Порівняння економічних показників доїльної лінії та лінії первинної переробки молока дає змогу дійти висновку, що, хоча капітальні вкладення за використання розробленого нами фільтра молока є дещо вищими, запропонований нами варіант має дещо менші експлуатаційні витрати, ніж базовий. Крім того, використання розробленого варіанта дає змогу заощадити на придбанні фільтрувальних елементів. Це дає річний економічний ефект у розмірі 14496 грн. За таких умов термін окупності додаткових інвестицій, необхідних для впровадження розробки, становить 0,057 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. агр. закладів освіти 3 - 4 рівнів акредитації за спец. „Механізація сіл. госп – ва” (спеціалізація „Механізація тваринництва”) /І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; за ред. І.І. Ревенка. К.: Урожай, 1999. 199 с.
2. Капустин И.В. Совершенствование доильно-молочных линий. Техника в сельском хозяйстве. 2003. № 6.
3. Молоко коров'яче цільне. Вимоги до закупівлі: ДСТУ 3662-97 . – К. : Держспоживстандарт України Зміни, публікація в ІПС 5-2002. 13 с.
4. Ангилеев О. Г., Капустин И. В., Капустина Е. И., Назарьков П. А. Молокоприемные пункты и мобильные молочные блоки для села. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 7. С. 4-5.
5. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: Монографія. К., 2008. 198 с.
6. Краснов И. Н., Филин В. М., Краснова А. Ю. Технология и техника сепарирования молока в личных подсобных и фермерских хозяйствах. М. : Де-Липринт, 2010. 96 с
7. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982. 423 с.
8. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. М.: Недра,1972. 224 с.
9. Удлер Э.И. Фильтрация. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1988. 216 с.
10. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 1985. 416 с.
11. НПАОП 01.2-1.10-05. Правила охорони праці у тваринництві. Велика рогата худоба.

12. Шевченко І.А., Алієв Е.Б. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок.. Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 2013. 156 с. ISBN 978-966-2602-41-VIII.
13. Вальдман Э. К. Физиология машинного доения коров. Л.: Колос, 1977. 191с.
14. Алієв Е.Б. Техніко-економічне обґрунтування застосування методики прогнозування ресурсу молочно-доїльного обладнання. Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, 2012. Вип. 10, т. 2. С. 36-39.
15. Алієв Е.Б. Результати експериментальних досліджень вакуумної системи молочно-доїльного обладнання. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип. 2, т. 2. С. 108-115.
16. Kubina L., Kováč Š. Decreasing energetic demands of vacuum pumps being used in machine milking with utilization of a frequency convertor. RES. AGR. ENG. – 2002. – № 48. – P. 103-111.
17. Павленко С.І., Дудін В.Ю., Алієв Е.Б. Оптимізація конструктивно-режимних параметрів ротаційного вакуумного насосу індивідуальної доїльної установки. Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць. Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2011. Вип. 1(7). С. 133-144.
18. Дудін В.Ю., Плотницький В.І., Алієв Е.Б. Експериментальні дослідження фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса. Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami - 2013». – Rolnictwo : Przemysł. Nauka i studia, 2013. Volume 32. P. 24–27.
19. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 52 p.

20. Шевченко І.А., Алієв Е.Б. Підвищення якості виконання технологічного процесу машинного доїння. Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць. Ін-т мех. тваринництва НААН. Запоріжжя, 2012. Вип. 1(9). С. 3-9.

21. Шевченко І.А., Алієв Е. Б. Підвищення якості виконання технологічного процесу машинного доїння. Вісник аграрної науки. 2012. №6. С. 57-59.

22. Алієв Е.Б. Теоретичне дослідження впливу технічних параметрів доїльної установки на швидкість молоковіддачі. Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві: Вісник харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2011. Вип. 108. – С. 92-98.

23. Алієв Ельчин Бахтияр огли. Підвищення ефективності експлуатації вакуумної системи молочно-доїльного обладнання: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Запоріжжя, 2012. 177 с.

24. Алієв Е.Б. Результати експериментальних досліджень вакуумної системи молочно-доїльного обладнання. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип. 2, т. 2. С. 108-115.

25. Дудін В.Ю. Фази розподілу повітря ротаційного вакуумного насоса з тангенційним розміщенням пласти. Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. Дніпропетровськ: 2008. Вип. 75. С. 254-258.

26. Bradshaw C., Groll E., Garimella S. A comprehensive model of a miniature-scale linear compressor for electronics cooling. International Journal of Refrigeration. 2011. №. 34. P. 63-73.

27. Mathison M. Modeling and Evaluation of Advanced Compression Techniques for Vapor Compression Equipment. PhD thesis. Purdue University. 2011.

ДОДАТКИ

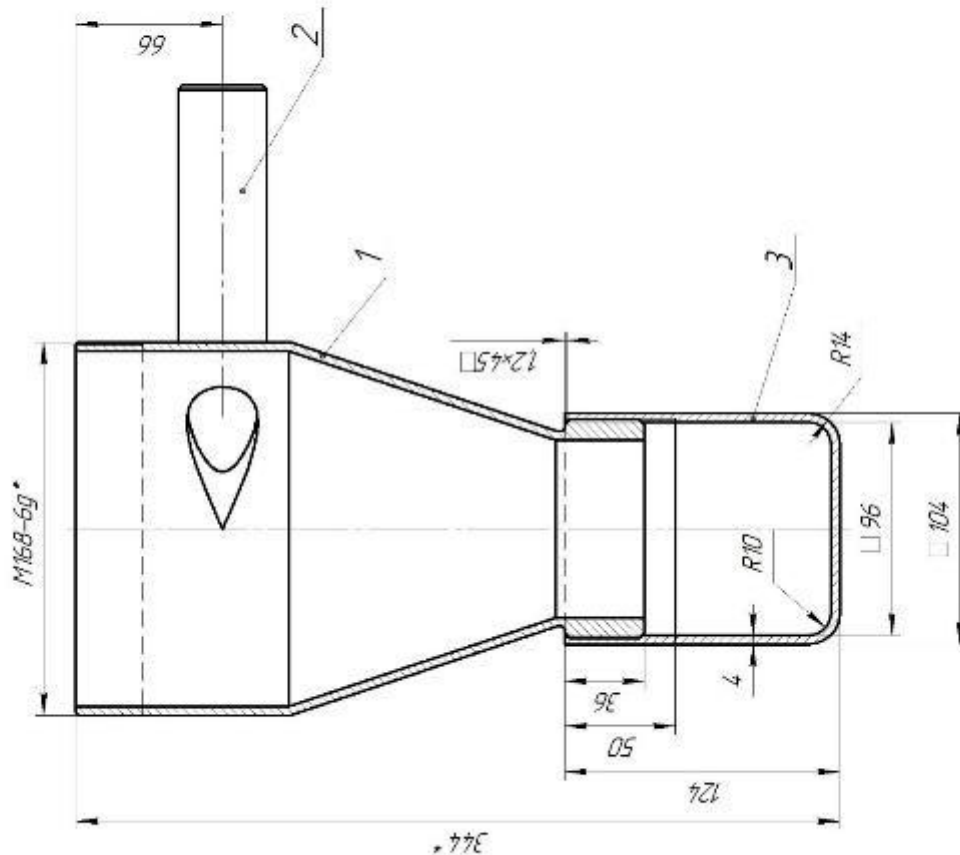
Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
<i>Документація</i>						
A1			46ДП.058100.000.ВЗ	Креслення загального виду		
<i>Складальні одиниці</i>						
44	1		46ДП.058101.000	Основа	1	
44	2		46ДП.058102.000	Середина	1	
44	3		46ДП.058103.000	Кришка	1	
<i>Матеріали</i>						
	4			Фільтр 60/70 DeLaval		
46ДП.058100.000						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.	Осьмак В. О.				Лит.	Арк.
Перев.	Алеєв Е. Б.				ДДАЕУ	
Консульт.	Алеєв Е. Б.				М-2-19	
Н.контр.	Івлєв В. В.					
Затв.	Дудін В. Ю.					

Копія

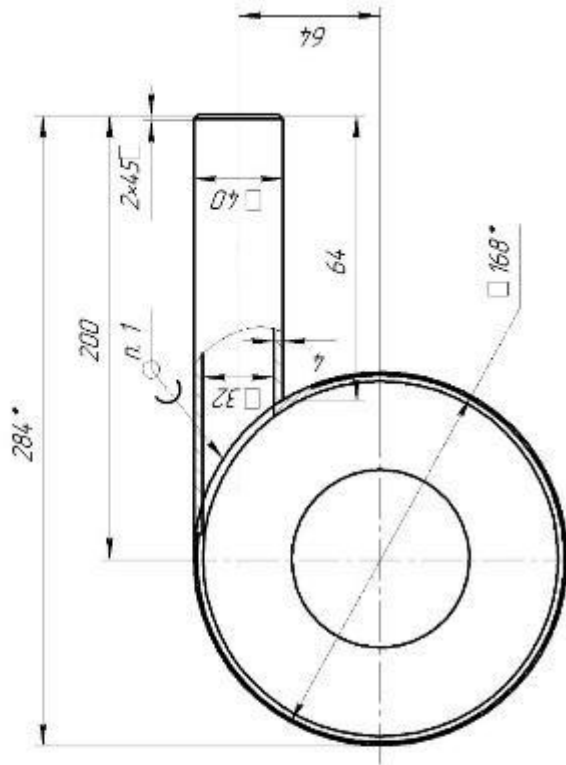
Формат А4

46ДП058101000.СК

A



A



1. ПОС 90 ГОСТ 21930-76

2. Неказані граничні відхилення відповідні стандарту М14. Вказівки М14, інших розмірів ± 2/1114

3. * Розмір для відвідок

Мат. група	№ документа	Група	Вид	Масштаб	Лист	Масштаб	Листов	Масштаб
Резина	Склад. В. 2				194		12	
Формат	Анат. Е. 5.							
Горизонт	Анат. Е. 5.							
Вертикаль	Анат. В. 6.							
Уніфікація	Анат. В. 6.							
46ДП058101000.СК					Основа			
					Складальне креслення			
					ДДАЕСУ			
					М-2-19			

Формат А3

Креслення

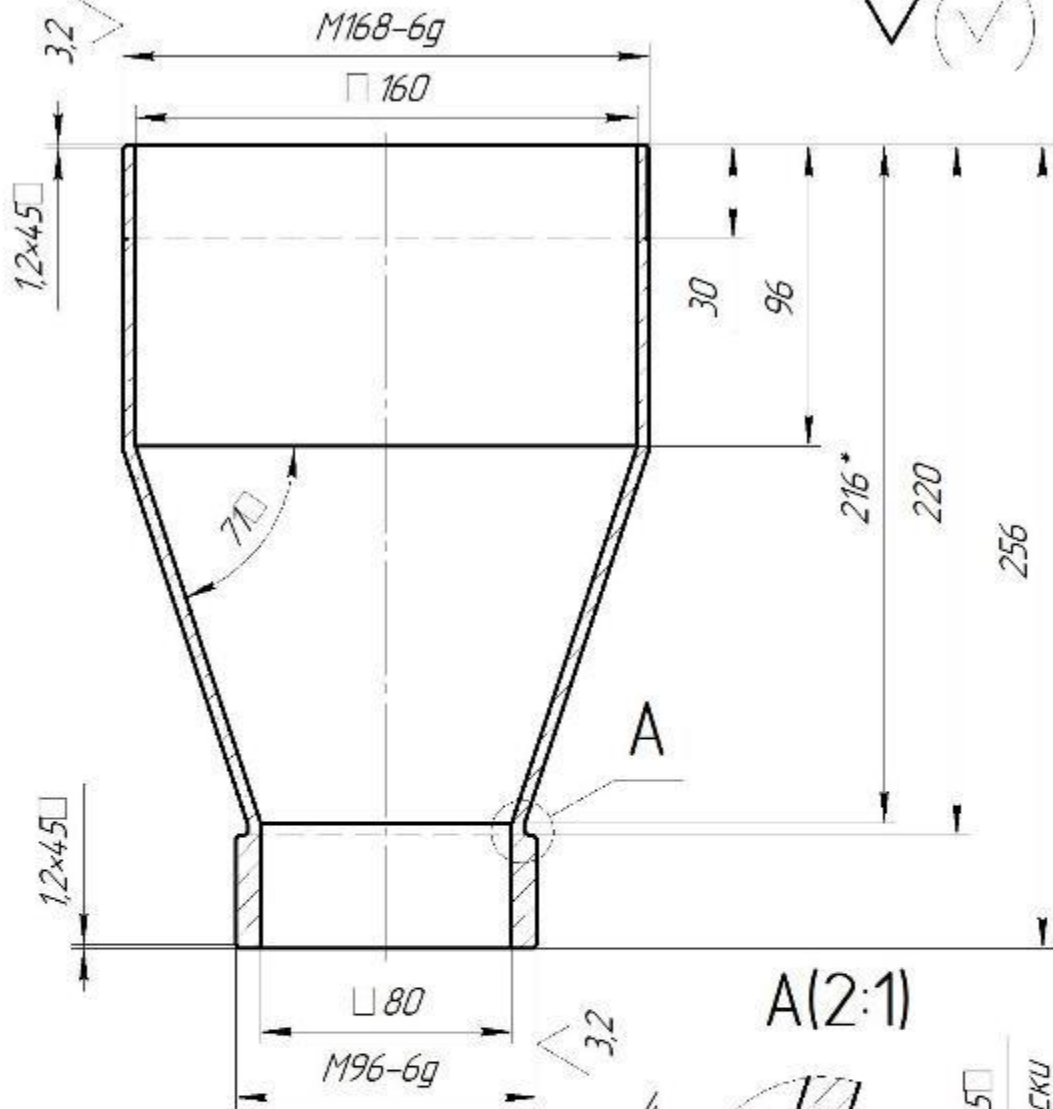
Перв. застос.		Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка	
						Документація			
		A3			46ДП.058101.000.СК	Складальне креслення			
						Деталі			
Стор. №		44	1		46ДП.058101.001	Корпус	1		
		54	2		46ДП.058101.002	Патрубок	1	0,066 кг	
						Пруток АМз6.КР 120×100 ГОСТ 21488-97			
		54	3		46ДП.058101.003	Колпачок	1	0,174 кг	
						Пруток АМз6.КР 152×62 ГОСТ 21488-97			
Ліст і дата									
Взам. інв. №									
Інв. № дубл.									
Ліст і дата									
						46ДП.058101.000			
Інв. № орг.		Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Арк.	
		Розроб.		Осьмак В. О.					
		Перев.		Алеєв Е. Б.					
		Консульт.		Алеєв Е. Б.					
		Н.контр.		Алеєв В. В.					
		Затв.		Дудін В. Ю.					
		Основа					ДДАЕУ М-2-19		

Копія/дуб

Формат А4

46ДП.058101.001

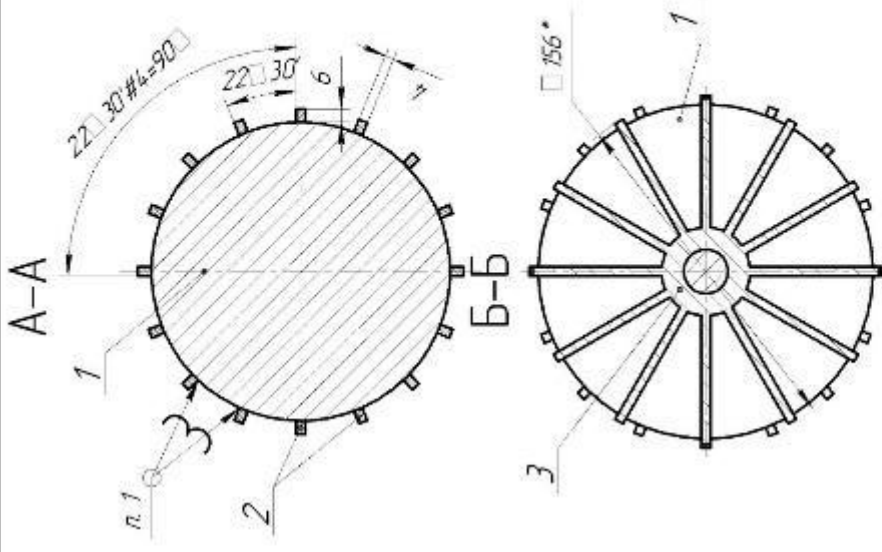
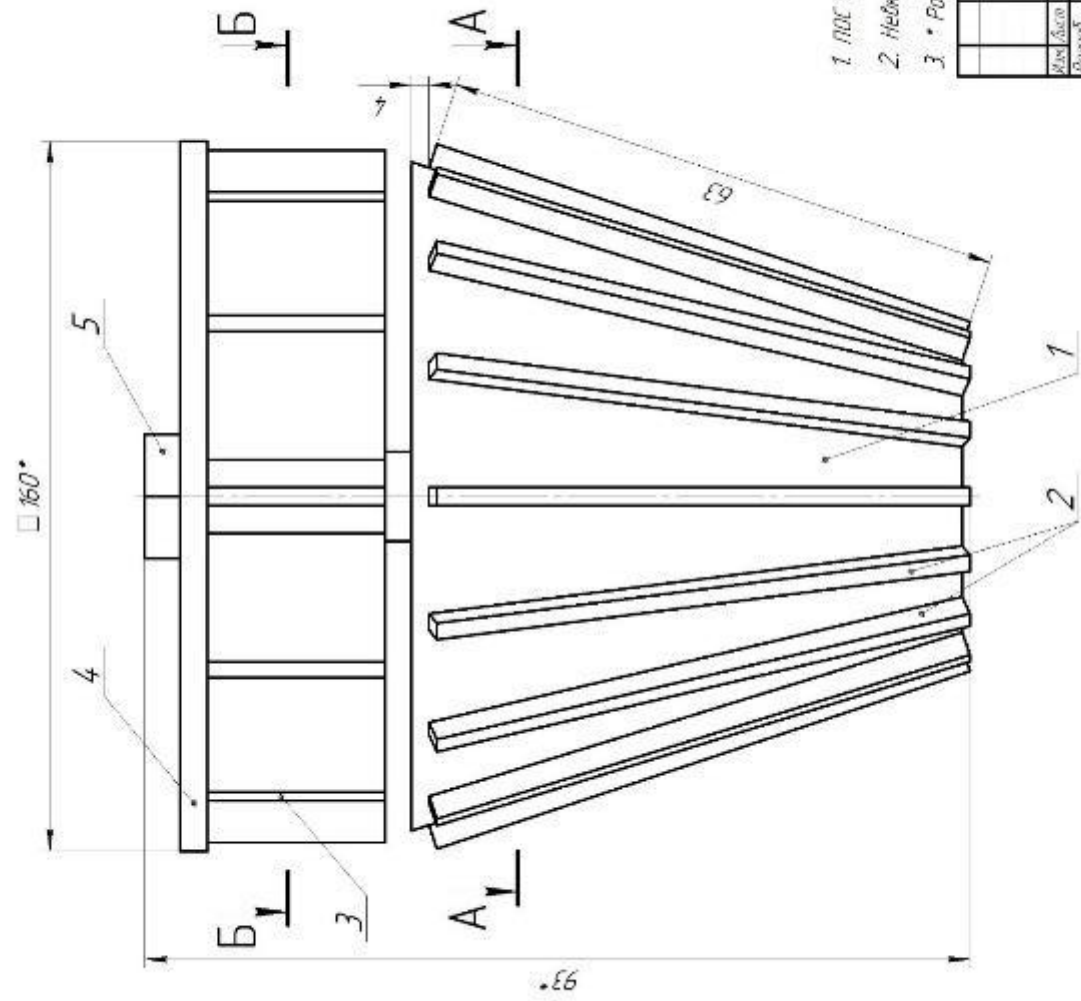
12,5 \sqrt{R} (M)



- Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$
- * Розмір для довідок

Перб. примен.																				
Староб. №																				
Підп. і дата																				
Кін. № дубл.																				
Взам. інв. №																				
Підп. і дата																				
Кін. № дубл.																				
Изм. лист																				
Разрад.																				
Проб.																				
Т.контр.																				
Консульт.																				
Н.контр.																				
Утв.																				
										46ДП.058101.001										
										Корпус										
										Пруток АМ26.КР 180 ГОСТ 21488-97										
										Лит. Масса Масштаб Лист 4 Листов 6										
										ДДАЕУ М-2-19										
										Копировал Формат А4										

46ДП058102.000.СК



1. ПОС 90 ГОСТ 21930-76
2. Неказані зрізнічні відхилення стандарту Н14, вимір Н14, інших розмірів ± 2/1114
3. * Розмір для відвідок

46ДП058102.000.СК		Діаметр	Маса	Кількість
Середина		160	4,22	11
		ДДАСУ		
Складальне креслення		М-2-19		
		ДДАСУ		
Мат. група	№ діляки	Група	Діаметр	Довжина
Річковий	Склад В. 2			
Вільний	Склад В. 5			
Конструктивний	Склад В. 5			
Ускладнений	Склад В. 6			
Ускладнений	Склад В. 6			

Формат А3

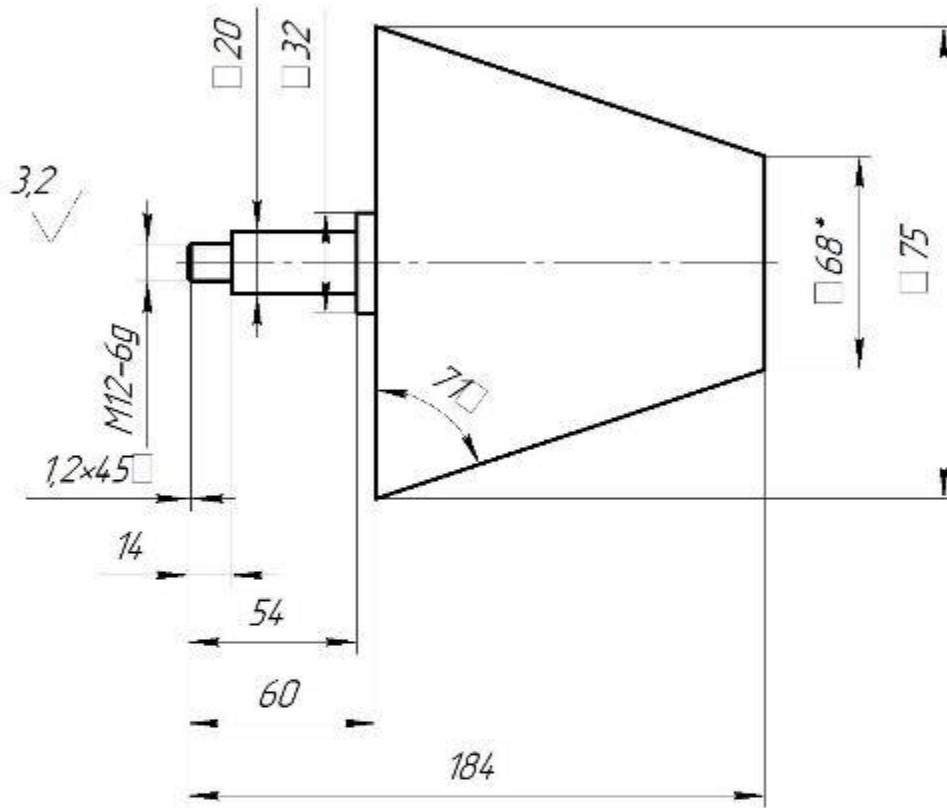
Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка	Перв. застос.	Стор. №	Лист і дата	Інв. № дріл.	Взам. інв. №	Лист і дата	46ДП.058102.000						
													Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Арк.
				Документація															
A3			46ДП.058102.000.СК	Складальне креслення															
				Деталі															
A4		1	46ДП.058102.001	Дифузор	1														
B4		2	46ДП.058102.002	Ребра AK12 ГОСТ 1583-93 53×3×2	16	0,001 кг													
A4		3	46ДП.058102.003	Крильчатка	1														
A4		4	46ДП.058102.004	Сітка	1														
				Стандартні вироби															
		5		Гайка М6-6Н.512Х18Н10Т ГОСТ 5915-70	1														
№ № орг.	Розроб.	Осьмак В. О.																	
	Перев.	Алев Е. Б.																	
	Консульт.	Алев Е. Б.																	
	Н.контр.	Алев В. В.																	
	Затв.	Дудин В. Ю.																	
				Середина															
				Копія															

Копія

Формат А4

46ДП.058102.001

12,5 \sqrt{M}



1. Невказані граничні відхилення валів $h14$, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$
2. * Розмір для довідок

				46ДП.058102.001		
				Дифузор		
				Лист	Маса	Масштаб
					3,35	1:2
				Лист	4	Листов
						6
				Пруток АМ26.КР 80 ГОСТ 21488-97		
				ДДАЕУ М-2-19		

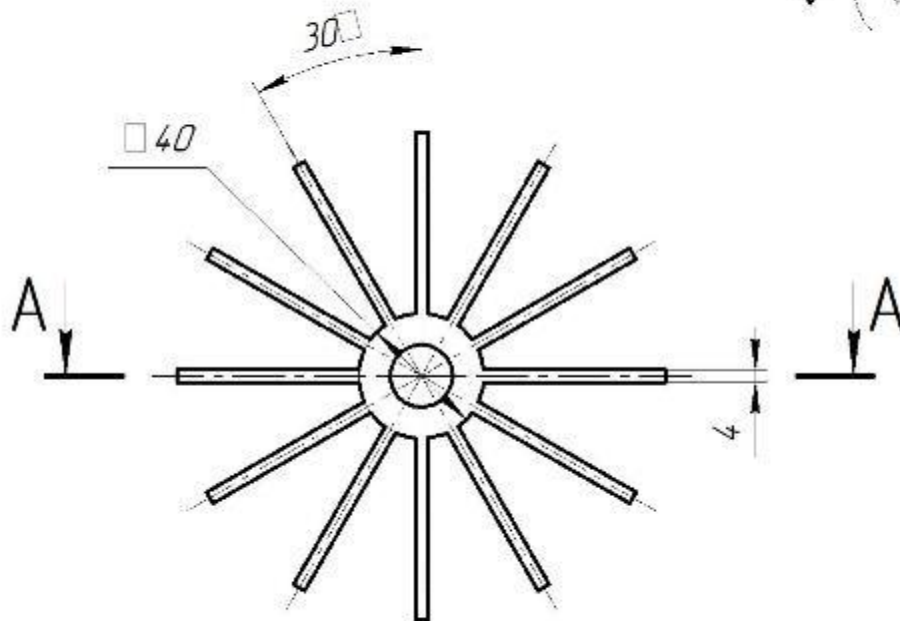
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Осьмак В. О.		
Проб.		Алєв Е. Б.		
Т.контр.				
Консульт.		Алєв Е. Б.		
Н.контр.		Алєв В. В.		
Утв.		Дудин В. Ю.		

Копіравал

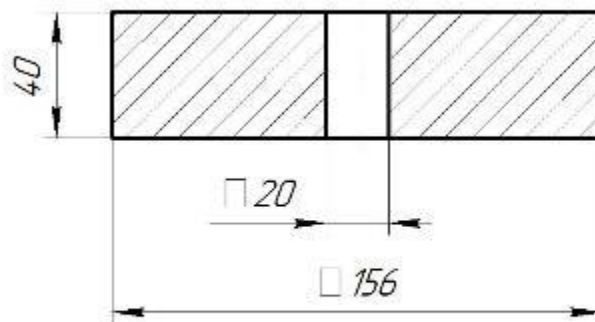
Формат А4

46ДП.058102.003

12,5 $\sqrt{}$ (M)



A-A



Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

Лист №	Лист 1
Стор. №	Стор. 1
Лист і дата	
Код. № д.д.д.	
Взам. инв. №	
Лист і дата	
Код. № д.д.д.	

46ДП.058102.003								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крильчатка	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.		Осьмак В. В.					0,4	12
Проб.		Алев Е. Б.				Лист 4	Листов 6	
Т.контр.						ДДАЕУ		
Консульт.		Алев Е. Б.				М-2-19		
Н.контр.		Алев В. В.						
Утв.		Лудин В. В.						
Пруток АМ26.КР 160 ГОСТ 21488-97								

Копировал

Формат А4

46ДП.058103.000.СК

Перб. примен.

Староб. №

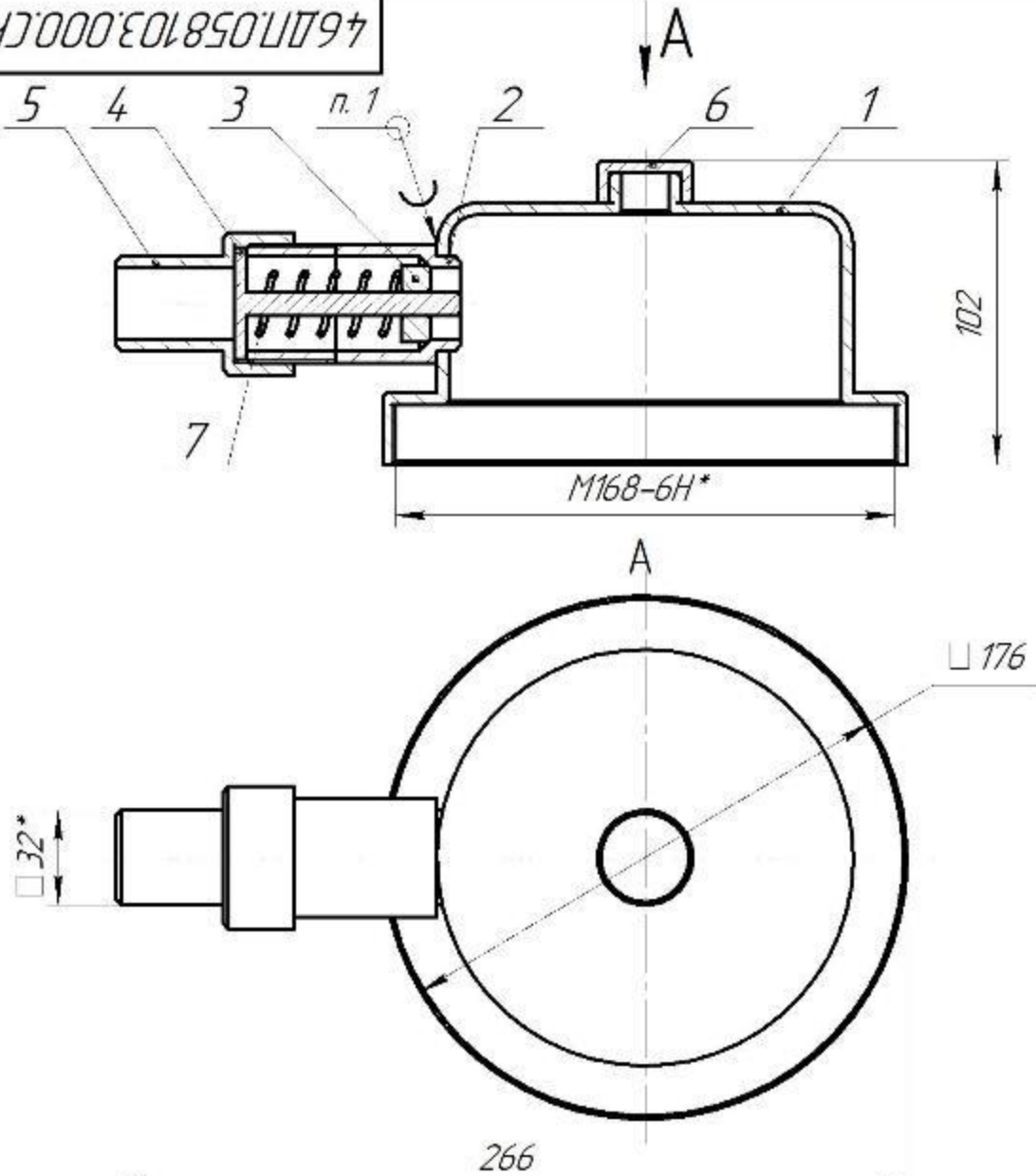
Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № лисл.



1. ПОС 90 ГОСТ 21930-76

2. Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

3. * Розміри для довідок

46ДП.058103.000.СК

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разрад.		Осьмак В. О.		
Пров.		Алієв Е. Б.		
Т.контр.				
Консульт.		Алієв Е. Б.		
Н.контр.		Івлєв В. В.		
Утв.		Дудин В. Ю.		

Кришка

Складальне креслення

Копіював

Лист	Масса	Масштаб
Лист 5 <td>0,87</td> <td>1:2</td>	0,87	1:2
Листов 6		

ДДАЕУ
М-2-19

Формат А4

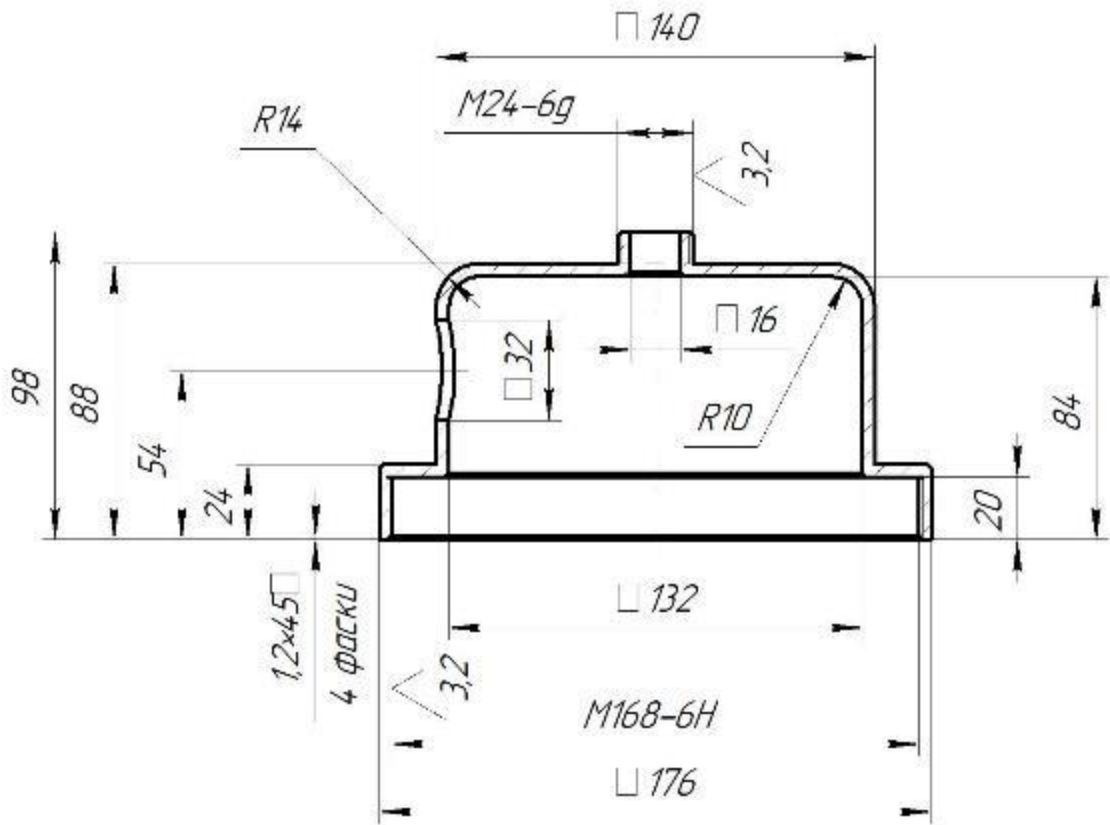
Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				Документація		
A4			46ДП.058103.000.СК	Складальне креслення		
				Деталі		
A4	1		46ДП.058103.001	Корпус	1	
A4	2		46ДП.058103.002	Патрубок	1	
A4	3		46ДП.058103.003	Клапан	1	
A4	4		46ДП.058103.004	Штак	1	
A4	5		46ДП.058103.005	Перехідник	1	
A4	6		46ДП.058103.006	Ковпачок	1	
A4	7		46ДП.058103.007	Пружина	1	
			46ДП.058103.000			
№ аркуш.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.
	Розроб.		Осьмак В. О.			Арк.
	Перев.		Алеєв Е. Б.			
	Консульт.		Алеєв Е. Б.			
	Н.контр.		Алеєв В. В.			
	Затв.		Дудін В. Ю.			
Кришка				ДДАЕУ М-2-19		

Копія/дуб

Формат А4

46ДП.058103.001

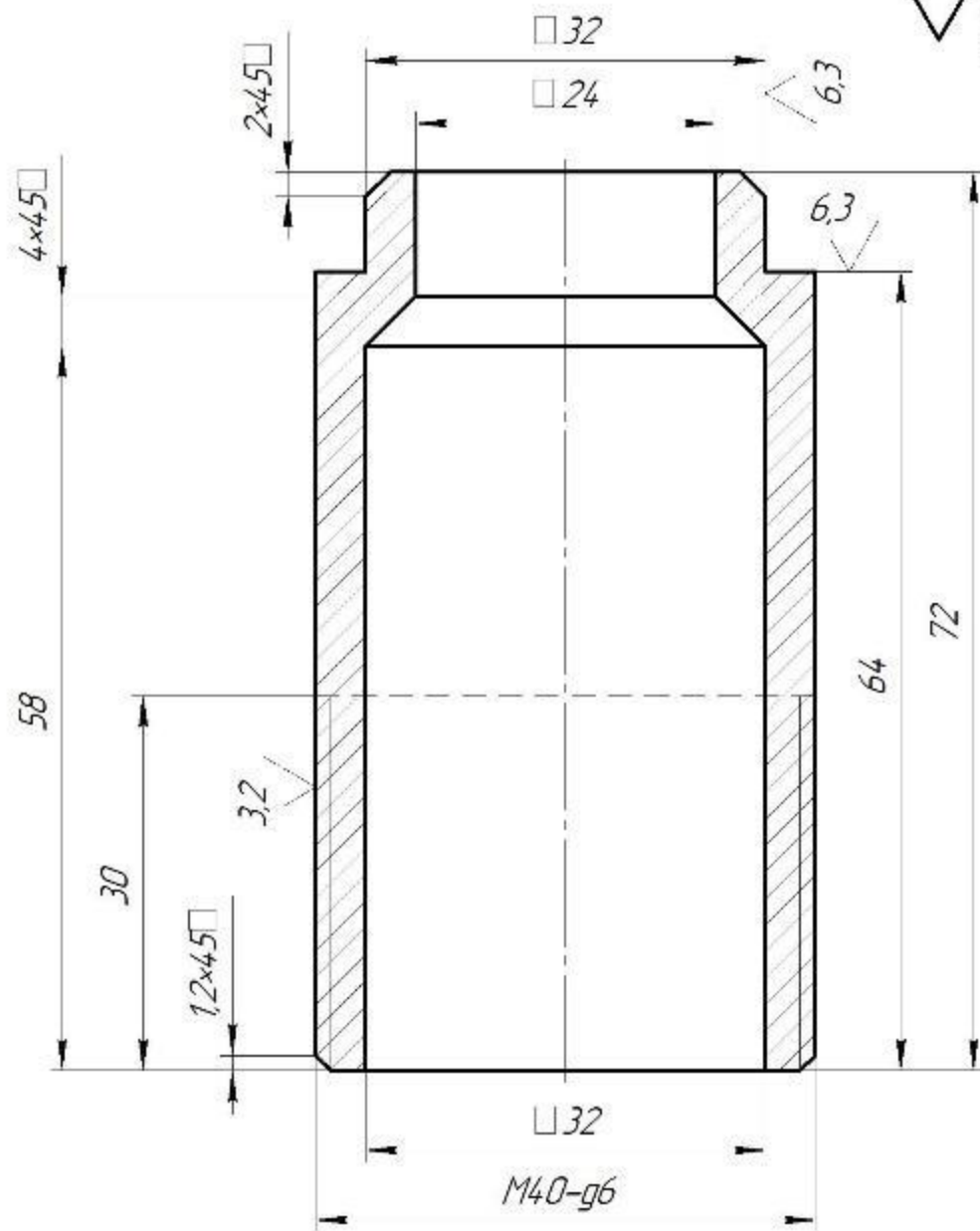
12,5 \sqrt{M}



Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

Перб. примен.									
Статб. №									
Підп. і дата									
Інв. № дубл.									
Взам. інв. №									
Підп. і дата									
Інв. № лисл.									
						46ДП.058103.001			
							Лист	Масса	Масштаб
								0,65	1:2
							Лист	5	Листов
									6
						Корпус			
						Пруток АМ26.КР 180 ГОСТ 21488-97			
						ДДАЕУ М-2-19			
						Копировал			
						Формат А4			

46ДП.058103.002



Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

Перб. примен.	Староб. №	Підп. і дата	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	Підп. і дата	Инд. № лисл.

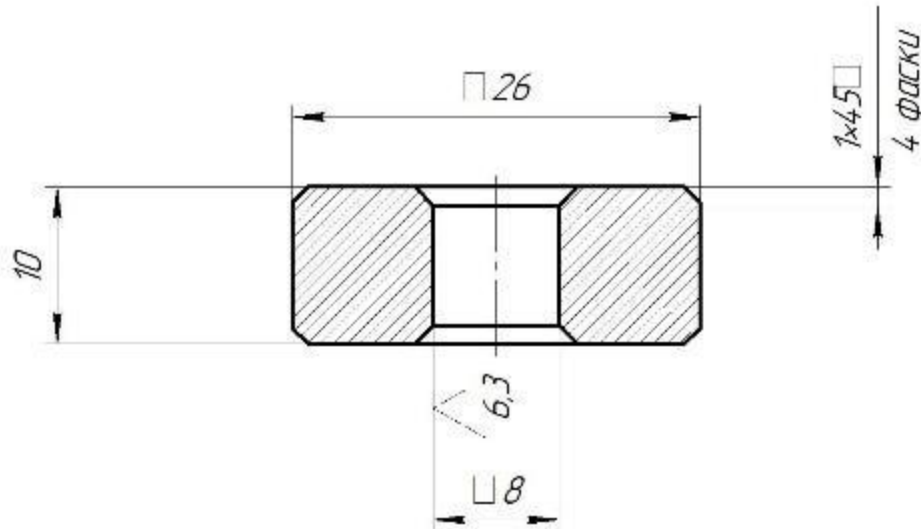
46ДП.058103.002								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Патрубок	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Осьмак В. О.						0,09	2:1
Пров.	Алиев Е. Б.					Лист 5	Листов 6	
Т.контр.						ДДАЕУ		
Консульт.	Алиев Е. Б.					М-2-19		
Н.контр.	Илев В. В.							
Утв.	Дудин В. Ю.							

Копировал

Формат А4

46ДП.058103.003

12,5 $\sqrt{\text{M}}$



Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

Перб. примен	Статб. №	Лист. і дата	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	Лист. і дата	Инд. № лист.
--------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

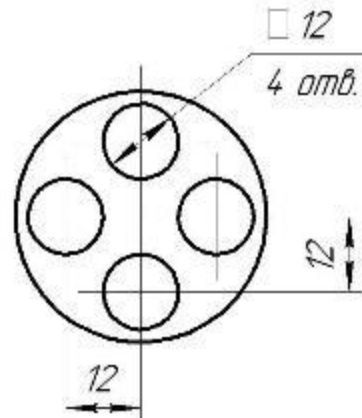
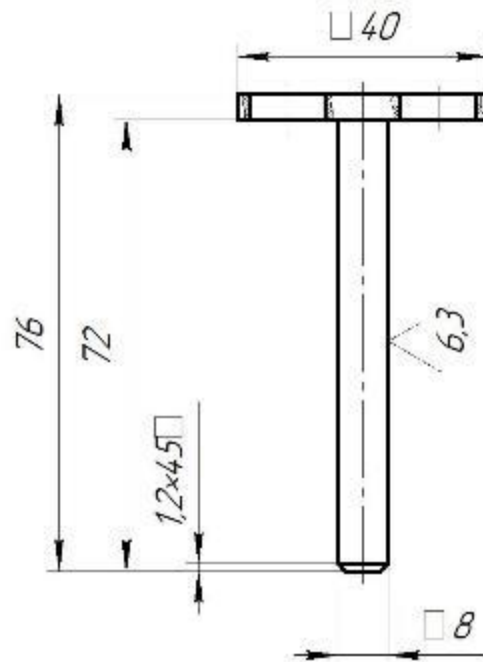
				46ДП.058103.003			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разрад.		Осьмак В. О.				0,02	2,5:1
Проб.		Алев Е. Б.			Лист	5	Листов
Т.контр.							6
Консульт.		Алев Е. Б.			ДДАЕУ		
Н.контр.		Алев В. В.			М-2-19		
Утв.		Дудин В. Ю.					

Копировал

Формат А4

46ДП.058103.004

12,5 $\sqrt{\text{M}}$

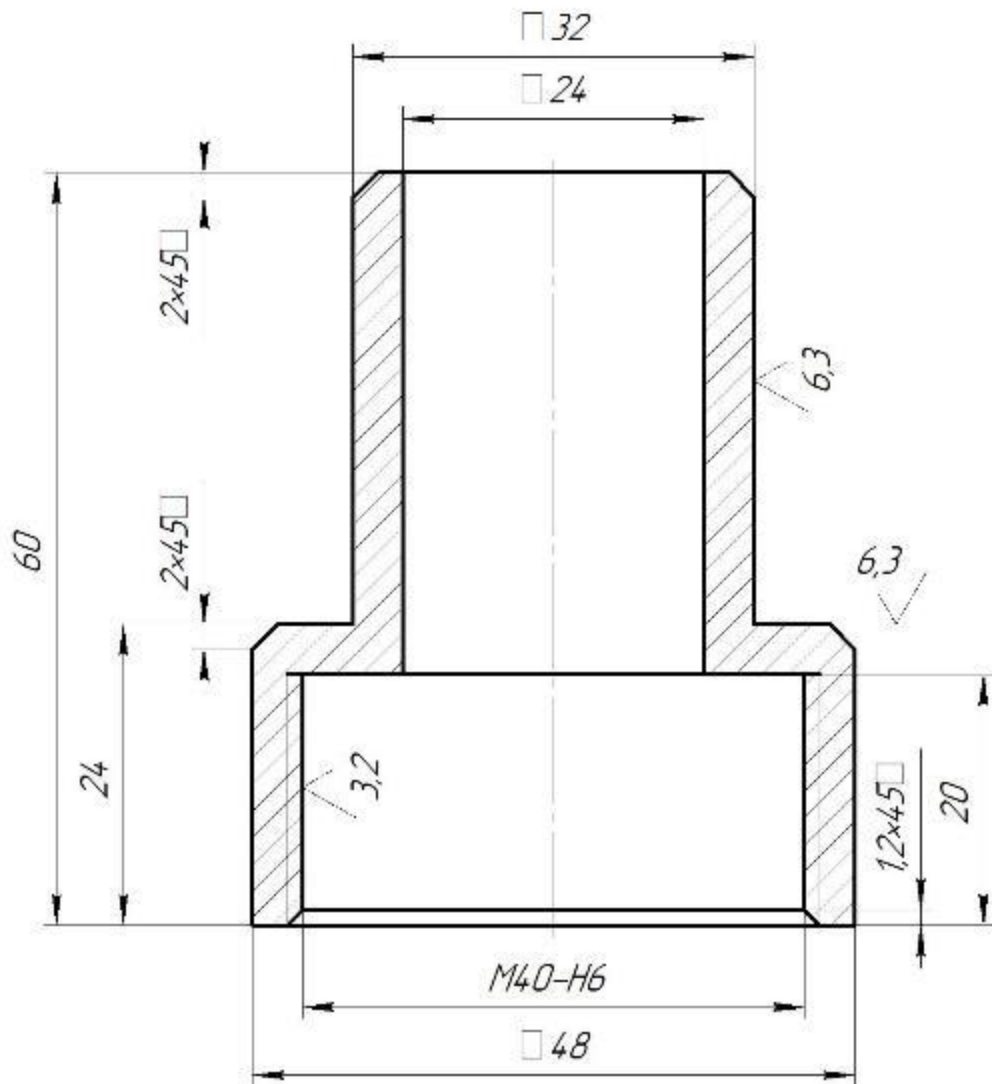


Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

Перб. примен.									
Статб. №									
Підп. і дата									
Квб. № дубл.									
Взам. инб. №									
Підп. і дата									
Квб. № лавл.									
						46ДП.058103.004			
							Лит.	Масса	Масштаб
								0,02	1:1
							Лист	5	Листов
									6
						Шток			
						Пруток АМ26.КР 45			
						ГОСТ 21488-97			
						ДДАЕУ			
						М-2-19			
						Копировал			
						Формат А4			

500'501850'11179+

12,5 $\sqrt{\text{M}}$



Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

46ДП.058103.005			
Лист	Маса	Масштаб	
	0,08	2:1	
Лист	5	Листов	6
Перехідник Пруток АМз6.КР 50 ГОСТ 21488-97			
Лист	5	Листов	6
ДДАЕУ М-2-19			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Осьмак В. О.		
Пров.		Алиев Е. Б.		
Т.контр.				
Консульт.		Алиев Е. Б.		
Н.контр.		Ильев В. В.		
Утв.		Дудин В. Ю.		

Перв. примен.	Статус №	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	Подп. и дата	Инд. № листа

Копировал

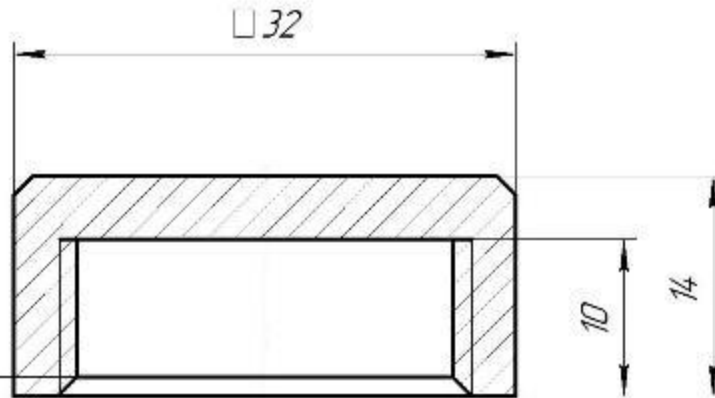
Формат А4

900'501850'1179+

12,5 √ (M)

Перб. примен

Староб. №



1,2x45
2 ФАСКИ

M24-H6

√ 3,2

Невказані граничні відхилення: отворів H14, валів h14, інших розмірів $\pm \frac{IT14}{2}$

Підп. і дата

Инд. № докум

Взам. инв. №

Підп. і дата

Инд. № лист

46ДП.058103.006

Ковпачок

Пруток АМ26.КР 35
ГОСТ 21488-97

Лист	Масса	Масштаб
5	0,02	2,5:1
Лист 5	Листов 6	

ДДАЕУ
М-2-19

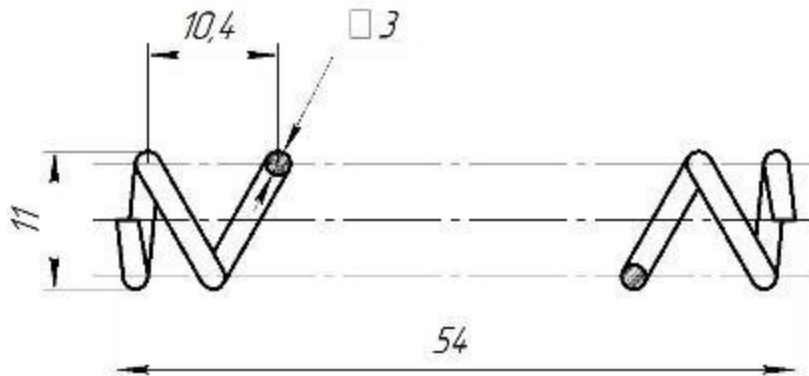
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб.		Осьмак В. О.		
Пров.		Алиев Е. Б.		
Т.контр.				
Консульт.		Алиев Е. Б.		
Н.контр.		Илев В. В.		
Утв.		Дудин В. Ю.		

Копировал

Формат А4

46ДП.058103.007

25 ✓ (M)



Перб. примен
Сталь №
Лист №
Лист №
Лист №
Лист №
Лист №

1. Пружина №274 ГОСТ 13766-68
2. Направлення навивки - будь-яке
3. Число робочих витків - 3,5
4. Число півних витків - 5
5. Невказані граничні відхилення ± 2 IT16
6. Відносні технічні вимоги - по III групі точності ГОСТ 16118-70

				46ДП.058103.007			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Осьмак В. О.				0,008	2:1
Пров.		Алєв Е. Б.			Лист 5	Листов 6	
Т.контр.					ДДАЕУ		
Консульт.		Алєв Е. Б.			М-2-19		
Н.контр.		Івлєв В. В.			Сталь 12X18H10T		
Утв.		Дудин В. Ю.			ГОСТ 5632-72		

Копіравал

Формат А4

4-6105080000000072

Техніко-економічні показники проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
1	2	3
1. Річний об'єм родит, т.	800	800
2. Кількість операторів, чол.	1	1
3. Питомі річні експлуатаційні витрати, грн/т.	7,68	4,56
в тому числі:		
- заробітна плата з нарахуваннями	7,2	3,6
- амортизація	0,18	0,36
- ремонт та ТО	0,3	0,6
4. Прямі річні експлуатаційні витрати, грн.	6144	3648
5. Капітало вкладення, грн.	825	1650
6. Додаткові капітало вкладення, грн.	-	825
7. Річний економічний ефект, грн.	-	14496
8. Строк окупності додаткових капітало вкладень, років.	-	0,057

4-6105080000000072	
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	
№ п/п	№
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100