

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет
Кафедра агроінженерії

**МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ
В ТВАРИННИЦТВІ**

Методичні рекомендації

до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти
«бакалавр» напрямку:

6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва»
денної та заочної форм навчання

*Модуль 3: «Доїльні апарати, доїльні машини та обладнання для первинної
обробки молока»*



МИКОЛАЇВ
2018

УДК 637.02

М38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «27»вересня 2018 р., протокол № 1.

Укладачі:

О. А. Горбенко – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

М. С. Храмов – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

А. С. Пастушенко – канд. техн. наук, старший викладач кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Н. І. Кім – канд. техн. наук, асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

О. І. Норинський – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

В. І. Гавриш – д-р. екон. наук, професор кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу. Миколаївський національний аграрний університет.

В. Г. Богза – канд. техн. наук, доцент, директор науко-дослідного інституту нових агропромислових об'єктів та учбово-інформаційних технологій. Миколаївський національний аграрний університет.

©Миколаївський національний аграрний
університет, 2018

Зміст

Передмова.....	4
Лабораторна робота №1 Доїльні апарати.....	5
Лабораторна робота №2 Доїльні машини (будова, принцип дії та правила експлуатації уніфікованих елементів).....	9
Лабораторна робота №3 Обладнання для очищення та охолодження молока.....	23
Література.....	29

Передмова

Ефективний розвиток молочного тваринництва можливе лише на основі подальшої спеціалізації, концентрації, індустріалізації і інтенсифікації виробництва. Техніко-економічне вдосконалення існуючих, а також розробка і швидке впровадження в практику нових перспективних технологій повинні забезпечити підвищення продуктивності молочної худоби і покращити якість молока при одночасному скороченні витрат праці, коштів і часу на його виробництво.

Для того щоб отримати високий надій, обслуговуючий персонал повинен добре знати основи фізіології, утворення молока і молоковіддачі, систем машин і обладнання для доїння корів і правила догляду за ними. Поряд з цим необхідно мати чітке уявлення про продуктивні якості і технологічні властивості основних порід молочної худоби і методах їх розведення, про норми годування тварин, про біології відтворення та штучного осіменіння корів, ветеринарно-санітарних заходів з охорони здоров'я тварин і організації виробництва молока на великих молочних підприємствах.

У технологічному процесі виробництва молока на операцію доїння корів, охолодження і зберігання молока витрачається більше 30% робочого часу з обслуговування молочного стада. Тому правильний вибір способу механізації і технологічних схем організації доїння корів впливає не тільки на продуктивність праці на фермах, але і на продуктивність і стан здоров'я тварин, якості продукції.

Машинне доїння корів – технологічний процес, при здійсненні якого виконавчий механізм (доїльний апарат) працює у взаємодії з організмом тварини.

Ця взаємодія (доїння) відбувається 2-4 рази на день по 4-5 хв на протязі всього життя тварини. Незважаючи на порівняно короткий час доїння, роздратування рецепторів (нервових закінчень) вимені і соска при машинному доїнні викликає цілий ланцюг рефлексорних реакцій, що здійснюють виключно великий вплив на всі органи тварини.

Основа ефективного машинного доїння – збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі у молочних корів перед доїнням і ліквідація причин, що ведуть до передчасного гальмування рефлексу.

Лабораторна робота №1

Тема: Доїльні апарати.

Мета роботи: Вивчити будову, принцип дії та регулювання доїльних апаратів, засвоїти правила їх складання і розбирання.

Зміст роботи:

1. Привести конструктивно-функціональні схеми доїльного апарату АДУ-1 (базовий варіант), колектора тритактного доїльного апарата і вібропульсатора.
2. Описати відмінності різних варіантів АДУ-1.
3. Дати технічні характеристики доїльних апаратів.

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).

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. 1.1) – мембранного типу, з нерегульованою частотою пульсації. Він складається з корпусу, 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_п** (постійного вакуумметричного тиску, що сполучається з вакуумпроводом), **II_п** (змінного тиску – з колектором), **III_п** (постійного атмосферного тиску – через фільтр з навколишнім середовищем), **IV_п** (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 **III_п** – змінного тиску. Пульсатор встановлюють на кришці доїльного відра або на спеціальній рукоятці, за допомогою якої апарат підключають до системи трубопроводів.

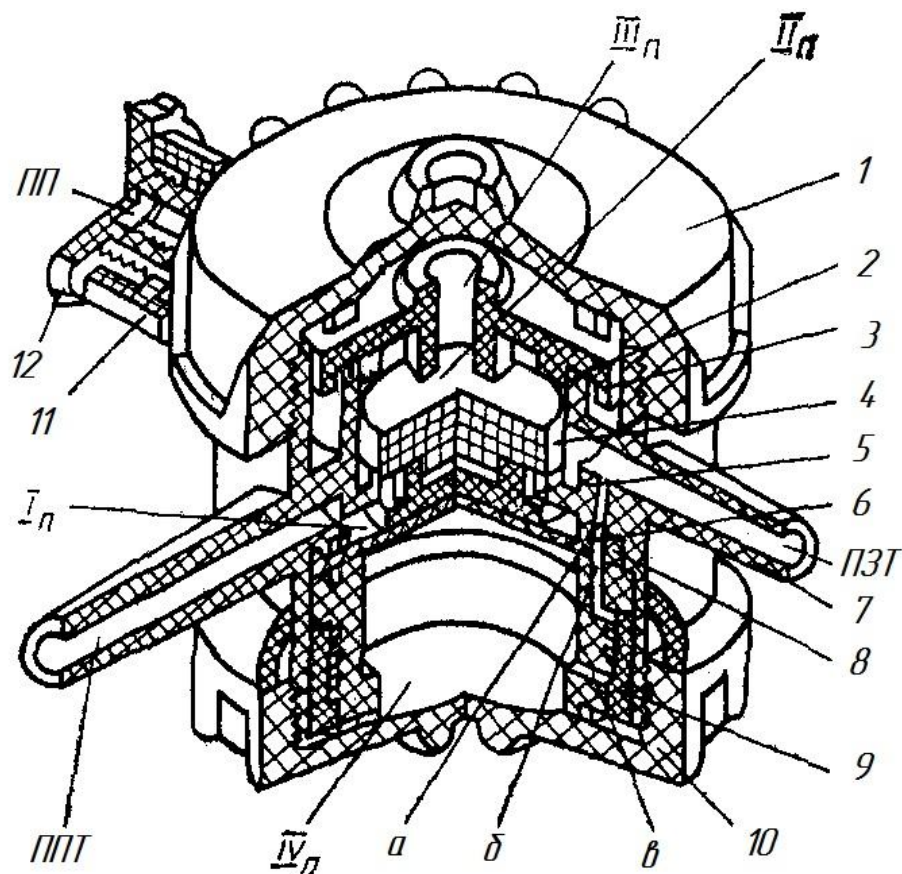


Рис. 1.1 Пульсатор доїльного апарата АДУ-1 (основне виконання):
 ПП – повітряний патрубок; ПЗТ – патрубок змінного вакууму; ППТ – патрубок постійного вакууму; а, б – канали з’єднання камер; в – дросель; 1, 10, 12 – гайки; 2, 6 – прокладки; 3 – кришка; 4 – клапан; 5 – обойма; 7 – корпус; 8 – мембрана; 9 – гумове кільце; 11 – втулка; I_П – камера постійного вакууму; II_П, IV_П – камери змінного вакууму; III_П – камера атмосферного тиску.

Колектор (рис. 1.2) складається з корпусу 3, до якого кріпиться скоба, прозорі камери 5 для збирання молока, клапана 6, гумової прокладки 4, шайби 7 і розподільника 2, що двома гвинтами 1 кріпиться до корпусу. У колекторі є дві камери: I_к – змінного вакуумметричного тиску та II_к – постійного вакуумметричного тиску. Перша розміщена в розподільнику і сполучена патрубками і трубками з міжстінковими камерами доїльних стаканів, а також шлангом з камерою II_П 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.

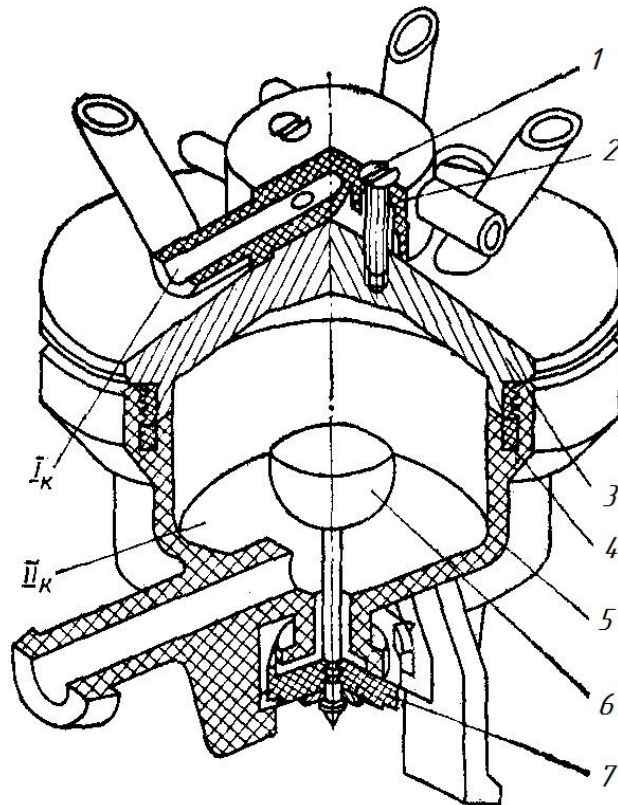


Рис 1.2 Колектор доїльного апарата АДУ-1 (двотактний варіант):

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.

Принцип роботи доїльного апарата АДУ-1 в двотактному варіанті такий (рис. 1.3). При підключенні доїльного апарата до вакуум-проводу повітря відсмоктується з доїльного відра 8, молочного шланга 20, камери II_K колектора (клапан колектора перед цим слід підняти) та піддійкових камер 15 доїльних стаканів. Одночасно повітря відсмоктується з камери I_{II} пульсатора. У камері IV_{II} пульсатора в цей час атмосферний тиск. Під дією різниці тисків над і під мембраною (у камері I_{II} – вакуум, а в камері IV_{II} – атмосферний тиск) вона прогнеться вгору і підніме клапан 4. При цьому камера II_{II} роз'єднається з камерою III_{II} і з'єднується з камерою I_{II} . Тоді вакуумуються камера II_{II} пульсатора, патрубок 24, повітряний шланг 10, розподільна камера IV_K колектора, повітряні трубки 11, міжстінкові камери 14 доїльних стаканів. Отже, у піддійкових 15 і міжстінкових 14 камерах створюється вакуум. Дійкова гума стає прямою, за рахунок вакууму сфінктер дійки відкривається і розпочинається такт ссання. Під дією вакууму молоко відсмоктується з молочних цистерн дійок і по молочній трубці надходить у камеру колектора, а потім по шлангу 20 – у доїльне відро 8. Повітря крізь кільцеву щілину навколо стержня клапана 18 підсмоктується в камеру I_K і сприяє інтенсивному відведенню молока з колектора в доїльне відро.

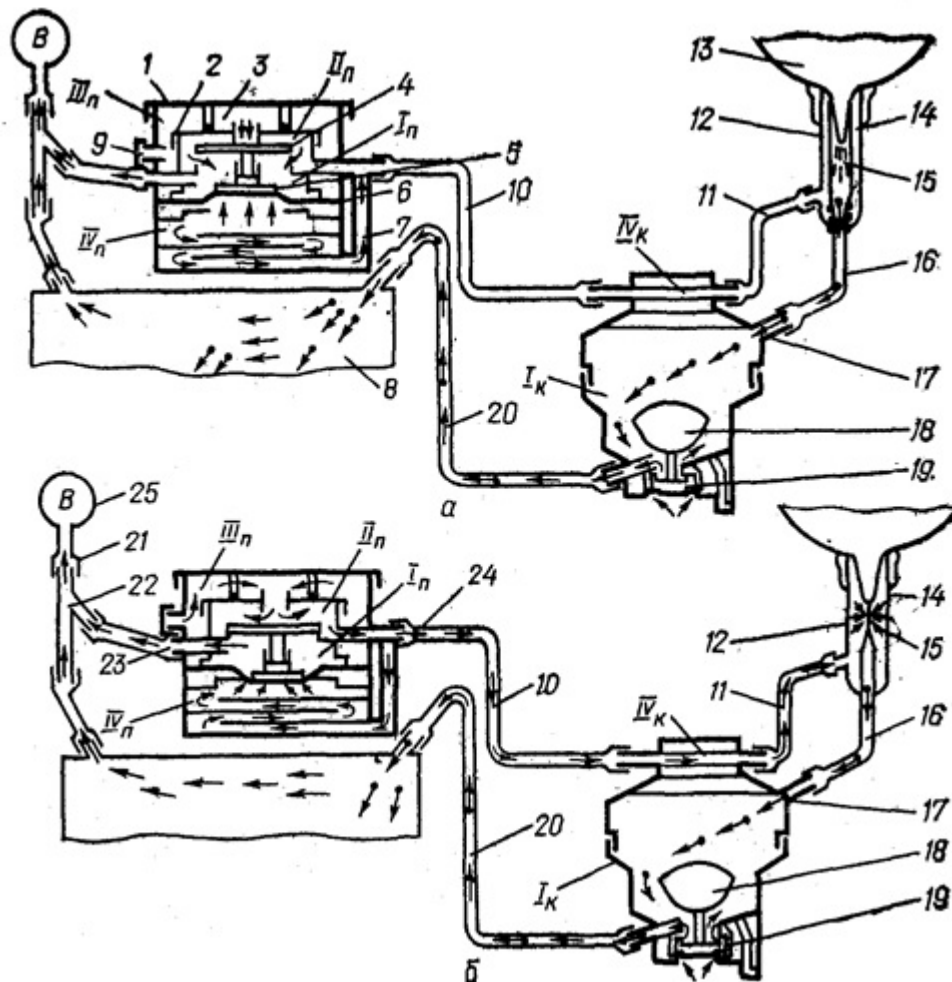


Рис. 1.3 Схема роботи уніфікованого доїльного апарата АДУ-1
двотактного виконання:

а– такт ссання; *б* – такт стиску; I_P – камера постійного вакууму пульсатора; II_P – та IV_P – камери змінного вакууму пульсатора; III_P – камера постійного атмосферного тиску пульсатора; I_K – камера постійного вакууму колектора; IV_K – камера змінного вакууму колектора; 1 – гайка; 2 – прокладка; 3 – кришка; 4 – клапан; 5 – обойма; 6 – мембрана; 7 – з'єднувальний канал; 8 – доїльне відро; 9 – кришка; 10 – шланг змінного вакууму; 11 – трубка змінного вакууму; 12 – гільза стакана; 13 – вим'я; 14 – міжстінкова камера доїльного стакана; 15 – піддійкова камера; 16 – дійкова гума з конусом та молочною трубкою; 17 – молочний патрубок; 18 – клапан; 19 – фіксатор клапана; 20 – молочний шланг; 21 – вакуумний шланг; 22 – трійник; 23, 24 – патрубки пульсатора; 25 – вакуумпровід.

Поступово повітря відсмоктується нерегульованим каналом 7 з камери керування IV_P пульсатора. В результаті цього тиск повітря на мембрану з боку камери IV_P зменшується і під дією атмосферного тиску з камери III_P клапан 4 опускається. При цьому він роз'єднує камери змінного вакууму II_P та I_P і одночасно сполучає камеру II_P з III_P атмосферного тиску. Повітря з камери II_P пульсатора шлангом через розподільну камеру IV_K колектора потрапляє у міжстінкові, камери доїльних стаканів. Оскільки в

піддійкових камерах **15** підтримується вакуум, а в міжстінковій камері **14** утворюється атмосферний тиск, то під дією різниці тисків дійкова гума стискає дійку і закриває її сфінктер. Відбувається такт стиску: дійкова гума масажує дійки. Завдяки цьому прискорюється кровообіг в дійках і припуск молока в молочні цистерни.

Одночасно повітря з камери **II_п** пульсатора по каналу **7** надходить до камери керування **IV_п**. Площа клапана, що знаходиться під дією атмосферного тиску з боку камери **III_п**, значно менша за площу мембрани з боку камери **IV_п**, тому мембрана прогинається вгору. При цьому переміщується вгору і клапан пульсатора. Він знову роз'єднує камери **III_п** і **II_п** а камеру **II_п** з'єднує з камерою **I_п**. Внаслідок цього в міжстінкових камерах стаканів знову створюється вакуум і починається новий цикл з такту ссання. Процес доїння повторюється.

Доїльний апарат АДУ-1 тритактного виконання(рис. 1.4) відрізняється від попереднього варіанту складнішою будовою колектора. Після підключення апарата до вакуумної системи повітря відсмоктується з доїльно-молочного шланга **8**, камери **I_к** колектора. Одночасно повітря відсмоктується патрубком з камери **I_п** пульсатора. Поки в камері **IV_п** пульсатора діє атмосферний тиск, внаслідок різниці тисків (у камері **I_п** – вакуум, а в **IV_п** – атмосферний тиск) мембрана **3** прогинається вгору і піднімає клапан **1**. При цьому камера **I_п** роз'єднується з камерою **III_п** і сполучається з камерою **II_п**. Вакуум з камери **II_п** повітряним шлангом **7** через розподільну камеру колектора **IV_п** повітряними патрубками **11** поширюється у міжстінкові камери доїльних стаканів.

Різниця тисків із боку камер **III_к** та **IV_к** колектора призводить до піднімання мембрани. При цьому клапан сполучає камери **I_к** і **II_к** колектора, повітря відсмоктується з камери **II_к** і вакуум створюється у піддійкових камерах доїльних стаканів. Тобто в обох камерах доїльних стаканів установлюється вакуум. Дійкова гума буде прямою, сфінктери дійок відкриваються і здійсниться такт ссання.

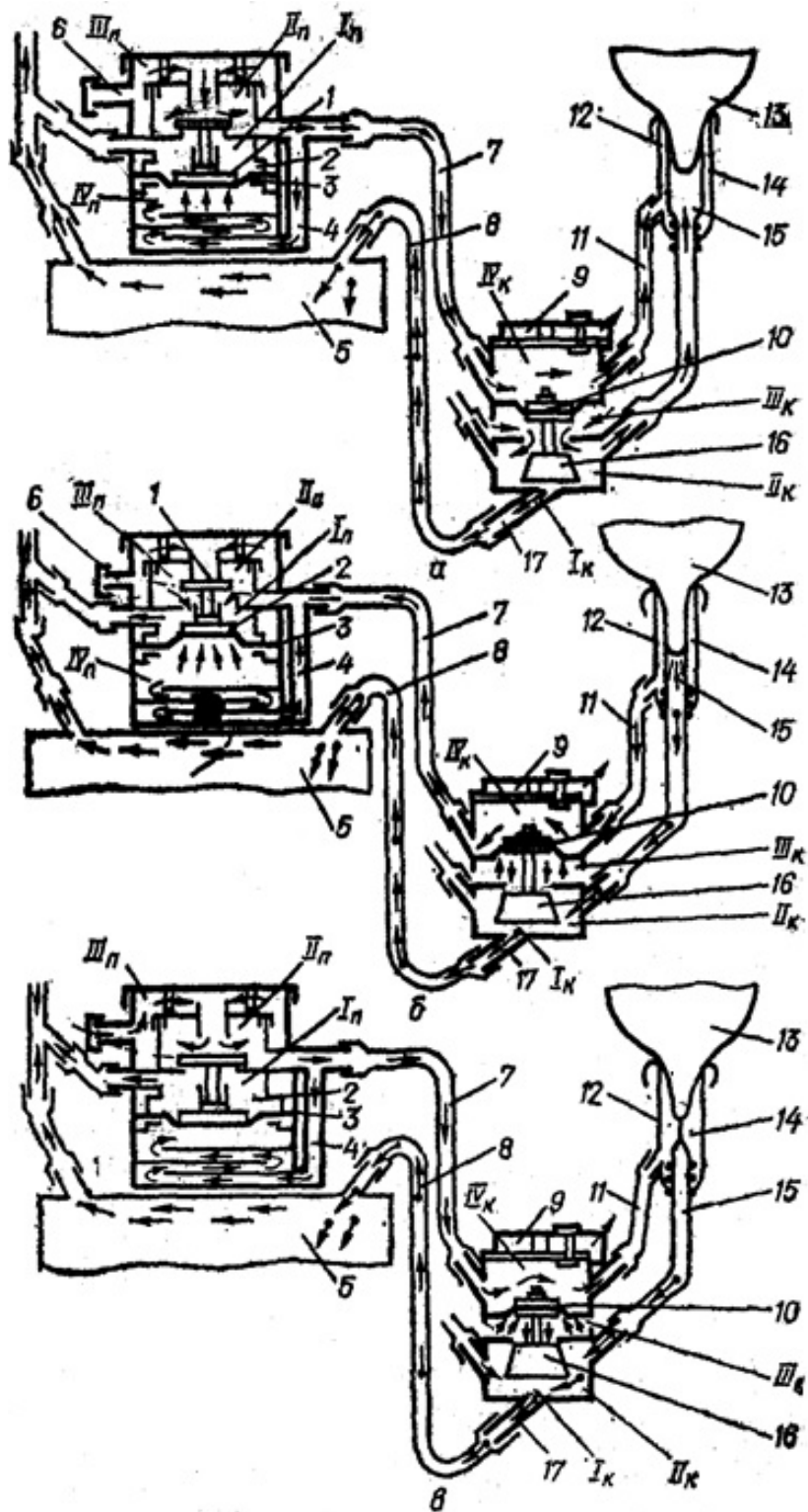


Рис. 1.4Схема роботи доїльного апарата АДУ-1
(тритактний варіант):

а, б, в – такти відповідно відпочинку, ссання і стиску; $I_{\text{п}}$, $I_{\text{к}}$ – камери постійного вакууму відповідно пульсатора і колектора; $II_{\text{п}}$, $IV_{\text{п}}$ і $II_{\text{к}}$, $IV_{\text{к}}$ – камери змінного вакууму відповідно пульсатора і колектора; $III_{\text{п}}$ і $III_{\text{к}}$ – камери атмосферного тиску відповідно пульсатора та колектора; 1, 16 – клапани; 2 – обойма; 3, 10 – мембрани; 4 – канал; 5 – доїльне відро; 6 – повітряний фільтр; 7, 11 – повітряні шланги і трубки; 8 – молочний шланг; 9

– кран відключення вакууму; 12 – гільза; 13 – вим'я; 14 – міжстінкова камера; 15 – піддійкова камера; 17 – молочний патрубок.

Молоко відсмоктується з дійок спочатку в колектор і молочним шлангом **8** транспортується в доїльне відро **5** або молокопровід.

Одночасно повітря відсмоктується через канал **4** з керуючої камери **IV_П** пульсатора. Внаслідок цього тиск повітря на мембрану пульсатора з боку камери **IV_П** зменшується. При досягненні необхідного значення вакуумметричного тиску в камері **IV_П** клапан **1** під дією атмосферного тиску з боку камери **III_П** опускається, роз'єднуючи камери **II_П** та **I_П** і одночасно сполучаючи останню з камерою **III_П** атмосферного тиску. Повітря з камери **II_П** по шлангу надходить у розподільну камеру **IV_К** колектора та в міжстінкові простори доїльних стаканів. Спочатку в піддійкових камерах ще зберігається вакуум. У результаті різниці тисків дійкова гума деформується і виведення молока припиняється. Відбувається такт стиску. Його роль відповідна попередньому варіанту доїльного апарата.

Тиск у камерах **III_К** і **IV_К** зрівнюється. Клапан **16** завдяки різниці тисків у камерах **II_К** і **III_К** колектора та під дією власної ваги опускається і перекриває отвір, яким з'єднуються камери **I_К** і **II_К**. При цьому повітря з камери **III_К** надходить до камери **II_К**, а потім у піддійкові камери доїльних стаканів. У міжстінкових камерах доїльних стаканів також атмосферний тиск. При цьому здійснюється такт відпочинку. Молочні цистерни дійок заповнюються новими порціями молока. Кровообіг у дійках нормалізується. На цьому процес не зупиняється.

Повітря з камери **II_П** пульсатора через канал **4** поступово заповнює камеру **IV_П**, внаслідок чого тиск у ній підвищується. Настає момент, коли в результаті різниці тисків над і під мембраною вона прогнеться вгору і клапан **1** знову роз'єднає камери **III_П** та **II_П** і з'єднає останню з камерою **I_П**. Знову вакуум створюється в камері **IV_К** колектора і розподіляється в міжстінкові камери доїльних стаканів. Технологічний цикл повторюється з такту ссання.

Таблиця 1.1

Загальна характеристика доїльних апаратів

Марка та модифікація	Коротка характеристика	Пульсатор	Колектор	Стакан		Дійкова гума
АДУ-1 (основне виконання)	Двотактний з постійним відсмоктуванням повітря в колектор	АДУ.02.000	АДУ.03.000	ДД.00.100	ДД.00.041 А	
АДУ-1-02	Двотактний з постійним підсмоктуванням повітря в колектор і системою очистки повітря в пульсаторі	АДУ.02.000.01	АДУ.03.000	ДД.00.100	ДД.00.041 А	
АДУ-1-03	Низьковакуумний двотактний з періодичним при такті стиску впуском повітря в колектор	АДУ.02.100	АДУ.03.000	ДД.00.100	ДД.00.041 А	
АДУ-1-04	Двотактний з вібропульсатором і постійним відсмоктуванням повітря в колектор	АДУ.02.200	АДУ.03.000	ДД.00.100	ДД.00.041 А	
АДУ-1-05	АДМ-8А, ДАС-2Б	48	67 ±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-09	АДМ-8А	48	66±6, 630±90	4,05	0,8-1,3	2,75
МДФ.03.000	УДА-8А, УДА-16, УДА-100	46	67 ±5	2,7	0,3-2,6	2,4
ДА-Ф-50	Всі доїльні установки, крім автоматизованих	50	60±6	2,1	—	2,65
ДА-2М «Майга»	АДМ-8, ДАС-2Б, УДТ-8, УДЕ-8	48	80±5	2,4	0,3	2,85
ДА-3М «Волга»	АД-100А, УДС-3А	53	60±5	3,6	2,3	1,8
М-66 «Импульс»	На всіх доїльних установках фірми «Импульс»	50	60 ±2	2,5	0,3	2,75

Таблиця 2.2

Технічна характеристика доїльних апаратів

Марка доїльного апарата	Установка, на якій використовується	Вакууметричний тиск, кПа	Частота пульсацій, хв ⁻¹	Витрати повітря, м ³ /год		Маса підвісної частини, кг
				загальні	колектором	
АДУ-1 (основне виконання)	АДМ-8, УДТ-8, УДЕ-8А, ДАС-2Б	48	67±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-02	УДТ-8, УДЕ-8	48	67 ±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-03	Всі доїльні установки, крім автоматизованих (УДА-8А, УДА-16А, УДА-100)	45	65±5	3,2	0,8-2,3	2,75
АДУ-1-04	АДМ-8А	48	66±6, 630±90	3,5	0,3-0,6	2,75
АДУ-1-05	АДМ-8А, ДАС-2Б	48	67 ±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-09	АДМ-8А	48	66±6, 630±90	4,05	0,8-1,3	2,75
МДФ.03.000	УДА-8А, УДА-16, УДА-100	46	67 ±5	2,7	0,3-2,6	2,4
ДА-Ф-50	Всі доїльні установки, крім автоматизованих	50	60±6	2,1	—	2,65
ДА-2М «Майга»	АДМ-8, ДАС-2Б, УДТ-8, УДЕ-8	48	80±5	2,4	0,3	2,85
ДА-3М «Волга»	АД-100А, УДС-3А	53	60±5	3,6	2,3	1,8
М-66 «Импульс»	На всіх доїльних установках фірми «Импульс»	50	60 ±2	2,5	0,3	2,75

Контрольні запитання:

1. Основні елементи доїльного апарата і їх призначення.
2. Призначення пульсатора доїльного апарату АДУ-1, принцип дії.
3. Призначення колектора доїльного апарату АДУ-1, принцип дії.
4. Чим відрізняється колектор тритактного доїльного апарату від двотактного.
5. Принцип дії доїльного апарата АДУ-1 двотактного виконання.
6. Принцип дії доїльного апарата АДУ-1 тритактного виконання.

7. Який варіант доїльного апарата має меншу масу підвісної частини і чим це обумовлюється?

8. З яких міркувань визначається частота пульсацій у доїльному апараті?

9. Чим відрізняється тритактний доїльний апарат від двотактного (за конструкцією, в роботі?)

10. Для чого передбачено підсмоктування повітря в молочну камеру колектора?

Лабораторна робота №2

Тема: Доїльні машини (будова, принцип дії та правила експлуатації уніфікованих елементів).

Мета роботи: Вивчити будову, принцип роботи та правила експлуатації уніфікованих елементів доїльних машин.

Зміст роботи:

1. Призначення доїльних машин.
2. Привести конструктивно-функціональні схеми вакуумної установки, маніпулятора доїння.
3. Дати технічні характеристики вакуумних установок та уніфікованих елементів.
4. Розрахунок витрати повітря доїльної машини.

У господарствах України експлуатуються установки для доїння корів:

- у стійлах із збиранням молока в переносні відра (АД-100А, АД-100Б, ДАС-2Б, ДАС-2В), а також із транспортуванням молока загальним молокопроводом у молочне відділення (АДМ-8А);
- у залах в індивідуальних (УДТ-8, УДА-8А «Тандем-автомат») та групових (УДЕ-8А, УДА-16 «Ялинка-автомат») станках;
- на пасовищах і в літніх таборах (пересувні УДС-3А, УДС-3В, УДЛ-12).

Ці доїльні установки уніфіковані між собою, що створює певну зручність при їх монтажі та експлуатації.

Уніфікованим елементом будь-якої доїльної машини є вакуумна установка. Крім того, доїльні установки з молокопроводом (АДМ-8А, УДТ-6, УДЕ-8А) мають уніфіковані дозатори АДМ-52.000 та лічильники молока УЗМ-1А, а також молокозбірник АДМ-24.000. Всі автоматизовані доїльні установки оснащені маніпуляторами доїння МД-Ф-1.

Вакуумна установка призначена для створення сталого розрідження у вакуумному трубопроводі і молокопроводі та приведення в дію доїльних апаратів. У доїльних машинах найчастіше застосовують уніфіковані вакуумні установки УВУ-60/45 (рис. 2.1) з ротаційним насосом, який може працювати в двох режимах з відсмоктуванням 60 або 45 м³/год повітря.

У циліндричному корпусі насоса ексцентрично встановлений ротор, у пазах якого переміщуються текстолітові лопатки. При обертанні ротора лопатки відцентровою силою притискаються до внутрішньої поверхні корпусу. Внаслідок ексцентричного розміщення ротора вони то заглиблюються в пази, то виходять них, змінюючи об'єм простору між сусідніми лопатками.

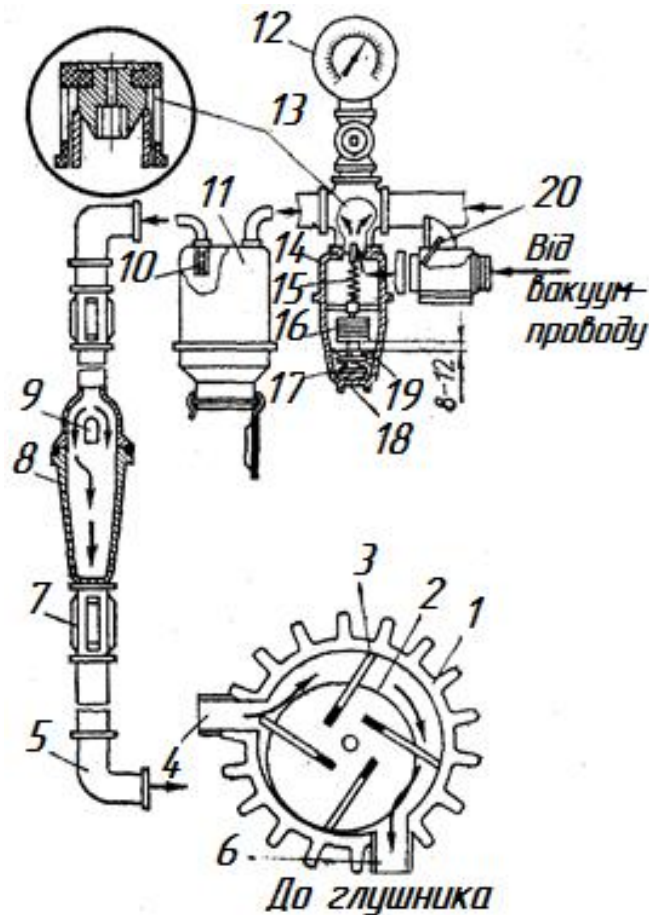


Рис. 2.1 Схема вакуумної установки УВУ-60/45:

1 – корпус насоса; 2 – ротор; 3 – лопать; 4 – всисний патрубок; 5 – коліно; 6 – вихлопний патрубок; 7 – муфта; 8 – запобіжник; 9 – зворотний клапан; 10 – клапан-поплавець; 11 – вакуум-балон; 12 – вакуумметр; 13 – кран регулятора; 14 – корпус вакуум-регулятора; 15 – пружина; 16 – вага; 17 – демпферний диск; 18 – стакан; 19 – верхній рівень масла; 20 – індикатор витрат.

При збільшенні об'єму в міжлопатковому просторі створюється розрідження, куди засмоктується повітря, при зменшенні – повітря стискається і трубою через-глушник виштовхується назовні.

Вал ротора встановлений на шарикопідшипниках. Для змащування підшипників та стінок внутрішньої порожнини корпусу за допомогою маслянки подають масло (И-20А, И-40А, М-8А, М-10В₂). Рідке масло проходить крізь гноти та вертикальні канали у кришках корпусу до підшипників, змащує їх і потрапляє в пази ротора, змащує лопатки та стінки корпусу.

Установку УВУ-60/45 в режимі подачі 60 м³/год застосовують у доїльних агрегатах з молокопроводами. Зміна продуктивності насоса досягається зміною шківa клинопасової передачі на валу електродвигуна.

Вакуумний балон вирівнює коливання вакууму в системі та захищає насос від потрапляння вологи і бруду. Він обладнаний нижньою відкидною кришкою. Під час пуску насоса кришка повинна бути відкритою, щоб зменшити навантаження на електродвигун. При роботі насоса всередині

балона створюється розрідження, зовні на кришку діє атмосферний тиск, внаслідок чого вона міцно притискається до горловини. Після зупинки насоса тиск всередині вакуумного балона поступово вирівнюється до атмосферного, кришка відкривається, волога та бруд автоматично видаляються з балона.

Доїльні установки обладнані циркуляційними системами автоматичного промивання. При несправності доїльних апаратів під час їх промивання мийний розчин може потрапити у балон. При переповненні доїльного відра у вакуум-балон може потрапити також молоко. Крім того, у разі промивання (вакуумної магістралі через балон видаляється мийний розчин. Щоб запобігти надходженню рідин у порожнину вакуумного насоса, балон обладнано запобіжним клапаном (у вигляді пластмасової порожнистої кульки), який перекриває трубопровід від насоса при заповненні балона рідиною.

Вакуумний регулятор підтримує стабільне розрідження у вакуумному трубопроводі. Коливання величини розрідження зумовлюється неоднаковою кількістю одночасно працюючих доїльних апаратів, можливим-засмоктуванням повітря при встановленні доїльних стаканів на вим'я тощо. Регулятор має корпус, клапан і тягар. Рівень вакууму у магістралі пропорційний масі тягарця, підвішеного до клапана. Зменшенню коливань вакууму сприяє шайба-демпфер, прикріплена до тягарця і занурена у масло.

Вакуумметр використовують для контролю за величиною розрідження у вакуумному трубопроводі. Щоб зменшити шум і вловлювати відпрацьоване масло, що видаляється насосом, вакуумну установку оснащують глушником.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика вакуумної установки УВУ-60/45

Показники	Продуктивність насоса, м ³ /год	
	45	60
Робоче розрідження, кПа	53	53
Частота обертання ротора, с ⁻¹	22	23,7
Потужність привода, кВт	3	4
Витрати масла, г/год	10-25	25-30
Маса, кг	120	130

Маніпулятор МД-Ф-1 полегшує встановлення доїльних стаканів на дійки, забезпечує автоматичне додоювання корів і знімання стаканів з дійок, виводить підвісну частину апарата із зони розміщення вим'я корів у станку і підтримує її в неробочому положенні.

До складу маніпулятора входять (рис. 2.2): підвісна частина (доїльні стакани, з'єднані з трубчастим колектором 9);

стріла із шарнірами 8 та 9 регулювання відповідно бокового та поздовжнього нахилу колектора, шарнірно змонтована на стояку доїльного станка;

пневмоциліндри механічного додоювання 6 та виведення доїльної апаратури із станка 5;

перемикач 4, за допомогою якого пневмоциліндри підключаються до вакуум-магістралі.

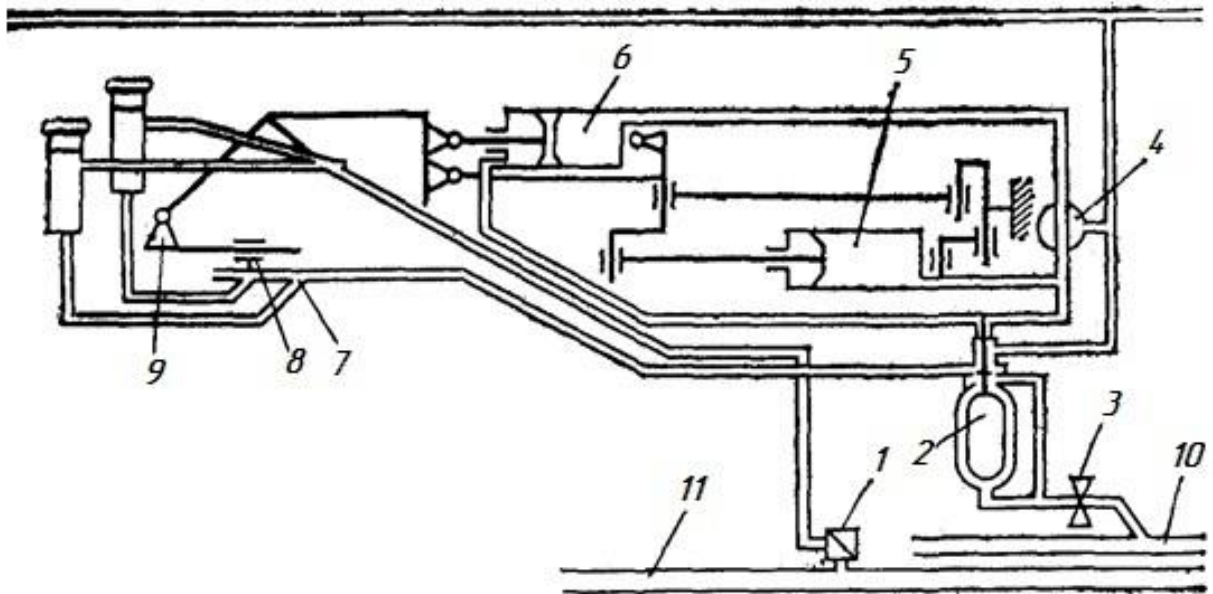


Рис. 2.2 Принципова схема маніпулятора доїння МД-Ф-1:

1 – пульсатор; 2 – датчик потоку молока; 3 – затискач; 4 – перемикач 5 – пневмоциліндр виведення доїльного апарата; 6 – пневмоциліндр механічного додоювання; 7 – колектор; 8 – шарнір бокового нахилу колектора; 9 – шарнір поздовжнього нахилу колектора; 10 – молокопровід; 11 – вакуумпровід.

Головним же елементом маніпулятора є автомат керування, в основі якого – датчик 2 потоку молока. Автомат керування складається з корпусу 5 (рис. 2.3), в якому знаходяться поплавки 6 з клапаном 9 та голкою 7. Корпус має один вхідний (зверху, в якому знаходиться клапан 9) і два вихідні 8 та 4 патрубки. Клапан 9 взаємодіє з плунжерним перемикачем 2, а голка регулює відкриття каліброваного отвору патрубка 8. Плунжерний перемикач 2 оснащений головкою 1 для зручного переміщення плунжера і фіксації його скобою 3 в стартовому (верхньому) положенні. Головка має два патрубки: перший шлангом з'єднується з відтягуючою порожниною циліндра 8 (див. рис. 2.2), а другий через трійник – з відштовхуючою камерою циліндра, а також з циліндром 7.

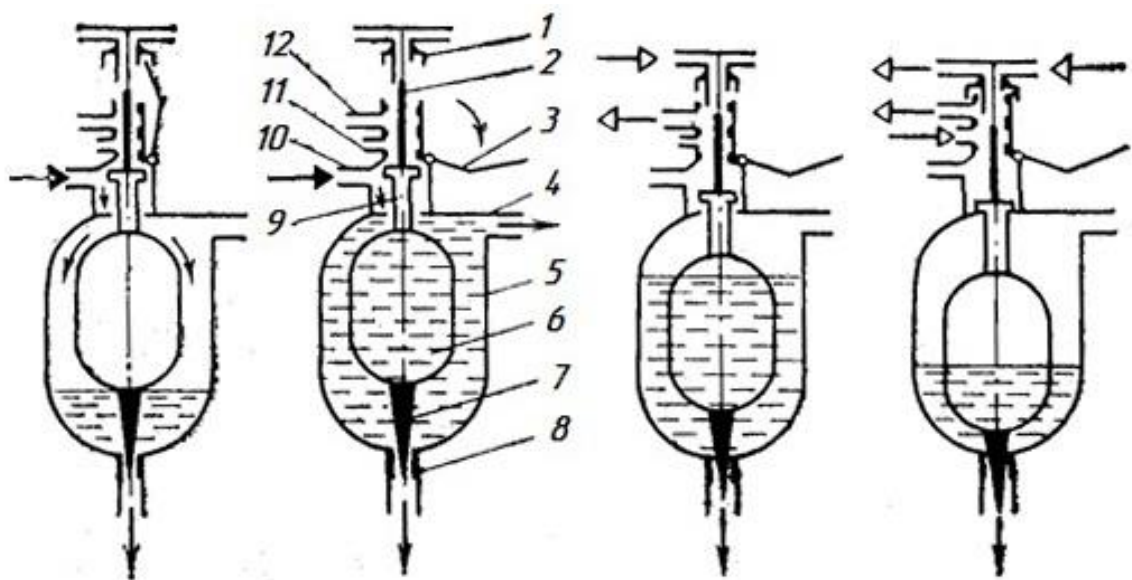


Рис. 2.3 Схема роботи автомата керування маніпулятора:

а – стартовий режим; *б* – початок контролю ва доїння; *в* – режим зменшення швидкості доїння; *г* – режим відключення доїльного апарата: 1 – головка; 2 – плунжерний перемикач; 3 – скоба; 4, 8 – патрубки; 5 – корпус; 6 – поплавок; 7 – голка; 9 – клапан; 10 – молочний штуцер; 11 – повітряний отвір; 12 – штуцер постійного вакууму.

Автомат керування патрубком **10** з'єднується з колектором, а патрубками **8** і **4** – з молокопроводом. Крім того, за допомогою патрубка **12** та перемикача автомат керування підключають до вакуумної магістралі.

Після впускання корів у станки і переддоїльнообробки вим'я оператор встановлює перемикач у вертикальне положення. При цьому розрідження передається в праву частину циліндра і підвісна частина апарата піднімається. Оператор однією рукою фіксує головку пневмодатчика у верхньому положенні за допомогою скоби, а другою відтягує доїльні стакани вниз, перекриває їх молочні трубки, підводить під вим'я і встановлює стакани на дійки. Потім переводить вимикач у нижнє положення і підключає циліндр до датчика потоку молока.

Молоко із стаканів через колектор надходить крізь вхідний патрубок у камеру датчика і звідти відсмоктується у молокопровід. При заповненні молоком камери датчика поплавок піднімає головку плунжера, скоба звільняється і під дією власної ваги падає. З цього моменту режим доїння контролює автомат. Більша частина молока через вихідний патрубок у кришці надходить у молокопровід. У верхньому положенні поплавок голка максимально відкриває калібрований отвір для відведення молока.

При зменшенні інтенсивності молоковіддачі до 0,3 кг/хв рівень молока в камері датчика знижується і воно продовжує відсмоктуватися тільки крізь калібрований отвір. Коли поплавок з голкою опускаються, отвір каналу штуцера суміщується з каналом штуцера, з'єднаним з силовим вакуум-проводом. При цьому вакуум поширюється в ліву частину пневмоциліндра

машинного додоювання. Поршень та шток його переміщуються вправо і відтягують доїльні стакани вниз із зусиллям 52 Н. При зниженні швидкості молоковіддачі до 0,17 кг/хв канал штуцера суміщується з отвором штуцера атмосферного тиску. Одночасно опускається клапан, закриває отвір у кришці корпусу, відключаючи колектор від вакуум-проводу. Крізь пролізь у колекторі в піддійкові камери доїльних стаканів надходить атмосферне повітря. Воно через штуцер потрапляє також у ліву половину циліндра додоювання і відтягує стакани, а з правої частини циліндра повітря відсмоктується. Внаслідок цього шток пневмоциліндра додоювання переміщується вліво і піднімає стакани над підлогою, а інший циліндр повертає стрілу з доїльним апаратом і виводить маніпулятор із станка.

Розрахунок витрати повітря доїльної машиною.

Розрахунок, проводиться для обґрунтування потрібної подачі вакуумного насосу, що включає визначення витрати повітря доїльними апаратами і системою вакуум-проводу.

Витрату повітря доїльними апаратами залежить від глибини вакууму, частоти пульсацій, типів апарату і місткості камер і трубок, в яких діє змінний вакуум.

Вважаємо процес розширення повітря при відкачуванні його з камер доїльних стаканів ізотермічним, приймаємо сумарну місткість цих камер для одного апарату рівною, V_a , м³. Тоді об'єм повітря V_h , м³ після розширення за законом Бойля-Маріотта складає:

$$V_h = \frac{p_6 V_a}{p_h}, \text{м}^3, \quad (2.1)$$

де p_6 – барометричний (атмосферний) тиск, $p_6=101,325$ кПа;

V_a – початковий об'єм повітря в камерах при атмосферному тиску, $V_a=0,0007$ м³;

p_h – атмосферний тиск в камерах при вакуумі h , тобто після відкачування повітря, кПа.

Абсолютний тиск після відкачування дорівнює:

$$p_h = p_6 - h, \text{кПа}, \quad (2.2)$$

Відповідний тиску обсяг повітря складає:

$$V_h = \frac{p_6 V_a}{p_6 - h}, \text{м}^3, \quad (2.3)$$

Об'єм повітря, підлягаючого відкачуванню за один цикл роботи апарату, буде дорівнювати:

$$V_{\text{ц}} = V_h - V_a, \text{м}^3, \quad (2.4)$$

Цей об'єм необхідно привести до нормальних умов, тобто, до атмосферного тиску. Тоді, приведений об'єм буде дорівнювати:

$$V_{\text{ц.прив.}} = \frac{V_{\text{ц}} p_h}{p_6}, \text{м}^3, \quad (2.5)$$

Якщо до формули (2.5) підставити значення V_c з формули (2.4) і тиск з формули (2.2), то знайдемо, що об'єм повітря, який відкачується за одну пульсацію і приведений до атмосферного тиску, складає:

$$V_{ц.прив} = \frac{V_a h}{p_6}, \text{ м}^3, \quad (2.6)$$

З формули (2.6) випливає, що при розрахунковому вакуумі, необхідно відкачувати приблизно половину усього повітря, що знаходиться в камерах стаканів і шлангах змінного вакууму, з'єднуючих стакани, колектор і пульсатор.

Повітря, що витрачається доїльними апаратами і системою вакуум-провода. У роботах С.В. Мельникова, А.І. Завражного, В.Ф. Корольова наведено методики точного розрахунку елементами пневмосистеми доїльної установки. При наближених розрахунках потрібну витрату вакуумною системою можна визначити за формулою:

$$Q = 1,35 \nu V_a (1 + A), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.7)$$

де $1,35$ – коефіцієнт, що враховує недосконалість пульсатора і колектора, що виявляються у протіканні при переміщенні клапанів;

ν – частота пульсацій, с^{-1} ;

V_a – початковий об'єм повітря в камерах при атмосферному тиску, що заключений у камерах і трубках одного доїльного апарату, м^3 ;

A – коефіцієнт, що враховує протікання повітря із вакуумної системи в наслідок недостатньої її герметичності.

Витрати повітря вакуумною системою визначають за дослідними даними, враховуючи підсоси, що мають у системі і виражаючи їх у відсотковому відношенні до приведеного годинної витрати. Ці витрати за експериментальними даними В.Ф. Корольова, складають: 1) втрати повітря в з'єднаннях труб та в кранах – $\alpha_1=10\%$; 2) підсоси повітря через зазори між сосками виміні і сосковою гумою стаканів – $\alpha_2=5\%$; 3) підсоси через доїльні стакани при невмілому надіванні їх на соски – $\alpha_3=20\%$; 4) підсоси при випадковому спаданні шлангів з повітряних кранів вакуум-провода і обумовлене їх спадання стаканів $\alpha_4=25\%$; 5) втрата подачі вакуумного насоса у спекотний час влітку через розрідження мастила у насосі – $\alpha_5=20\%$; 6) втрати подачі насоса через підвищення його температури при довготривалій неперервній роботі – $\alpha_6=20\%$.

$$\text{Коефіцієнт } A \text{ з формули (2.7) визначається } A = \frac{(100 + \sum \alpha)}{100}.$$

Таким чином, сумарні втрати рівні приблизно за величиною витрати повітря апаратом. Якщо враховувати, що у процесі роботи частота пульсацій нерідко збільшується (що призводить збільшення витрати повітря апаратом) то, можливо прийняти коефіцієнт $\alpha_{\text{запасу}}$ подачі вакуумного насоса рівним 2-3.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Величина вакууму, h , кПа	Частота пульсацій, ν , кПа	Барометричний (атмосферний) тиск, p_b , кПа
1	51,8	60	101,325
2	51,9	61	101,324
3	52,1	62	101,323
4	52,2	63	101,322
5	52,3	64	101,321
6	52,4	65	101,320
7	52,5	61	101,319
8	52,6	62	101,318
9	52,7	63	101,317

Контрольні запитання:

1. Призначення вакуумної установки, маніпулятора доїння.
2. Основні елементи вакуумного насоса, маніпулятора доїння.
3. Принцип роботи вакуумної установки УВУ-60/45, маніпулятора доїння.
4. За рахунок чого відбувається засмоктування (та видалення) повітря в міжлопатеві порожнини вакуумного насоса?
5. Який принцип регулювання рівня вакууму в доїльних установках?
6. З якою метою здійснюється мащення вакуумного насоса?
7. Між якими елементами доїльної машини встановлюють вакуумну установку?

Лабораторна робота №3

Тема: Обладнання для очищення та охолодження молока.

Мета роботи: вивчити будову, принцип дії та регулювання очисників-охолодників.

Зміст роботи:

1. Призначення машин та установок.
2. Конструктивно-функціональні схеми.
3. Технологічні регулювання.
4. Основні технологічні показники.
5. Розрахунок основних параметрів потоково-технологічних ліній та місткості резервуарів.

Молоко охолоджують та очищають від механічних домішок, щоб збільшити період зберігання його у свіжому вигляді.

Очисник-охолодник ОМ-1 призначений для очищення і потокового охолодження молока. Він складається з відцентрового очисника (рис. 3.1), пластинчастого водяного охолодника, шлангів для молока та води.

До складу відцентрового очисника входять очисний барабан, приймально-відвідний пристрій, привідний механізм. Барабан складається з основи **10**, кришки **9**, тарілотримача **7**, пакету тарілок і прямого диска **6**. Проміжок між тарілками – 1 мм. У барабані очисника-охолодника ОМ-1 нової конструкції пакет тарілок замінено на крильчасту вставку. Приймально-відвідний пристрій забезпечує подання молока в очисний барабан та відведення з нього очищеного молока.

Привідний механізм включає електродвигун, редуктор, вертикальний вал(веретено) **11**, горизонтальний вал із фрикційно-відцентровою муфтою, а також пульсатор, за допомогою якого контролюють частоту обертання барабана. Барабан фіксують на веретені гайкою. Після вмикання пульсатора натисканням кнопки ведуть відлік: 47-49 поштовхів за хвилину відповідають робочій частоті обертання барабана.

Пластинчастий охолодник оснащений пакетом пластин та двома плитами **20**. Крізь відчини пластин та плит проходять дві штанги. За допомогою стяжних болтів і гайок пластини і плит складають в один пакет. У кожній пластині є по чотири технологічні отвори (патрубки): два верхніх і два нижніх(є також варіанти з нижнім розміщенням всіх чотирьох технологічних патрубків). Роздільна пластина, встановлена всередині пакету, має тільки два верхніх отвори. На пластини наклеєні гумові прокладки, які забезпечують відповідний проміжок між пластинами, а також перекривають у кожній пластині ліві або праві отвори. Кожна пластина на одній із сторін має мітки: з одного боку *А*, а з іншого *Б*. Під час складання пластини чергують в такій послідовності: *А–Б, А–Б* так до кінця пакету. У результаті такого чергування в пакеті між пластинами утворюються дві системи каналів(для циркуляції молока та холодоносія). Кожна із цих систем має вхідний та вихідний канали. Пластини мають гофровану форму, що збільшує поверхню

теплообміну і забезпечує інтенсивне перемішування молока, яке рухається між пластинами. Холодоагентом є вода, яка подається з водо- або теплоохолодної установки.

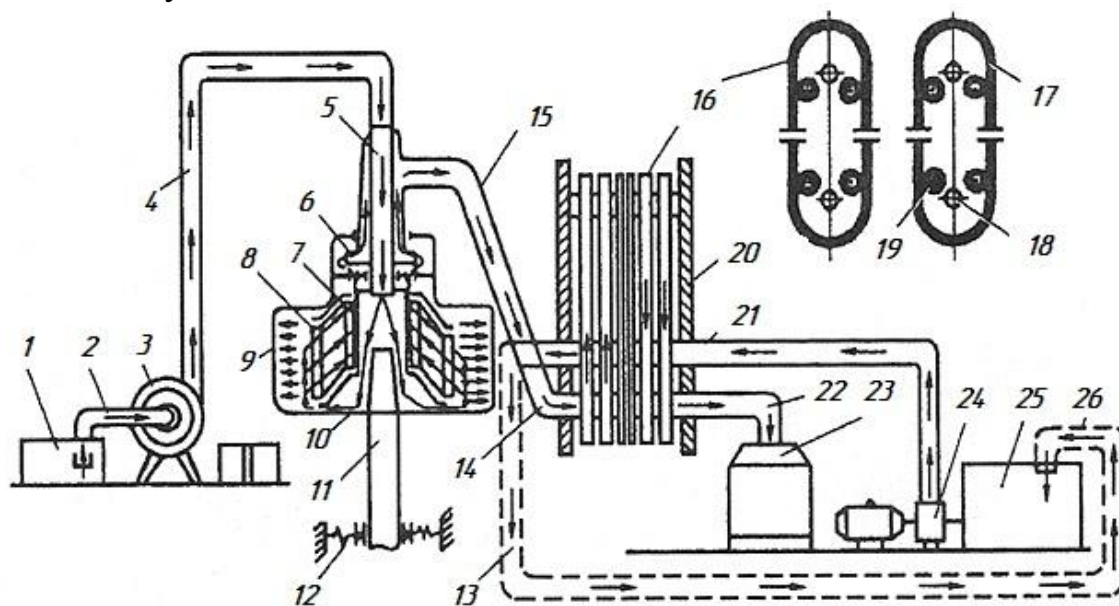


Рис. 3.1 Конструктивно-функціональна схема очисника-охолодника молока ОМ-1:

1 –бак для молока; 2 –патрубок; 3 – молочний насос; 4 –шланг; 5 – молочна трубка; 6 – напрямний диск; 7 –тарілотримач; 8 – очисний барабан; 9 – кришка; 10 –основа; 11 –веретено; 12 – пружинна опора; 13, 26 – водопроводи; 14,15 –патрубки очищеного молока; 16 – пластини; 17 – гумова прокладка; 18– отвір для штанги; 19 – перехідний отвір; 20 –плита; 21 – трубопровід холодної води; 22 –патрубок охолодженого молока; 23 – молочний танк; 24 – водяний насос; 25– ванна.

Робочий процес очисника-охолодника такий. Вмикають електродвигун приводу й очисний барабан починає набирати обертів. Молоко в очисник подається насосом 3 (див. рис. 3.1), на вихідному патрубку якого встановлено спеціальний штуцер, що пропускає 1000 л молока за годину. З приймально-відвідного пристрою молоко надходить у барабан очисника. Крізь центральну молочну трубку 5 і канал тарілотримача 7 молоко потрапляє у простір між пакетом тарілок барабана 8 та кришкою 9. Під дією відцентрової сили всі домішки виділяються з молока, відкидаються до кришки барабана і прилипають до неї, а молоко під тиском нових порцій вертикальними каналами між тарілотримачем та кришкою барабана підіймається вгору. Під час проходження молока між тарілками відбувається додаткове його очищення від домішок. Домішки сповзають із тарілок і прилипають до стінки кришки барабана. Далі молоко проходить напрямний диск 6 і крізь патрубок 15 спрямовується до охолодника.

У процесі роботи очисника на стінках кришки барабана поступово накопичується куля домішок, проміжок між кришкою та барабаном зменшується і процес видалення домішок порушується. Тому через кожні 2,5

години роботи очисник зупиняють, його барабан розбирають, очищають і миють.

Очищене молоко, що надходить до охолодника **16**, спочатку заповнює простори через один між пластинами першої його половини(або роздільної пластини) і підіймається вгору. Потім крізь верхній отвір роздільної пластини молоко переходить у другу половину охолодника, заповнює через один простори між пластинами і опускається вниз. Охолоджене молоко виходить патрубком **22**.

Вода в охолодник подається з холодильної установки трубопроводом **21**. Вона надходить в суміжні(не заповнені молоком) простори між пластинами спочатку другої половини охолодника, підіймається вгору, потім крізь верхній отвір роздільної пластини переходить у першу половину охолодника, опускається вниз і виходить з охолодника трубопроводом **13**.

Теплообмін між потоками молока і води відбувається в проміжках між пластинами. Зустрічний рух потоків дає змогу максимально знизити температуру молока за тієї ж самої початкової температури води. Гофрована форма пластини збільшує площу теплообміну, спричинює перемішування води й молока в потоках і сприяє інтенсивнішому теплообміну. Кінцева температура молока залежить від початкової температури води.

Таблиця 3.1

Технічні характеристики очисника–охолодника ОМ-1

Показники	
Продуктивність, л/год	1260
Температура охолодженого молока, °С	6±2
Площа поверхні теплообмінника, м ²	—
Габаритні розміри:	1260×500×950
Частота обертання вала барабана, об/хв	8000
Потужність електродвигуна, кВт	1,1

Танк-охолодник ТО-2А призначений для охолодження та зберігання молока. Він складеться з кришки **2** (рис. 3.2) із заливною горловиною **1**, корпусу із зовнішнім кожухом **12**, молочної цистерни **13**, мішалки **4** з електропроводом, молочного крана **10**. Молочна цистерна танка омивається холодною водою або іншим холодоагентом, що подається в сорочку танка по патрубку **7**. Після цього вода відводиться з танка через патрубок **11**.

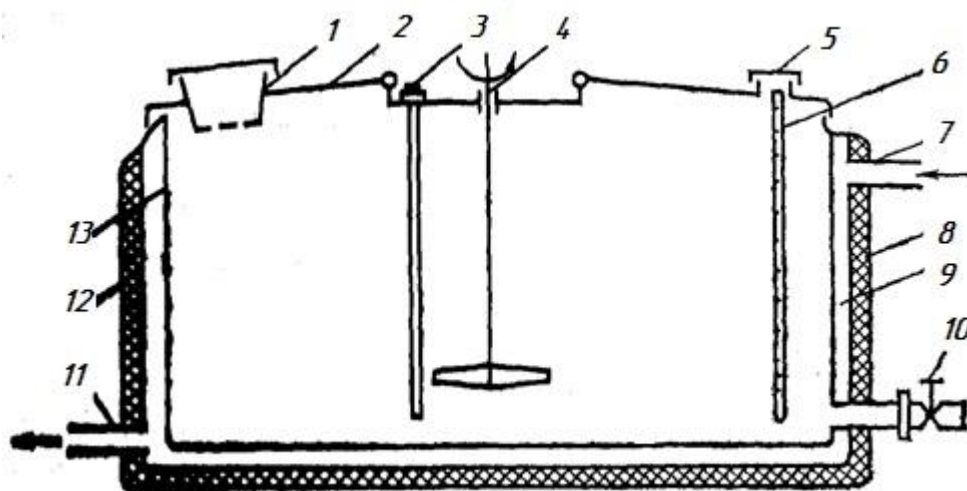


Рис. 3.2 Структурна схема танка-охолодника ТО-2А:

1 – заливна горловина; 2 – кришка; 3 – термоконттактний датчик; 4 – мішалка; 5 – кришка мірної горловини; 6 – мірна лійка; 7 – патрубок подачі холодоносія; 8 – теплоізоляція; 9 – водяна сорочка; 10 – молочний кран; 11 – патрубок відведення холодоносія; 12 – кожух; 13 – молочна цистерна.

Танк обладнаний мірною лійкою 6 та термоконттактним датчиком 3 температури молока.

Теплоізоляційний шар 8 зменшує теплообмін з навколишнім середовищем і сприяє збереженню заданої температури молока всередині цистерни.

Після кожного циклу роботи танк промивають холодною або теплою водою (не вище 35 °С), потім мийним розчином, підігрітим до 40 °С, прополіскують теплою водою і висушують.

Дезинфекцію проводять один раз у 5 днів. Щомісяця танк чистять вручну за допомогою м'яких щіток.

Таблиця 3.2

Технічні характеристики танка-охолодника ТО-2А

Показники	
Місткість, л	2000
Потужність, кВт	2,4
Температура охолодженого молока, °С	4

Визначення продуктивності потокових технологічних ліній та місткості резервуарів

З технологічних та економічних міркувань найдоцільніше, коли продуктивність потокових технологічних ліній первинної обробки молока дорівнює продуктивності відповідних ліній доїння корів або є дещо меншою за останні.

Необхідна пропускна здатність $Q_{по}$ лінії обробки молока визначається за формулою:

$$Q_{\text{по}} = \frac{mGck_p}{365\rho_{\text{л}}T_{\text{ц}}}, \text{т/год}; \quad (3.1)$$

де m – кількість корів на фермі, голів; G – середньорічний надій на корову, кг; c – коефіцієнт місячної нерівномірності надходження молока. Характеризується відношенням максимального місячного надою до середньомісячного показника і становить $c=1,1-1,5$; k_p – коефіцієнт нерівномірності разового надою. При тритактному доїнні $k_p=0,55-0,6$, при двократному – $k_p=0,82-0,9$; $\rho_{\text{л}}$ – коефіцієнт, що враховує тривалість лактації корів, $\rho_{\text{л}}=0,8-0,82$; $T_{\text{ц}}$ – тривалість разового циклу доїння, год.

Для забезпечення потоковості й безперебійної роботи технологічних ліній їх обладнання узгоджують за продуктивністю, а також із графіком надою молока по фермі (сумарною продуктивністю ліній доїння корів). При виборі резервуарів для приймання і зберігання молока – виходять з добового надою по фермі, кратності доїння та вивезення молока на молокоприймальні пункти чи підприємства по переробці молока. Загальна місткість резервуарів V_p становить:

$$V_p = \frac{mGck_p}{365\rho_{\text{л}}i_{\text{в}}}, \text{м}^3. \quad (3.2)$$

де $i_{\text{в}}$ – показник кратності вивезення молока з ферми $i_{\text{в}}=0,98-1$.

При виборі технологічного обладнання і визначення режимів його роботи необхідно дотримувати певних раціональних принципів, які здатні скорочувати тривалість обробки молока та енерговитрати на його обробку.

Таблиця 3.1

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Загальна кількість корів на фермі, m , голів	Тривалість разового циклу доїння $T_{\text{ц}}$, год	Середньорічний надій на корову, G , кг	Коефіцієнт нерівномірності разового надою, k_p
1	200	4,5	8000	двократне
2	400	5,0	9500	двократне
3	600	5,2	10000	двократне
4	800	5,3	10500	двократне
5	1200	5,2	12000	трикратне
6	2000	5,5	11500	трикратне
7	800	5,1	8500	двократне
8	200	4,6	9000	двократне
9	400	4,9	9850	трикратне

Контрольні запитання:

1. Призначення машин ОМ-1А і ТО-2А.
2. Основні елементи машин.
3. За яким принципом здійснюється очищення і охолодження молока в установці ОМ-1А?

4. Який принцип дії танка-охолодника ТО-2А?
5. Як регулюють температуру молока при охолодженні в установці
ОМ-1А?
6. Які особливості конструкції барабана очисника ОМ-1А?

Література:

1. Ревенко І. І. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко. – К. : Кондор, 2012. – 731 с.
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. – 288 с.
3. Механизация и технология производства продукции животноводства / В. Г. Коба, Н. В. Брагинец, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич. – М. : Колос, 1999. – 528 с.: ил.
4. Механізація виробництва продукції тваринництва / [І. І. Ревенко, Г. М. Кукта, В. М. Манько та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай. 1994. – 264 с.
5. Мельников С. В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С. В. Мельников. – Л. : Агропромиздат, 1985. – 640 с.
6. Рощин П. М. Механизация в животноводстве / П. М. Рощин. – М. : Агропромиздат, 1988. – 287 с.: ил.
7. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / [І. І. Ревенко, В. Д. Роговий, В. І. Кравчук та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай, 1999. – 192 с.: іл.
8. Машини та обладнання для тваринництва – в 2-х ч. – Ч. 2 [О. А. Науменко, І. Г. Бойко, О. В. Нанка та ін.]; за ред. І. Г. Бойко. – Х. : ХНТУСГ, 2006. – 279 с.
9. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.: ил.

Навчальне видання

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ТВАРИННИЦТВІ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Горбенко** Олена Андріївна
Храмов Микита Сергійович
Пастушенко Андрій Сергійович
Кім Наталія Ігорівна
Норинський Олексій Ігорович

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 1,93,
Тираж 20 прим. Зам. № __

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.

