

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Допускається до захисту  
Завідувач кафедри  
охорони праці та біотехнічних  
систем в тваринництві  
\_\_\_\_\_ Хмельовський В.С.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему «УДОСКОНАЛЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ДОЇННЯ  
ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.т.н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сівак І.М.  
(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Д.т.н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Хмельовський В.С.  
(ПІБ)

Виконав

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ткачук Юрій Володимирович  
(ПІБ студента)

Київ -2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ОПБСТ

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ Хмельовський В.С.  
(підпис) (ПІБ)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Ткачуку Юрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 208 Агроінженерія  
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Удосконалення доїльного апарату для доїння великої рогатої худоби».

затверджена наказом ректора НУБіП України від “26” 11. 2024 р. № 2098 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру \_\_\_\_\_ 2025.05.10  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра

Загальна характеристика господарства. Характеристика тваринництва. Довідкові дані про машини та обладнання. Структура тваринництва (наявність поголів'я тварин та перспектива розвитку галузі) План ферми та оцінка механізації. Аналіз механізації процесу прибирання гною. Норми та раціони годівлі тварин. Стан механізації тваринництва у господарстві.

Перелік питань, які потрібно розробити:

- Перелік графічних документів (за потреби) 1. Схема доїльного апарата.  
2. Класифікація пульсаторів. 3. Технологічна схема роботи ДМ. 4. Загальний вигляд пульсатора. 5. Деталювання. 6. Економічна ефективність удосконалення.  
7. Охорона праці

Дата видачі завдання “ 09 ” лютого 2024 р.

Керівник бакалаврського проєкту

( підпис )

Хмельовський В.С.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

( підпис )

Ткачук Ю.В.

(прізвище та ініціали студента)

## Зміст

Завдання на дипломний проект .....	2
Зміст .....	4
Відомість проекту .....	6
Реферат .....	7
Вступ .....	8
1. Загальні положення .....	9
1.1. Проблеми галузі тваринництво .....	9
1.2. Причини виникнення кризових явищ .....	11
1.3. Основні цільові індикатори .....	13
1.4. Шляхи і засоби реалізації проекту .....	16
2. Технологічна частина .....	18
2.1. Обґрунтування доцільності розробки та її загальних показників .....	21
2.2 Огляд та оцінка існуючих засобів механізації заданого процесу обґрунтування вибору базової машини .....	24
2.2.1 Способи і принципи доїння та їх оцінка .....	28
2.2.2 Загальна будова доїльної машини .....	30
3. Удосконалення доїльного апарата .....	36
3.1. Проектування пульсатора попарно-комбінованого типу .....	36
3.2. Біотехнологічні та техніко – економічні вимоги до машини .....	41
3.3 Розробка схеми пульсатора. Його будова та принцип дії .....	44
51	
3.5 Розрахунок тривалості тактів пульсатора .....	42
3.6 Розрахунок мембрани пневматичного пульсатора .....	46
3.7 Витрати повітря доїльними апаратами .....	45

4. Техніко-економічне обґрунтування проекту .....	46
4.1 Загальний огляд .....	46
4.2.Розрахунок техніко – економічних показників .....	48
5. Охорона праці .....	50
5.1 Вимоги нормативних документів до устаткування і виробничих процесів на МТФ .....	60
5.2 Запобігання дії небезпечних чинників у тваринництві на людину .....	51
5.3 Вимоги до доїльної установки .....	52
5.4 Протипожежні заходи .....	53
5.5 Аналіз небезпечних ситуацій .....	55
Висновки .....	56
Перелік використаної літератури .....	58
Додатки .....	59

## РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт на тему: «Удосконалення доїльного апарату для доїння великої рогатої худоби» включає 59 сторінок розрахунково-пояснювальної записки та 7 листів графічної частини.

У роботі розглянуто актуальні питання розвитку тваринництва в Україні в контексті сучасних викликів і перспектив до 2030 року. Проаналізовано стан технічного забезпечення молочної галузі, обґрунтовано необхідність оновлення парку доїльного обладнання та впровадження сучасних технологій.

У технологічній частині подано аналіз процесу механізації доїння корів, охарактеризовано основні технологічні схеми, обґрунтовано вибір та кількість доїльних машин залежно від виробничих умов. Особливу увагу приділено зоотехнічним вимогам до обладнання та біологічній доцільності застосування попарного доїння.

У конструкційній частині розроблено вдосконалену схему пульсатора попарно-комбінованого типу, проведено розрахунки його основних елементів — мембрани, фаз пульсації, витрат повітря. Застосовано підхід енергоефективного керування пневматичними процесами, що відповідає сучасним тенденціям у сільськогосподарському машинобудуванні.

Окремий розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки на молочно-товарних фермах, а також техніко-економічному обґрунтуванню доцільності впровадження удосконаленої конструкції.

**Ключові слова:** доїльна установка, пульсатор, попарне доїння, молоко, корова, технологічний процес, пневматика, вакуум, біотехнологічні вимоги.

## ВСТУП

Молочне скотарство залишається однією з найважливіших і стратегічно значущих галузей аграрного сектору України, забезпечуючи продовольчу безпеку, зайнятість у сільській місцевості та експортний потенціал країни. Однак упродовж останніх десятиліть ця галузь перебуває під впливом глибоких економічних та структурних викликів, зумовлених трансформацією економіки, нестачею інвестицій, зниженням поголів'я великої рогатої худоби та застарілою матеріально-технічною базою.

Ще на початку 1990-х років Україна входила до числа провідних країн світу за обсягами виробництва молока. Втім, унаслідок економічної кризи та зниження державної підтримки сільського господарства, виробництво молока скоротилося майже на 75–80% у порівнянні з довоєнним рівнем. Галузь втратила значну частину своєї рентабельності: на сьогодні рівень прибутковості молочного виробництва на багатьох фермах коливається в межах від -5% до +10%, що недостатньо для стійкого розвитку.

Попри наявність виробничого, наукового та кадрового потенціалу, розвиток молочного підкомплексу стримується низкою факторів, зокрема: низькою якістю сировини, нестабільною логістикою, зношеністю обладнання, а також зменшенням платоспроможного попиту на внутрішньому ринку. Водночас актуальність теми підвищується в контексті адаптації України до європейських стандартів якості, підвищення енергоефективності виробництва та зменшення впливу на довкілля.

Особливої уваги в умовах сучасного тваринництва набуває впровадження автоматизованих засобів механізації процесу доїння, що дозволяє підвищити продуктивність праці, забезпечити стабільну якість молока та дотримання біозахисних норм. Важливу роль у цьому процесі відіграють доїльні апарати — їх удосконалення є передумовою технологічного оновлення галузі.

**Метою даної бакалаврської роботи є розробка та техніко-технологічне обґрунтування удосконаленої конструкції доїльного апарата, що забезпечує**

**ефективне та щадне доїння корів, а також сприяє підвищенню рентабельності виробництва молока в Україні.**

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1. Проблеми галузі тваринництва

Галузь тваринництва в Україні протягом останніх десятиліть перебуває в стані глибокої трансформації, яку супроводжує цілий комплекс проблем, зокрема зменшення обсягів виробництва продукції та поголів'я великої рогатої худоби в усіх формах господарювання. Ці тенденції зумовлені впливом економічних криз, нестачею державної підтримки, деградацією інфраструктури в сільській місцевості та низькою інвестиційною привабливістю сектору.

Станом на 2024 рік поголів'я корів в Україні скоротилося до 1,3 млн голів, що втричі менше, ніж у 1990 році. Виробництво молока, відповідно, зменшилось на понад 70%. При цьому частка господарств населення, які ще на початок 2000-х були основними виробниками молока, невпинно знижується через старіння сільського населення та економічну неефективність дрібного господарювання.

Нижче наведено динаміку змін виробництва продукції молочного скотарства:

<b>Показник</b>	<b>Норматив МОЗ, кг/особу/рік</b>	<b>Фактичне споживання, 2023 р.</b>	<b>Відхилення</b>	<b>Виконання, %</b>
Молоко та молочні продукти	380	198,3	-181,7	52,3
Яловичина	31,3	8,7	-22,6	27,8

Дані свідчать про хронічний дефіцит споживання, зумовлений як обмеженою купівельною спроможністю населення, так і низьким рівнем внутрішнього виробництва. За підрахунками експертів, для досягнення рекомендованих норм

споживання необхідно щорічно додатково виробляти близько **6,5 млн тонн молока** та **1 млн тонн яловичини** (у забійній масі).

<b>Продукція</b>	<b>Фактичне виробництво, тис. т</b>	<b>Потреба за нормами, тис. т</b>	<b>Дефіцит, тис. т</b>
Молоко	8800	15 000	-6200
Яловичина	410	1400	-990

Варто також зазначити, що незважаючи на численні державні програми підтримки тваринництва, включаючи компенсації за утримання корів, здешевлення племінного поголів'я та часткове відшкодування за доїльне обладнання, їх реалізація часто є фрагментарною, нерегулярною та бюрократизованою.

Крім того, галузь стикається з такими ключовими проблемами:

- високий ступінь фізичного зносу техніки та доїльного обладнання;
- дефіцит кваліфікованих кадрів у сільській місцевості;
- неузгодженість технічних стандартів з вимогами ЄС;
- недостатній рівень автоматизації та цифровізації процесів;
- відсутність комплексного підходу до екологічної та енергетичної ефективності виробництва.

Таким чином, розвиток молочного тваринництва вимагає модернізації на основі впровадження сучасних технологій, автоматизованих систем доїння, підвищення генетичного потенціалу поголів'я та ефективної державної політики підтримки. Саме необхідність технічного переоснащення галузі та оптимізації виробничих процесів зумовлює актуальність даного дипломного проєкту.

## **1.2. Причини виникнення кризових явищ**

Галузь молочного та м'ясного скотарства в Україні перебуває у стані тривалої структурної кризи, що сформувалась під впливом системних економічних,

організаційних та технологічних факторів. Основні причини, що призвели до глибокого занепаду галузі та продовжують негативно впливати на її розвиток, такі:

- **Недосконале державне регулювання імпорту:** на внутрішній ринок постійно надходять значні обсяги молочної продукції з країн ЄС за демпінговими цінами, що ставить українських виробників у нерівні умови та посилює ризики згорання виробництва.
- **Відсутність дієвої кредитної підтримки для оновлення основних фондів.** Держава надає часткову компенсацію ставок, однак через високу базову відсоткову ставку (16–20% річних) більшість малих і середніх виробників не можуть скористатися цими інструментами.

Країна	Строк кредитування, років	Ставка, %	Державна підтримка
США	7–10	4–6	50% витрат на інфраструктуру
Німеччина	15–20	2–3	50% вартості обладнання і ферм
Україна	1–3	18–20	Компенсація частини ставки (до 10%)

- **Низький рівень інтеграції** між виробництвом, переробкою і збутом продукції. Відсутність стабільних контрактів та вертикальних ланцюгів кооперації призводить до спекулятивних коливань цін та зниження прибутковості всього ланцюга.
- **Зниження купівельної спроможності населення** обмежує внутрішній попит на продукцію тваринництва. У 2023 році середнє споживання молока на особу становило лише 198 кг проти рекомендованих 380 кг.
- **Зменшення кількості великих спеціалізованих підприємств**, які забезпечували б високу продуктивність, автоматизацію та стандартизацію виробництва. Водночас особисті селянські господарства, на які припадає

понад 60% виробництва молока, використовують переважно ручну працю та застаріле обладнання.

- **Фізичне і моральне зношення виробничих потужностей.** Значна частина доїльного обладнання, вакуумних насосів, охолоджувачів молока не оновлювалася десятиліттями. Це підвищує енерговитрати, собівартість продукції та знижує якість сировини.

У результаті перелічених проблем галузь тваринництва втрачає не лише свою економічну стійкість, а й потенціал стратегічного розвитку. Повноцінне відновлення можливе лише за умови впровадження комплексної державної політики, модернізації технологічної бази, створення кооперативних структур та підвищення ефективності менеджменту на рівні підприємств.

### 1.3 Основні цільові індикатори

Основні цільові показники розвитку скотарства:

#### Поточна ситуація (2024 рік)

- **Загальне виробництво молока:** у 2024 році в усіх категоріях господарств вироблено приблизно 7,2 млн тонн молока, що на 3% менше порівняно з 2023 роком .
- **Промислове виробництво молока:** сільськогосподарські підприємства виробили близько 3,1 млн тонн молока, що на 5% більше, ніж у 2023 році .
- **Поголів'я корів:** станом на 1 січня 2024 року в Україні налічувалося понад 1,29 млн голів корів, що на 4,9% менше порівняно з попереднім роком .
- **Продуктивність корів:** зростання виробництва молока відбувається за рахунок підвищення продуктивності худоби.

- **Експорт молочних продуктів:** у 2024 році Україна експортувала 117,73 тис. тонн молочних продуктів на суму 295,03 млн доларів, що на 8% більше в натуральному вираженні та на 14% більше в грошовому порівнянні з 2023 роком .

### Прогноз на 2030 рік

Враховуючи поточні тенденції та необхідність забезпечення продовольчої безпеки, до 2030 року передбачаються наступні зміни:

- **Збільшення виробництва молока:** до 15,4 млн тонн, що дозволить забезпечити внутрішнє споживання та наростити експортні поставки.
- **Реалізація яловичини:**
  - у живій масі — до 1,02 млн тонн;
  - у забійній масі — до 0,6 млн тонн.
- **Нарощення поголів'я корів:** до 2,72 млн голів, переважно за рахунок сільськогосподарських підприємств — до 0,79 млн голів.
- **Збільшення кількості крупнотоварних спеціалізованих підприємств:**
  - частка корів на фермах з поголів'ям 1000 і більше голів — до 16,8%;
  - частка молока, виробленого у сільгоспідприємствах — до 4,8 млн тонн.
- **Підвищення продуктивності корів:**
  - по всіх категоріях господарств — до 5500–5600 кг;
  - у сільгоспідприємствах — до 6000–6100 кг.
- **Забезпечення добових приростів молодняка ВРХ:** на рівні 700–800 г/добу.

**Таблиця 1.5.** Динаміка зміни показників чисельності худоби та обсягів виробництва молока

Показники	01.01.2025	Прогноз на 2030 рік
Корів – всього, млн голів	1,29	2,72

Показники	01.01.2025	Прогноз на 2030 рік
у т.ч. с/г підприємства	0,39	0,79
господарства населення	0,90	1,93
<b>Надій молока, кг</b>	6565 <sup>1</sup>	5500–5600
у т.ч. с/г підприємства	6565 <sup>1</sup>	6000–6100
господарства населення	~5000 <sup>2</sup>	5500
<b>Виробництво молока, млн т</b>	7,2 <sup>3</sup>	15,4
у т.ч. с/г підприємства	3,1 <sup>3</sup>	4,8
господарства населення	4,1 <sup>3</sup>	10,6

- збільшити у 2,5 раза кількість особистих господарств, що утримують 3+ корів із механічним доїнням.

**Таблиця 1.6.** Групування господарств населення за наявністю корів

Показники	01.01.2025	Прогноз на 2030 рік
<b>% господарств, що не утримують корів</b>	~88%	~75%
<b>% господарств, що утримують корів</b>	~12% (близько 916,7 тис.)	~25% (орієнтовно 1,05 млн)
з них:		
— 1 голова	~70% (~641,7 тис.)	~60% (~630 тис.)
— 2 голови	~20% (~183,3 тис.)	~25% (~262,5 тис.)
— 3 і більше	~10% (~91,7 тис.)	~15% (~157,5 тис.)

- забезпечити виробництво комбікормів на рівні 5,54 млн тонн, у т.ч. фуражне зерно — 4,36 млн, БВМД — 1,18 млн.

**Таблиця 1.7.** Забезпечення кормами, млн тонн

<b>Показники</b>	<b>2025</b>	<b>Прогноз на 2030</b>
<b>Комбікорми – разом</b>	6,45	8,20
з них: зерно	5,30	6,60
— ячмінь	1,75	2,20
— кукурудза	2,45	3,00
— пшениця	1,10	1,60
— горох	0,50	0,80
<b>БВМД</b>	1,40	1,85
<b>Соковиті корми</b>	13,50	17,80
у т.ч. силос	7,80	10,50
<b>Грубі корми</b>	13,20	15,90
— сіно багаторічних трав	4,60	5,50
— сінаж багаторічних трав	3,20	4,10
<b>Зелені корми</b>	35,20	41,00
<b>Корми тваринного походження</b>	0,72	0,90
у т.ч. молоко незбиране	0,42	0,52

- забезпечити експорт: молока та продуктів — 1,5 млн тонн, яловичини — 0,15 млн тонн

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 2.1 Обґрунтування доцільності розробки та її загальних показників

Молоко – важливий і цінний продукт у харчуванні людини. У ньому міститься понад 100 корисних компонентів у вигляді білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей та вітамінів. Близько третини всіх продуктів харчування, які споживає людина, припадає на молоко. Для повного забезпечення населення молоком та молочними продуктами, а також економічного зростання агропромислового комплексу України, необхідно забезпечити високий рівень механізації та автоматизації трудомістких процесів на фермах шляхом їх технічного та організаційно–технологічного переозброєння і реконструкції.

Характерними особливостями промислового виробництва молока є:

- концентрація поголів'я на обмеженій площі;
- комплексна механізація виробничих процесів при потоковій технології обслуговування поголів'я;
- вузька спеціалізація праці тваринників;
- утримання корів великими однорідними групами за рівнем продуктивності і фізіологічним станом.

Робота сучасної молочної ферми неможлива без організації машинного доїння корів. Машинне доїння не лише полегшує працю операторів, але й значно підвищує її продуктивність, змінюючи характер та соціальну природу праці доярів. Механізація, а надалі і автоматизація доїння, як одного з найтрудомісткіших процесів у молочному тваринництві, є необхідною умовою сталого розвитку галузі.

Система машин для комплексної механізації ферми повинна забезпечити механізацію всіх технологічних процесів, зокрема – доїння корів і первинної

обробки молока, адже саме ці операції займають до 70% трудових затрат на фермі.

У цьому розділі дипломного проєкту розглядається ефективність експлуатації розробленого пульсатора для доїння корів порівняно з існуючими моделями, що застосовуються на українських фермах. Запропонований пульсатор придатний для заміни аналогічних пристроїв у таких доїльних установках.

## **2.2 Огляд та оцінка існуючих засобів механізації заданого процесу, обґрунтування вибору базової машини**

### *2.2.1 Способи і принципи доїння, їх оцінка*

У сучасному тваринництві виділяють три основні способи доїння:

- природний (ссання телям);
- ручний (дояр руками витискає молоко з вимені);
- машинний (молоко видаляється за допомогою доїльного апарата).

Природне доїння не потребує фінансових чи трудових витрат, але є непридатним для отримання товарного молока у виробничих масштабах. Ручне доїння має значні недоліки: висока трудомісткість, ризик мікробіологічного забруднення, зниження якості молока та низька ефективність. У свою чергу, машинне доїння істотно підвищує продуктивність, знижує собівартість і забезпечує стабільну якість продукту. За оцінками, до 50 % трудових витрат на обслуговування тварин припадає саме на доїння.

Принцип машинного доїння базується на імітації дії теляти — створення вакууму, що витискає молоко з дійок. У сучасному тваринництві використовують доїльні апарати, які класифікуються за такими ознаками:

- за типом зусилля (відсмоктувальні, віджимні);

- за принципом роботи (двотактні, тритактні, безперервного відсмоктування);
- за конструкцією доїльного стакана (однокамерні, двокамерні);
- за типом доїння (одночасне, попарне, почетвертне).

Усі ці апарати призначені для ефективного та щадного видалення молока. До їх складу входять колектор, молочні й вакуумні трубки, пульсатор, доїльні стакани з дійковою гумою, а також можуть додатково оснащуватися пристроями зоотехнічного контролю.

З огляду на сучасні вимоги до гігієни, зручності обслуговування та енергоефективності, все більше господарств переходять на використання уніфікованого доїльного апарата АДУ-1. Його переваги:

- збільшений об'єм камер колектора;
- розширені діаметри патрубків;
- нова конструкція доїльного стакана зі сталеву гільзою;
- дійкова гума суміщена з молочною трубкою;
- простота конструкції пульсатора (немає регулювання частоти).

Таблиця 2.1. Коротка характеристика доїльних апаратів

<b>Марка та модифікація</b>	<b>Коротка характеристика</b>
АДУ-1 (базова версія)	Двотактний, постійне підсмоктування повітря в колектор
АДУ-1-02	Двотактний, постійне підсмоктування, система очищення повітря в пульсаторі
АДУ-1-03	Низьковакуумний, з періодичним впуском повітря при такті стиску
АДУ-1-04	Двотактний, з вібропульсатором та постійним

	підсмоктуванням
АДУ-1-05	Двотактний, з оглядовими конусами в стаканах
АДУ-1-09	Низьковакуумний, з вібропульсатором і періодичним впуском повітря
МДФ.03.100	Двотактний, для автоматизованих установок з функцією знімання стаканів

Виходячи з аналізу, доцільним є вибір модифікації АДУ-1, яка забезпечує надійність, простоту експлуатації та якісне доїння. Вона відповідає сучасним санітарно-гігієнічним вимогам та забезпечує оптимальне співвідношення ефективності й вартості.

### 2.2.2 Загальна будова доїльної машини

Сучасна доїльна машина являє собою високотехнологічний комплекс, який забезпечує ефективне, безпечне та автоматизоване отримання молока з урахуванням фізіологічних особливостей корів, вимог до якості продукції та підвищення продуктивності праці в умовах сучасного тваринництва.

#### **Основні компоненти доїльної установки**

Типова доїльна установка складається з наступних основних елементів:

**Доїльний апарат** - це виконавчий механізм, який безпосередньо взаємодіє з твариною через доїльні стакани. Він забезпечує ефективне видоювання молока шляхом створення керованого пульсуючого вакууму, що імітує природний процес ссання теляти.

**Вакуумна система** включає в себе вакуумний насос з електроприводом, вакуум-балон (ресивер), автоматичний вакуумрегулятор, точні вакуумметри цифрового

типу, систему повітряних магістралей та запірно-регулювальну арматуру. Ця система створює і підтримує стабільне вакуумне середовище, необхідне для безперервної роботи доїльних апаратів.

**Молокопровідна система** складається з молокопроводів з нержавіючої сталі, герметичних доїльних з'єднань, приймального бака з охолодженням, багаторівневої системи фільтрації та насосного обладнання для транспортування молока до охолоджувальних танків або переробних ділянок.

**Енергетичний блок** представлений сучасними енергоефективними електродвигунами змінного струму з частотними перетворювачами, які приводять у дію вакуумні насоси. Використання частотно-регульованого приводу дозволяє точно контролювати потужність і значно знижує споживання електроенергії на 15-25% порівняно з традиційними системами.

### **Принцип роботи доїльної машини**

Основою функціонування доїльної машини є створення контрольованого вакуумметричного тиску, який імітує ритмічне ссання теляти під час природного процесу годування.

Вакуумний насос створює розрідження повітря у вакуум-балоні, де підтримується стабільний вакуум. Через систему шлангів та трубопроводів цей вакуум передається до доїльних апаратів. Автоматичний регулятор вакууму підтримує тиск у межах оптимальних параметрів (зазвичай 45-50 кПа), а пульсатор забезпечує чергування фаз розрідження та атмосферного тиску, що викликає ритмічне стискання та розслаблення доїльної гуми.

### **Сучасні системи автоматизації**

Найсучасніші доїльні установки обладнані інноваційними системами:

- **Електронний зоотехнічний облік** з RFID-ідентифікацією тварин та автоматичною фіксацією індивідуальних надоїв
- **Автоматичне додоювання** з датчиками потоку молока та система автоматичного знімання доїльних стаканів
- **CIP-системи** (Clean-in-Place) для автоматичного миття та дезінфекції доїльного обладнання без розбирання
- **Інтеграція з ERP-системами** ферми для комплексного моніторингу показників продуктивності та управління стадом

### **Класифікація доїльних апаратів**

Доїльні апарати поділяються на дві основні категорії: витискні та висмоктуючі.

Перші спроби створення механічних доїльних пристроїв були зосереджені на імітації дій дояра під час ручного доїння шляхом розробки витискних механізмів. Однак такі апарати не знайшли широкого застосування через складність конструкції та недостатню ефективність.

Всі сучасні доїльні апарати є висмоктуючого (вакуумного) типу, що забезпечує більш ефективний та фізіологічно правильний процес доїння.

### **Будова та принцип роботи доїльних стаканів**

Основними робочими органами доїльного апарата є доїльні стакани, які безпосередньо взаємодіють з твариною. За конструкцією розрізняють однокамерні та двокамерні доїльні стакани.

У сучасному молочному скотарстві переважно використовуються двокамерні доїльні стакани (рис. 2.4), які забезпечують кращий контроль процесу доїння та більш фізіологічний вплив на вим'я корови.

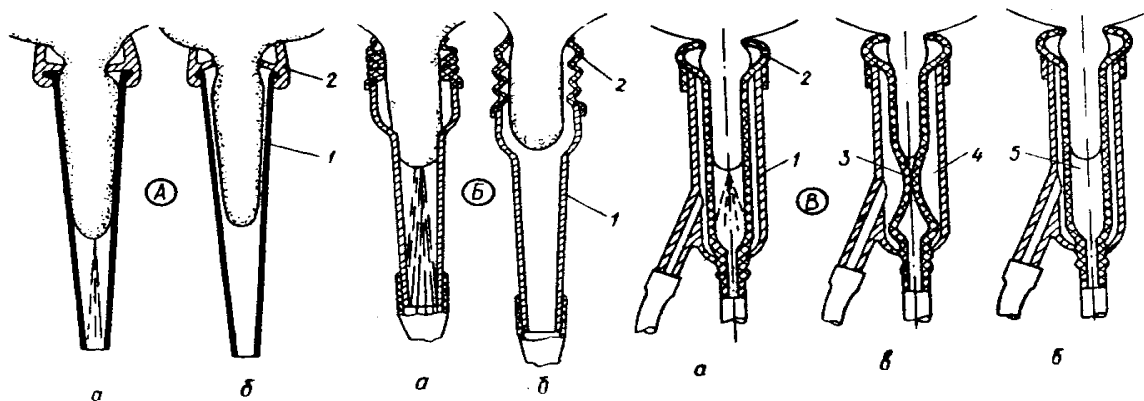


Рис. 2.4. Схеми роботи однокамерного з незмінними (А) і змінними (Б) розмірами присоска та двокамерного (В) доїльних стаканів: а — такт ссання; б — такт відпочинку; в — такт стиску; 1 — гільза; 2 — гумовий присосок; 3 — дійкова гума; 4 — міжстінковий простір; 5 — піддійковий простір

### Такти роботи доїльного апарата

**Такт ссання:** У міжстінній та піддійковій камерах створюється вакуум. Через рівність тисків з обох боків дійкової гуми вона не чинить тиску на дійку. Різниця тисків (вакуум під сфінктером і атмосферний тиск всередині дійки) спричинює відкриття сфінктера, і молоко витікає в піддійкову камеру.

**Такт стиску:** У міжстінній камері встановлюється атмосферний тиск, у піддійковій зберігається вакуум. Різниця тисків стискує дійкову гуму, яка в свою чергу масажує дійку та ізолює її від вакууму. Цей такт забезпечує масаж, покращує кровообіг та стимулює рецепторні зони дійки.

**Такт відпочинку:** В обох камерах встановлюється тиск, близький до атмосферного, що дозволяє нормалізувати кровообіг у дійці.

### Типи доїльних апаратів за принципом роботи

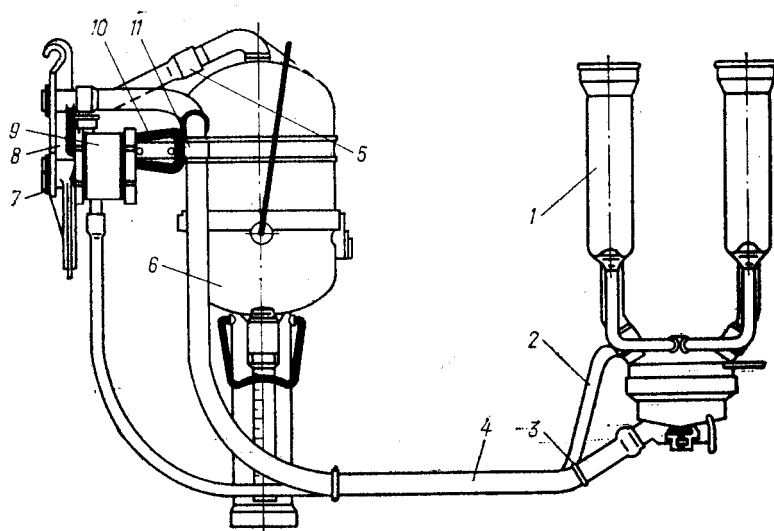
За кількістю тактів розрізняють двотактні та тритактні доїльні апарати. Під тактом розуміють період, протягом якого зберігається незмінний фізіологічний вплив апарата на тварину. Повний цикл включає зміну всіх різноимених тактів.

За способом дії на дійки розрізняють:

- **Апарати одночасного доїння** - однойменні такти відбуваються синхронно у всіх стаканах
- **Апарати попарного доїння** - такти чергуються попарно: коли у двох стаканах відбувається такт ссання, у двох інших - такт стиску

Найбільш поширеними є двотактні доїльні апарати з тактами ссання і стиску. Така комбінація дозволяє спростити конструкцію та скоротити час доїння завдяки збільшенню тривалості такту ссання. Основний недолік - підвищена небезпека порушення кровообігу при несвоєчасному відключенні апарата.

Доїльні апарати попарної дії (наприклад, "Альфа Лаваль") мають дещо складнішу конструкцію, але забезпечують суттєві переваги: м'якший вплив на вим'я, покращений вакуумний режим та додатковий масаж вим'я.



**Основні елементи доїльного апарата**

Рис. 2.5. Доїльна апаратура (загальний вигляд): 1 – підвісна частина; 2 – вакуумний шланг; 3 – з'єднувальне кільце; 4,5 – молочні шланги; 6 – лічильник молока; 7 – прокладка; 8 – ручка; 9 – пульсатор; 10 – хомут; 11 – кільце

Незалежно від типу та конструктивних особливостей, основні елементи доїльних апаратів виконують чітко визначені функції:

**Доїльні стакани** - здійснюють безпосереднє видоювання молока з дійок корови

**Колектор** - розподіляє вакуум між міжстінковими та піддійковими камерами доїльних стаканів, збирає молоко від усіх стаканів і направляє його в молочний шланг. У тритактних апаратах також забезпечує періодичну подачу атмосферного повітря для створення такту відпочинку

**Пульсатор** - перетворює постійний вакуум у пульсуючий, забезпечуючи чергування вакууму з атмосферним тиском згідно з заданою програмою

**Система шлангів та трубок** - об'єднує всі вузли в єдину функціональну систему, забезпечуючи транспортування повітря та молока

### **Сучасні модифікації доїльних апаратів**

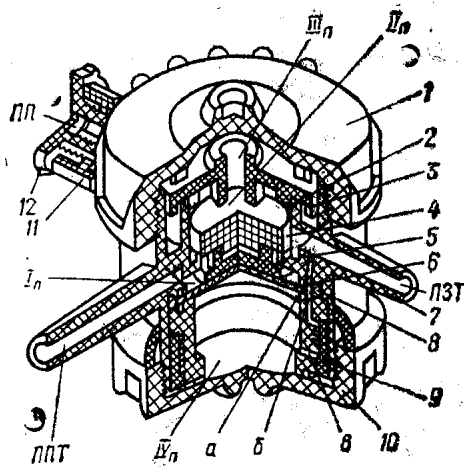
У сучасному виробництві використовується уніфікований доїльний апарат АДУ-1 з рядом модифікацій.

Основні удосконалення АДУ-1:

- Збільшений об'єм камер колектора в 1,5 рази для покращення молоковіддачі
- Розширені діаметри молочних і повітряних патрубків для зменшення гідравлічних втрат
- Нова конструкція доїльного стакана з суцільнометалевою гільзою з нержавіючої сталі
- Інтегрована з молочною трубкою дійкова гума для зменшення кількості з'єднань
- Спрощений пульсатор без регулювання частоти пульсацій для полегшення обслуговування

Ці технічні рішення значно спрощують експлуатацію та технічне обслуговування доїльного обладнання, підвищують надійність роботи та знижують витрати на утримання.

Доїльний апарат АДУ-1 складається з чотирьох доїльних стаканів, колектора, пульсатора, комплекту молочних і вакуумних шлангів та трубок, а також доїльного відра (у разі доїння в переносні відра).



**Рис2.6-** Пульсатор доїльного апарата АДУ-1 (основне виконання);

ПП — повітряний патрубок; ПЗТ — патрубок змінного вакууму; ППТ — патрубок постійного вакууму; а - канали з'єднання камер; в — дросель; 1, 10, 12 — гайки; 2, 6 — прокладки; 3 — кришка; 4 — клапан; 5 — обойма;

7 — корпус; 8 — мембрана; 9 — гумове кільце; 11 — втулка; I<sub>п</sub> — камера постійного вакууму; II<sub>п</sub>IV<sub>п</sub> — камери змінного вакууму; III<sub>п</sub> — камера атмосферного тиску

Доїльний стакан має лише дві деталі: металеву гільзу з патрубком для повітряної трубки та дійкову гуму з молочною трубкою. У місці надівання на патрубок колектора молочна трубка має потовщення для збільшення міцності та строку служби. На молочній трубці перед дійковою гумою є три кільцеві буртики для періодичного, у міру спрацювання, натягування дійкової гуми. Гарантійний строк служби дійкової гуми — один рік з дня виготовлення, в тому числі 900 год. чистої роботи (доїння). Після спрацювання дійкову гуму замінюють новою.

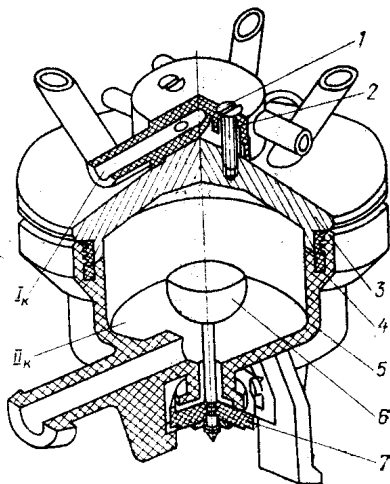
Доїльний стакан має дві камери: піддійкову—всередині дійкової гуми та міжстінкову — всередині гільзи навколо дійкової гуми.

Пульсатор (рис 2.6) — мембранного типу, з нерегульованою частотою пульсації. Він складається з корпуса, камери керування, гумового кільця,

кришки, прокладки, клапана, обойми, мембрани, повітряного фільтра, гайок та кришок.

На корпусі є патрубки для сполучення з вакуумпроводом і встановлення фільтра (повітряного), а також змінного вакууму, що з'єднується з колектором.

Пульсатор має чотири камери:  $I_{\Pi}$  (постійного вакуумметричного тиску, що сполучається з вакуумпроводом),  $II_{\Pi}$  (змінного тиску—з колектором),  $III_{\Pi}$  (постійного атмосферного тиску зєднаний через фільтр з навколишнім середовищем),  $IV_{\Pi}$  (змінного тиску, яка керує положенням клапанного механізму). Остання за допомогою радіального отвору в камері, гвинтового вертикального каналу, кільцевих канавок та отвору в мембрані сполучається з патрубком і камерою  $II_{\Pi}$ —змінного тиску. Пульсатор встановлюють на кришці доїльного відра або на спеціальній рукоятці, за допомогою якої апарат підключають до системи трубопроводів.



**Рис. 2.7-.** Колектор доїльного апарата АДУ-1

(двотактний варіант):

1 — гвинт; 2 — розподільна камера; 3 — корпус; 4 — гумова прокладка; 5 — молочна камера; 6 — клапан, 7 — гумова шайба;  $I_k$ ,  $II_k$ —камери відповідно змінного і постійного вакууму

У колекторі є дві камери:  $I_k$  — змінного вакуумметричного тиску та  $II_k$  — постійного вакуумметричного тиску. Перша розміщена в розподільнику і сполучена патрубками і трубками з міжстінковими камерами доїльних стаканів, а також шлангом з камерою  $II_{\Pi}$  змінного вакууму пульсатора. Друга знаходиться в прозорому корпусі, постійно з'єднується молочними трубками з піддійковими камерами доїльних стаканів, а молочним шлангом — з відром чи молокопроводом.

**Доїльний апарат АДУ-1-09** відрізняється від попередніх варіантів конструкцією пульсатора, який крім загальновідомої функції перетворення постійного

вакууму у змінний, забезпечує також мікроколивання тиску в міжстінкових камерах стаканів при такті ссання. Ці мікроколивання передаються дійковою гумою на дійку і стимулюють молівіддачу.

Вібропульсатор складається з двох блоків: низькочастотного та стимулюючого послідовно з'єднаних між собою.

Перший з них має частоту пульсації  $66 \pm 6 \text{ хв}^{-1}$  або  $1,1 - 01 \text{ Гц}$ , другий -  $630 \pm 90 \text{ хв}^{-1}$  або  $10,5 - 1,5 \text{ Гц}$ .

Доїльний апарат АДУ-1-09 має тривалість такту ссання  $73 \pm 5 \%$  загального циклу доїння. Робоча величина вакууму рекомендується в межах  $48 \pm 3 \text{ кПа}$ . Від першого пульсатора на другий передається пульсуючий тиск, який створює мікроколивання.

За період такту ссання відбувається приблизно сім мікроколивань дійкової гуми за рахунок короточасних знижень рівня вакууму у міжстінкових камерах доїльних стаканів. Частота коливань дійкової гуми становить  $10 \text{ Гц}$ , амплітуда коливань —  $1—2 \text{ мм}$ .

Така дія доїльного апарата триває, доки повітря довгим каналом  $K_1$  відсмоктується з камери  $IV_c$ . Після цього мембрана між камерами  $II_p$  і  $IV_p$  вирівнюється, а клапан блока  $L$  підніметься (дія вакууму з боку камери  $IV_c$  і атмосферного тиску з боку камери  $III$ ). Атмосферне повітря крізь фільтр надходить у камеру  $II_p$  і далі каналом  $\Gamma$  в камеру  $I_c$ . Мембрана і клапан блока  $C$  опускаються (рис. 2.9) внаслідок залишкового розрідження у камері  $IV_c$  під мембраною і дії атмосферного тиску на мембрану з боку камери  $I_c$ , а також власної ваги клапанного механізму, Атмосферний тиск із камери  $II_p$  переходить у камеру  $II_c$  і далі камерою  $I_k$  колектора розподіляється в міжстінкові простори доїльних стаканів. Відбувається такт стиску.

Цикл повторюється після заповнення камери  $IV_c$  атмосферним повітрям, яке надходить з камери  $II_c$  каналом  $K_2$

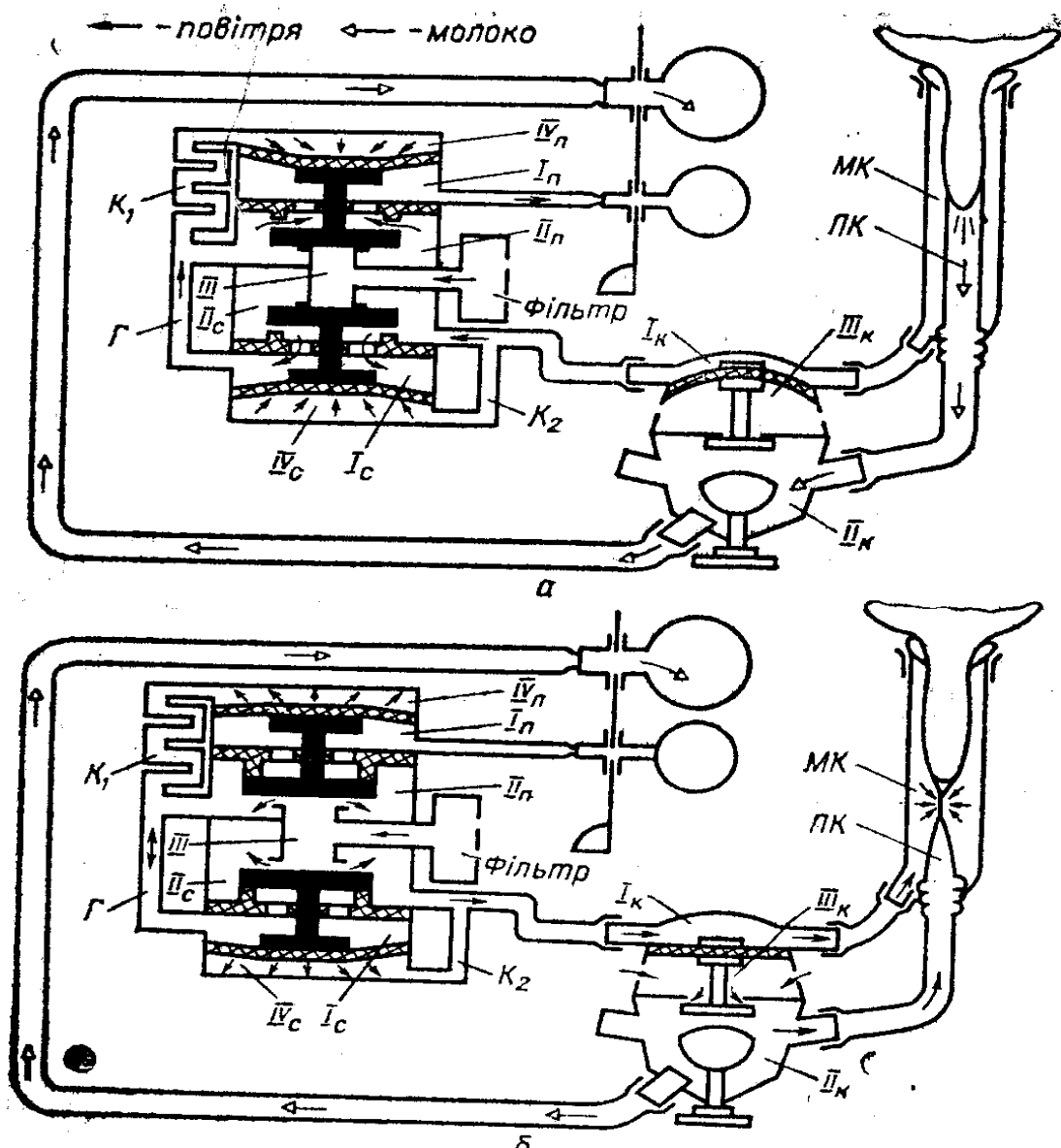


Рис 2.9 -. Схема роботи доїльного апарата АДУ-1-09;

а — такт ссання; б — такт стиску; МК — міжстінкова камера; ПК — піддійкова камера;

Г — з'єднувальний канал блоків;

$K_1, K_2$  — відповідно довгий і короткий дросельні канали;

$I_n$  — камера постійного вакууму пульсатора;

$I_c, II_c, IV_c, II_c, IV_d$  — камери змінного вакууму пульсатора;

III і  $III_k$  — камери атмосферного тиску;  $I_k, II_k$  — камери змінного вакууму колектора

З метою забезпечення сталого режиму транспортування молока без зворотних поштовхів при тактах ссання і стиску стержень 9, мембрана 6 та нижній клапан знаходяться у верхньому положенні, в камери 13 і 15 каналом 12 з камери 8 надходить повітря. Транспортування молока, виведеного з вимені здійснюється також протягом перехідного режиму пульсоколектора (між тактом стиску та ссання, і навпаки). З камери 8 дросельним каналом 11 повітря надходить у камеру 5, підвищуючи у ній тиск. Мембрана 6 та стержень 9 переміщуються вниз. У камері 8 і просторі під повзуном 4 утворюється вакуум. Повзун теж опускається вниз. Після переміщення клапана, стержня та мембрани в нижнє положення припиняються відсмоктування повітря з міжстінкових просторів доїльних стаканів і надходження повітря в камери 13 і 15 каналом 12. У міжстінкових і піддійкових камерах доїльних стаканів встановлюється однаковий вакуум. Далі цикл повторюється: такт ссання змінюється на такт стиску, бо в камері 5 встановлюється вакуум і мембрана 6 з тарілчастим стержнем 9 переміщуються вгору.

**Система “Дуовак 300”** фірми “Альфа – Лаваль” (Швеція) забезпечує попарне доїння вимені з співвідношенням тактів ссання і стиску 70:30 при постійній частоті пульсацій 60 пульсацій за хвилину. Крім того, з метою зниження шкідливої дії високого вакууму на початку і в кінці доїння система автоматично переводить роботу доїльного апарата при інтенсивності молоковіддачі до 0,2 кг/хв. на вакуум 33 кПа з частотою 48 пульсацій в хвилину, а при молоковіддачі більше 0,2 кг/хв. – на нормальний режим доїння з вакуумом 50 кПа і частотою 60 пульсацій в хвилину

Схема роботи пульсатора показана на рис.2.12

Гідро пульсатор має камеру постійного вакууму *II-I*, і *II-II'*, кожна з якої з'єднана з міжстінковими камерами двох доїльних стаканів; камеру атмосферного тиску *II-III*; дві керуючі камери змінного вакууму *II-IV* і *II-IV'* і дві гідравлічні камери *II-V* і *II-V'*, з'єднані між собою трубкою з каліброваними отворами, які заповнені мало в'язкою рідиною. Гідравлічні камери *II-V* і *II-V'* відокремлені від керуючих камер *II-IV* і *II-IV'* за допомогою мембран. Крім того,

гідро пульсатор забезпечений механізмом управління, перемикаючим ся вакуумом. Він має повзун 5 для переключення живлення вакуумом робочої камери *П-II* і *П-II'*, повзун 6 для переключення живлення вакуумом керуючої камери *П-IV* або *П-IV'* і поводок 3, який переміщується з допомогою виступів, встановленим на рухомій трубці 4.

Гідропульсатор працює наступним чином. В момент включення вакууму (рис.46,а) повзун 6 з'єднує камеру постійного вакууму *П-I* з керуючою камерою *П-IV'*, а повзун 5 камеру *П-I* з робочою камерою *П-II*. Камери перемінного вакууму *П-II'* і *П-IV* з'єднані з камерою атмосферного тиску *П-III*. При цьому вакуум із камери *П-II* через патрубок 2, резиновий шланг і розподільчу камеру колектора заповнює міжстінні камери *С-II* двох доїльних стаканів. В цих стаканах проходить такт ссання. Атмосферне повітря із камери *П-II'* через патрубок 1, резиновий шланг і розподільчу стаканів. Соскова резина в стаканах стискується і в них проходить такт камеру колектора надходить в міжстінкові камери *С-II'* двох інших доїльних стаканів. Вакуум в камері *П-IV'* переміщує мембрану з трубкою вліво, рідина із камери *П-V* через трубку 4 і калібрований отвір в ній постійно перетікає в камеру *П-V'*.

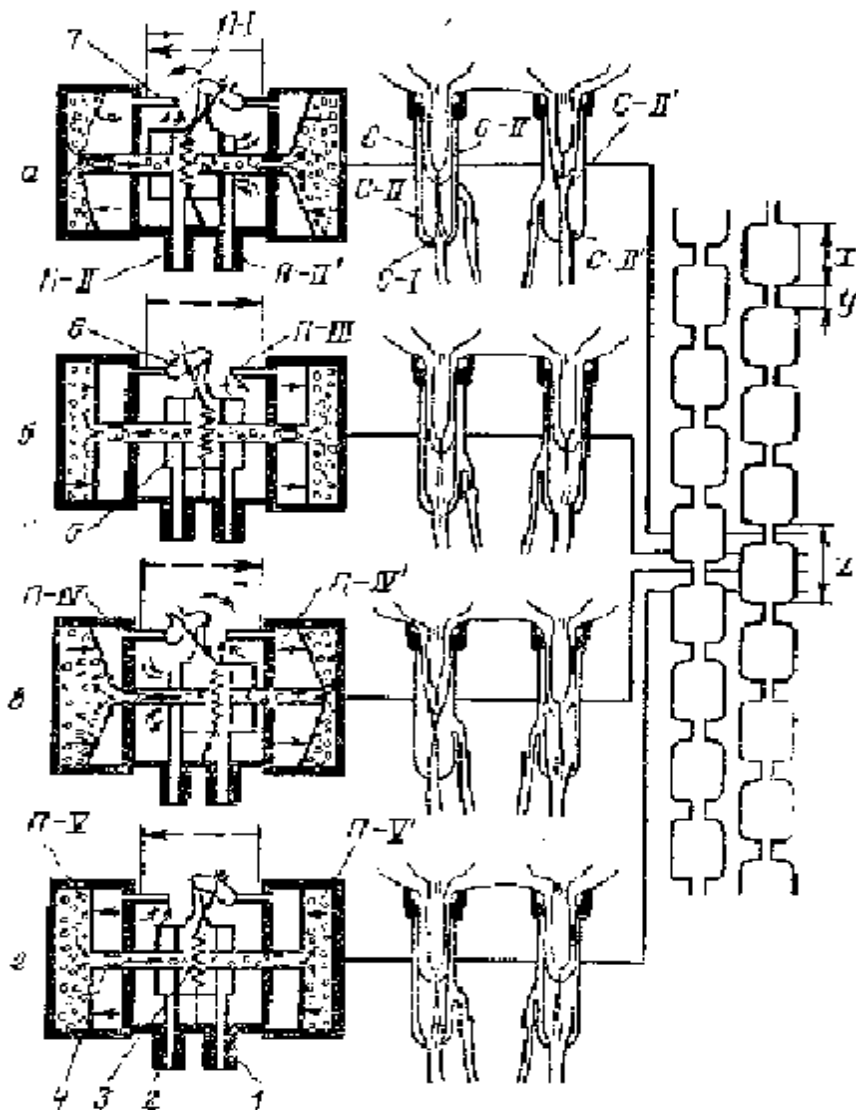


Рис.2.12 - Схема роботи гідро пульсатора фірми “Альфа - Лаваль”:

а – такт ссання в парі стаканів зліва і такт стиску в парі стаканів справа; б – перехідний процес, такт спаняв усіх чотирьох доїльних стаканях; в – такт ссання в парі стаканів справа і такт стиску в парі стаканів зліва; г- перехідний процес, такт ссання в усіх доїльних стаканях; Камери: П-I – постійного вакууму; П-II – П-II' - змінного вакууму (робочі ); П-III – атмосферного тиску: П-IV, П-V' - змінного вакууму ( керуючі); П-V, V' - гідравлічні;

1,2 – патрубкн змінного вакууму; 3 – поводок з пружиною; 4 – трубка з каліброваним отвором; 5, 6 – повзуни; 7 – патрубк для з'єднання з камерою атмосферного тиску.

При досягненні мембрани крайнього лівого положення переключення з допомогою поводка з пружиною переміщує повзун 6 вліво, а повзун 5 вправо. При цьому в проміжному положенні повзу 5 (рис. 2.12,б) обидві робочі камери *П-II* і *П-II'* заповнені вакуумом, тобто в міжстінкових камерах доїльних стаканів *С-II* дія вакууму ще продовжується, а в камерах *С-II'* воно вже почалось. В цей момент проходить такт ссання у всіх чотирьох стаканах. При подальшому переміщенні повзунка 5, останній з'єднує камеру *П-I* тільки з робочою камерою *П-II'*, а робочу камеру *П-II* – з камерою атмосферного тиску *П-III* (рис. 2.12, в).

Вакуум із камери *П-II'* через патрубков 1, резиновий шланг і розподільчу камеру продовжує заповнювати міжстінкові камери *С-II'* дво доїльних стаканів в них проходить такт ссання, а із камери *П-II* через патрубков 2, резиновий шланг і розподільник колектора між стінної камери *С-II* двох інших доїльних стаканів заповнюється атмосферним повітрям. В цих стаканах проходить такт стиску. При цьому вакуум в камері *П-IV* переміщує мембрани, зв'язані трубкою вправо. Рідина із камери *П-V'* через калібровані отвори в трубці 4 перетікає в камеру *П-V*. При досягненні мембрани крайнього положення механізм переключається з допомогою поводка з пружиною переміщує повзун 6 вправо, а повзун 5 вліво. В проміжному положенні повзун 5 обидві робочі камери *П-II'* і *П-II* заповнені вакуумом, тобто в міжстінкових камерах доїльних стаканів *С-II'* діє вакууму ще продовжується, а в стаканах *С-II* воно вже почалось. В цей час протікає такт ссання в усіх чотирьох доїльних стаканах. При наступному переміщенні повзун 5 останній з'єднує камеру *П-I* тільки з робочою камерою *П-II*, а робочу камеру *П-II'* з камерою атмосферного тиску *П-III*, і процес роботи гідро пульсатора повторюється.

Рідина в гідравлічних камерах *П-V* і *П-V'* і переріз каліброваних отворів в трубці підібрані таким чином, що при вакуумі в камері постійного вакууму *П-I*, рівно 50 кПа, пульсатор працює з частотою 60 пульсацій за хвилину, а при зниженні вакууму до 33 кПа – з частотою 48 пульсацій за хвилину.

Така технологічна схема забезпечує попарне видоювання долей вимені при збільшенні такту ссання до 70%. При цьому досягається висока швидкість доїння і зберігається м'якість дії апарата на соски вимені.

**Двохступінчастий пульсатор доїльного апарата**, який має генератор імпульсів, має мембранно – клапанний механізм, керуючу камеру, камери постійного, перемінного вакууму і атмосферного тиску; пульсопідсилювач – має мембранно – клапанний механізм, камери постійного, перемінного вакууму і атмосферного тиску, розташованою між генератором імпульсів і пульсопідсилювачем перегородку, відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності доїння шляхом збільшення разового об'єму повітря в пульсопідсилювачі; останній має керуючу камеру, з'єднану з аналогічною камерою генератора імпульсів наявністю каналу з установленим у вході його в керуючу камеру генератора імпульсів дроселем, при цьому камера атмосферного тиску пульсопідсилювача розміщена між його керуючою і перемінного вакууму камерами, а камера постійного вакууму – між перегородкою і його камерою перемінного вакууму.

Двоступінчастий пневматичний пульсатор порівняно з іншими пульсаторами характеризується більш інтенсивним і стабільним режимом перемінного вакууму, що досягається збільшенням інтенсивності масажу соска гумою досягається завдяки дії пульсопідсилювача. Генератор імпульсів відсмоктує і подає повітря тільки до невеликої ведучої камери перемінного вакууму 18 пульсопідсилювача. Об'ємна витрата повітря через генератор імпульсів настільки незначна, що довгий час не забруднюється сумішами повітря і тому працює стабільно. Режим роботи пульсопідсилювача залежить тільки від режиму генератора імпульсів.

Із-за вказаних особливостей пульсатор працює надійно в установленому режимі без проведення регулювання технічного догляду значно більший час, чим мембранні пульсатори.

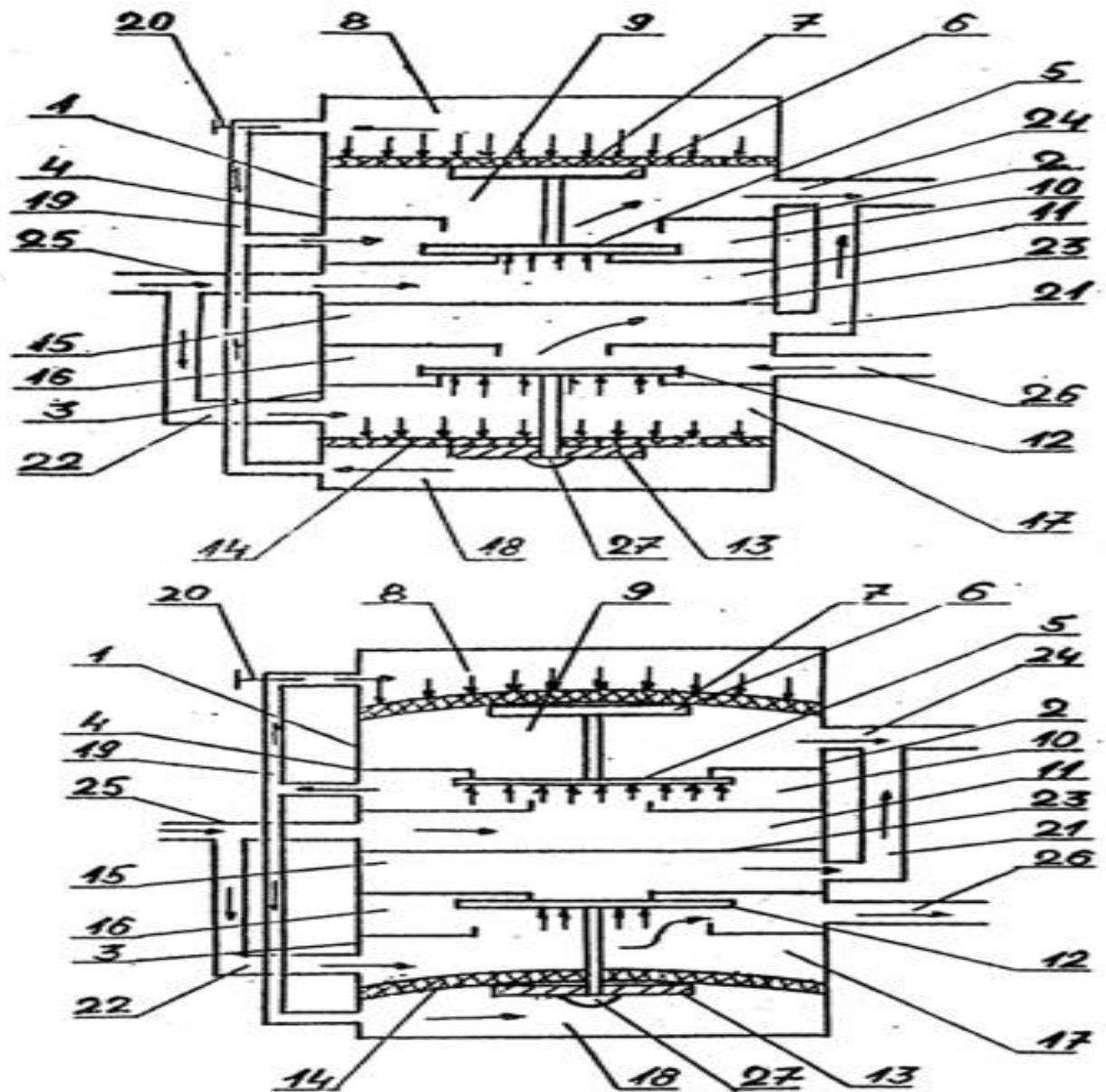


Рис. 2.13 Двохступінчастий пневматичний пульсатор:

а) такт ссання

б) такт масажу

1-двох ступінчастий пульсатор; 2-генератор імпульсів; 3-пульсопідсилювач; 4-корпус; 5-12- клапан з штоком; 6-13-прокладка;

7-14- мембрана; 8-18-керуюча камера;

9-15-камера постійного вакууму;

10-16-камера перемінного вакууму;

11-17-камера атмосферного тиску;

19-21-22-канали; 20-регулювальний гвинт;  
23-перегородка; 24-25-26-патрубки.

**Електромагнітний пульсатор** до доїльного апарата, має корпус з повітрязабірним отвором і встановлений в ньому електромагніт, при цьому в корпусі виконані камери атмосферного тиску и перемінного вакууму, які з'єднані між собою через комутаційні клапаном отвір, причому комутаційний клапан зв'язаний з якорем електромагніта наявністю штока, відрізняється тим, що з метою підвищення надійності, комутаційний клапан з'єднаний зі штоком наявністю шарніра, а повітрязабірний отвір має канали для формування повітряного потоку.

Каркас котушки електромагніта виконаний із діелектрика з малим коефіцієнтом тертя, при цьому в каркасі є коаксіальний циліндричний отвір для установки якоря електромагніта.

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ

### 3.1 Проектування пульсатора попарно-комбінованого типу

Головна мета сфери виробництва полягає в підвищенні добробуту населення. У цьому відношенні основні завдання галузі тваринництва зводяться до того, щоб забезпечити подальше збільшення обсягу виробництва молока, м'яса, та інших видів продукції для повнішого задоволення потреб населення в продуктах харчування та промисловості в деяких видах сировини, а також для створення необхідних державних резервів сільськогосподарської продукції. Виходячи з класичного визначення, що виробництво продуктів харчування є найпершою умовою життя безпосередніх виробників і будь-якого виробництва взагалі, слід підкреслити особливе значення галузі тваринництва не лише для розвитку сільського господарства, а й всього народного господарства країни в цілому.

Вітчизняний та зарубіжний досвід свідчить, що для розвитку сучасного тваринництва на основі науково-технічного прогресу характерні такі організаційно-технологічні напрями:

- спеціалізація;
- концентрація;
- комплексна механізація;

А також автоматизація окремих виробничих ліній чи цехів, переведення виробництва продукції тваринництва на промислову основу або ж індустріалізація галузі. Останнім часом поряд із вказаними напрями набувають розвитку і малі форми тваринницьких підприємств (підсобні, сімейні, фермерські господарства тощо).

Діючі на сьогодні доїльні установки з доїнням в переносні відра і в молокопровід не задовольняють вимогам по підвищенню продуктивності тварин. Недостатній діаметр молокопроводу, велике число стикових з'єднань, коливання

вакууму під соском – все це негативно впливає на тварину, його фізіологічні і біологічні функції.

### . 3.2. Біотехнологічні та техніко – економічні вимоги до машини.

Доїння корів це складний процес, головна мета якого не тільки в тому, щоб швидко, досить повно та з найменшими затратами праці видоїти молоко, що утворилося у вимені, а й створити умови для дальшого збільшення продукції.

Коли підмивають вим'я і накладають доїльні стакани, то при стискуванні дійок гумою доїльних апаратів їх нервові закінчення подразнюються і по нервових волокнах передаються в спинний мозок, потім до кори великих півкуль, а звідти надходять відповідні сигнали на м'язи сфінктерів дійок, цистерн і протоків. Це безумовний рефлекс молоковіддачі який має дві особливості. По – перше, випускання молока починається приблизно через 1 хв після початку підготовки вим'я. За цей час доїльні стакани надівають на дійки і розпочинають доїння корови. Затримка з початком доїння призводить до того, що дія рефлексу молоковіддачі припинається, а молоко за цей час не повністю видоєне. Друга особливість рефлексу молоковіддачі полягає в тому ,що він триває короткий час і закінчується незалежно від того, видоєна корова чи ні. Тому доїти корову треба

*Технічна оцінка* доїльних апаратів проводиться шляхом порівняння принципів і режимів їх роботи. При цьому враховують слідуючи основні показники: робочий вакуум, атмосферний тиск, частоту пульсацій, принцип роботи, тривалість циклу, тривалість тактів і перехідних процесів, загальна витрата повітря і його витрата окремими складальними одиницями апарата, матеріали на виготовлення складальних одиниць і деталей, масу апарата ( в тому числі підвісної частини ) і деталей, принцип роботи приладу обліку надою молока і масу цього приладу, похибку вимірів, принцип контролю процесу доїння, переріз і довжину молочних і вакуумних трубок і шлангів, інтенсивність видоювання молока і величину підсосу повітря в процесі доїння і змішування

його з молоком, принцип відключення вакууму і зняття доїльних стаканів ( при автоматичному відключенні – принцип дії маніпулятора ) інтенсивність молоко виведення в період початку механічного додою і зняття доїльних стаканів, фізико – механічні властивості соскової резини і її дію на соски, споживану потужність, надійність деталей і складальних одиниць, зручність і безпека роботи.

*Експлуатаційно – технологічна і економічна оцінка* доїльних апаратів включає виявлення умов і режимів випробувань, продуктивності за 1 час основного і технологічного часу, тривалості підготовчого часу до доїння, тривалості доїння, тривалості заключного часу після доїння, затрат часу на проведення технічних обслуговувань, затрат часу на усунення технічних відказів під час доїння, втрат часу на простій по організаційним причинам, затрат часу на 100 доїнь, прямих експлуатаційних затрат на 100 доїнь, питомих капітальних вкладень на 100 доїнь, суми приведених затрат на виконання даного об'єкта робіт, річного економічного ефекту від застосування випробовуваного доїльного апарата, лімітної вартості.

### 3.3. Розробка схеми пульсатора. Його будова та принцип дії.

Загальна будова. Доїльний апарат попарно-комбінованої дії складається з чотирьох доїльних стаканів (1), колектора з розподільником попарного типу (2), блока пневматичних пульсаторів (3), комплекту молочних та вакуумних трубок та шлангів, а також доїльного відра (4) (в разі доїння в переносні відра). При цьому без змін використано конструкції доїльних стаканів, молочної камери колектора (крім розподільника), молочні, вакуумні трубки та шланги, (рис 3.2).

Розроблений вузол - блок пульсаторів (рис.3.3), який об'єднує в своїй конструкції, відповідним чином сполучені між собою, два пневматичних пульсатори мембранного типу, які можуть мати в одному випадку:

- регульовану частоту пульсації в обох пульсаторах;
- нерегульовану частоту пульсації в іншому.

- регульовану частоту пульсації в одному з пульсаторів.

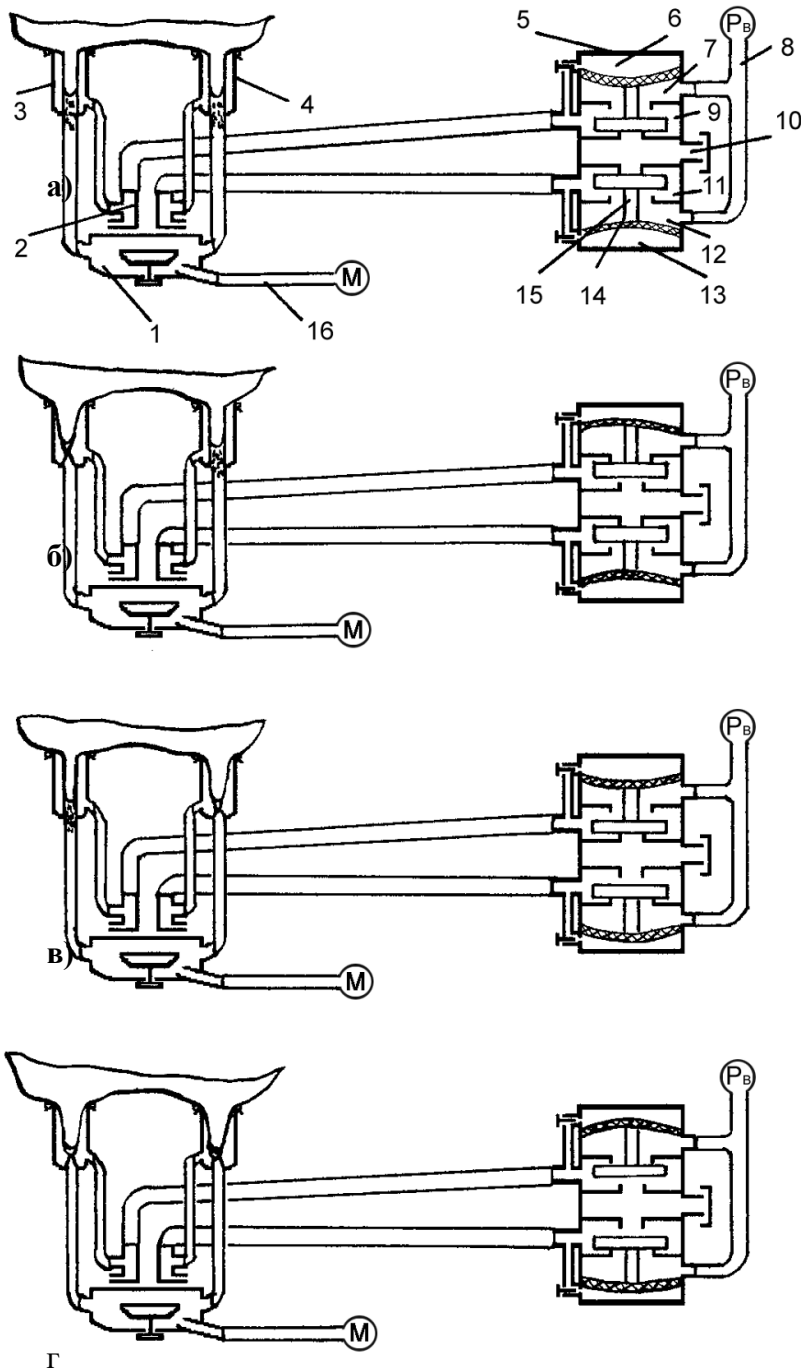


Рис 3.2 - . Схема роботи доїльного апарата попарно-комбінованого типу: а, г – фази одночасних тактів ссання та стиску в обох парах доїльних стаканів; б, в – фази тактів ссання в одній із пар доїльних стаканів при стиску в іншій; 1 – колектор, 2 – розподільник, 3, 4 – пари доїльних стаканів, 5 – пульсатор, 6, 13 – камери керуючі, 7, 12 – камери постійного вакууму, 8 – вакуумпровід, 9, 11 – камери змінного вакууму, 10 – камера атмосферного тиску, 14 – клапан, 15 – мембрана, 16 – молокопровід.

Конструкція кожного з пульсаторів забезпечує необхідне регулювання їх частоти, та різниці частоти між ними. Він складається з корпусу, камери управління, гумового кільця, клапана, обойми, мембрани, повітряного фільтру, гайок та кришок. На корпусі є патрубки для сполучення з вакуум проводом, повітряний, змінного вакууму, що з'єднаний з відповідним патрубком розподільника на колекторі.

Принцип роботи доїльного апарата попарно-комбінованого типу.

При підключенні доїльного апарата до вакуум проводу повітря відсмоктується з молочного шланга 16, камери колектора 1 (клапан перед цим слід підняти) та підбійкових камер доїльних стаканів. Одночасно повітря відсмоктується з камери 2, 7 пульсатора. В камері 9, 11 в цей час атмосферний тиск. Під дією різниці тисків над і під мембраною вона прогнеться і перемістить клапан. При цьому камера 9, 11 роз'єднуються з камерою 10 і з'єднуються з камерою 7, 12. Тоді вакуумуються камера 9, 11 пульсатора, повітряні шланги та розподільники колектора, повітряні трубки, міжстінкові камери відповідних пар доїльних стаканів 3, 4. Таким чином в підбійкових і міжстінкових камерах створюється вакуум. Дійкова гума буде прямою, за рахунок вакууму, сфінктер дійки відкривається і розпочинається такт ссання в обох парах доїльних стаканів. Під дією вакууму молоко відсмоктується з кожної пари молочних цистерн діжок і молочною трубкою надходить в камеру 1 колектора, а потім по молочному шлангу в молоко збірник (доїльне відро або молокопровід).

Поступово повітря з різною швидкістю відсмоктується через регульовані канали з камери керування 6 та 13 пульсаторів В результаті цього тиск повітря на мембрану з боку камери 6 та 13 зменшується і під дією затримкою, яка визначається різницею частоти пульсації між ними.

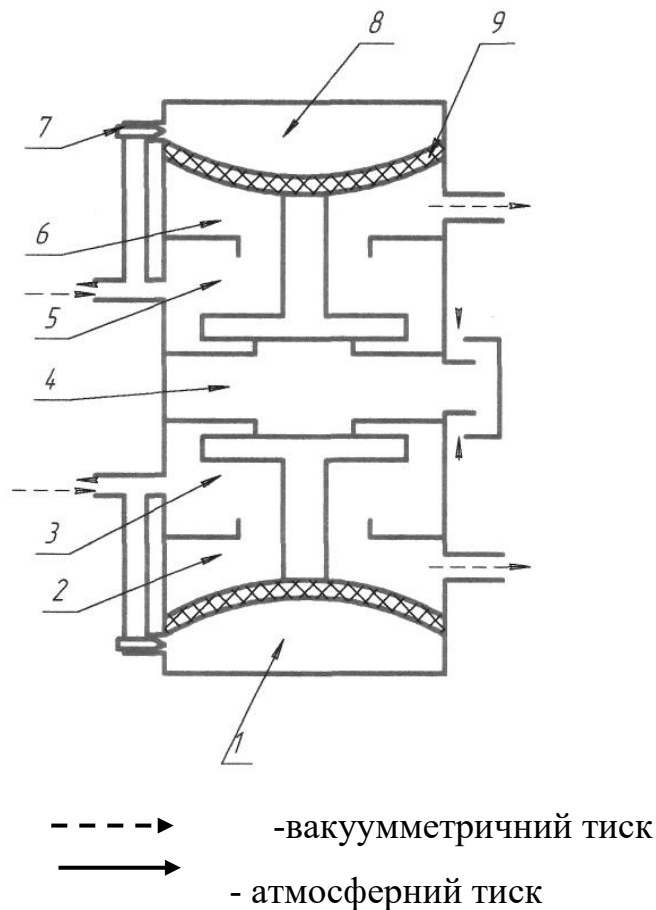


Рис. 3.3 Схема пульсатора доїльного апарата попарно-комбінованого типу: 1,8 — камери керуючі, 2,6 - камери постійного вакууму, 3, 5 камери змінного вакууму, 4 - камера атмосферного тиску, 7 - регульований канал; 9 – мембрана.

### 3.4. Вихідні дані до розрахунку пульсатора

Зараз найбільше розповсюдження в наших господарствах отримали доїльні апарати з мембранними пульсаторами. В зв'язку з цим на теперішній час переважно висвітлюються питання, пов'язані з їх використанням. Доїльні апарати укомплектовані в основному мембранними пульсаторами двох типів: з розташуванням управляючої камери над мембраною і під нею. Для аналізу роботи цих пульсаторів введемо слідуєчі значення:

$F_M, F_{BK}, F_{HK}$  – площі мембрани, верхнього і нижнього клапанів;

$d_M, d_{BK}, d_{HK}$  – діаметри мембрани, верхнього і нижнього клапанів;

$H$  і  $h$  – величини надлишкового тиску і вакууму, що подається в міжстіночці камери доїльних стаканів;

$p_1$  і  $p_2$  – нижня і верхня межа абсолютного тиску в управляючій камері пульсатора;

$x$  – абсолютне значення змінного тиску в тій же камері;

$p_{ат}$  – атмосферний тиск.

Крім того, зробимо слідувачі допущення: 1) тиск в трубопроводах, по яким надходить повітря до пульсатора і відводиться від нього, постійно; 2) тиск повітря в усіх точках камер пульсатора за прохідними перерізами в кожний момент часу постійний; 3) витік повітря за час  $dt$  по законам всатновеленого руху; 4) по частоті пульсацій процеси докритичні.

В цьому випадку при повному відкритті клапана забезпечується умова

$$p d_{вк} Y \geq \frac{\pi d_{шл}^2}{4} - \text{для апарата ДА-2;}$$

де  $Y$  – хід клапанів;

### 3.5 Розрахунок тривалості тактів пульсатора

В пульсаторі є ряд розмірів, від яких залежить співвідношення тактів, і ці розміри можна визначити розрахунком.

При включенні вакууму верхній клапан закривається, а нижній відкривається. В цей момент в камері на верхній клапан діє різниця тисків зверху вниз. Величина цієї сили:

$$P_{в.к} = \frac{F_{в.к} h \cdot 1,033}{76} = \frac{\pi D_1^2 h \cdot 1,033}{4 \cdot 76} \text{кГ}, \quad (3.1).$$

де,  $F_{в.к}$  – площа верхнього клапана в  $см$ ;

$h$  – номінальний вакуум, при якому працює пульсатор, в  $см рт.ст.$ ;

$D_1$  – діаметр верхнього клапана в  $см$ .

Із камери 4 повітря поступово перетікає в камеру 2 і в камері 4 збільшується вакуум. Це створює різницю тисків, діюча на мембрану знизу ввєрх, і звичайно силу:

$$P_m = \frac{F_m h_1 \cdot 1.033}{76}; \quad (3.2).$$

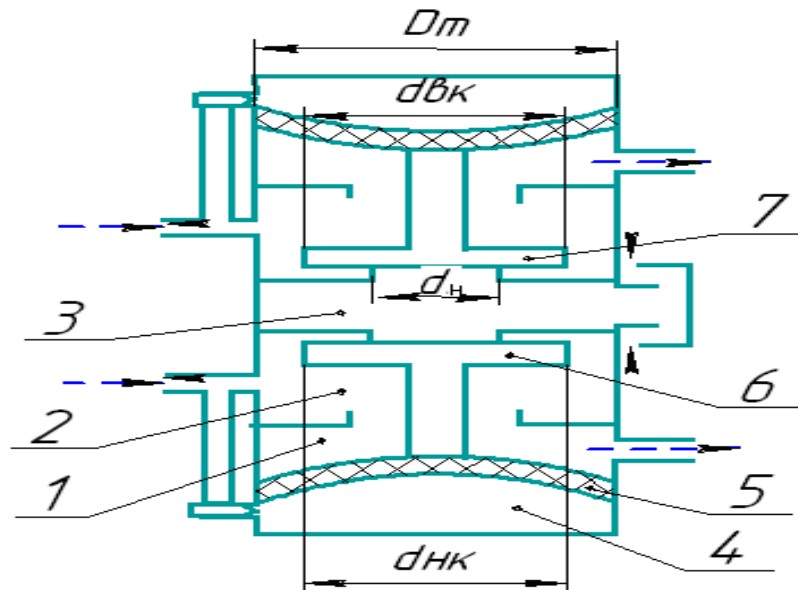
де,  $F_m$ - площа мембрани;

$h_1$ - найбільший вакуум в камері 4 пульсатора.

В перший момент переключення клапанів сила, діюча на мембрану ввєрх, значно переважає силу, діюча на нижній клапан ввєрх. Поступово в камеру 4 буде входить повітря, і сила, діюча на мембрану ввєрх, буде зменшуватись. Через деякий час настане зрівноваження при якому:

$$P_{н.к} = P_m \text{ або } F_{н.к} h = F_m h_2; \quad (3.3).$$

де,  $h_2$ - найменший вакуум в камері 4.



**Рис. 3.4** Схема пульсатора (для розрахунку)

1-камера постійного вакууму; 2-камера пульсуючого вакууму (робоча камера); 3-камера атмосферного тиску; 4-керуюча камера; 5-мембрана; 6-верхній клапан; 7-нижній клапан.

Слідом за цим знову пройде переключення клапанів, а потім все повторяється.

Рівняння (3.3) і (3.5) дозволяють розрахувати кінець зміни вакууму в камері 4, якщо відомі площі мембрани і клапанів.

Розділив рівняння (3.3) на рівняння (3.5)

$$\frac{F_{в.к}}{F_{н.к}} = \frac{h_1}{h_2} \quad (3.4).$$

і виразивши площі клапанів через їх діаметри, отримаємо:

$$\frac{\pi D_1^2 \cdot 4}{\pi D_2^2 \cdot 4} = \frac{D_1^2}{D_2^2} = \frac{h_1}{h_2}. \quad (3.5).$$

Швидкість зміни вакууму в камері 4 пульсатора має нелінійний характер. Як і у всякому процесі такого типу, наростання або зменшення величини вказує вплив на наступний розвиток процесу. Швидкість процесу, виражається функцією:

$$\frac{dx}{dt} = a - x. \quad (3.6).$$

$$K_p = \frac{\pi D^4}{128 \eta l}; \quad (3.7).$$

$l$ - довжина трубки;

$\eta$ - коефіцієнт в'язкості.

Значить, тривалість відкачки і заповнення глухої камери повітрям прямо пропорційна об'єму посудині, довжині трубки, коефіцієнту в'язкості і зворотно пропорційна четвертому ступеню діаметра трубки.

Число пульсацій являється величиною, зворотно пропорційною тривалості пульсації, а тому число пульсацій:

$$n = \frac{1}{t} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} \ln \frac{h-h_2}{h-h_1} + \frac{1}{K_2} \ln \frac{h_1}{h_2}}. \quad (3.8).$$

Співвідношення між тривалістю тактів  $t_1$  і  $t_2$  залежить від величин вакууму  $h_1$  і  $h_2$ , що можна виразити наступним рівнянням:

$$\frac{t_1}{t_2} = K \frac{\ln \frac{h-h_2}{h-h_1}}{\ln \frac{h_1}{h_2}}. \quad (3.9).$$

### 3.6 Розрахунок мембрани пневматичного пульсатора

Зусилля, діюче на шайбу:

$$P_1 = \frac{\pi h}{3} \left( \frac{D_m^2}{4} + \frac{D_m d_u}{4} - \frac{d_u^2}{2} \right); \quad (3.10).$$

де,  $D_m$ - діаметр мембрани;

$d_u$ - діаметр шайби.

Крім того, на шайбу і стержень діє зусилля:

$$P_2 = \frac{\pi d_u^2}{4} h. \quad (3.11).$$

Повне зусилля, передаване від мембрани на стержень:

$$P = P_1 + P_2 = \frac{\pi h}{12} (D_m^2 + D_m d_u + d_u^2). \quad (3.12).$$

Позначивши відношення  $d_u/D_m$  через  $\theta$  і винісши  $D_m^2$  за скобки отримаємо:

$$P = \frac{1 + \theta + \theta^2}{3} \cdot \frac{\pi D_m^2}{4} h. \quad (3.13).$$

Шуканий коефіцієнт:

$$K_\theta = \frac{1 + \theta + \theta^2}{3}. \quad (3.14.)$$

Для конкретного пульсатора, у якого  $D_m=45$  мм, а  $d_u=38$  мм,

$$K_\theta = \frac{1 + 38 \div 45 + (38 \div 45)^2}{3} = 0,85. \quad (3.15).$$

При розрахунку перехідних процесів в регуляторах, в яких, як і в пульсаторах, застосовують еластичні мембрани із шкіри, гуми і інших

матеріалів, користуються коефіцієнтом активності  $K_0''$ , значно відрізняється від попередніх:

$$K_0'' = \frac{1}{3} \frac{1 + \theta + \theta^2}{1 + 2\theta + \theta^2}. \quad (3.16).$$

При підстановці в цю формулу тих же величин  $D_m=45$  мм і  $d_{ш}=38$  мм отримаємо:

$$K_0'' = \frac{\frac{1}{3} + 38:45 + (38:45)^2}{1 + 2(38:45) + (38:5)^2} \approx 0,56. \quad (3.17).$$

$D_1=39$  мм і  $D_2=12$  мм, працює з наступним співвідношенням тактів:

ссання 60% і стискування 40 %. Відношення  $t_1: t_2=60:40=1,5$ . Розрахунок цього співвідношення по формулі дає величину:

$$t_1: t_2 \approx 0,83.$$

### 3.7 Витрати повітря доїльними апарата.

Витрата повітря доїльним апаратом складається з витрат його камерою IV пульсатора, витрати на привід соскової резини і витрат повітря підсосковими камерами доїльних стаканів.

По закону Бойля – Маріотта при відкачуванні повітря з міжстінкових камер маємо:

$$V_0 P_H = (V_1 + V) P \quad (3.18).$$

де – об'єм повітря, що відкачується із міжстінкових камер стаканів за одну пульсацію.

Звідси

$$V = V_0 * P_H / P - V_1. \quad (3.19).$$

Ці витрати повітря доцільно перевести до атмосферного тиску  $P_{AT}$

$$V_{ПРИВ} = V * P / P_{AT}. \quad (3.20).$$

Підставляючи виведене значення в  $V$  в цю формулу, отримаємо

$$V = V_0 * (P_H/P_{AT}) - V_1 * (P/P_{AT}). \quad (3.21).$$

Підраховані таким чином витрати повітря за одну пульсацію завжди менше отриманого практично. Це залежить від герметичності і з'єднання трубок апарата і соскової резини. Крім того, при підключенні клапанів пульсатора мають місце додаткові витрати повітря, так як на деякий момент часу клапан, переходячи із одного положення в інше, з'єднує камери з різним постійним тиском. Тому часові витрати повітря на привід соскової резини

## РОЗДІЛ 4.

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

#### 4.1 Загальний огляд

Підвищення продуктивності праці в тваринництві, зниження собівартості продукції можливо перш за все завдяки застосуванню на тваринницьких фермах прогресивних методів організації праці і механізації виробництва, якості виконання робіт, підвищення надійності.

В даному розділі дипломного проекту дається оцінка ефективності експлуатації розробленого комплексу установки і обладнання для доїння та первинної обробки молока порівняно з існуючою в господарстві технологією.

#### 4.2 Розрахунок техніко-економічних показників

Визначення капіталовкладень в технологію виробництва молока

Капіталовкладення визначаємо по формулі:

$$K = C_m \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (4.1.)$$

де,  $C_m$  – прейскурантна ціна машини, грн;

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує торгово-транспортні і складські витрати ( $K_1 = 1,11$ );

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує витрати на монтаж машини

( $K_2 = 1,15 \dots 1,2$ ).

Капіталовкладення в існуючу технологію:

$$K_i = K_{д.у.} + K_o; \quad (4.2.)$$

де,  $K_{д.у.}$  – капіталовкладення в доїльні установки, грн;

$K_o$  – капіталовкладення в додаткове обладнання вакуумної установки, грн;

Капіталовкладення в доїльні установки складають:

$$K_{\text{д.у.}} = (C_{y1} + C_{y2}) \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (4.3.)$$

де,  $C_{y1}, C_{y2}$  – прејскурантна ціна доїльних установок, УДМ-200, вартість установки 520000 грн.

$$K_{\text{д.у.}} = (1 \cdot 520000) \cdot 1,11 \cdot 1,2 = 692640 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на виготовлення та складання розробленої установки визначаються:

$$K_{\text{зб}} = C_{\text{зб}} \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (4.5.)$$

де  $C_{\text{зб}}$  - прејскурантна ціна виготовлення та складання установки, з врахуванням використаного металу, робіт на їх виконання, грн.

$$K_{\text{зб}} = 1400 \cdot 1,11 \cdot 1,2 = 1864,8 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{зб}} = 17500 \cdot 1,11 \cdot 1,2 = 2331 \text{ грн.}$$

$$K_i = 692640 + 7992 + 1864,8 = 702496,8 \text{ грн}$$

$$K_p = 692640 + 28771,2 + 2331 = 723742,2 \text{ грн}$$

$$K_{\text{дод}} = 723742,2 - 702496,8 = 21245,4 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати за існуючою технологією складають:

$$C^i = 297840 + 88262,47 + 99489,7 + 91082,2 = 576673,9$$

Експлуатаційні витрати за розробленою технологією складають:

$$C^p = 245280 + 75653,55 + 102440,4 + 93783,4 = 517157,3$$

Економія експлуатаційних витрат складає:

$$\varepsilon = C^i - C^p = 576673,9 - 517157,3 = 59516,6$$

Визначення приведених витрат

Річні приведені витрати визначаються за формулою:

$$П = C + E_H \cdot K; \quad (4.6)$$

де  $E_H$  – нормативний коефіцієнт ефективності ( $E_H = 0,15$ ).

Річні приведені витрати за існуючою установкою для доїння корів дорівнюватимуть:

$$П_i = 576673,9 + 0,15 \times 700632 = 681768,7$$

Річні приведені витрати за розробленою установкою дорівнюватимуть:

$$П_{i,h} = 517157,3 + 0,15 \times 721411,2 = 625368,9$$

Річний економічний ефект

Річний економічний ефект від впровадження розробленої технології визначаємо як різниця приведених витрат існуючої та розробленої технологій:

$$E = П_i - П_p. \quad (4.7)$$

$$E = 681768,7 - 625368,9 = 56399,8$$

Термін окупності капіталовкладень визначимо за формулою:

$$t = K_d \setminus E_k, \text{ років}, \quad (4.8)$$

де  $t$  – строк окупності, років;

$K_d$  – додаткові капіталовкладення, грн;

$E_k$  – річний економічний ефект, грн;

$$t = 21245,4 / 56399,8 = 0,37 \text{ роки.}$$

#### 5.2.4 Затрати праці

Питомі затрати праці складають:

$$T_{зп} = \frac{P \cdot t \cdot 365}{Q_m}; \quad (4.9)$$

де  $P$  – кількість працівників, чол;

$Q_m$  – річний надій молока на фермі, ц.

Питомі затрати праці на доїння за існуючою технологією дорівнюють:

$$T_{зп}^i = \frac{5 \cdot 7 \cdot 365}{5500} = 2,32 \frac{\text{люд.год.}}{\text{ц}}$$

Питомі затрати праці на доїння за розробленою технологією дорівнюють:

$$T_{3П}^P = \frac{3 \cdot 6 \cdot 365}{5500} = 2 \frac{\text{люд.год.}}{\text{ц}}$$

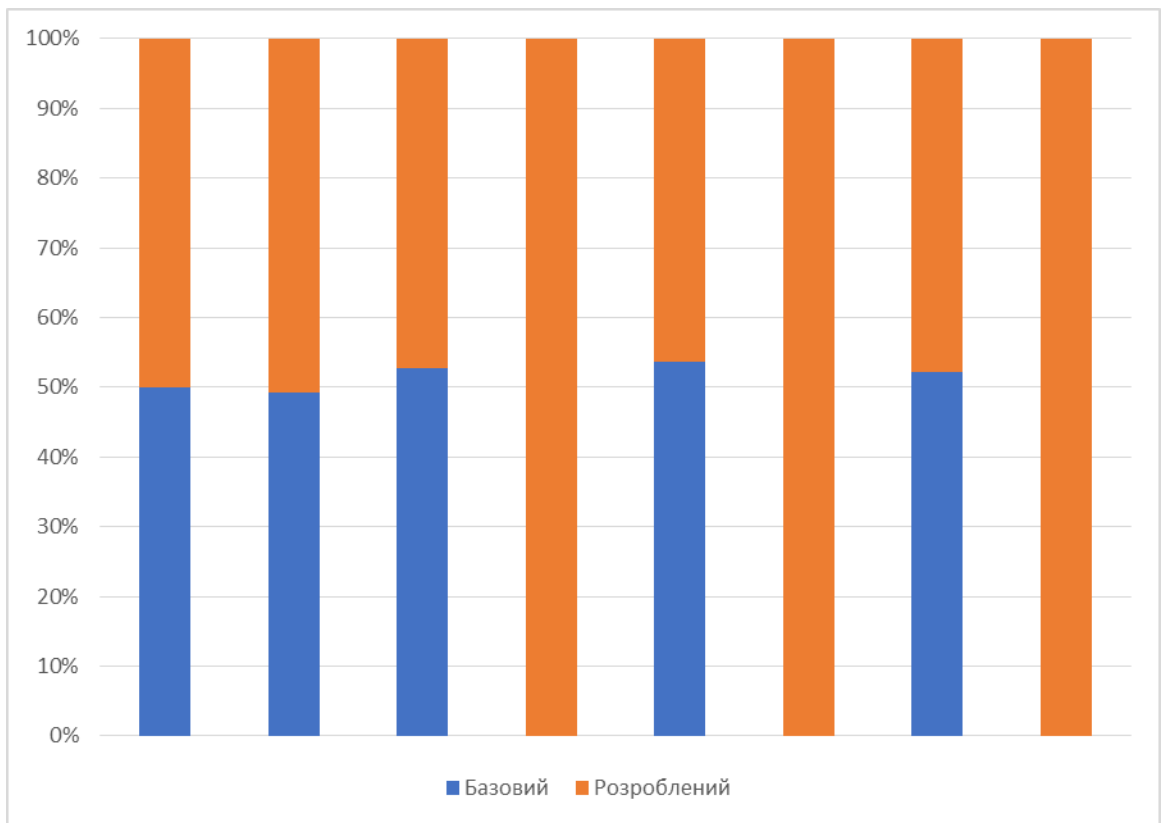
Економія затрат праці рахується за формулою:

$$E_{3П} = (T_{3П}^i - T_{3П}^P) \cdot Q_m; \quad (4.10)$$

$$E_{3П} = (2.32 - 2) \cdot 5500 = 1760 \text{ люд.год.}$$

Таблиця 5.2 Економічна ефективність розробленої технології

		Варіанти	
		Базовий	Розроблений
Річний надій молока, ц	$Q_m$	22000	22000
Капіталовкладення, грн	$K$	702496,8	723742,2
Експлуатаційні затрати, грн	$C$	576673,9	517157,3
Економія експлуатаційних затрат, грн	$\varepsilon$	-	59516,6
Питомі затрати праці, люд.год./ц	$T_{3П}$	2,32	2
Економія затрат праці, люд.год.	$E_{3П}$	-	1760
Приведені затрати, грн	$\Pi$	681768,7	625368,9
Річний економічний ефект, грн	$E$	-	56399,8



Ан

алізуючи дану таблицю можна відмітити, що запропонована технологія вимагає додаткового вкладання 21245,4 грн, дані кошти окупляться за 0,37 року, тобто за 4 місяці. Визначено, що при впровадженні розробленої конструкції доїльного апарату за рахунок зменшення затрат на обслуговування доїльної установки зменшиться на 0,32 люд.год на виробництво 1 т. молока.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Вимоги нормативних документів до устаткування й виробничих процесів на МТФ

Обов'язковою умовою виробництва у тваринництві має бути дотримання вимог безпеки працюючими (операторами), виробничого обладнання (усі технічні засоби і машини) і середовища (матеріали, продукти, корми, мікроклімат у приміщенні, інші засоби, що не входять у систему “людина-машина-виробниче середовище”). Завдяки цьому досягається виконання виробничих процесів без травм, аварій та інших небезпечних ситуацій.

Механізована або автоматизована подача технологічних матеріалів до різальних, подрібнювальних, дозуючих та інших робочих органів має забезпечувати рівномірне або порційне надходження матеріалів без додаткового ручного регулювання.

Доїльні установки, годівниці для рідких кормів, обладнання для приготування вологих мішанок і первинної переробки продукції тваринництва повинні бути обладнані пристроями механізованого або автоматизованого миття водою або мийними розчинами.

Резервуари, бункери, місткості змішувачів, запарників для кормів обладнують пристроями, що контролюють рівень заповнення місткостей, а також приладами для обслуговування цих пристроїв.

Промивання резервуарів, бункерів, місткостей змішувачів, запарників, баків та інших слід виконувати механізованим способом, що виключає необхідність перебування людей всередині місткостей.

Розміщення змащувальних пристроїв має забезпечувати зручний і безпечний доступ до них. У важкодоступних місцях застосовують централізоване мащення або пристрої одноразового або сезонного змащування.

Вимоги безпеки до конструкцій захисних блокувань, засобів сигналізації і захисних огорожень регламентовані нормативними документами.

Виконавчі механізми з дистанційним керуванням, робочі органи, окремі виробни технологічних ліній та комплексів (візки, засувки, крани), віддалені від операторів або розміщені в іншому приміщенні, а також ті які обслуговують більше одного оператора мають бути обладнані системами автоматичної запобіжної перед – і після пускової сигналізації.

## 5.2 Запобігання дії небезпечних чинників у тваринництві на людину

Для запобігання проникненню у небезпечну зону, дії на людей небезпечного виробничого фактора, а також пошкодженню (можливому) пристроїв, механізмів чи інших елементів обладнання широко застосовуємо різні технічні засоби.

Робоче місце кожного працівника обладнують комплектом організаційно-технічних заходів, які забезпечують правильне розміщення і зберігання апаратів, пристроїв і обладнання, підтримання чистоти і порядку. До них належать предмети: для виконання основної роботи; для зберігання запасних частин, розбирання, збирання і регулювання апаратів; для забезпечення зручних умов праці; для підтримання чистоти; для надання робочому місцю естетичного вигляду.

## 5.3 Вимоги до доїльної установки

Вдосконалена в дипломному проекті доїльна установка використовується для доїння корів в стійлах в молокопровід. Відповідно до свого призначення безпека повинна забезпечуватися:

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкцій;
- застосуванням у конструкції засобів механізації, автоматизації і засобів захисту;

- дотриманням економічних вимог;
- застосуванням у конструкції відповідних матеріалів.

Для переміщення персоналу необхідно обладнати безпечні і зручні за конструкцією і розміром проходи і пристрої (робочі площадки, сходи, перила та ін.).

Конструкцією обладнання повинен бути передбачений захист від ураження електричним струмом.

Частини обладнання, що являють небезпеку для людини, повинні бути пофарбовані у сигнальні кольори з нанесенням знаків безпеки.

Особи, допущені до участі у виробничому процесі, мають відповідати вимогам безпеки за своїми фізіологічними, психофізіологічними, психологічними характеристиками. До участі у процесі допускають осіб з професійною підготовкою, що відповідає характеру роботи.

## ВИСНОВКИ

Розглянувши та проаналізувавши існуючі конструкції доїльних апаратів, можна зробити висновок, що вони суттєво впливають на стабілізацію режиму доїння, відповідно, і на стабільність параметрів роботи доїльної установки.

1. Один із факторів зменшення захворювання тварин на мастит правильне співвідношення тактів 60:40. Також, це один із факторів, який сприяє збільшенню продуктивності тварин.

2. В дипломному проекті обґрунтована потреба на використання доїльного апарату з попарною роботою доїльних стаканів, що в свою чергу запропоновано до реалізації в сучасних доїльних установках. Апарат дозволяє наблизити режим доїння до природного забору молока телятком.

3. Було визначено, що при впровадженні розробленої конструкції доїльного апарату за рахунок зменшення затрат на обслуговування доїльної установки зменшиться на 0,32 люд.год на виробництво 1 т. молока, а також зменшаться затрати на лікування тварин.

## Перелік використаних джерел

1. Машинне доїння корів і первинна обробка молока А.І.Фененко, С.П.Москаленко, В.Д.Роговий, К.Ф.Слободяник; За ред. А.І.Фененка – К.: Урожай, 1984 – 224с.
2. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва. І.І.Ревенко, В.М.Манько, С.С.Зарайська та ін.; За ред. І.І.Ревенка – К.: Урожай, 1994 – 288с.
3. Механізація доїння корів і первинної обробки молока на комплексах. А.І.Фененко, С.П.Москаленко, Л.В.Ремезов, Ю.О.Дробот. – К.:Урожай, 1981 – 136с.
4. Механізація сільськогосподарського виробництва. Збірник наукових праць Національного аграрного університету, Том III, Київ, 1997, 120с.
5. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навчальний посібник для студентів вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації зі спеціальності “Механізація сільського господарства”. І.І.Ревенко, В.Д.Роговий, В.І.Кравчук та ін.; За ред. І.І.Ревенка – К.: Урожай, 1999 – 192с.
6. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. ДНАОП 2.0.00 – 1.01.-00. К:-2001. -283с
7. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. Під ред. С.Д. Лехмана. – К.: Урожай, 1990. – 398с.
10. Монтаж і пусконаладження фермської техніки / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.Д. Роговий та ін.; За ред. І.І. Ревенка.-К.: Кондор, 2004. - 400 с.
11. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера. – К.: Урожай, 1988. - 137 с.
12. Яснецкий В.А., Єрмоленко В.О., Гарькавий А.Д. Зниження енергозатрат у тваринництві. – К.: Урожай, 1989.- 136 с.

13. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К.: Урожай, 1994. – 216 с.
14. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І., Машиновикористання у тваринництві. - К.: Урожай, 1999. - 208 с.
15. Ревенко І.І., Мозоленко Є.М., Чос М.М., Посібник майстра-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплексів. - К.: Урожай, 1992. - 264 с.
16. Затхей Б.І., Довідник слюсаря-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплекті. – Львів: Каменярь, 1984. - 160 с.
17. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябців Б.І., Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.: Урожай, 1993. - 270 с.
18. Ясинецький В. Агро- 2009. Пропозиція №6 2009. – с. 32-37.
19. Лехман С.Д., Охорона праці і пожежна безпека. К.: Вища школа, 1983. – 168 с.
20. Йосипів П.А., Конрад В.О. Якість води в тваринницькому підприємстві. Пропозиція №7 2009. – с. 25-27.
21. Погорілець О.М., Волянський М.С., Войтюк В.Д. Гідропривід сільськогосподарської техніки. – К.: Вища освіта, 2004. - 368 с.

## ДОДАТКИ