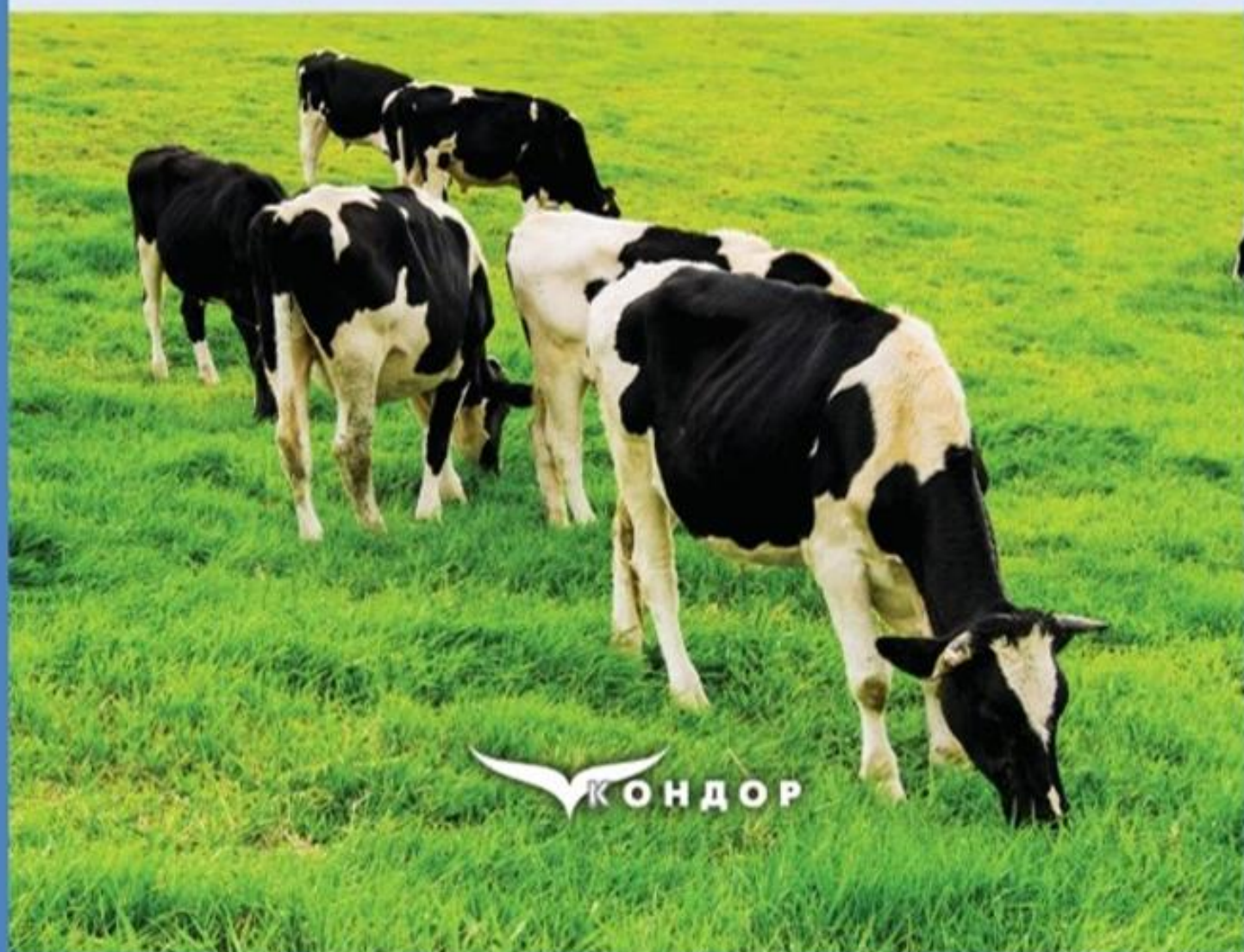


О. Г. Скляр  
Н. І. Болтянська  
Р. В. Скляр  
І. Ю. Маніта

# МЕХАНІЗАЦІЯ ДОЇННЯ І ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА



 **КОНДОР**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Скляр О. Г., Болтянська Н. І., Скляр Р. В., Маніта І. Ю.

# **МЕХАНІЗАЦІЯ ДОЇННЯ І ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА**

*Підручник для здобувачів вищої освіти*

Київ, 2021

УДК 631.363  
С 43

Автори: Скляр О. Г., Болтянська Н. І., Скляр Р. В., Маніта І. Ю.

Рекомендовано

Вченою радою Таврійського державного агротехнологічного університету  
імені Дмитра Моторного як підручник для здобувачів вищої освіти  
зі спеціальності 208 «Агроінженерія»  
(Протокол № 5 від 26.01.2021 р.)

**Механізація доїння і первинної обробки молока:** Підручник для  
здобувачів вищої освіти / О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська., Р. В. Скляр,  
І. Ю. Маніта – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 401 с., іл.

Рецензенти:

**А. А. Волков**, кандидат технічних наук, генеральний директор ПАТ  
«ПЛЕМЗАВОД «СТЕПНОЙ», заслужений працівник сільського  
господарства України.

**В. Т. Дмитрів**, доктор технічних наук, пофесор, професор кафедри  
Робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування Інститут  
Механічної інженерії та транспорту Національний університет «Львівська  
політехніка».

**П. М. Михайленко**, кандидат технічних наук, генеральний директор,  
ТОВ «Брацлав 3-М», заслужений машинобудівник України.

**С. П. Погорілий**, доктор технічних наук, провідний науковий  
співробітник ННЦ ІМЕСГ, УААН

В підручнику висвітлено сучасні тенденції розвитку галузі молочного  
скотарства та вимоги до технологічного процесу доїння, які включають:  
фізіологічні основи машинного доїння корів, технічні чинники у забезпеченні  
ефективного видоювання корів, шляхи ефективного здійснення процесу  
доїння, чинники, що впливають на склад та властивості молока, вплив  
машинного доїння на захворюваність корів маститом, інновації в управлінні  
якістю молока. Розглянуто загальну будову доїльної машини, доїльних  
установок та агрегатів. Наведено основи розрахунку процесу доїння та  
елементів доїльних машин. Висвітлено сучасні тенденції проведення  
первинної обробки молока.

ISBN 978-966-2489-04-0

УДК 631.363

© Скляр О. Г., Болтянська Н. І.,  
Скляр Р. В., Маніта І. Ю. 2021

© Видавничий дім «Кондор», 2021

## ЗМІСТ

<b>РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ</b>		
<b>ГАЛУЗІ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА</b>		<b>6</b>
1.1	Аспекти та перспективи розвитку молочного скотарства	6
1.2	Історичні етапи розвитку доїльної техніки та технологій	11
1.3	Технічні чинники у забезпеченні ефективного видоювання корів	22
1.4	Шляхи ефективного здійснення процесу доїння	30
1.5	Проблематика якісного складу та властивостей молока	46
1.6	Чинники, що впливають на склад та властивості молока	53
1.7	Вплив машинного доїння на захворюваність корів маститом	59
1.8	Інновації в управлінні якістю молока	69
1.9	Аналіз технологій очищення доїльно-молочного обладнання	75
<b>РОЗДІЛ 2 МЕХАНІЗАЦІЯ ДОЇННЯ КОРІВ</b>		<b>85</b>
2.1	Технологічна система машинного доїння	85
2.2	Фізіологічні основи машинного доїння корів	87
2.3	Способи доїння корів	93
2.4	Загальна будова доїльної машини	98
2.5	Доїльні апарати	99
2.6	Визначення параметрів доїльного апарата	132
2.7	Уніфіковані елементи доїльних машин	135
2.7.1	Вакуумні установки	135
2.7.2	Засоби обліку молока	151
2.7.3	Маніпулятори доїння	158
2.8	Доїльні установки та агрегати	162
2.9	Основи розрахунку процесу доїння та елементів доїльних машин	191
2.9.1	Технологічний розрахунок процесу доїння	191
2.9.2	Розрахунок витрати повітря доїльним апаратом і доїльною установкою	193

2.9.3	Розрахунок основних параметрів ротаційного вакуумного насоса	194
2.9.4	Розрахунок параметрів вакуумного регулятора клапанного типу	196
2.10	Закордонне доїльне устаткування	197
2.11	Застосування роботизованих доїльних установок	231
	<b>РОЗДІЛ 3 ПЕРВИННА ОБРОБКА МОЛОКА</b>	243
3.1	Значення і вимоги до первинної обробки	243
3.2	Очищення молока	247
3.3	Теплові способи обробки молока	257
3.3.1	Охолодження молока	257
3.3.2	Пастеризація молока	287
3.3.3	Дезодорація і деаерація молока	311
3.3.4	Стерилізація молока	314
3.4	Сепарація молока	317
3.5	Нормалізація молока	323
3.6	Гомогенізація молока	328
3.7	Елементи теорії і розрахунку	374
	Список рекомендованої літератури	392

## ПЕРЕДМОВА

Економічна ситуація, що склалася в країні негативно вплинула на функціонування тваринницьких підприємств. Створений диспаритет цін і собівартості продукції ферми за рахунок різкого підвищення кошторису витрат на сільськогосподарську техніку та обладнання, електроенергію, паливно-мастильні матеріали, корми та ін., привів до падіння рівня продуктивності тварин і скорочення поголів'я.

Тваринництво як сільськогосподарська галузь за організаційно-економічною структурою та технологічними особливостями наближається до промислового виробництва – цілорічні виробничі процеси, чітка ритмічність роботи, визначений заздалегідь розпорядок дня на тваринницькому підприємстві, постійний штат обслуговуючого персоналу, стаціонарне обладнання, до того ж переважно електрифіковане. Все це свідчить про великі потенційні можливості галузі.

На сучасному етапі розвитку тваринництва серед чисельної низки галузей молочне скотарство посідає провідне місце в забезпеченні продовольчої безпеки України. Молоко, як винятково цінний харчовий продукт, має ключове значення в харчуванні людини, оскільки містить увесь спектр поживних речовин, у тому числі й незамінних, необхідних людині для життя. У високорозвинених країнах ближнього та дальнього зарубіжжя близько 80 % загального виробництва молока залежить від впровадження інноваційних промислових технологій. Натомість вирішальне значення в цих процесах відіграє система його якості та безпеки. Однак, в Україні висока якість та безпека молока не завжди є метою самих виробників, для них вона лише засіб отримання стабільного фінансового прибутку.

В результаті порушення технологічних та санітарно-гігієнічних умов виробництва молока відбувається його мікробне обсіменіння й механічне забруднення, що може призвести до його псування і, як наслідок, робить молоко не придатним для подальшої переробки. Для запобігання зазначених негативних чинників, необхідно не тільки добре знати технологічні питання, що пов'язані з утриманням, обслуговуванням тварин та обладнання, але й впроваджувати новітні досягнення науки з технології виробництва продукції тваринництва з метою виробництва продукції високої якості у санітарному відношенні. Все це неможливо без ґрунтовних знань теорії, які потрібні для правильного здійснення виробництва молока.

# РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

---

## 1.1 Аспекти та перспективи розвитку молочного скотарства

У більшості країн світу молочне скотарство є провідною галуззю тваринництва. Лідируюча роль великої рогатої худоби пояснюється її біологічними особливостями: здатністю споживати велику кількість грубого і зеленого корму та при мінімальному використанні концентрованого корму мати порівняно високу продуктивність. Молочне скотарство – один з найперспективніших напрямів розвитку сільського господарства. При правильному системному підході і сучасних високоефективних технологіях – це аграрний бізнес, який динамічно розвивається.

Молочна галузь займає провідне місце в структурі харчової промисловості більшості країн світу загалом, та України зокрема. Саме ця галузь відіграє одну з ключових ролей у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. Адже, молоко, як один з головних базових продуктів харчування, (характерна властивість якого – легка засвоюваність організмом) є важливою складовою повноцінного раціону людини. Найпоширенішим видом сільськогосподарських тварин у світі є велика рогата худоба.

Більше третини загального поголів'я корів у світі на початок 2015 р. перебувало в Індії – 50,5 млн голів. Більш ніж 20 млн корів належить 20 країнам Євросоюзу (23,5 млн голів). Бразилія (20,7 млн), США (9,3 млн) і Китай (8,5 млн) займають у цьому рейтингу 3, 4 та 5 місця відповідно.

У світі налічується 15 країн з високою продуктивністю корів на рівні 6000 кг молока і більше (Ізраїль – 10 424 кг,

Республіка Корея – 9053, США – 8431, Саудівська Аравія – 8419, Швеція – 7734, Канада – 7501, Данія – 7344, Нідерланди – 7296, Фінляндія – 7036, Японія – 6874, Велика Британія – 6714, Угорщина – 6522, Німеччина – 6281, Франція – 6062, Кувейт – 6000 кг).

Дещо менші надої одержують на континентах Північної Америки та Європи – відповідно 4816 і 4383 кг, а найнижчі – в Африці (492) і Азії (1248 кг). Низька продуктивність худоби цих континентів пояснюється тим, що на них розводять зебуподібну худобу і буйволів, які мають низьку молочну продуктивність.

В Україні історично й традиційно склалося так, що при всіх змінах державного устрою та форм господарювання на селі, молочне скотарство незмінно продовжує залишатися провідною галуззю тваринництва. Але в силу того, що ця галузь є складною, вона продовжує бути трудо- і капіталомісткою. Тому економічний успіх її розвитку можливий лише при комплексному використанні біологічних, технологічних, технічних, організаційних та інших чинників.

Аналіз статистичних даних сучасного стану молочного скотарства свідчить про те, що в 1990 р. Україна мала досить високий рівень розвитку цієї галузі й налічувала 24,6 млн. голів: 86 % із них були в сільгоспприємствах, і лише 14 % в господарствах населення. Продуктивність корів, в середньому, становила 2863 кг молока, що забезпечувало виробництво молока в розрахунку на 1 особу 472 кг при науково-обґрунтованій нормі 380 кг. Але рівень надоїв молока вважався досить низьким і це призводило до високих витрат кормів на 1 ц молока – 1,41 ц. к. од.

Згідно зі статистичними даними виробництво молока всіх видів у всіх категоріях господарств в 1990 р. знаходилося на рівні 24508,3 тис. т.



Протягом десяти років (1990–2000 рр.) відбувалося різке погіршення практично всіх основних показників галузі. Поголів'я корів в 2000 р. порівняно з 1990 р. зменшилося в 1,7 рази в основному за рахунок сільгосппідприємств. А господарства населення нарощували поголів'я корів, яке збільшилось на 920 тис. голів. Водночас як продуктивність корів на 18 %, так і обсяги валового виробництва молока (в господарствах населення в 1,9 рази, а в сільськогосподарських підприємствах – у 5 разів) і виробництво на душу населення (на 46 %) знизились. У наступні одинадцять років (2000–2011 рр.) молочне скотарство не змогло відновити раніше досягнутих рівнів виробництва продукції.

Порівняно з 2000 р. чисельність поголів'я великої рогатої худоби в 2012 р. зменшилася більш ніж у двічі. Поголів'я корів у сільгосппідприємствах скоротилося до 584 тис. голів, а у населення – до 1998 тис. голів. Це спонукало до зменшення обсягів виробництва молока, незважаючи на те, що середньорічний надій в 2012 р. становив 4361 кг молока. Цей показник, безсумнівно, є позитивним сигналом щодо збільшення обсягів виробництва молока за рахунок зростаючої продуктивності дійного стада. Так, вже в 2005 р. було відмічено її зростання – до 3487 кг за рік, а до 2011 р. середньорічний надій досяг рівня 4174 кг молока.

Вітчизняна молочна галузь зберегла певне зростання в 2014 р., не дивлячись на доволі складну соціально-економічну ситуацію в країні. За 2014 рік у господарствах усіх категорій було вироблено 11230,5 тис. т молока. Зростання обсягів виробництва молока відбулося в сільськогосподарських підприємствах – на 4,1 %, тоді як у селянських господарствах населення воно знизилося – на 0,7 %.

Дані Державної служби статистики свідчать, що на 1 лютого 2015 р. у господарствах населення утримувалося

близько 1747,8 тис. поголів'я корів, що на 6,7 % менше, ніж на аналогічну дату 2014 р., тоді як у сільськогосподарських підприємствах налічувало майже в 3,3 рази менше, порівняно з приватними домогосподарствами, а саме 528,0 тис. голів. Якщо динаміка скорочення поголів'я тварин збережеться при нинішній структурі виробництва, то розраховувати доведеться лише на приватний сектор, стан якого також не найкращий. Про це свідчить досить низький рівень споживання продукції у країні – 215–220 кг в рік на одну людину.

Як результат досліджень, проведених Сумським національним аграрним університетом в рамках спільного проекту Продовольчої і сільськогосподарської Організації Об'єднаних Націй (ФАО) за підтримки Європейського банку реконструкції та розвитку, виявлено, що в особистих підсобних господарствах Сумської області утримується різна кількість корів: по дві корови утримують 32 % господарств, а по три і більше – лише 5 %.

Оцінюючи загальний стан галузі молочного скотарства в Україні, слід відмітити те, що на початок 2015 р., порівняно з аналогічним періодом 2014 р., поголів'я великої рогатої худоби на сільськогосподарських підприємствах скоротилося на 7,1 %, а в господарствах населення – на 1,6 % й налічує в усіх категоріях господарств 4248,2 тис. голів, серед яких 2364,4 тис. голів корів. При цьому кількість корів за вказаний період на сільськогосподарських підприємствах скоротилася на 5,0 %, а в господарствах населення на 2,7 % і на початок 2015 р. у сільськогосподарських підприємствах становила 532,3 тис. голів, а господарствах населення – 1832,1 тис. голів. У 2014 р. надій на середнє поголів'я корів в усіх категоріях господарств знаходився на рівні 5229 кг.

За даними Державної служби статистики виробництво молока в господарствах усіх категорій у 2016 році скоротилося до 10,4 млн т. (на 2,1 %, або на 228,2 тис. т.).

Співвідношення обсягів промислового та «селянського» молока зросло на один вимірний пункт. Частка перших у 2016 становила 26,1 %, тоді як у 2015-му це було – 25,1 %. Загалом сільськогосподарськими підприємствами у 2016 році було вироблено 2 млн 711 тис. т молока (на 1,6 % більше, ніж у 2015 році). Поголів'я великої рогатої худоби за 2016 рік в Україні скоротилося на 2 % та становило 3 млн 674,9 тис. голів. У сільськогосподарських підприємствах налічувалося 1 млн 213,2 тис. голів (-4,5 %), а в господарствах населення – 2 млн 461,7 тис. (-0,7 %).

Молочний ринок та галузь в цілому чутливі до впливу довілля. Змінам в балансі попиту і пропозиції здатні чинити значний вплив, як на ціни реалізованих молочних продуктів, так і на кількість поголів'я в цілому.

Більшість вітчизняних товаровиробників молока не в змозі конкурувати з зарубіжними аналогами, оскільки основними виробниками молока в Україні є господарства населення, за технологіями, які вже застарілі для розвинутих країн світу. Поряд із цим вітчизняні виробники програють європейським за кількістю та якістю молока, а також в оплаті за молочну сировину.

Наприкінці 2016 року Асоціація виробників молока аргументувала, що закупівельні ціни на молоко в Україні значно нижчі, ніж у світі. Для співзначності ціни було зведено до базових показників жиру й білку (за ДСТУ 3662–97). Так, з серпня 2016 року ціна за 100 кг молока становила: в Новій Зеландії 27,57 євро, в Європі – 25,07 євро, а в Україні – лише 19,24 євро. Це тривало до січня 2017 року, після чого в Новій Зеландії ціна зросла до 31,84 євро/100 кг. В Європі ціна на молоко, як і в Україні, розпочали знижуватися, але в межах 0,3–0,8 %.

Закупівельна ціна за молоко на пряму залежить від його гатунку. Так, середня ціна на молоко «Екстра» гатунку в 2016 році, якого надійшло 14,6 % від усього промислового молока,

зросла на 11,3 % або 0,92 грн та становила 9,07 грн/кг. Порівняно з груднем 2015 року середня ціна на таке молоко зросла на 50 % або на 3,02 грн.

Сучасні кризові явища у вітчизняному молочному скотарстві призвели до зменшення обсягів виробництва і погіршення якості його продукції. Тому впровадження комплексної системи управління галуззю молочного скотарства, реалізація всіх елементів, що входять до складу її функціональних рівнів забезпечать комплексний, системний, стратегічний підхід що до управління в умовах ринкової економіки і маркетингової орієнтації підприємств, будуть сприяти зміцненню конкурентних позицій та отриманню переваг у довгостроковій перспективі.

Отже, підсумовуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що актуальним залишається питання підвищення продуктивності дійного стада і якості молока за рахунок використання сучасних, інноваційних високотехнологічних умов утримання та доїння, що сприятиме розвитку галузі, її конкурентоспроможності на внутрішньому й зовнішніх ринках.

## **1.2 Історичні етапи розвитку доїльної техніки та технологій**

Машинне доїння – один із найскладніших виробничих процесів на молочних фермах і промислових комплексах. Ефективність цього технологічного процесу залежить від низки чинників, пов'язаних з фізіологічним станом тварини. На частку цього процесу припадає близько 50 % загальних трудових витрат з обслуговування корів. Машинне доїння полегшує працю операторів і підвищує їх продуктивність у декілька разів, дає змогу отримати чисте, високоякісне молоко при низькій його собівартості.

Але, незважаючи на широке поширення машинного доїння, нерідко воно виявляється неефективним, призводить до зниження продуктивності тварин, захворювання вимені і погіршення якості молока. Справа у тому, що доїльний апарат знаходиться в тісному контакті з молочною залозою тварини, тому він повинен максимально відповідати фізіологічним процесам організму лактуючої тварини.

Сучасне доїльне устаткування повинне сприяти прояву повноцінного процесу молоковиведення, унеможливити порушення кровообігу, забезпечувати оптимальні параметри величини вакууму, не допускати «холостого» доїння і враховувати індивідуальні особливості тварини.

Щоб оцінити, наскільки далеко зробила крок сучасна наука в області машинного доїння, необхідно провести короткий огляд історії розвитку доїльного устаткування.

Перша згадка про машинне доїння в спеціальній літературі датується до 1819 року у виданні «New England Farmer». В Англії спробували вилучати молоко з вим'я корів, вставляючи соломинки в канали дійок. На основі цього способу винахідник Блартон у 1836 році виготовив пристосування зі спеціальними доїльними трубками. Ці трубки діяли за принципом катетера, і були розраховані на самовільне витікання молока із дійок.

Подібні пристрої різнилися малою ефективністю, вони заподіювали занепокоєння тварини і викликали захворювання вимені. Їх застосування супроводжувалось погіршенням гігієнічних умов отримання молока, але все ж протягом декількох десятиліть спроби щодо розроблення аналогічних конструкцій продовжувалися.

Дещо пізніше з'явився апарат «Моретон», де чотири трубочки з'єднувались в одній чашці-колекторі, з якої молоко відводилось у відро трубопроводом. Введення трубок-катетерів у порожнину дійок через сфінктер призводило до пошкодження судин, молоко повністю не

витікало з вим'я, що зумовлювало захворювання тварини, тому апарати такого типу не набули широкого поширення. У 1837 році було створено дисковий витискувальний доїльний апарат. В основу роботи цього апарата було покладено витискування молока подібно до того, як це робить людина. Витискування здійснювалось спеціальними дисками з роликками, які обертались. Ці апарати приводились у дію від механічного, гідравлічного та пневматичного приводів. Вони були громіздкими і тим самим пошкоджували вим'я корів, а доїння відбувалося не швидше, ніж ручним способом.

В 1859 році Джон Кінгман запатентував винахід олов'яних стаканів з еластичним краєм для використання в доїльних апаратах за методом «смоктання». Перший успішний досвід використання стаканів з вакуумним доїльним апаратом був зареєстрований 1860 році. Одним із перших винахідників доїльного апарата вважається Л. О. Колвил. Винайдений ним апарат одержав безліч позитивних відгуків. Він замінив чохол чотирма гумовими стаканами, які надівались на кожну дійку вимені. В одній з його конструкцій промивка здійснювалася водою, що проходила через апарат.

Першою машиною, придатною для практичних цілей, була вакуумна машина Марчленда, запатентована у 1889 році. У цій машині, виготовленій в Шотландії, застосовувалися однокамерні стакани та безперервно діючий вакуум. Молоко стікало у відро, яке підвішувалося на корову за допомогою ременя. Цей апарат працював під дією вакуумметричного тиску 36,6 кПа. Подразнення і запалення дійок, що викликалися дією на них безперервного вакууму, спричиняли незначне видоювання корови. Крім того, ця машина вимагала великих витрат праці: один працівник повинен був управляти громіздким поршневым вакуум-насосом і три працівники – з 6–9 апаратами.

З часом винахідник удосконалив всій винахід: застосував вакууметричний насос з механічним приводом і навіть зробив спробу транспортувати видоєне молоко в спеціальне відділення корівника.

У 1895 році доктор Олександр Шілдс із Глазго (Англія) запатентував пульсатор, який за допомогою автоматичного клапана періодично впускав повітря в трубопровід. У доїльному апараті Шілдс використав однокамерні стакани-чашки з пружної гуми. Під час доїння застосовувався вакуум, що періодично змінювався у межах 115–375 мм рт. ст. Під дією різниці атмосферного і вакууметричного тисків стінки чашки стискувались і молоко виводилось із вим'я.

Послідовність удосконалення конструкції Шілдса призвело до створення однокамерних доїльних стаканів, які були виконані з твердого матеріалу і при доїнні не деформувались. Оскільки розміри дійок у корів були різні, тому випускали доїльні стакани декількох розмірів. Це суттєво ускладнило експлуатацію, і тому машини з однокамерними стаканами не отримали широкого розповсюдження.

Останній важливий крок в розвитку принципів машинного доїння був зроблений Халбертом і Парком у 1902 році і австралійцем Джильє у 1903 році. Незалежно один від одного вони винайшли двокамерний доїльний стакан і пульсатор з особливою камерою, у якій вакуум змінювався регулярно від нуля до 380 мм рт. ст. Доїльний стакан Джильє складався із зовнішнього жорсткого металевого і внутрішнього еластичного гумового циліндрів. Джильє також обґрунтував необхідність створення різниці тиску, під дією якого транспортується молоко в ємність.

У 1928 році були завезені закордонні доїльні машини, і розпочалося створення вітчизняних доїльних апаратів. Так, першим вітчизняним доїльним апаратом слід вважати

винахід А. Д. Кузьміна, який отримав авторське свідоцтво на винахід 31 грудня 1932 р.

Доїльний апарат вітчизняного виробництва з двокамерними доїльними стаканами був розроблений у 1934 році у ВІЕСГ інженерами В. Ф. Корольовим, В. С. Красновим та зоотехніком Д. Ф. Мартюгіним. Це був тритактний апарат ДА-3, виробництво якого почалося у 1937 році. У 1960-х р. було розроблено доїльний апарат «Стимул», доїльний стакан якого мав гофрований ковпак.

Важливим етапом розвитку і удосконалення доїльної техніки було розроблення в 1963 році А. І. Фененком і впровадження у виробництво доїльних апаратів ДА-Ф-50 з об'єднаним пульсатором-колектором ДА-50.00.000, який забезпечував виведення молока при рівнозначних величинах вакуумметричного тиску у піддійкових і міжстінкових просторах двокамерних стаканів при тактах смоктання.

Процес удосконалення доїльних апаратів продовжувався і згодом були створені апарати ДА-3М, «Волга», «Доярка», АДУ-1/2, АДУ-1/3, ДА-50, ДА-Ф-70, ДАЧ-1 та ін.

Провідне місце у сучасному вітчизняному виробництві доїльно-молочного обладнання займає компанія «Брацлав».

Сьогодні, залежно від способу утримання корів та прийнятій в господарстві технології виробництва молока, застосовують різні доїльні установки. За своїм призначенням їх розділяють на: стаціонарні – для доїння в стійлах корівника в переносні відра або молокопровід; станкові різних типів – для доїння тварин у доїльних залах; пересувні – для доїння корів на пасовищі.

Автори Бащенко М. та Фененко А. виділили найбільш перспективні тенденції в механізації процесу доїння:

- автоматизація режиму функціонування доїльного апарату з урахуванням фізіологічних особливостей тварин з метою виключення шкідливої дії його на здоров'я,



стимулювання рефлексу молоковіддачі і забезпечення повного видоювання;

- розробка доїльних апаратів з автоматичним процесом управління вилучення молока (регулювання рівня вакууму, частоти і співвідношення тактів пульсації залежно від інтенсивності молоковиведення) і автоматизацією виконання заключних операцій;

- стабілізація вакууму в доїльних установках, апаратах і молочних магістралях.

Головним критерієм ефективності сучасного доїльного устаткування є повнота видоювання тварин за короткий проміжок часу, збереження здоров'я корови і отримання високоякісного молока. Прогресивною тенденцією розвитку сучасної доїльної техніки є створення і застосування різних композиційних матеріалів і технологій, широкого використання елементів «інтелектуальної» техніки. При технічному переоснащенні ферм і комплексів сучасним устаткуванням для доїння корів і первинної обробки молока, яке відповідає усім необхідним вимогам, молоко отримують вищого гатунку.

Разом із цим, на думку Бондаренко П. Г., розробка і наукове обґрунтування оптимальних конструктивних і експлуатаційних параметрів доїльних установок і молочних ліній, в максимальній мірі гарантуючих збереження первинних властивостей молока, безпосередньо пов'язані з вирішенням проблеми його якості (вміст жиру, білка, СОМО і т.д.).

Коновалова А.С. та Tousova R. вивчали вплив різних доїльних установок на функціональні властивості вимені корови і гатунковість молока. Аналіз отриманих даних дає змогу зробити висновок, що для підвищення ефективності прояву генетичного потенціалу корів і поліпшення якості молока доцільно використовувати доїльне устаткування, що забезпечує своєчасну стимуляцію процесу молоковіддачі,

повноту видоювання, регулювання вакууму в кожному доїльному стакані, а також швидке транспортування і охолодження молока. За результатами дослідів найбільш ефективними виявилися доїльні установки «Вестфалия-Сердж» і «DeLaval».

Курак А. та Ужик О. виділяють, що у світовій практиці машинного доїння використовуються, в основному, три системи автоматичного регулювання режимів видоювання: Duovac (фірма «Alfa-Laval», Швеція), Melkautomatic (фірма «Miele», Німеччина), Phisiomatic (комбінат «Impulsa», Німеччина). На погляд цих авторів для доїння в молокопровід найбільш підходить система Duovac. В основний час доїння вона працює при вакуумі 48 кПа з частотою 60 пул/хв. При зниженні інтенсивності молоковиведення до 200 мл/хв на початку і кінці доїння доїльний апарат працює в економному режимі (вакуум – 33 кПа, частота пульсацій – 48 за хв). Таким чином, при перетримуванні доїльних стаканів на дійках вимені, як результат несвоєчасного їх відключення, відбувається зниження негативного впливу «холостого» доїння на молочну залозу.

Значна трудомісткість процесу доїння та висока оплата праці найманих працівників, вимоги до якості отриманого молока, які неухильно підвищуються, у більшості розвинених країн світу стимулювали розвиток індустрії молочного виробництва, який пов'язаний з вивченням та впровадженням повної автоматизації процесу доїння. Розпочаті ще в 50-х роках ХХ століття суттєві інвестиції були спрямовані на дослідження процесу машинного доїння та розробку високотехнологічного і наукоємного обладнання для молочних ферм. Протягом 20 років (1970 по 1990 рр.) цілий ряд інститутів Європи працював над завданням визначення актуального положення дійок тварини,

розробляючи пристрій для автоматичного позиціонування та під'єднання доїльних стаканів до вимені.

Наукові розробки доїльних роботів розпочали практично одночасно такі відомі виробники доїльного обладнання як «LelyIndustries N.V.» (Нідерланди), «GascoigneMelott» (пізніше увійшла до складу компанії «Bou-Matic», (США), «Insentec» (Нідерланди) та ін. Перший експериментальний зразок автоматизованого доїльного пристрою був представлений в 1984 році, комерційний – у 1992 році (в Нідерландах). Однак розробка принципової концепції доїльних роботів ускладнювалась, перш за все, тим, що на відміну від роботів промислових, що мають справу з неживими об'єктами, вони повинні були взаємодіяти з живими організмами, яким властива варіабельність. Це стало можливим тільки після створення досить чутливих сенсорів, аналізаторів та відповідного програмного забезпечення для комп'ютера – інтегральної частини автоматичної доїльної системи. Завдяки роботам виникла можливість майже вдвічі скоротити час роботи фермерів.

Першою компанією, що розпочала промислове виробництво доїльних роботів, була голландська компанія «Lely». В цей час їх виробляють за ліцензією «Lely» фірми «Fullwood» і «Bou-Matic». А компанії «GEA FarmTechnologies», «DeLaval» та інші випускають власні системи автоматичного доїння. Роботи, як правило, конструктивно схожі й складаються з наступних основних складових частин: станкового обладнання з воротами і станцією годівлі (боксу), руки-маніпулятора з системою визначення положення дійок та органами очищення та масажу вимені, доїльних апаратів, систем управління доїнням і реєстрації якості молока, системи менеджменту стада. Невід'ємною частиною робота можна вважати також молокоохолоджувач, так як холодильне обладнання, яке

використовується в доїльних залах, не підходить для використання на роботизованих фермах.

Використання роботів для доїння корів сприяло виникненню практично нової технології – системи «мотивованого», або «добровільного» доїння, основна суть якої полягає в самообслуговуванні тварини, і яка залишає корові право на свободу вибору терміну й частоти відвідувань доїльного боксу. На відміну від традиційних тваринницьких приміщень, впровадження системи «добровільного» доїння потребує іншої організації технологічного процесу виробництва молока, з відповідним плануванням корівника. При використанні системи «мотивованого» доїння проекти корівників повинні враховувати, що відповідно до індивідуального добового режиму дня і фізіологічних потреб, тварини здійснюють багаторазові переміщення по приміщенню (для доїння – до 5 разів на добу, для годівлі – в середньому 7 разів).

Використання доїльного робота передбачає, як правило, безприв'язне утримання корів. Відвідування коровою доїльного боксу відбувається зазвичай добровільно (вільне пересування). У цьому випадку корівник облаштований так, що всі тварини в будь-який час мають вільний доступ до кормового столу і доїльного місця та можуть самі собі встановлювати частоту годівлі і доїння. Як альтернатива існує керуюча технологія, згідно з якою пройти до кормового столу можна лише після доїння в доїльному боксі. Перевага тут у тому, що корови приходять на доїння, як би, з подвоєним мотивуванням. Для практичної реалізації системи мотивованого доїння в корівнику розміщують додаткове обладнання, що дає змогу спрямовувати окремих тварин до доїльного робота, перекриваючи всі інші шляхи.

Доїльні роботи, які використовуються в системі добровільного доїння, конструктивно можна розподілити на дві групи: установка з одним доїльним боксом, який

обслуговує одна рука-маніпулятор, керована окремою системою та установка, що складається з декількох боксів, що обслуговуються однією рукою та однією системою. Проміжним рішенням є нова система «Astronaut A4», розроблена фірмою «Lely», в якій може бути декілька боксів, кожен із яких оснащений окремим маніпулятором, але всі вони управляються одним блоком.

Ще одна роботизована доїльна установка була представлена компанією «DeLaval» у вересні 2010 року. На відміну від традиційної боксової системи, призначеної для добровільного доїння, ця доїльна установка являє собою установку типу «Карусель», обладнану для доїння маніпуляторами, які повністю замінюють оператора доїння. Така компоновка дає змогу поєднати традиційну систему доїння у доїльному залі з ультрасучасним доїльним роботом. Доїльну установку «DeLaval AMR» обслуговують дві руки-маніпулятори, для підготовки дійки (очищення) і ще дві для того, щоб надіти доїльний апарат на вим'я корови.

Таким чином, чотири руки-маніпулятори працюють над чотирма коровами. Додатково п'ята рука маніпулятор дезінфікує дійки після закінчення доїння. Перші роботизовані «Каруселі» будуть здатні обслуговувати до 90 корів за годину. Система може доїти стадо з поголів'ям 540 корів три рази на добу або 800 корів двічі на добу, в той час як однокорівний робот обслуговує 55–60 корів за добу. Тобто система типу «Карусель» значно перевищує продуктивність доїльних роботів в системі добровільного доїння. При цьому, переобладнання доїльного залу менш затратне, ніж перепланування корівника для переходу на систему добровільного доїння. Ще одна позитивна характеристика цієї нової системи полягає в тому, що для доїння використовується промисловий маніпулятор, який добре себе зарекомендував.

Одним із найбільших недоліків доїльних роботів є їх ціна. Але розвиток технологій сприяє поступовому здешевленню цих систем. У 1999 році в Європі було встановлено 400 доїльних роботів, у тому числі 200 – у Нідерландах, 100 – у Німеччині, по 50 – у Данії, Бельгії, Великобританії та Франції. Перший доїльний робот в Канаді був встановлений також у 1999 році. На цей час їх нараховується близько 1600, і їх кількість постійно збільшується. У світі на кінець 2014 року налічувалося близько 25 тис. доїльних роботизованих систем. До 2020 року прогнозується зростання їх чисельності до 60 тис.

Найбільша молочна ферма Канади нараховує 22 доїльних роботи (провінція Квебек). Крім того, канадські фермери зазначають, що строк експлуатації доїльного робота може досягати 10–15 років, після чого можлива модернізація.

Ефективність використання роботизованих систем доїння корів полягає не тільки у відомих перевагах автоматизації індустріального виробництва (загальна економія ручної праці на виробництві досягає 40 %), але й в прагненні досягти технологічного ефекту шляхом створення фізіологічно більш сприятливих умов для молочної худоби. Оскільки в процесі машинного доїння постійне, фіксоване виконання комплексу технологічних операцій, що повторюються в суворо визначеній послідовності, є дуже важливим чинником формування рефлексу молоковіддачі у тварин. При цьому роботизована техніка дає змогу пристосовувати параметри процесу доїння до індивідуальної тварини, спираючись на постійний моніторинг процесу і дані попередніх доїнь цієї тварини. Таким чином, кожна окрема тварина щоразу буде доїтися за використання максимально ефективних для виведення молока режимів, що сприяє збільшенню надоїв.

Дослідження свідчать, що тварини досить швидко звикають до доїння роботом і самостійно відвідують

доїльний бокс. При цьому збільшується частота доїнь тварин (у високопродуктивних корів – до 4 разів й більше на добу), що позитивно позначається на здоров'ї вимені тварини та сприяє підвищенню продуктивності до 15 %. Однак не всі корови придатні до роботизованого доїння. При формуванні стада доводиться вибраковувати від 5 % до 15 % корів, що ставить нові завдання перед фахівцями, які займаються племінною роботою.

В процесі розвитку технічного прогресу у молочному скотарстві змінюються, головним чином, форми та матеріали деталей і вузлів виконавчих механізмів. Принципи і режими роботи виконавчих систем до останнього часу принциповим змінам не піддавалися.

### **1.3 Технічні чинники у забезпеченні ефективного видоювання корів**

Для здійснення в широких масштабах технічної перебудови процесу виробництва високоякісного молока необхідно забезпечити безперебійну та ефективну роботу доїльно-молочного обладнання. Для забезпечення механізації основних і допоміжних операцій при доїнні корів планується перейти на випуск високопродуктивних і економічних машин і устаткування, які є складовими єдиного технологічного комплексу. Але поряд із розробкою високопродуктивного обладнання і насичення ним молочної галузі, все гостріше постає питання його надійності, як про один з основних резервів підвищення продуктивності машин, скорочення простоїв обладнання через усунення технічних і технологічних відмов, що сприяють підвищенню надоїв та якості молока. Підвищення ефективності експлуатації доїльно-молочного обладнання, раціональне використання всіх його систем і агрегатів, своєчасне виявлення і запобігання відмов і несправностей багато в

чому залежать від своєчасного, оперативного і якісного проведення діагностики та технічного обслуговування.

Доїльний апарат, а саме дійкова гума, є єдиним елементом доїльної установки, який безпосередньо контактує з організмом тварини. Від якості її роботи залежить величина молоковиведення, тривалість доїння, а також здоров'я вимені.

При машинному доїнні корів існує значний потенціал збільшення швидкості виведення молока з вимені тварин. Доїльний апарат повинен стимулювати безумовний рефлекс у корів. Активність рефлексу молоковіддачі залежить від сили і характеру впливу доїльного апарату на нервові закінчення дійок вимені. Важлива роль в ряду чинників, які можуть істотно впливати на молоковіддачу, належить силі стиснення дійок вимені. Тому найбільший вплив на інтенсивність молоковиведення здійснюють жорсткість і еластичність дійкової гуми, які, в свою чергу, безпосередньо залежать від її якості, умов зберігання, тривалості експлуатації, а також правильності встановлення та регулювання в доїльному стакані. Нова дійкова гума має високу еластичність, яка забезпечує ефективний масаж дійок, стимуляцію вимені та максимальне молоковиведення.

Критеріями для вибракування дійкових гум слугують наступні чинники: збільшення її активної частини, підвищення жорсткості, а також шорсткості, незмивний наліт, тріщини на поверхні, зміна геометричної форми виробу.

Залежно від режимів роботи дійкової гуми характер її дії на дійку вимені може змінюватися, викликаючи погіршення процесу доїння і призводячи до зниження продуктивності й захворювання тварини.

Під час експлуатації дійкова гума втрачає еластичність, розтягується, її поверхня грубіє і тріскається. Все це призводить до негативних явищ при доїнні корів:



- до зниження масажної дії дійкової гуми, в результаті чого суттєво зменшується ефект стимуляції циркуляції крові та лімфи в дійках вимені, який забезпечується за рахунок пульсацій;

- до збільшення тривалості впливу вакууму на дійки внаслідок зменшення часу або виключення такту стиснення і порушення в ній кровообігу;

- до збільшення часу доїння окремих корів, груп і стада в цілому;

- до збільшення часу здійснення процесу додоювання тварин;

- до збільшення ймовірності зісковзування дійкової гуми з дійок вимені через втрати пружних властивостей розтруба дійкової гуми;

- до появи мікротріщин на внутрішній поверхні гуми, у якої накопичуються молочні жири та бруд, що є поживним середовищем для інтенсивного розмноження мікроорганізмів, яких практично неможливо знищити через складність здійснення операції промивання.

Ці чинники призводять до підвищення бактеріального обсіменіння молока, зниження його якості, зокрема до падіння жирності та збільшення вмісту соматичних клітин, підвищення ймовірності інфікування вимені, зниження продуктивності тварин, зниження продуктивності праці операторів доїння і доїльних установок, до раннього вибракування тварин зі стада. У підсумку все це впливає на собівартість і якість молока.

Одним із основних показників якості дійкової гуми, що здійснює значний вплив на процес доїння, є ступінь її натягу в доїльному стакані, який повинен знаходитися в межах 57,5...62,5 Н. При забезпеченні такого натягу дійкової гуми в доїльному стакані наведені вище негативні явища будуть зведені майже до мінімуму. Але в процесі експлуатації вони проявляються все більшою мірою – пропорційно тому, як

гума втрачає свої експлуатаційні якості. Рівень натягнення дійкової гуми істотно впливає на характер стискування дійок вимені. Дослідження Курак А. свідчать, що натяг дійкової гуми в доїльному стакані здійснює безпосередній вплив на швидкість доїння корів. Результати проведених досліджень дали змогу встановити, що швидкість витікання молока з вимені зростає до певного натягнення дійкової гуми (6 кг). При подальшому збільшенні швидкість молоковіддачі зменшується.

Карташов Л. П. вважає, що натягнення дійкової гуми має бути однаковим в кожному доїльному стакані апарату. Інакше різниця швидкостей виведення молока з дійок вимені може становити 10–15%, що призведе до так званого «сухого» доїння часток вимені. Це призводить до виникнення у корів больових подразнень та маститу, зменшення продуктивності та погіршення здоров'я. Дійкова гума має бути середньої жорсткості і однаково натягнута в кожному доїльному стакані. Стан дійкової гуми і її натягнення в доїльних стаканах впливають на роботу апарату. Недостатнє натягнення гуми знижує швидкість доїння, а завищене натягнення перешкоджає стискуванню дійки, тому гумові вироби необхідно комплектувати в групи за жорсткістю.

Нормативний термін експлуатації дійкової гуми вітчизняних та деяких закордонних виробників становить 900 годин. Однак через низьку якість матеріалів, недотримання правил експлуатації дійсний термін її використання становить 180...500 годин.

У процесі експлуатації дійкова гума втрачає свої пружні властивості, подовжується, в результаті чого її натяг в доїльному стакані зменшується. З метою відновлення ступеня натягу в доїльному стакані в дійковій гумі деяких виробників передбачені три кільцевих поглиблення. Нову дійкову гуму в доїльному стакані розташовують на першому

кільцевому поглибленні. Цим, в основному, забезпечується необхідний її натяг в стакані. У процесі експлуатації гума, здійснюючи приблизно 60 робочих циклів на хвилину, втрачає свою еластичність, натяг її в доїльному стакані зменшується, швидкість доїння знижується. Для відновлення якісних показників дійкову гуму протягують до з'єднання доїльного стакана з наступною кільцевою канавкою, а потім і з третьою. Період, через який дійкова гума повинна протягатися на чергову кільцеву канавку, становить 10 діб. Таким чином, через 30 діб (приблизно 200 годин) експлуатації дійкова гума вже може не мати нормального натягу в доїльному стакані. Для перевірки якості та часткового відновлення пружності дійкову гуму необхідно піддати технічному обслуговуванню].

Для подовження терміну служби вітчизняної дійкової гуми (ДД 00.041А) після 30 діб експлуатації необхідно провести контроль її якості та технічне обслуговування у складі доїльних апаратів. Технологія технічного обслуговування доїльних апаратів передбачає виконання наступних операцій: дезінфекцію; розбирання доїльних апаратів на деталі; дефектування деталей; миття деталей; перевірку пружності дійкової гуми і комплектування її за групами жорсткості; складання доїльних апаратів; циркуляційну дезінфекцію та миття доїльних апаратів.

Розбирання доїльних стаканів проводять шляхом виштовхування дійкової гуми з доїльних стаканів, не натягуючи її. Миття дійкової гуми здійснюють за допомогою різноманітних миючих засобів. Температура розчину повинна бути в межах 60...65°C. Після промивання в гарячому розчині дійкова гума частково відновлює свої пружні властивості.

Встановлено, що при збільшенні жорсткості дійкової гуми з 12 кПа до 25 кПа такт смоктання подовжується на 35% що до часу пульсу.

Вчені на підставі виробничих досліджень встановили, що оптимальною жорсткістю дійкової гуми необхідно вважати 15...20 кПа. Номінальна жорсткість гумових виробів по вакууму зімкнення становить 0,04...0,12 кг/см<sup>2</sup>. Для дійкової гуми ДД 00.041А не передбачене зняття її через певний час на «відпочинок», тому натягнення дійкових трубок підтримується за рахунок протяжіння їх на наступне кільцеве поглиблення.

При своєчасному протягуванні в стакані на чергову канавку дійкова гума матиме рекомендований натяг – 57,5...62,5 Н. За відсутності належної експлуатації дійкової гуми і при зміні її натягу в стакані, наприклад з 60 до 20 Н, швидкість доїння зменшується на 12,5%. Використання дійкової гуми, яка відпрацювала рекомендований термін заміни, може призвести до збільшення часу доїння на 2,0– 2,5 хв, що приблизно становить 30%. Збільшення часу доїння корів на 1 хв приводить тільки до додаткових витрат електроенергії. Збитки від втрати продуктивності тварин через хвороби, зниження продуктивності доїльних установок та праці операторів доїння будуть незрівнянно вищі. Тому до технічного стану дійкової гуми необхідно ставитися дуже уважно і постійно підтримувати її в працездатному стані.

На думку Адрианова Е. А. величина тиску дійкової гуми на дійку, залежно від її фізико-механічних властивостей і натягу в гільзі доїльного стакану, мають бути такими, при яких її дія на дійку вимені корови не викликатиме негативну реакцію тварини на роботу доїльного апарату.

З метою забезпечення нормального процесу доїння та збільшення терміну служби дійкову гуму необхідно комплектувати перед постановкою в гільзу стакану.

Доїльний апарат має бути забезпечений не менше ніж двома комплектами дійкової гуми, причому кожен комплект повинен працювати один тиждень і ставитися на «відпочинок».

Робота доїльних апаратів залежить від технічних і експлуатаційних показників дійкової гуми, які безпосередньо взаємодіють з дійками вимені тварини. Швидке погіршення пружних властивостей гуми позначається на характері її дії на дійку в процесі доїння. Від того, якою буде ця дія, залежить не лише продуктивність корів, але і їх здоров'я. За допомогою спеціальних приладів дійкову гуму необхідно групувати за подовженням, причому в одній групі має бути гума, що не відрізняється за довжиною більш ніж на 5 мм.

Якість виготовлення і стан дійкової гуми залишають бажати кращого. Карташовим Л. П. було з'ясовано, що випробування дійкової гуми упродовж ряду років ведуться не за стандартними методиками, а застосовуються різні методи випробувань. Застосовуючи власну методику досліджень, автор з'ясовує, що період експлуатації під дією значних навантажень і світла дійкова гума втрачає пружні властивості і міцність, а вбираючи молочний жир, розбухає, стає жорсткою і менш еластичною, витягується і деформується.

Основний травмуючий вплив при доїнні корів здійснює дійкова гума, що є конструктивним елементом доїльного стакана. Дійкова гума, яка не відповідає вимогам, під час доїння може натирати дійку тварини до мозолів і нерідко викликає кровоточивість, а також є разнощиком хвороб, оскільки мікротріщини гуми стають місцем розмноження інфекції, що негативно позначається на якості молока і нерідко стає причиною маститу.

Крім того, коли дійкова гума стискається з періодичністю близько 60 тактів за хвилину в піддійковій зоні, вона руйнує жирові кульки молочної структури, спінює молоко і утворює аерозольні гази, які, проникаючи в канал дійки під дією хлопка гуми, ускладнюють нормальне виведення молока, агресивно впливаючи на тканини вимені,

викликаючи у тварини неприємні відчуття. Крім цього, відбувається погіршення якості молока, тому що зі вспінюванням розпочинається активна фаза окислення.

Для машинного доїння найбільш придатні дійки вимені діаметром 2,0...3,2 см, виміряні в середній частині після доїння. Для різних діаметрів дійок необхідна і дійкова гума відповідних діаметрів. При невідповідності діаметрів дійки і дійкової гуми доїльний апарат може або швидко підніматися по них вгору і пережимати канал сфінктера, перешкоджаючи молоковиведенню з вимені, або дійка буде важко входити в дійкову гуму, перешкоджаючи повному розкриттю цього каналу. У процесі доїння стакани наповзають на вим'я і перекривають вихід молока біля основи дійки. Поряд із цим спостерігаються набряки, почервоніння і запалення дійок, а в наслідок цього відбувається затримка молока у вимені, що викликає мастит. У зоні основи часто спостерігається подразнення дійки гумовою кромкою.

Зона сфінктера найбільш схильна до механічного впливу дійкової гуми. Періодичне стискання стінок виробу в середині доїльного стакана є чинником натирання шкірного покриву дійки, утворення мозолів, нерідко призводить до розтріскування і кровоточивості. Використання жорсткого вакууму (0,5...0,6 Атм) призводить до руйнування внутрішніх тканин вимені.

У технології виробництва молока одним із головних завдань є використання адаптативного комплексу машин, який дасть змогу швидко і якісно отримувати молоко високої якості зі збереженням його первинних властивостей. Нині в структурі виробництва якісних продуктів харчування впровадження сучасних технологій і техніки для доїння набуває величезного значення. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки та удосконалення методик та устаткування для дослідження доїльних апаратів, а саме фізико-механічних властивостей дійкової гуми.

## 1.4 Шляхи ефективного здійснення процесу доїння

Виробництво молока на молочних комплексах – це перший етап в одержанні молочної продукції, тому від того, як саме на ньому налагоджена технологія виробництва залежить якість молока.

Щоб вивести значну частину утвореного молока, необхідно викликати рівноцінний рефлекс молоковиведення.

Первинним проявом рефлексу молоковиведення є зміна тону су гладкої мускулатури протоків і цистерни, скорочення міоепітелія альвеол, і, як результат, – розслаблення сфінктерів дійок.

Найважливіший показник рефлексу – його латентний період. Він розпочинається від моменту подразнення рецептора до появи реакції у відповідь, причому в міру зміцнення умовного рефлексу латентний період зменшується і досягає більш менш постійної величини.

Встановлено, що рефлекс молоковіддачі у корів – складний процес, що протікає в дві фази. Перша фаза рефлексу, пов'язана з подразненням рецепторів молочної залози, має короткий латентний період. Імпульси по аферентних нервах досягають спинного мозку, де відбувається перемикання нервових імпульсів на еферентні шляхи, які, досягаючи молочної залози, забезпечують виділення цистеріального молока, завдяки розслабленню сфінктера дійки.

Друга фаза рефлексу молоковиведення здійснюється нейрогуморальним шляхом. При цьому імпульси з рецепторів дійок по аферентних волокнах надходять до гіпоталамічного ядра. Аферентний шлях підходить до нейрогіпофізу, де аферентні імпульси сприяють виділенню гормону окситоцину, який з кров'ю досягаючи альвеол, викликає скорочення міоепітеліальних клітин.

У кожної корови рефлекс молоковіддачі має свої особливості, пов'язані з типом вищої нервової діяльності, але зазвичай в перші місяці лактації має мінімальний латентний період, в останні – максимальний.

Таким чином, разом з безумовними рефlekсами молоковіддачі виникають і умовні, які залежать від обставин, передуючих доїнню і супроводжуючих їх. Як результат створюється стійкий стереотип, порушення якого може істотно впливати на ефективність молоковиведення.

Важливою ланкою в отриманні молока високої якості відіграє переддоїльна і післядоїльна обробки вимені корів. Ці заходи дають змогу знизити захворюваність на мастит корів у стаді на 50...70 %, а також підвищити рівень чистоти вимені і мінімізувати небезпеку інфікування асоційованими з довкіллям збудниками маститу.

Процес доїння корів складається з підготовчих та заключних операцій. Першочерговою операцією початку процесу доїння є здоювання перших цівок молока. Завдяки цьому стимулюється вим'я до молоковиведення: із першими цівками молока з каналів дійок видаляються бактерії та спори. Також зціджування перших цівок дає змогу перевірити ступінь припуску молока. Відповідна ємність для цього (найкраще, зі вставкою з чорною сіточкою) забезпечує своєчасне розпізнавання візуально зміненого секрету вимені (пластівці). Доїння «на підлогу» або «в підстилку» абсолютно неприйнятно через небезпеку контамінації поверхні стійл. Корів із хворим вим'ям у будь-якому випадку необхідно доїти окремо (в інший час або окремим доїльним апаратом).

Наступною операцією є очищення вимені. Завдяки цій операції значно зменшується кількість мікроорганізмів на дійці, які потенційно можуть викликати мастит. Водночас, шляхом правильного очищення вимені, особливо дійок, можна зменшити контамінацію сирого молока (проблеми



бактеріального обсіменіння). Якщо вим'я лише злегка забруднене, краще очищати його за допомогою одноразових рушників, змочених розчином відповідного дезінфікуючого засобу. Необхідно бути дуже уважним під час вибору дезінфікуючих засобів та виготовленні правильних концентрацій для їх застосування.

Рушники, які застосовуються для очищення вимені декількох корів, суттєво підвищують ризик передачі збудників. Вологе очищення вимені й дійок може бути доцільно тільки при їх сильному забрудненні. Суха брудна шкіра вимені приховує менше ризику зараження вимені мікроорганізмами, що живуть у зовнішньому середовищі, ніж очищена й недостатньо ретельно витерта волога і (тільки візуально) чиста поверхня шкіри. Багаторазові рушники з махрової тканини для очищення й витирання дійок і вимені (1 рушник на доїння і корову) може бути дешевшою альтернативою одноразовим паперовим рушникам.

Застосування засобів для очищення вимені корів перед доїнням суттєво впливає на бактеріальне обсіменіння отриманого молока. Поряд із цим здебільшого використовується практика очищення вологою ганчіркою вимені декількох корів вже спричинює видиме початкове забруднення молока.

В останні роки на ринку з'явилися пінисті мийні засоби для очищення дійок на основі тензиду. Дійки занурюють у спеціальні чашки з готовим продуктом і приблизно через 30 с. впливу їх витирають волого-поглинальним одноразовим паперовим рушником.

Багато дослідників відмічають особливу роль переддоїльної підготовки вимені корів на стимуляцію молоковіддачі.

Молоковіддача може стимулюватися різними способами, такими як тактильна стимуляція дійок,

присутність або відчуття теляти, шум доїльного апарату, а в деяких випадках згодовування концентрату

Це приводить до виділення молока, коли вже почалася дія окситоцину на епітеліально-м'язові клітки після прикріплення доїльного апарату до вимені.

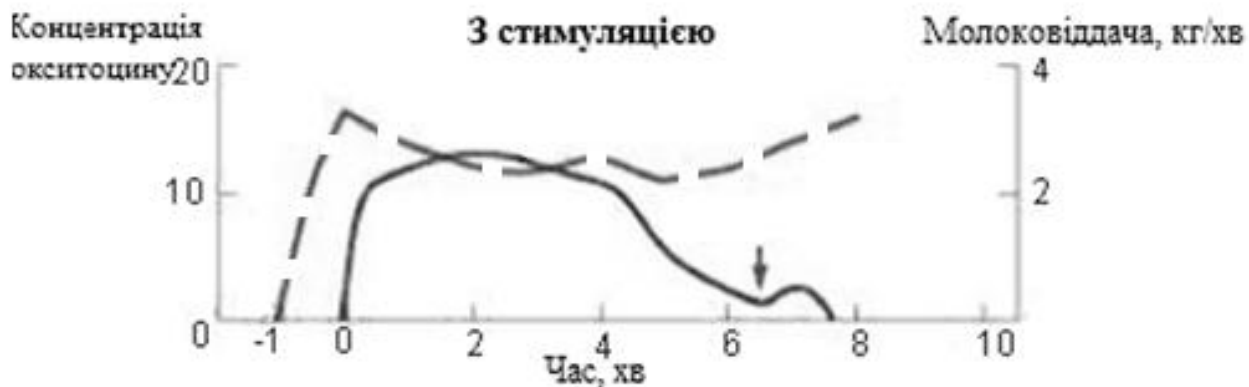
Переваги, які дає правильно організована фаза переддоїльної стимуляції це коротший час доїння, більший потік молока, і в деяких випадках ефективніше відсмоктування молока. Оскільки перед розміщенням на вимені доїльного апарату рефлекс молоковіддачі вже запусканий крива молоковіддачі у край рідко буває двовершинною.

В процесі доїння молочна залоза корови отримує багатократну цільову дію різними способами. Як відомо розрізняють пасивний і активний спосіб дії. Пасивний виникає від мимовільних коливань вимені в процесі моціону тварин. Активним є дія, направлена на молочну залозу з метою виробітку окситоцину. До активної дії відносяться маніпуляції оператора руками, застосування різних механічних пристроїв, і в природних умовах – смоктання телям молока з вим'я.

При машинному доїнні проводять переддоїльний масаж, для збудження повноцінного рефлексу молоковіддачі, і в кінці – завершальний масаж, для повного виведення молока з вимені тварини (машинне додоювання).

В даний час широкого розповсюдження набула механічна стимуляція, що сприяє повнішому спорожненню вимені і збільшенню продуктивності корів, дозволяє стабільніше готувати вим'я до доїння і збільшити продуктивність доїльної установки на 10,4%.

На рисунках 1.1 та 1.2 приведені криві рівня окситоцину (— —) і молоковіддачі (—) під час доїння в двох випадках: з стимуляцією і без стимуляції перед доїнням.



**Рисунок 1.1 – Стимуляція перед доїнням протягом однієї хвилини**



**Рисунок 1.2 - Доїння без стимуляції перед доїнням**

Від проведення переддоїльної стимуляції перед доїнням протягом однієї хвилини отримуємо наступний ефект: молочовіддача почалася одразу у момент «0». Це означає відсутність затримки молочовіддачі між надходженням молока з цистерн і надходженням молока з альвеол. Переддоїльна стимуляція може проводитися вручну або машинним способом. Проте ручна стимуляція поза сумнівом є набагато ефективнішою, ніж машинна.

За експериментальними даними можна зробити висновок, що рівний за тривалістю латентному періоду попередній масаж вимені забезпечує зниження часу доїння на 17,8...29,3 %, кількість ручного додоювання зменшується на 47,9 %, значно збільшується молочна продуктивність.

Наступним етапом машинного доїння є надягання доїльного апарата на дійки вимені. Надягати доїльний апарат

слід відразу після масажу вимені і за можливістю без потрапляння повітря. Всмоктування повітря призводить до коливань вакууму в доїльній установці.

Доїльний апарат необхідно «прямо» вирівняти під вим'ям і коровою таким чином, щоб довгий молочний шланг лежав/висів уздовж поздовжньої осі тіла корови, і тільки потім відтягнути убік від корови. Натяжні й фіксуючі пристрої для довгого молочного шлангу або маніпулятори полегшують правильне вирівнювання доїльного апарата під коровою. Перекручений доїльний апарат призводить до різного ступеня звуження переходу з цистерни залози в цистерну вимені і до неоднаково сильної тяги в окремих доїльних стаканах. Наслідками цього є різний ступінь видоювання, «сліпе» доїння окремих часток вимені і пов'язане з цим високе навантаження на тканину, що є передумовою захворювання вим'я на мастит.

Дуже важливим моментом є те, як саме проводиться тактильна стимуляція дійки під час доїння. З'ясувалося, що виділення гормонів окситоцину і пролактину стимулюється тактильною стимуляцією дійок. Експерименти, в процесі яких ручне доїння порівнювалося з машинним доїнням (ручне доїння – це процедура доїння, що чудово імітує смоктання телям), показали, що виділення гормонів, пов'язаних з молоковіддачою, виявилось активнішим і тривалішим під час ручного доїння в порівнянні з машинним доїнням. Цей процес може частково впливати і на продуктивність тварин.

Під час стимуляції дійок також можна активізувати локальні регуляторні механізми нервової системи молочної залози. Прекрасним прикладом, що демонструє важливість локальних механізмів молочної залози, є самка кенгуру. Вона може вигодовувати двох дитинчат різного віку двома молочними залозами, при цьому молоко з кожної залози відповідає потребам даного дитинчати. Старше дитинча

смокче молоко з дїйки, що виділяє молоко, відповідне його потребам, а молодше дитинча смокче іншу дїйку, яка також виділяє молоко, склад якого відповідає його специфічним потребам, не дивлячись на те, що обидві молочні залози піддаються дії тих же гормонів і поживних елементів. Адаптація кількості і складу молока до потреб різних дитинчат у кожному конкретному випадку відбувається тільки за рахунок різного режиму смоктання.

Доїння корів припускає активізацію локальних механізмів у молочних корів як для молоковіддачі, так і для поліпшення складу молока. Експерименти показали, що ручне доїння корів збільшує вихід молока і підвищує його жирність в порівнянні з машинним доїнням (рисунок 1.3).

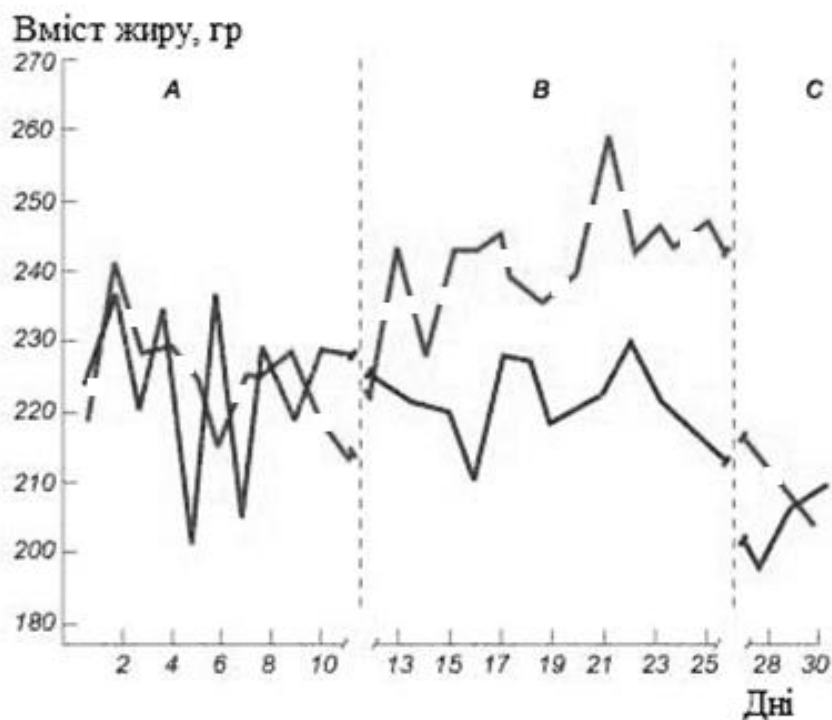
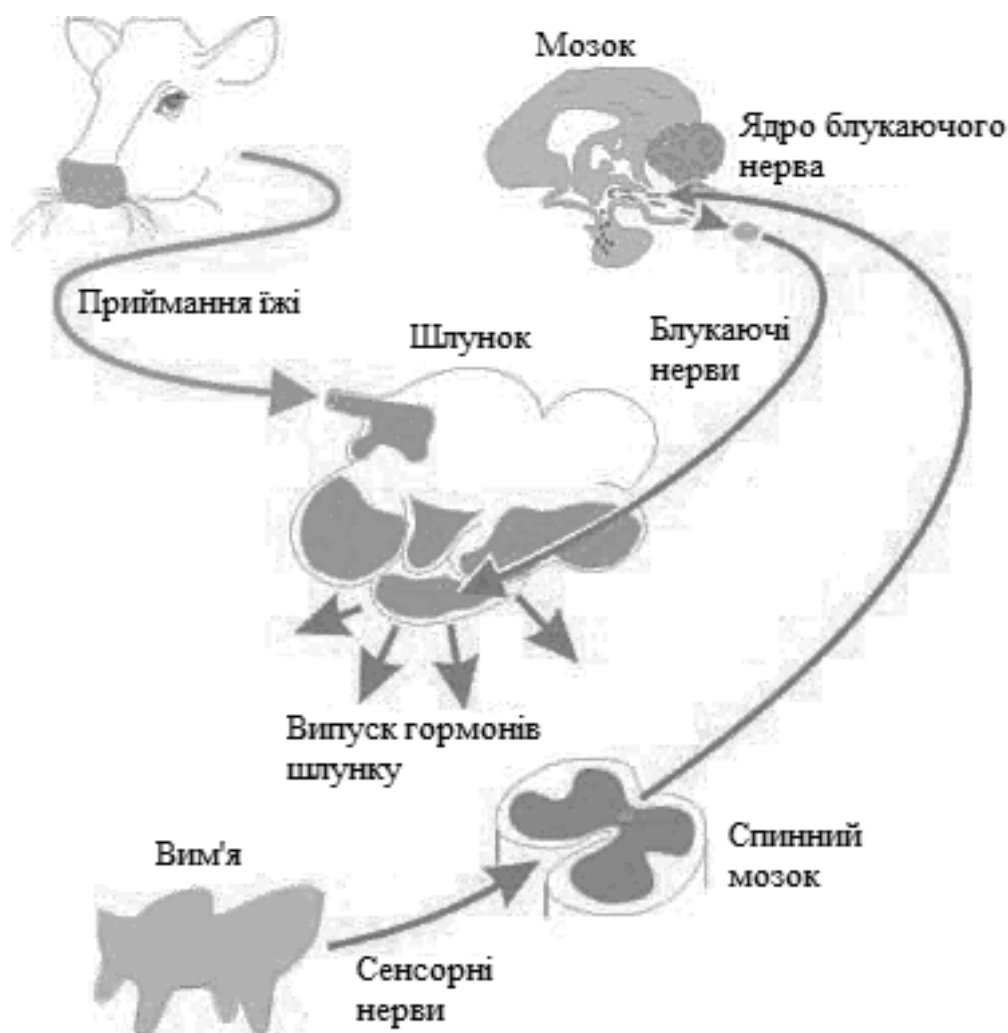


Рисунок 1.3 - Вміст жиру в молоці

Вміст жиру в молоці при машинному доїнні ( — ) і ручному доїнні ( — — ) передніх дїйок; А – обидві передні дїйки піддавалися машинному доїнню; В – одна передня дїйка піддавалася ручному доїнню, а інша – машинному доїнню; С – обидві передні дїйки знову піддавалися машинному доїнню (чотири корови).

Фізіологічний механізм, що стоїть за цими результатами, ще не зовсім ясний. Вже в 50-і і 60-і роки учені відзначали, що у вимені існують локальні нервові рефлексі, які впливають на збільшення синтезу молока.

Інше вельми цікаве спостереження у моногастричних і жуйних тварин полягає в тому, що доїння також може активізувати гормони в шлунку. Продуктивність корови 100 кг молока в день – дуже висока. Такий високий рівень виділення поживних речовин і калорій неможливий, якщо тварина не споживатиме велику кількість поживних речовин. Під час доїння активізуються гормони шлунку (рисунок 1.4).



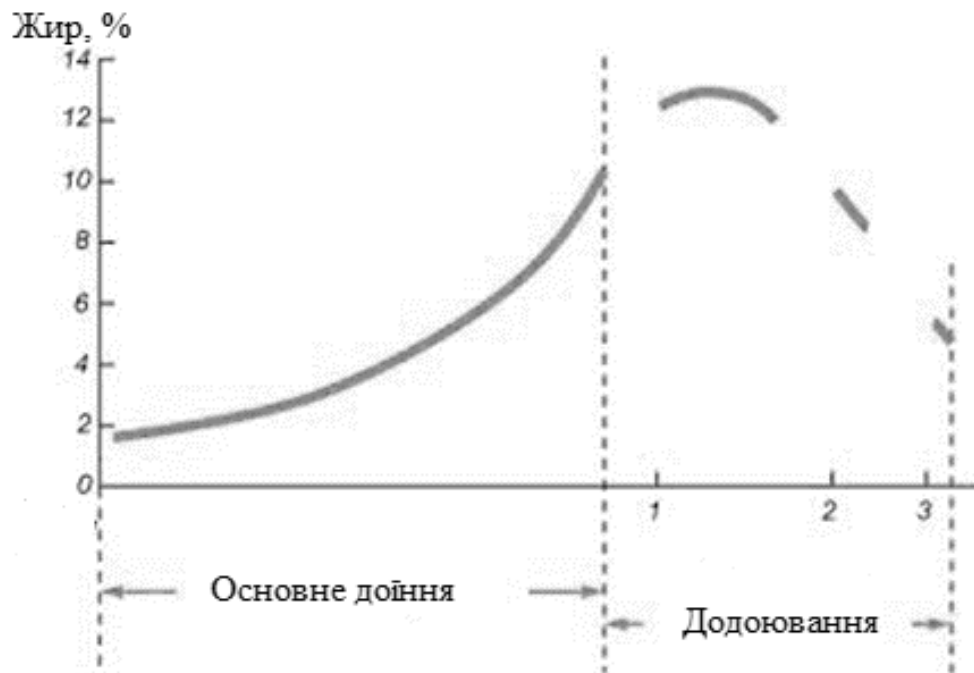
**Рисунок 1.4 - Вплив доїння і з'їденої їжі на гастроінтестинальні гормони**

Деякі з цих гормонів, що активізуються під час доїння, впливають на поведінку, пов'язану з поглинанням їжі, а інші гормони надають активну дію на слизисту оболонку шлунку. Тому цілком можливо, що виділення цих гормонів, пов'язаних з процесом молоковіддачі, впливає на адаптацію травного тракту під час вагітності і лактацій, сприяючи ефективнішому споживанню їжі, що має першорядне значення. Враховуючи те, що доїння може побічно впливати на поглинання їжі, можна судити про важливість процедур, пов'язаних з доїнням.

Таким чином, молочна залоза є органом, контрольованим гормонами і підтримуваним поживними речовинами, що забезпечують виробництво молока. Проте молочна залоза – це орган, який також контролює свої власні функції і інші органи тіла. Деякі з цих контрольних систем активізуються доїнням, що підкреслює важливість способу стимулювання і дії на дійки під час машинного доїння.

Ефективне виведення молока – один з важливих моментів, пов'язаних з технікою і процедурами доїння. Воно впливає на надої. При цьому також виявляється дія на склад молока, зокрема на вміст жиру. Якщо фермерові платять залежно від вмісту жиру в молоці, важливо спорожнити вим'я якомога більш повно, оскільки остання порція молока має найвищий вміст жиру (рисунки 1.5). Вміст жиру в такому молоці може складати від 15 до 20%.

Важливе відкриття в області ефективності виведення молока полягає в тому, що молоко містить протеїн, який за допомогою негативного зворотного зв'язку впливає на секреторні клітки вимені. Цей інгібітор синтезується для виділення молока. З огляду на те, що він безпосередньо впливає на секреторні клітки, важливо спорожнити альвеоли якомога ретельніше.



**Рисунок 1.5 - Вміст жиру під час основного доїння і додоювання**

У експериментах, що проводяться на дійних козах, одна половина вимені спорожнялася повністю, а інша половина залишалася недоєною. Спорожнена молочна залоза відразу ж заповнювалася розчином сахарози, і в ній секреція молока продовжувалася, не дивлячись на високий тиск у вимені. І навпаки, в недоєній частині вимені секреція молока була сповільненою. Це спостереження підтверджує гіпотезу про те, що в молоці присутні інгібітори, що уповільнюють секрецію молока. Ефективне виведення молока важливе і з погляду здоров'я вимені. Проте прагнення максимальне спорожнити вим'я не означає, що ми повинні передоювати дійки, оскільки це може погіршити стан вимені і привести до маститу.

Обробка дійок після доїння є важливим заключним етапом процесу доїння. Обмочування дійок після доїння у відповідний розчин дезінфікуючого засобу ефективно запобігає проникненню класичних збудників маститу, які передаються під час або після доїння. Однак обробляти дійки доцільно тільки безпосередньо після зняття доїльного апарата (за ще відкритого дійкового каналу). Приготування

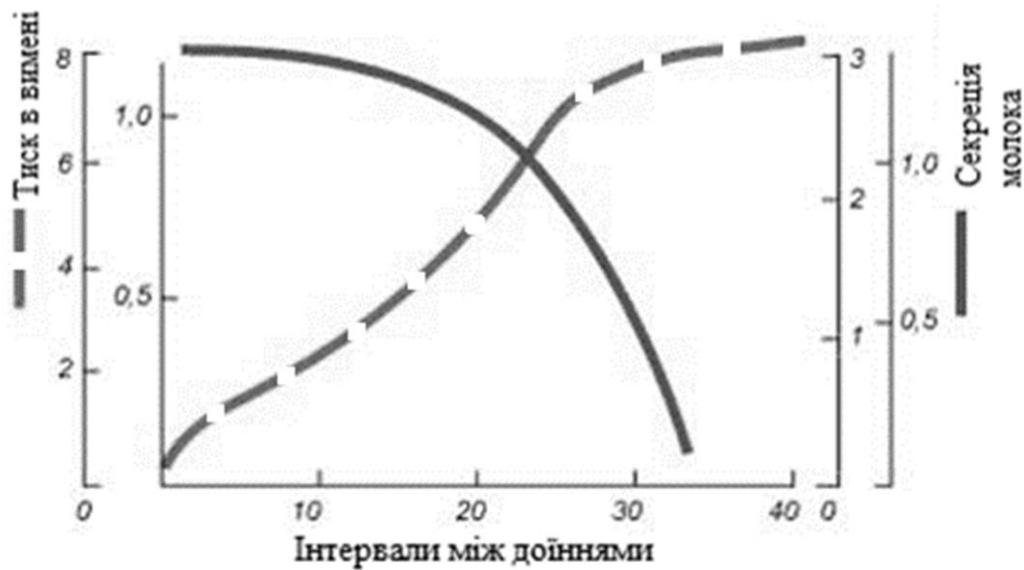


точних концентрацій розчинів для застосування також необхідне для досягнення оптимального ефекту захисту та догляду за шкірою (додавання компонентів для догляду за шкірою є обов'язковим для стандартних препаратів для дезінфекції дійок). Поряд із дезінфікуючою дією засоби, що утворюють захисну плівку, повинні містити компоненти, що доглядають за шкірою, і додатково захищати кінчик дійки повітряпроникною, але запобіжною від мікроорганізмів, захисною плівкою. Застосування цих препаратів у цілому можна оцінити позитивно, однак від оператора вимагається сумлінність під час очищення дійок перед доїнням. Застосування засобів, що утворюють захисну плівку, у разі недостатнього очищення дійок, може призвести до значного почастищення випадків виникнення маститу, що викликається збудниками, котрі знаходяться у довкіллі.

У різних країнах інтервали між доїннями істотно відрізняються. У більшості країн використовуються 8...16-годинні інтервали між доїннями, що пояснюється специфікою фермерської праці. На крупних фермах практикується 12...12-годинний режим доїння. Дванадцятигодинний інтервал є найбільш оптимальним і передбачає доїння двічі в день. Надої молока збільшуються на декілька відсотків при рівних інтервалах в порівнянні з нерівними інтервалами між доїннями.

Який механізм стоїть за цим явищем? Виділення молока починає зменшуватися через десять годин після останнього доїння, тоді як тиск у вимені росте. Через 35 годин після попереднього доїння процес секреції молока зупиняється (рисунок 1.6).

Зважаючи на сказане вище, витікає, що тиск у вимені є не єдиним чинником, регулюючим секрецію молока, – цю роль грають і інгібітори. Отже, для оптимізації виробництва молока необхідно брати до уваги тривалість інтервалів між доїннями.



**Рисунок 1.6 - Підвищення тиску усередині молочної залози і зменшення секретії молока при збільшенні інтервалів між доїннями**

Довгий час звичайною практикою в індустріальних країнах було доїння двічі в день, що, в основному, обумовлювалося специфікою фермерської праці. Проте в деяких країнах, де робоча сила стоїть відносно дешево, практикується частіше доїння. За останні десять років фермери знов перейшли на частіше доїння, особливо на високопродуктивних стадах. Перехід від дворазового доїння до триразового доїння значно збільшує виробництво молока. Опубліковані дані показують, що в цьому випадку надої збільшуються на 5...25% в день. Крім того, лактація стає тривалішою. Причиною підвищення надоїв при частіших доїннях може бути частіша дія гормонів, стимулюючих секретію молока, на молочну залозу. З іншого боку, молоко містить інгібітор, що впливає на секретію молока через негативний зворотний зв'язок. Отже, частіше видалення цього інгібітору сприяє підвищенню молоковиддачі. Цікаве те, що корови з маленьким вим'ям чутливіші до частоти доїнь. Чим менше цистерна, тим більше вплив частого виведення молока на секретію, і чим більше цистерна, тим менше залежність від частоти доїння.

Часте доїння має довгостроковий і короткостроковий ефект. Короткостроковий ефект полягає в підвищенні надоїв через активізацію діяльності секреторних клітин, а довгостроковий ефект полягає в підвищенні кількості молока, що синтезується у вимені, зважаючи на збільшення кількості секреторних клітин. Останнє підтверджує, що можливо впливати на кількість секреторних клітин вимені протягом періоду лактації, що у свою чергу впливає на об'єм отриманого молока.

Відомо, що стан вимені поліпшується при частіших доїннях. Проте слід зазначити, що при частих доїннях дійки отримують більше ранок, тріщин і пошкоджень. З іншого боку, при частішому доїнні частота інфікування вимені знижується, а рівень соматичних клітин в молоці має тенденцію до зменшення. Частіші доїння сприяють частішому вимиванню бактерій з молочної залози, що частково пояснює поліпшення стану вимені.

Частота доїнь впливає на споживання корму. Деякі експерименти показали, що збільшення молоковіддачі на 10...15% супроводжується збільшенням споживання корму всього на 3...5% (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Збільшення споживання сухої речовини (%) і молоковіддача (%) при триразовому і чотириразовому доїнні в порівнянні з дворазовим доїнням.

	Частота доїння		
	II	III	IV
Надої	100%	114%	115%
Споживання сухої речовини	100%	103%	104%

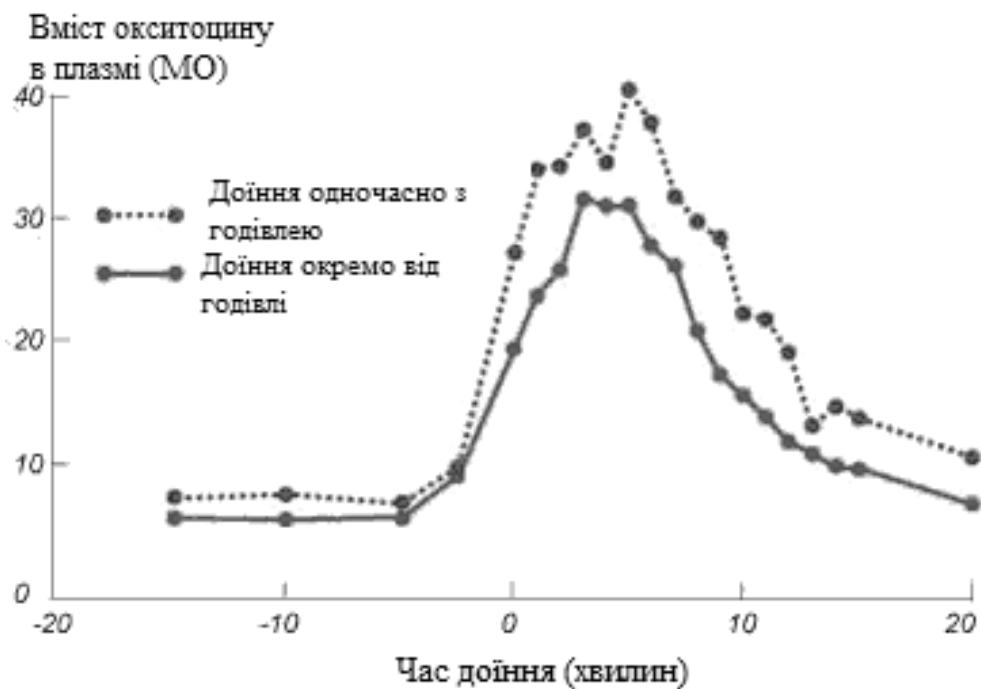
Було відмічено, що при частіших доїннях тварина використовує резерви організму більшою мірою, ніж при дворазовому доїнні. Також можливо, що метаболізм цих

тварин стає ефективнішим завдяки частій активізації ендокринної системи, що відповідає за нього. І дійсно, було відмічено, що гастроінтестинальні гормони активізуються під час доїння і що у моногастричних тварин гормон окситоцин, що відповідає за секрецію молока, бере участь в материнському метаболізмі.

Найважливішим позитивним чинником частого доїння корів є поліпшення стану здоров'я тварини. Було відмічено, що тварини з найвищою молоковіддачею не лягають протягом останніх декількох годин перед доїнням. Більш того, багато високопродуктивних тварин дають до 60 кг молока в день і дояться двічі в день з 8...16-годинним інтервалом. Це означає, що ці корови дають близько 40 кг молока під час уранішнього доїння. Корови, що мають таку кількість молока у вимені, мають величезний тиск усередині вимені, що, поза сумнівом, викликає у них дискомфорт. І дійсно, було відмічено, що високопродуктивні корови прагнуть доїтися частіше, ніж два або три рази на день, якщо вони мають таку можливість.

В цілому, як показують спостереження, частіші доїння сприяють підвищенню молоковіддачі у високопродуктивних корів, покращують їх здоров'я і самопочуття. Доїння частіше, ніж двічі в день більше відповідає звичайній поведінці і потребам корови, оскільки теля смокче вим'я 4...7 разів на день.

Для ефективного доїння іноді допомагає виконання дій, які викликають у корови позитивні емоції. Годівля під час доїння сприяє найбільш ефективному спорожненню вимені, вищому піку молоковіддачі і підвищенню молочної продуктивності. Згодовування концентрату під час доїння збільшує і продовжує виділення гормону окситоцину, що відповідає за доїння (рисунок 1.7).



**Рисунок 1.7 - Показник вмісту окситоцину в плазмі (МО), коли корів доїли і годували одночасно та доїли і поїли окремо протягом чотирьох послідовних днів**

Дотримання певної черговості доїння може допомогти захистити здорових корів від нових інфекцій з боку наявних у стаді корів із хронічно хворим вим'ям. Спочатку слід доїти здорових тварин а потім – хворих. Дотримання суворої черговості доїння за безприв'язного утримання й доїння в доїльному залі в будь-якому випадку неможливе. Проміжне промивання доїльних апаратів може сприяти певному зменшенню мікроорганізмів у доїльному апараті. Краще за все використовувати окремі доїльні апарати, хоча безсумнівно, це можливо тільки якщо відомі корови з хворим вим'ям.

Обов'язковим є використання окремих доїльних апаратів, якщо в доїльному залі доять тварин, оброблених препаратами, які можуть слугувати чинником появи інгібіторів у молоці. Із використанням окремих доїльних апаратів у будь-якому випадку необхідно стежити, щоб вони забезпечували однаково бережливе доїння, як і стандартні. Використання доїльних елементів, взятих зі старих

установок, особливо для хворих тварин, погіршує їх шанси на одужання.

З точки зору фізіології технологічні показники машинного доїння мають ключове значення: якість доїльних подразнень є основою ефективного виведення молока з вимені, що, у свою чергу, залежить від ретельності і послідовності переддоїльної обробки вимені, здоювання перших цівок вручну та ін. Слід також відмітити негативний вплив «холостого» доїння на ефективність процесу і молочну продуктивність корів, при якому з ряду причин цистерни дійки не заповнені молоком, тому в них створюється вакуум, що викликає больові подразнення. Систематичні порушення правил технології машинного доїння призводять до зниження продуктивності корів, захворювань вимені.

Відхилення від встановлених технологічних норм і правил експлуатації доїльного устаткування неминуче призводить до порушення функції молочної залози тварини. Порушення технології доїння зумовлюють втрати від кожної хворої корови за лактацію до 10–12 % річного надою молока.

Рівномірність розвитку часток вимені – одна з вимог, що висуваються сучасними технологіями до самих тварин. Різниця тривалості доїння часток вимені не повинна перевищувати 60 с, в іншому випадку корова вважається непридатною до машинного доїння.

Очевидно, що чим більше різниця в часі видоювання найшвидше і повільно видоюваних часток вимені, тим довше «холосте» доїння видоєних перших часток. Отже, ефективність машинного доїння корів залежить від поєднання морфологічного розвитку і функціональної активності часток вимені. З урахуванням яскраво вираженої нерівномірності розвитку часток вимені корів потрібне створення такого доїльного агрегату для промислового тваринництва, який виключав би шкідливу дію на дійки вимені тварин при завершенні їх доїння.

## **1.5 Проблематика якісного складу та властивостей молока**

Молочне скотарство є дуже важливою складовою ланкою усього сільськогосподарського виробництва. Результати його функціонування здійснюють значний вплив на розвиток багатьох галузей агропромислового підкомплексу. Від ситуації, що склалася у виробництві молока, залежить соціально-економічний розвиток держави в цілому.

Молоко, що надходить на переробку, повинно мати якісну характеристику, обумовлену складом, властивостями, харчовою, біологічною і енергетичною цінністю, та задовольняти вимогам, які висуваються до нього як до продукту харчування й сировини. Оцінка якості молока попереджає його втрати та підвищує дохідність виробництва тваринницької галузі. Якщо молоко використовують як безпосередній продукт харчування, то головними показниками, безумовно, є санітарно-гігієнічні та економічні. У разі застосування молока як сировини для молочної та харчової промисловості поряд із вищезазначеними показниками провідного значення набувають його фізико-хімічні та технологічні властивості.

Низька якість сировини породжує величезні втрати, компенсація яких потребує залучення додаткових трудових та матеріальних ресурсів, а також в значній мірі впливає на престиж підприємства й ефективність ведення молочної галузі. Тому сучасна промислова переробка молока, заснована на високотехнологічних процесах, висуває підвищені вимоги до якості та безпеки молока, яке використовується як сировина для виробництва широкого асортименту молочних продуктів, так як тільки з сировини належної якості можна отримати високоякісні молочні продукти та забезпечити їх конкурентоспроможність.

Якість молока неможливо поліпшити в процесі переробки, у кращому випадку воно може бути стабілізовано (призупинено або загальмовано його погіршення), тому система управління якістю молока повинна акцентувати увагу на технологічних процесах виробництва та його первинній обробці.

Досягнення високих результатів щодо поліпшення складу та якості молока забезпечується комплексним вирішенням проблем. Це – облік спадкових чинників (породна структура), систематичний контроль за станом здоров'я тварин у стаді, умовами годівлі та їх утримання, впровадження в технологію виробництва нових технічних засобів, ефективних прийомів доїння, первинної обробки, транспортування молока, санітарно-гігієнічного обслуговування доїльно-молочного обладнання, підвищення кваліфікації працівників комплексів.

Висока харчова цінність молока полягає в тому, що воно містить усі необхідні для людини поживні речовини (білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни і ін.) в добре збалансованих співвідношеннях. Дуже важливо, що складові частини цього продукту засвоюються майже повністю. Молоко сприяє також кращому засвоєнню поживних речовин, що потрапляють в організм з іншими продуктами харчування.

Хімічний склад коров'ячого молока непостійний і залежить від низки чинників: періоду лактації, породи, віку, раціону годівлі, умов утримання і доїння, стану здоров'я тварини та ін. Під впливом цих чинників змінюються фізико-хімічні, органолептичні, а також технологічні властивості молока.

Найбільшу питому частку (більше 85 %) в молоці займає вода, а на інші компоненти (білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні речовини та ін.), що входять до складу сухої речовини, доводиться лише 11–13%. Вміст основних



компонентів сухої речовини молока взаємозв'язаний. Так, кількість кальцію і фосфору корелює з вмістом казеїну, а кількість хлору залежить від концентрації лактози.

Молочний жир знаходиться в молоці у зваженому стані у вигляді найдрібніших ( $0,5^{-10}$ мкм) жирових кульок. Кількість і величина їх залежить від періоду лактації: на початку лактації кульок більше, але вони дрібніші, у кінці лактації кульок менше, натомість вони більші. У коров'ячому молоці залежно від породи, лактації і кормів може міститися від 2,7% до 7,0% жиру. За смаковими якостями, поживністю і біологічною цінністю він значно перевершує усі тваринні і рослинні жири.

Молочні білки, на відміну від білків іншого походження, містять усі амінокислоти (триптофан, метіонін, фенілаланін, лізин та ін.), необхідні для розвитку тварин і людини. Кількість і склад білків у молоці залежать від періоду лактації і раціону тварин. Чим більше в молоці білку, тим більше його поживна цінність. У коров'ячому молоці міститься в середньому 3,3% білків, найбільша їх частина припадає на частку казеїну.

Молочний цукор (лактоза) розчинений у воді у вигляді найдрібніших часток й відіграє істотну роль в технології виробництва молочних продуктів. У молоці його в середньому міститься 4,7%.

Мінеральних речовин в молоці в середньому 0,7 %. Найбільшу питому частку серед них займають солі кальцію, фосфору, натрію і калію. З мікроелементів у молоці містяться: цинк, кобальт, мідь, марганець, йод, залізо, алюміній, хром і інші.

У молоці містяться жиророзчинні й водорозчинні вітаміни. Перші переважають у молочному жирі, другі – у знежиреному молоці й молочній сироватці. До жиророзчинних вітамінів належать ретинол (вітамін А), кальциферол (вітамін D), токоферол (вітамін Е), філохінон

(вітамін К); до водорозчинних – тіамін (вітамін В<sub>1</sub>), рибофлавін (вітамін В<sub>2</sub>), піридоксин (вітамін В<sub>6</sub>), пантотенова кислота (вітамін В<sub>3</sub>), ціанкобаламін (вітамін В<sub>12</sub>), ніацин (вітамін РР), аскорбінова кислота (вітамін С), біоцин (вітамін Н).

Вміст сухого знежиреного молочного залишку – величина більш постійна, ніж вміст сухого залишку, і становить 8–9%. СЗМЗ є найбільш цінною складовою частиною молока і за нею судять про натуральність молока.

За даними фахової літератури вміст у молоці поживних речовин та їх склад значною мірою залежить від генетично обумовлених процесів синтезу та рівня надходження до молочної залози метаболітів-попередників їх синтезу. Поряд із цим низка показників якості молока залежить від технології його виробництва.

Особливу увагу щодо дотримання технології утримання, годівлі, доїння, обслуговування тварин та обладнання приділено в книзі-довіднику. У якій мірі ці чинники впливають на якість молока залишається питанням відкритим.

Іноді до складу молока можуть входити сторонні речовини, що не синтезуються в процесі нормального обміну речовин при секреції молока. Їх поява викликана використанням нових методів лікування тварин, хімізацією сільського господарства, а також забрудненням довкілля різними викидами. Нині розроблено методи їх контролю і встановлені гранично допустимі концентрації].

Молоко, отримане від здорових тварин, характеризується певними хімічними, фізичними, органолептичними і технологічними властивостями. Проте вони можуть різко різнитися на початку і кінці лактаційного періоду, змінюватися під впливом хвороб тварин, деяких видів кормів, при зберіганні молока в неохолодженому вигляді та при його фальсифікації.

Таким чином, за фізико-хімічними і органолептичними властивостями молока можна оцінити його натуральність і якість, тобто його придатність до промислової переробки.

Особливе значення надають термостійкості молока – здатності молочних білків не коагулювати при високотемпературній обробці. Ця властивість молока здійснює значний вплив на якість отриманої продукції.

Бактеріальне обсіменіння молока залежить і від ступеня його охолодження. Хоча молоко і має природну опірність хвороботворним бактеріям, тільки швидке охолодження до температури 4–6°C може зупинити їх ріст та розмноження.

Тривалість бактерицидної фази залежить від температури зберігання й первісної кількості мікрофлори. При зберіганні свіжовидоєного молока неохолодженим бактерицидна фаза триває 1–2 години, залежно від його первинного обсіменіння мікрофлорою. По закінченні бактерицидної фази в молоці за температури зберігання вище 10 °C розпочинається швидке розмноження мікрофлори, що призводить до підвищення титрованої кислотності, накопичення бактеріальних токсинів, які не знищуються при пастеризації, до появи ферментів бактеріального походження, що викликають вади молока, тощо.

Бактерицидність молока знижується з часом. Зниження відбувається тим швидше, чим більше в молоці бактерій і вища його температура.

Свіжовидоєне молоко має температуру близько 35–37°C. Щоб подовжити бактерицидну фазу, його необхідно профільтрувати та якомога швидше охолодити до 10°C. Охолоджуючись з початкової температури молоко проходить через значення оптимальних температур для самих різних груп мікроорганізмів. Як результат отримується оптимальне поживне середовище та оптимальна температура. За таких умов кількість деяких мікробів подвоюється кожні 20 хв.

У подовженні тривалості бактерицидної фази зацікавлені як виробники, так і переробники молока, оскільки від цього залежать його якість, а також якість вироблених із нього продуктів. Знижуючи температуру зберігання молока, можна подовжити його бактерицидну фазу на досить тривалий час за умови низького первинного обміненія мікрофлорою.

Значна кількість первинної мікрофлори у свіжовидоєному молоці скорочує бактерицидну фазу. Тому для збільшення її тривалості необхідно поліпшувати санітарно-гігієнічні умови виробництва молока в господарстві, очищати й охолоджувати його безпосередньо після доїння. Із закінченням бактерицидної фази розпочинається розмноження бактерій, яке відбувається тим швидше, чим вища температура зберігання молока. Якщо молоко зберігати за температури вище 10°C, то в перші години після бактерицидної фази в ньому з'являються різні бактерії – це фаза змішаної мікрофлори. До кінця цієї фази розвиваються в основному молочнокислі бактерії, у зв'язку з чим починає підвищуватись кислотність молока. У міру накопичення молочної кислоти інші бактерії, особливо гнильні, поступово відмирають, і настає фаза молочнокислих бактерій. Молоко при цьому зброджується.

При подальшому зберіганні молока зі збільшенням концентрації молочної кислоти пригнічується розвиток молочнокислих бактерій, і їх число розпочинає знижуватися. В першу чергу відмирають молочнокислі стрептококи. Надалі може спостерігатися ріст дріжджів і цвілі, яка використовує молочну кислоту й утворює лужні продукти розпаду білка; кислотність молока знижується, і знову в ньому можуть розвиватися гнильні бактерії.

У молоці, що зберігається за температури нижче 10°C, молочнокислі бактерії майже не розмножуються, що сприяє розвитку (хоча й повільному) бактерій, які розмножуються

при низьких температурах (частіше з родів *Pseudomonas* і *Achromobactos*) і викликають розкладання білків та жиру.

Вимоги при закупівлі молока-сирцю – є щоденною практичною необхідністю, що гарантує повноцінне харчування та здоров'я нації, закладає підґрунтя до здорового генофонду населення України.

Якість молока, згідно з ДСТУ 3662–97 та ДСТУ 3662:2015, визначається перш за все такими показниками як жирність, білковість, кислотність і щільність. Тобто поняття «висока якість молока» часто сприймається односторонньо, оскільки пов'язується передусім із вищенаведеними показниками, вміст яких у молоці залежить, головним чином, від генетичних ознак. Тому поліпшення якості молока шляхом підвищення їх вмісту є процесом тривалим і потребує систематичної цілеспрямованої племінної роботи.

Разом із цим, серед багатьох чинників, що впливають на якість молока й відповідно на його ціну вирішальну роль відіграють бактерії та соматичні клітини.

Зростання кількості соматичних клітин у молоці свідчить про збільшення числа лейкоцитів унаслідок запального процесу в молочній залозі. За даними дослідників рост соматичних клітин на 100 тис/мл призводить до зменшення надою корови на 0,5 л/день.

Тенденції зростання вимог до якості молока викликають необхідність вдосконалення процесів його отримання та перегляду низки наукових положень виробництва високоякісної продукції з одночасним переходом до більш жорстких регламентів визначення його якісних показників.

Отже, молоко є кінцевим продуктом для молочного скотарства і одночасно початковим матеріалом для молочної промисловості, тому подальше збільшення його виробництва в Україні вимагає особливої уваги до розв'язання проблем якості, яка багато в чому залежить від технології виробництва.

## **1.6 Чинники, що впливають на склад та властивості молока**

Сучасна технологія виробництва молока ґрунтується, переважно, на біологічних, інженерних та економічних знаннях. Якщо ці науки зумовлюють і визначають, що треба робити для одержання молока, то технологія, яка акумулює необхідні положення цих наук, а також надбаний практичний досвід, дає відповідь на питання, як потрібно діяти, щоб одержати молоко в процесі виробництва з найбільшою ефективністю.

Породний фактор є одним з основних показників якості молока. Корови чорно-рябої та голштинської порід дають молоко за комплексом технологічних характеристик (кислотність, якість білка тощо), яке більш доцільно використовувати при переробці на кисломолочні продукти.

Молоко корів різних порід різниться за масовою часткою жиру й розмірами жирових кульок, за масовою часткою білка, фракційним складом казеїну й розмірами казеїнових міцел. Особливе значення для технології виробництва продуктів, зокрема білкових, має співвідношення масових часток жиру й білка в молоці, що виражається в кількості грамів білка на 100 г жиру. Чим більше в молоці жиру, білка, лактози й пігментів, тим більш виражений колір і повний смак воно має за високої дисперсності білка й жиру.

Технологічні властивості молока змінюються з віком тварин. Корови середнього віку продукують молоко з кращими органолептичними показниками. При підвищенні числа лактацій в молоці зростає загальний вміст легких і неорганічних жирних кислот. У такому молоці найбільш імовірно окислення ліпідів і, як наслідок, погіршення органолептичних властивостей при зберіганні.

Вікові зміни складу молока визначаються, як правило, змінами в інтенсивності та спрямованості обміну речовин у тварин.

Протягом лактаційного періоду, що триває в середньому близько 300 днів, склад і властивості молока змінюються незначно. Масова частка жиру в першу половину лактації дещо знижується, потім знову зростає. Те ж саме відбувається із вмістом білка, лактози й мінеральних речовин, але в меншій мірі. Від стадії лактації залежить кількість лактонів, що відіграють важливу роль у створенні смаку й запаху молока після теплової обробки. За даними вчених, кількість  $\delta$ -оксикислот і  $\beta$ -кетокислот (попередники  $\delta$ -лактонів і метилкетонів) зменшується на початку і збільшується наприкінці лактації. У молоці, отриманому на початку лактації (2 місяці), швидко окисляються ліпіди, що пов'язано з більшим вмістом міді.

За 10...15 днів перед запуском корів властивості й склад молока знову відхиляються від норми. Воно набуває солонувато-гіркуватого смаку, масова частка жиру підвищується, жирові кульки стають дрібними, масова частка білків і мінеральних речовин трохи збільшується, а кислотність знижується до значень 5...6 °Т. Таке молоко є стародійним і його не приймають на переробку.

На склад молока і його синтез у молочній залозі впливають чинники, що пов'язані з годівлею тварин: недокорм, види й склад кормів тощо.

При недокормі на 30 %, порівняно з нормою, масова частка сухих речовин у молоці знижується на 0,7...0,9 %, у тому числі жиру – на 0,4 та білка – на 0,3 %.

Годівля тварин кормами, збалансованими за комплексом поживних, мінеральних та біологічно активних речовин, відповідно до їх живої маси, продуктивності та потреб, забезпечує не лише велику кількість молока, а й порівняно більший вміст у ньому жиру, сухих речовин,

білків та інших компонентів. Таке молоко приємне на смак, має свіжий запах та оптимальні фізико-механічні властивості.

Також певний вплив на склад й властивості молока здійснюють види кормів, проміжки між годівлею й доїнням, наявність й хімічний склад ароматичних і смакових речовин у кормах. Так, якість грубих й соковитих кормів, викликає зміни смаку й запаху молока. Вважають, що в молоці з кормовими вадами може міститися до 22 хімічних сполук, основними з яких є ацетон, бутанол, етанол, пропанол, ізопропанол і етилацетат. Найпоширенішими є силосні запах і смак молока. Небажані запах і смак силосу з'являються при його неправильному бродінні й обумовлені присутністю ефірів, спиртів, альдегідів і кетонів. На ступінь виразності силосних запаху й смак молока впливають вміст вологи в силосі, його доброякісність, вентиляція в приміщенні в момент годівлі.

Отримувати високі надії високоякісного молока від корів будь-яких порід можна лише за умови їх утримання у комфортних зоогігієнічних умовах. Переробка грубих кормів з високим рівнем клітковини у високоякісний біологічно повноцінний продукт (молоко) – вимагає від тварини значних фізичних сил. Визначено, наприклад, що у корови з середньою молочною продуктивністю для синтезу 1 л молока через молочну залозу повинно пройти до 500 л крові.

Велике значення у продуктивності корів відіграє мікроклімат приміщень. Для забезпечення оптимального перебігу процесів молокоутворення корів слід утримувати в теплому приміщенні (8...10 °С) з нормальною відносною вологістю повітря (70...75 %).

Слід зазначити, що добре освітлене приміщення та сонячне проміння позитивно впливають на процеси синтезу молока, і, навпаки, встановлено, що в корів, які перебувають у темному приміщенні, жирність молока дещо знижується.



Світло (інтенсивністю 150...200 люкс) стимулює вироблення печінкою гормону росту ІФР-1 (інсуліноподібний стимулятор росту-1).

Крім перерахованих вище чинників, на склад і властивості молока впливає пора року. Навесні й на початку літа в молоці зменшується масова частка сухих речовин, у тому числі казеїну, вільних амінокислот (валіну, лейцину, фенілаланіну тощо), зменшується розмір казеїнових міцел, підвищується кислотність. Навесні також знижується масова частка жиру, у тому числі вільних жирних кислот (до 84,8 мг/100 г жиру), вітамінів (біотину, РР, групи В та ін.), макро- і мікроелементів (Са, Мп, Со, Fe та ін.). Ці зміни призводять до погіршення органолептичних і технологічних показників, а також до зниження якості й виходу молочних продуктів, які вироблені з «весняного» молока. Восени й узимку в молоці міститься найбільша кількість білків і жирів, вища кислотність, з'являються більш виражені кормові вади смаку й запаху. Все це, в сукупності, пояснюється особливістю кормових раціонів у різні пори року, лактаційним періодом, умовами утримання корів тощо.

Ступінь гідромеханічної дії на такі найважливіші показники якості молока, як дисперсний склад і структура жирових частинок, залежить від швидкості й прискорення потоку, конфігурації та стану поверхні комунікацій. Гідромеханічна дія на жирові частинки в потоці рухомого молока обумовлена напругою зрушення, викликаного дією вихорів в турбулентному потоці.

Оскільки за своїм складом молоко є складною дисперсною системою, компоненти якої володіють різними властивостями, то під впливом значних інерційних сил, характерних для несталого режиму руху потоку, відбувається інтенсифікація взаємних зіткнень як повітряних бульбашок, що знаходяться в свіжовидоєному молоці, так і жирових частинок різних розмірів. У процесі

транспортування молокоповітряна суміш піддається інтенсивним механічним ударам, перемішуванню і супроводжується піноутворенням.

Сукупну дію перерахованих чинників змінює дисперсний стан жирової фази, утворюючи молочні зерна і шматочки жиру, що осідають на внутрішніх поверхнях труб. Процес утворення жирових агломератів при турбулентному режимі потоку молока, залежно від тривалості механічної дії відбувається при швидкостях вище 6 м/сек.

Видоєне молоко вже містить від декількох сотень до декількох тисяч бактерій в 1 мл. Бактерії потрапляють до нього безпосередньо в молочній залозі через дійковий канал – секреторне обсіменіння.

Молоко, отримане при доїнні, завжди піддається бактеріальному забрудненню з довкілля – постсекреторне обсіменіння. Рівень постсекреторного обсіменіння молока обумовлений умовами утримання корів, довкілля, в якому вони знаходяться, станом інвентарю, котрий контактує з молоком, а також залежить від дотримання гігієнічних норм і правил персоналом, що бере участь в отриманні й обробці молока.

Найважливішими джерелами бактеріального забруднення молока є шкіра вимені, волосяний покрив корови, повітря, руки й одяг обслуговуючого персоналу, а також доїльні ємності для зберігання та транспортування молока.

На всьому шляху від виробництва до споживача відбувається мікробне забруднення молока. Швидкість накопичення і динаміка розвитку певних видів мікроорганізмів залежить від санітарного стану потенційних джерел контамінації молока, умов його зберігання і, перш за все, від температурного чинника.

Якість молока і безпека його споживання значною мірою залежать від чистоти і стерильності доїльно-

молочного обладнання. Зміни в складі молока, обумовлені метаболічною активністю мікроорганізмів, як зазначають, характеризуються появою смакових і ароматичних речовин, зрушенням рН, зменшенням стабільності казеїну (знижена стабільність до тепла, спонтанне згортання), впливом на закваски.

Зміна вихідних властивостей молока як результат бактеріальних процесів можлива тільки при числі мікроорганізмів понад 200 тис. в 1 см<sup>3</sup> і чітко проявляється при числі мікроорганізмів більше 1 млн. в 1 см<sup>3</sup>. Отже, ключове значення має допустимий рівень різних груп мікроорганізмів у молоці.

На мікробну контамінацію впливає також рівень загального ветеринарно-санітарного стану ферми, гігієна шкіряного покриву тварин, особливо молочної залози, врешті, особиста гігієна персоналу, який бере участь у процесі отримання та переробки молока.

Таким чином, шляхи контамінації молока мікрофлорою – це все те, із чим воно контактує з моменту його отримання від тварини до моменту доставки споживачу в цільному або переробленому вигляді.

У зв'язку з цим виникає необхідність постійного запобігання зміні складу, властивостей молока та його мікробної контамінації на всьому шляху його проходження.

Тенденція світового розвитку інноваційних систем та технологій доїння високопродуктивних корів є наочним прикладом того, що передові технології відіграють вирішальну роль у виробництві високоякісного молока. Тому прийняття такої ж тенденції на теренах України є неминучим. Тож це питання є актуальним та перспективним напрямом, враховуючи динаміку розвитку молочного скотарства.

## **1.7 Вплив машинного доїння на захворюваність корів маститом**

Умовою ефективного виробництва молока є забезпечення високих надоїв гарної якості молока, що означає високу продуктивність здорових тварин, не страждаючих ніякими захворюваннями молочних залоз. Мастит є найбільш поширеним і дорогим в лікуванні захворюванням молочних корів.

Мастит – це запалення молочної залози, яке є складною реакцією організму, що виникає у відповідь на дію хвороботворних чинників й характеризується патологічними змінами як в тканинах, так і в секреті молочної залози.

Виникає мастит як результат впливу на організм тварини і безпосередньо на молочну залозу несприятливих чинників довкілля, а саме: охолодження, поранень, порушення стереотипу доїння, гіподинамії, мікробів, інтоксикації, порушення правил доїння та експлуатації доїльних апаратів.

На 100 корів зазвичай доводиться 20...100 клінічних випадків мастита в рік. Мають місце і субклінічні випадки, коли близько 5...35% чвертей вимені інфіковано патогенними бактеріями. Клінічний мастит буває достатньо легко виявити (рисунок 1.8).

Симптоми – згортання і зміна кольору молока, молочна залоза стає важкою, спостерігається її почервоніння і опухання, а у важких випадках у корови підвищується температура і пропадає апетит. Субклінічний мастит виявити важче, оскільки молоко і само вим'я здаються нормальними на вигляд, тоді як в молоці збільшується вміст соматичних клітин.

Мастит – це запалення молочної залози, яке може бути викликане бактерійною інфекцією або травмою.



**Рисунок 1.8 – Діагностика мастита: А – клінічний, В – субклінічний**

Зростання бактерій супроводжується виділенням метаболітів і токсинів, які активізують захисні механізми в організмі корови. Запалення викликає міграцію білих кров'яних кульок з периферійної системи кровообігу у вим'я. Вміст цих клітин в молоці зазвичай збільшується з 100 000 клітин/мл і менш на чверть вимені до декількох мільйонів. Зростання вмісту клітин супроводжується активізацією деяких молочних ферментів (рисунок 1.9).

Патологічні наслідки мастита – пошкодження тканин і зміна секреторної функції. Це приводить до зменшення молочної продуктивності і зміни складу молока.

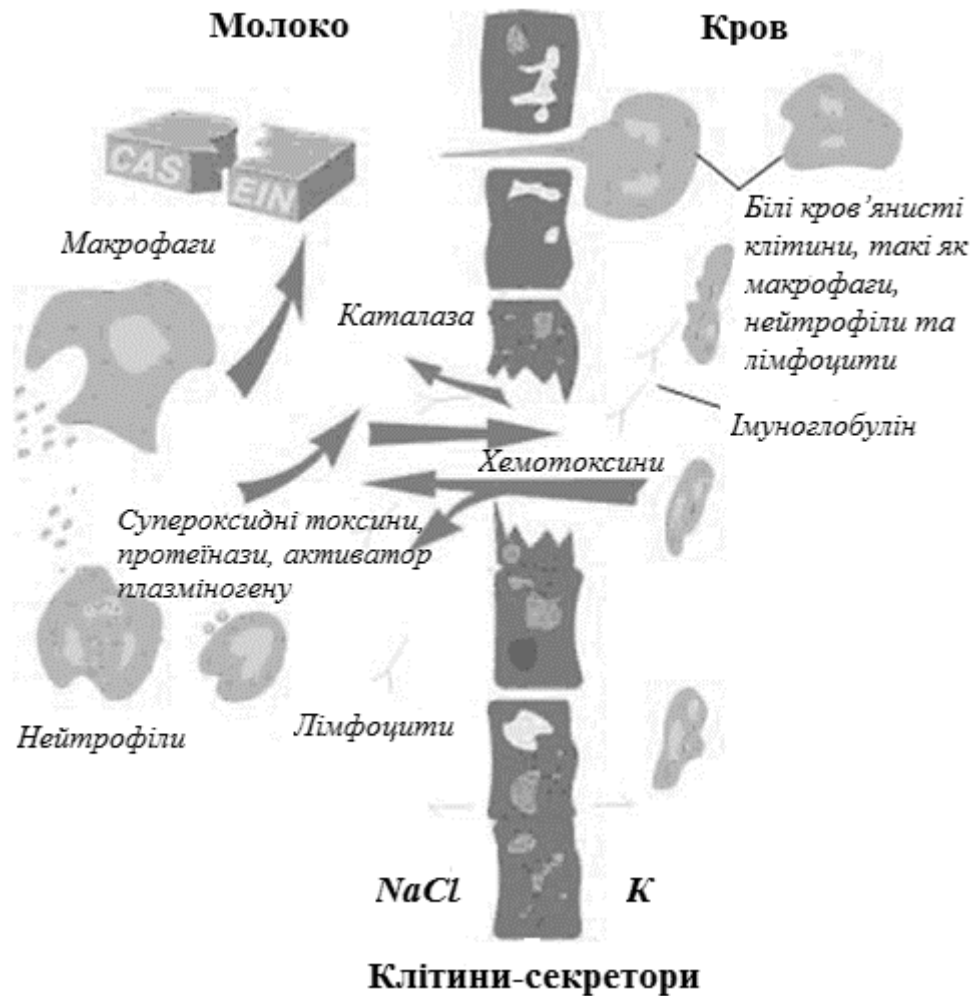


Рисунок 1.9 – Дія клітин-секреторів

Точно оцінити втрати в молочній продуктивності достатньо важко, оскільки неінфіковані чверті вимені зазвичай компенсують втрати, викликані хворобою інфікованої чверті. Механізм, регулюючий таку компенсацію, до цих пір не вивчений. Зміна складу молока пов'язана із зменшенням вмісту жиру і лактози, при цьому загальний рівень протеїну змінюється незначно, вміст сиропротеїнів збільшується, а вміст казеїну зменшується, що погіршує якість молока як сировини для виробництва сиру. Концентрація іонів в молоці збільшується, що приводить до збільшення його питомої провідності.

На думку деяких вчених захворюваність корів маститом досить часто обумовлюється застосуванням методів і заходів, що знижують природну резистентність організму.

Крім безпосередніх чинників, в етіології маститу ключове значення мають сприятливі умови: мікроклімат приміщення, конструкція стійл (бокси), вік тварин, стадія лактації, спадкова схильність, гормональний вплив, загальні захворювання тварин, порушення зоотехнічних норм годівлі, антисанітарні умови утримання корів, гігієна доїння, непридатність окремих тварин до машинного доїння та ін.

Особливе значення при виникненні маститу є мікробний чинник. При цьому мікроорганізми можуть бути безпосередньою причиною виникнення маститу або ускладнювати розвиваючі процеси у вимені, що виникають як результат впливу на молочну залозу несприятливих факторів довкілля. Запальний процес в молочній залозі призводить до пошкодження і руйнування клітин, що виробляють молоко, в наслідок чого порушується його секреція. Після того, як тварина перехворіє на мастит молочна продуктивність в наступній лактації не відновлюється майже у половини корів.

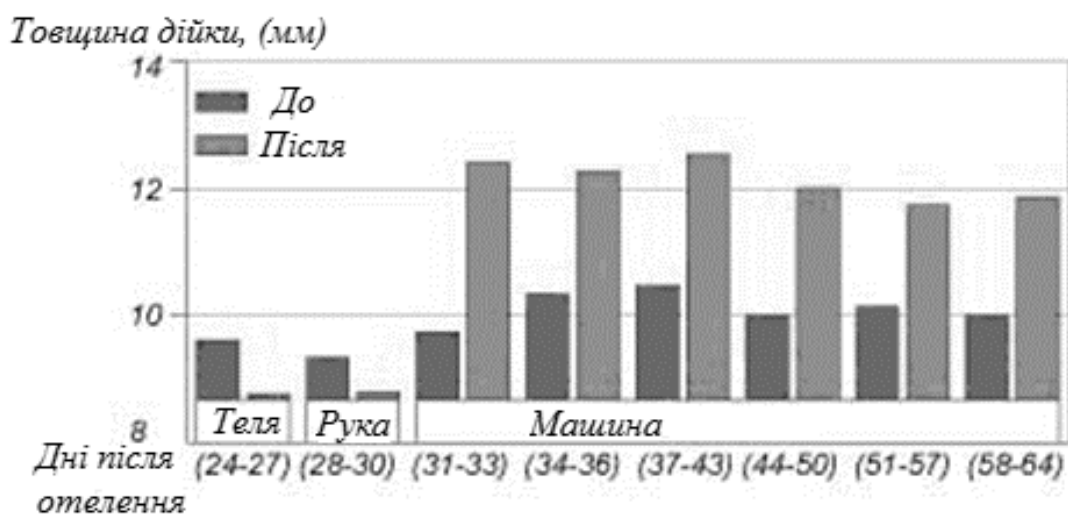
Мастит виникає у корів різної продуктивності і завдає значних економічних збитків виробникам молока за рахунок його недоотримання і зниження якості, передчасного вибракування корів, захворюваності новонароджених телят, значних витрат на лікування та ставить цю проблему в ряд найважливіших завдань сучасної науки.

Лабораторні дослідження, проведені Івашура А. І., свідчать про те, що молоко при маститі стає малоцінним харчовим продуктом, а часто й дуже небезпечним як для здоров'я молодняка тварин, так і людей. Крім того, воно не придатне для промислової переробки. У молоці, отриманому від хворих тварин, містяться речовини, які пригнічують розвиток молочнокислих бактерій. Тому кисломолочні

продукти, виготовлені з цього молока, характеризуються поганою якістю. Доведено, що кількість соматичних клітин у збірному молоці значно збільшується через потрапляння до нього молока корів, що хворіють на мастит.

Доїльний апарат може сприяти передачі патогенних мікробів від однієї корови до іншої і між чвертями вимені. Доїльний апарат також може викликати перенесення бактерій ззовні в синус дійки в результаті перепадів тиску в колекторі доїльного апарату. Більш того, коливання тиску в колекторі доїльного апарату можуть викликати перенесення і змішення молока в доїльних стаканах. Кінчики дійки можуть бути пошкоджені доїльним апаратом, що також приводить до розмноження бактерій. Дуже високий рівень вакууму, передоювання, неадекватна пульсація, недостатня або дуже коротка фаза масажу – чинники, які також приводять до можливого пошкодження дійок.

При розробці доїльного апарату важливо враховувати, що нові доїльні апарати не повинні негативно впливати на дійки. Метод оцінки стану дійок заснований на вимірюванні товщини дійки після доїння в порівнянні з її товщиною до доїння. Якщо доїння проведене правильно з погляду стану дійки, то товщина дійки після доїння не змінюється в порівнянні з її товщиною до доїння (рисунок 1.10).



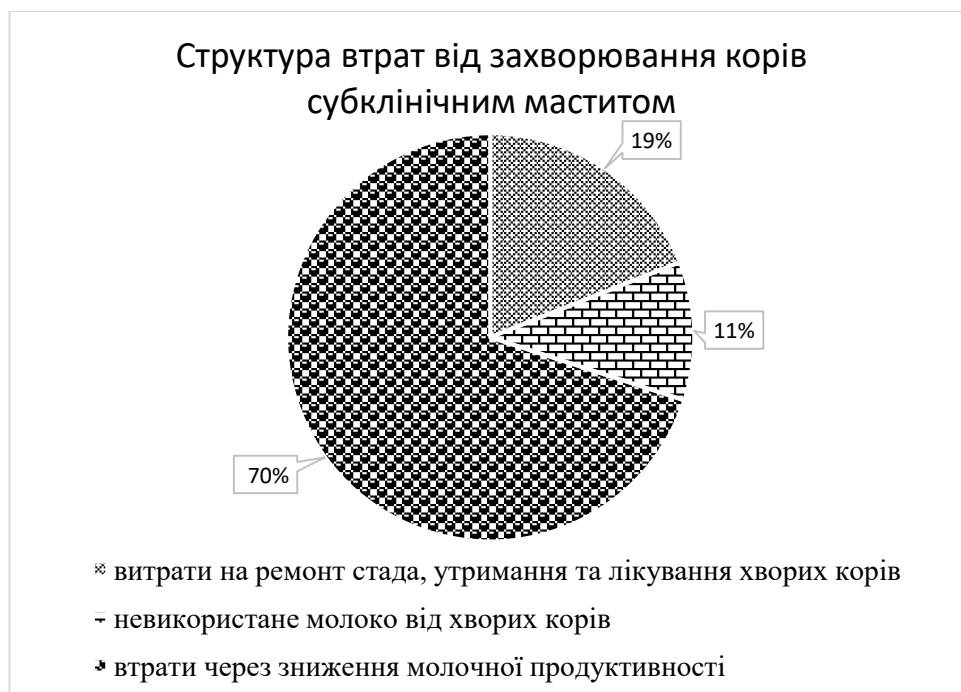
**Рисунок 1.10 – Вимірювання товщини кінчика дійки (кутіметр) до і одразу ж після доїння при різних методах доїння**



Клінічний і субклінічний мастит здійснюють значний негативний вплив не лише на загальний стан здоров'я молочних корів, але й на відповідність тварини сільськогосподарським задачам.

Втрата молока і прибутку через клінічний мастит очевидна – продуктивність різко спадає. Молоко від корів, що піддаються лікуванню антибіотиками, повинно вилучатися у відходи впродовж трьох-чотирьох діб. Проте, значно більше молока втрачається через субклінічний мастит, оскільки:

- переважна більшість випадків маститу є субклінічною (в середньому, на кожен клінічний випадок доводиться від 20 до 40 субклінічних);
- спад продуктивності через субклінічний мастит має тенденцію тривати впродовж тривалого часу і тим самим знижує надій від хворих корів та є чинником втрат матеріальних ресурсів (рисунок 1.11).



**Рисунок 1.11 – Структура витрат від захворювання корів субклінічним маститом**

Так, в структурі витрат від захворювання корів субклінічним маститом витрати на ремонт стада, утримання та лікування хворих корів становлять 19 %, невикористане молоко від хворих корів –11 % та втрати через зниження молочної продуктивності – 70 %.

Контроль за субклінічним маститом важливіший, ніж просто лікування клінічних випадків, оскільки:

- корови, що хворіють на субклінічний мастит, є носіями мікроорганізмів, що призводять до зараження інших корів;
- більшість клінічних випадків розпочинаються з субклінічного захворювання, тому боротьба з субклінічним маститом є кращим способом зменшити кількість клінічних випадків.

Зміни у складі молока (зменшення вмісту кальцію, фосфору, білку, жиру і зростання вмісту натрію і хлорину) погіршують його якість. До того ж, антибіотики, які використовуються при лікуванні маститу, є шкідливими для процесу переробки молока і для здоров'я споживачів.

Захворювання на мастит розпочинається, коли мікроорганізми проникають до стічного каналу і розмножуються в молочній залозі.

Сама дійка є першою лінією оборони організму проти бактерій у вимені. Зазвичай м'язи сфінктера щільно закривають протоку дійки, коли корова не доїться. Проникнення бактерій в дійку найчастіше відбувається під час доїння. Мікроорганізми, що знаходяться в молоці або на поверхні дійки, проштовхуються в її порожнину, якщо існує небажане проникнення повітря в доїльний вузол (зісковзування або підсос повітря апаратом чи зняття доїльного стакану до того, як буде відключений вакуум). Після доїння проток дійки залишається розширеним впродовж однієї-двох годин, але протока пошкодженої дійки може залишатися частково відкритою постійно. Мікроорганізми з доквілля (гній, підстилка тощо) або шкіри

та кінчиків дійок можуть легко проникнути в повністю або частково відкриту протоку.

У сучасних умовах ведення молочного скотарства однією з головних причин цього захворювання є неправильна експлуатація доїльних машин, що призводить до подразнення молочної залози.

Цхвітава О. К. встановив взаємозв'язок зміни вакууму з частотою виникнення нових випадків маститу. При цьому мікроорганізми легко проникають в дійковий канал. Найчастіше це відбувається як результат несправності обладнання: зміни швидкості повітряного потоку в вакуумі, ступеня вакууму, скручування шлангів.

Крім рівня вакууму в системі та режимі доїння особливе значення має якість дійкової гуми. Знос гуми відбувається як результат негативного впливу на неї молочного жиру, води, мийних засобів, сонячного світла, зміни температури. Дійкова гума в процесі експлуатації втрачає еластичність, в ній з'являються мікротріщини, які травмують дійку як наждачний папір. Больові відчуття (особливо в зоні її кінчика, де рецепторів на одиницю площі приблизно в 10 разів більше, ніж у основи) гальмують процес молоковиведення, збільшуючи при цьому час доїння. Стресові ситуації під час доїння призводять до гальмування дії окситоцину іншими гормонами, які виділяються організмом тварини у відповідь на больові відчуття. Окремі дослідники попереджають, що при використанні зношеної дійкової гуми втрачається до 5% надою. Як результат відбувається неповне видоювання корови і втрата до 12% жирності молока, так як альвеолярне молоко є самим жирним.

В процесі машинного доїння головка дійки розбухає на 30...40% і повертається в нормальний стан лише протягом півгодини. «Холосте» доїння видно відразу по зайвому розбуханням дійки. Досить набряклі головки дійок довго

повертаються в нормальний стан. У цей час бактеріям легко потрапити до дійкового каналу і через нього – всередину вимені.

Значний вплив на розвиток маститу в тварин здійснює недотримання вимог переддоїльної підготовки до машинного доїння, яке знижує молочну продуктивність на 27%, інтенсивність доїння на 16...40%. Збільшення тривалості «холостого» доїння корів підвищує ризик виникнення маститу до 20%, так як відбувається пошкодження тканин молочної залози. Неповне видоювання молока призводить до передчасного самозапуску тварини і знижує резистентність молочної залози до захворювання на мастит.

В процесі контролю за різними видами інфекції важливо враховувати джерела і шляхи поширення захворювання. Мікроорганізми, що викликають мастит, знаходяться в різних середовищах (гній, підстилка, шкіра тварини тощо). Загальна доглянутість корів і чистота приміщень, разом із ретельним наслідуванням процедур утримання – особливо при доїнні – є ефективним засобом контролю за поширенням маститу.

Вирішення проблем, пов'язаних з маститом в стаді, попередження нових інфекцій дає набагато більший ефект, ніж спроби лікування клінічних випадків. Навіть якщо період виникнення нових інфекцій зменшений, існуючі випадки інфекції, що проходять лікування, можуть бутивилікувані тільки з обмеженим успіхом.

Присутність в молоці певного рівня соматичних клітин цілком природно. Однак підвищена їх кількість свідчить про проблеми в дійному стаді. Якщо вим'я корів не інфіковано, то в молоці виявляються, в основному, дві перші групи клітин. При інфекційному маститі стрімко зростає кількість лейкоцитів. Отже, концентрація соматичних клітин безпосередньо залежить від стану молочної залози корів.

Відповідно до норм європейських стандартів допускається вміст соматичних клітин не більше 250 тис. в 1 см<sup>3</sup>, а згідно останнього вітчизняного стандарту – 500 тис. в 1 см<sup>3</sup>. Число менше 250 тис. в 1 см<sup>3</sup> говорить про здорове вим'я корови та про відсутність інфекцій.

Існує чітка залежність продуктивності корови від кількості соматичних клітин у молоці. Надої розпочинають знижуватись при порівняно невисокому рівні соматичних клітин і продовжують падати з ростом їх числа. При збільшенні соматичних клітин в два рази за 305 діб лактації втрачається 181 кг молока.

Більше 98% соматичних клітин, що знаходяться в молоці, є білими кров'яними тільцями, що потрапляють в молоко як результат реакції організму на вторгнення бактерій у вим'я. Коли молоко від усіх корів в стаді змішується, як наприклад в накопичувальній цистерні, число соматичних клітин в загальному зразку є хорошим індикатором поширеності маститу в стаді. Число соматичних клітин, що перевищує 200000 клітин/мл, вказує на наявність субклінічного маститу. Показник нижче 400000 клітин/мл є типовим для стад з належним утриманням корів, але з відсутністю спеціальних зусиль боротьби з маститом. У стад з ефективною програмою боротьби з маститом цей показник стійко знаходиться нижче 100000 клітин/мл. Для порівняння, число соматичних клітин, що перевищує 500000 клітин/мл, вказує на те, що одна третина усіх молочних залоз корів у стаді заражена, і втрати молока в наслідок субклінічного маститу становлять щонайменше 10 %.

Число соматичних клітин в загальному зразку не дає змоги виявити тип інфекції, а також ідентифікувати заражених корів. Проте, воно є хорошим інструментом для спостереження за поширеністю маститу в стаді впродовж певних інтервалів часу (по місяцях або по роках).

Для запобігання виникненню маститу дійки тварини мають бути вимиті і обсушені перед доїнням. Якщо молоко профільтроване, то присутність часток (осідання) у фільтрі вказує на недостатньо ретельне чищення дійки під час підготовки вимені або на погане дотримання гігієни при під'єднанні й знятті доїльного апарату.

Частота виникнення нових випадків інфекції може зменшитися більш ніж на 50%, якщо використовується відповідний дезінфікуючий засіб для повного занурення або обприскування дійок.

Діагностика субклінічних маститів в цей час полягає в зміні числа соматичних клітин в секреті вимені, які по суті представляють собою клітини тіла тварини: епітеліальні, макрофаги і нейтрофіли.

Боротьба з маститом – одна з найсерйозніших проблем в молочному скотарстві. Закордонні вчені впроваджують ефективну систему раннього виявлення захворювання вимені. При цьому використовують «принцип світлофора», який свідчить про наявність соматичних клітин (менше 200000 клітин) на ранній стадії розвитку захворювання. З їх точки зору, лікувати корів, хворих на мастит, вигідно, але легше запобігти захворюванню.

## **1.8 Інновації в управлінні якістю молока**

Якісне молоко має відповідати вимогам не лише за фізико-хімічними показниками: кислотністю, густиною, масовою часткою сухих речовин, білка, жиру, а перш за все, бути безпечним, тобто відповідати чинним вимогам щодо рівня обсіменіння мікроорганізмами, кількості соматичних клітин, гранично допустимих рівнів токсичних елементів, мікотоксинів, залишкових кількостей протимікробних препаратів, лікарських засобів та інших речовин.

Так, до небезпечних чинників при виробництві молока слід віднести хімічні, фізичні та біологічні.

Таким чином, правильно визначені контрольні точки під час одержання молока на фермах та комплексах промислового типу, є необхідною умовою організації контролю, що гарантує виробництво безпечної та якісної сировини. Від правильного визначення критичних контрольних точок (ККТ) залежить ефективність функціонування системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), оскільки неповний облік небезпечних чинників підвищує ризики виробництва небезпечної продукції, а зайві або неправильно встановлені ККТ несуть за собою додаткові затрати, які не впливають на якість продукції, що виробляється.

Тому для оперативного та достовірного встановлення та визначення ККТ на усьому етапі одержання молока необхідно проводити аналіз технологічного процесу, який здійснюється на фермах та молочних комплексах, що стане передумовою до розробки спеціальних заходів та засобів для забезпечення отримання високоякісного молока.

Критична контрольна точка – це етап, на якому можна застосовувати заходи контролю, і який є суттєвим для запобігання або усунення небезпечних чинників або для зменшення їх до прийняттого рівня. Всі можливі небезпечні чинники, які за умов відсутності належного контролю з великою часткою ймовірності можуть призвести до захворювань або ушкоджень корів, повинні бути розглянуті при встановленні ККТ.

Для критичних контрольних точок слід встановити: критерії ідентифікації – для небезпечних чинників; критерії допустимого (недопустимого) ризику – для контролю ознак ризику; допустимі межі – для застосовуваних попереджувальних впливів. Виявлення критичних контрольних точок у виробництві високоякісного молока для

усунення (мінімізації) ризику або можливості його появи, передбачає розгляд операцій виробництва, який може охоплювати усі технологічні операції, які здійснюються на фермах або молочних комплексах. Повне та точне визначення ККТ є основою для контролю небезпечних чинників. Інформація, яка зібрана протягом аналізу небезпечних чинників є суттєвою для визначення того, які етапи технологічного процесу є критичними точками контролю та як саме відбуватиметься контроль.

При оцінці ризиків і визначенні критичних контрольних точок під час виробництва молока на фермах та комплексах необхідно брати до уваги та враховувати опосередкований вплив ряду небезпечних чинників. Так, такий небезпечний біологічний чинник, як соматичні клітини, не впливає безпосередньо на здоров'я людини, проте є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів та визначає технологічну придатність молока – його якість та гатунковість.

Технологічний процес виробництва молока на фермі або промисловому комплексі включає такі основні технологічні етапи: формування технологічних груп, годівля, доїння, зберігання та транспортування молока, забезпечення належного санітарно-гігієнічного стану.

Всі ці етапи мають бути узгоджені як система заходів, що спрямовані на виробництво високоякісного молока.

Етап доїння складається з таких технологічних операцій як: підготовка приміщення до доїння, санітарна обробка доїльно-молочного обладнання, підготовка операторів до доїння, підготовка вимені корів до процесу доїння, під'єднання доїльних стаканів, процес видоювання, зняття доїльних стаканів, обробка дійок після доїння, миття та дезінфекція доїльного обладнання, приведення у належний санітарний стан приміщення.

На цьому етапі високий ступінь мають наступні ризики:



- забруднення молока мікроорганізмами, частинками корму, підстилки тощо;
- інфікування корів патогенною та умовно патогенною мікрофлорою;
- потрапляння у молоко залишків мийних та дезінфікуючих засобів.

Найпростішим, але досить важливим санітарно-гігієнічним показником якості молока, є визначення ступеня його чистоти, що прямо пропорційно впливає на бактеріальне обсіменіння та кислотність молока.

Критичні межі у процесі виробництва молока є величинами або характеристиками фізичного, хімічного чи біологічного характеру, які визначають межі між допустимим і недопустимим. Вони показують момент коли допустима (контрольована) ситуація переходить в недопустиму (неконтрольовану) стосовно безпеки кінцевого продукту.

Для оперативного та достовірного визначення та встановлення цих меж необхідно удосконалити та розробити технологічні методи.

Отже, будь-яка невідповідність молока критеріям, регламентованим чинними нормативними документами, вимагає негайного застосування коригуючих заходів на рівні ферми або молочного комплексу.

Якість молока неможливо поліпшити в процесі переробки, у кращому випадку воно може бути стабілізовано (призупинено або загальмовано його погіршення), тому система управління якістю молока повинна акцентувати увагу на технологічних процесах виробництва та його первинної обробки.

Досягнення високих результатів з поліпшення складу та якості молока, яке отримується від корів, забезпечується комплексним вирішенням проблем. Це – селекційно-генетичні чинники, систематичний контроль за станом

здоров'я тварин в стаді, умовами годівлі та їх утримання, впровадження в технологію виробництва нових технічних засобів, ефективних прийомів доїння, первинної обробки, транспортування молока, санітарно-гігієнічного обслуговування доїльно-молочного обладнання, підвищення кваліфікації працівників комплексів.

Подальший розвиток вітчизняного молочного скотарства та молочної промисловості буде залежати від того, наскільки оперативно буде в Україні освоєна система управління якістю виробництва та переробки молока на всіх етапах технологічної ланки: комплекс – завод – споживач.

Для виробників молока найбільш ефективною системою управління якістю продукції є система НАССР – аналіз ризиків та критичних контрольних точок (ККТ). Визначення ККТ дає змогу своєчасно виявляти чинники зниження якості показників та проводити коригувальні дії.

Крім того визначення ризиків включає оцінку вірогідності, потрапляння чи розповсюдження небезпечного агенту з точки зору санітарних та фіто-санітарних заходів, що можуть бути застосовані, а також оцінку пов'язаних із цим біологічних й економічних наслідків, або оцінку можливостей виникнення негативного впливу на здоров'я.

Критична контрольна точка (ККТ) – стадія виробництва продукції, на якій можливе здійснення контролю і яка має вирішальне значення для попередження або видалення небезпечного чиннику, чи зменшення його до допустимого рівня.

Нею може бути сировина, технологічна операція, процес. Якщо в певній точці технологічної лінії є висока вірогідність виникнення потенційної небезпеки, то така точка вважається критичною. Визначення ККТ складається з наступних елементів:

- виявлення небезпечних чинників, оцінка ступеня їх небезпечності та вірогідності виникнення;

- визначення критичних контрольних точок необхідних для контролю за виявленими небезпечними чинниками;
- визначення критичних меж в конкретній критичній контрольній точці;
- створення та впровадження системи моніторингу;
- усунення недоліків при перевищенні критичних меж;
- перевірка системи й проведення обліку.

Методика НАССР – це пряма логічна система контролю, що заснована на запобіганні небезпеки на всіх стадіях виробництва конкретного харчового продукту, розпочинаючи від сировини та закінчуючи реалізацією готової продукції.

Для кожної технологічної операції необхідно виявити небезпечні чинники, які можуть загрожувати безпеці продукції, і забезпечити управління процесами, що дає змогу виключити вплив цих чинників. За останній час система НАССР набула значного поширення на міжнародному рівні, і нині у багатьох країнах бачать в її реалізації спосіб вирішення проблем безпеки та якості харчових продуктів. Як результат порушення правил техніки отримання та первинної обробки й транспортування молока, в ньому можуть з'являтися різні вади, обумовлені причинами кормового, бактеріального, технічного, технологічного та фізико-хімічного походження. До переробки така сировина непридатна, і з такого молока неможливо виробити продукти високої якості.

Якість молока формується в процесі загального технологічного процесу, розпочинаючи з кормів та закінчуючи реалізацією молока, тому систему якості НАССР в технології виробництва молока господарств необхідно розділити на наступні етапи: заготівля, зберігання кормів та повноцінна годівля корів, створення комфортних умов їх утримання, підготовчі роботи перед доїнням, процес доїння та подальший шлях прямування молока – очищення,

охолодження, зберігання та транспортування на переробні підприємства.

В останні роки інтенсивно розробляються нові концепції ефективного контролю якості та безпеки продовольчої сировини та харчових продуктів. На сьогоднішній день вітчизняні виробники молока для забезпечення конкурентоспроможності на внутрішньому ринку та для виходу на міжнародний ринок повинні забезпечувати якість та безпеку продукції, надавати переконливі докази цього та вміти продемонструвати наявність та виконання процедур моніторингу спрямованих на попередження небезпек.

На сучасному етапі функціонування молочних комплексів поставлені високі вимоги щодо виробництва молока належної якості, що вимагає від господарств постійного удосконалення матеріальної бази, своєчасної заміни та модернізації морально застарілого та фізично спрацьованого обладнання, впровадження нових технологій, інтеграції виробничих процесів, підвищення рівня кваліфікації працівників тощо.

При забезпеченні виробництва якісного і безпечного молока на фермах та комплексах промислового типу вимогою є удосконалення та створення на основі принципів НАССР інноваційних технологічних систем та методів. Застосування цих розробок передбачає реалізацію комплексного підходу до виробництва високоякісного молока з необхідними біологічними та технологічними властивостями.

## **1.9 Аналіз технологій очищення доїльно-молочного обладнання**

Молоко, отримане в умовах недотримання санітарних режимів виробництва, окрім підвищеного бактеріального

обсіменіння, буде мати дуже низьку ступінь механічної чистоти. Як результат активної життєдіяльності мікрофлори, яка виділяє молочну кислоту, кислотність такої сировини при зберіганні різко підвищується. Щільність молока в цьому випадку знижується у зв'язку з переходом частини більш щільного молочного цукру в менш щільну молочну кислоту. Отже, молоко, яке отримане при недотриманні санітарно-гігієнічних режимів виробництва, не може відповідати вимогам ні за одним з показників, які висуваються переробними підприємствами до високоякісної сировини.

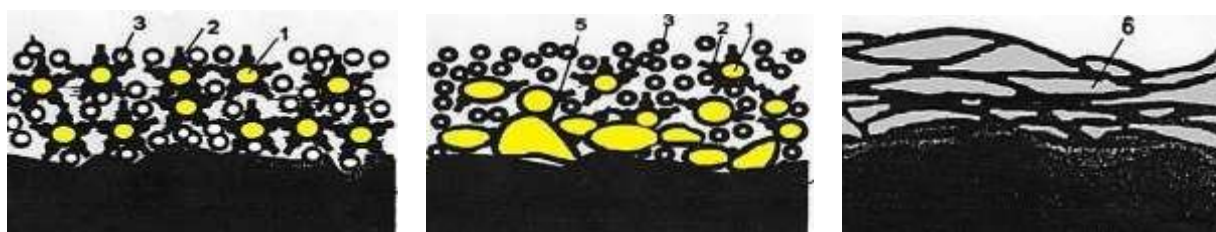
Санітарно-гігієнічна якість виробництва молока – комплексна проблема, яка визначається рядом чинників, які об'єднуються поняттям «технологія та культура виробництва». Однак, можна виділити чинник, який має домінуючий вплив на якість – це санітарно-гігієнічний стан доїльного обладнання.

Забруднюється доїльно-молочне обладнання, переважно, жиром та білком молока. Жир не тільки міцно утримується на поверхні, але й сприяє приклеюванню білкових та мінеральних частинок молока. Утримання забруднення на обладнанні залежить також від матеріалів, з яких воно виготовлене, та якості обробки поверхні. Триваліше забруднення утримується на обладнанні з алюмінію та пластмаси, менше – на склі та нержавіючій сталі. У матеріалів із гладкою поверхнею щеплення з частками забруднення найменше, у пористих та шорсткуватих – найбільше. Залишки жиру легко адсорбуються гумовими деталями обладнання, і якщо жир своєчасно не видалити, він легко проникає через пори вглиб деталей і вони втрачають еластичність та тріскаються.

На цей час вивчені та розроблені класичні основи теорії адгезії і змочування: природа адгезійної взаємодії, залежність адгезії від властивостей контактуючих твердих

поверхонь, параметри, що характеризують ці процеси, й деякі інші явища в простих рідких середовищах. Однак натуральне молоко – це складна рідка полідисперсна система, що містить безліч взаємопов'язаних структурних утворень у вигляді жирових кульок різних розмірностей, молочних тілець, білків, колоїдних частинок та йонів розчинних солей.

Механізм адгезії та утворення молочних забруднень можна представити у вигляді схеми, розробленої і запропонованої професором Дегтярьовим Г. П. (рисунок 1.12).



Адгезійно-пов'язані забруднення

Адсорбційно-пов'язані забруднення

Міцно (глибинно) пов'язані забруднення

1 – жирові кульки; 2 – білково-ліпідна оболонка; 3 – молекули води;  
4 – поверхня обладнання; 5 – точка злипання жирових кульок;  
6 – молочний камінь.

**Рисунок 1.12 – Види забруднення на доїльно-молочному обладнанні**

На процеси утворення «молочного каменю» негативний вплив здійснюють мінеральні солі жорсткості як в самому молоці, так і в воді, яка використовується для санітарного догляду за доїльно-молочним обладнанням.

«Молочний камінь» є осередком постійного розмноження шкідливих мікроорганізмів, служить чинником передчасного старіння та руйнування діркової гуми, що створює «наждачний» ефект хворобливого механічного впливу на дійки корів під час доїння, що в свою чергу призводить до маститу.

За недбалого та нерегулярного промивання доїльних установок та молочного обладнання забруднення постійно накопичуються та утримуються на стільки міцно, що відмити їх без спеціальних засобів неможливо.

Забезпечити задовільний санітарно-гігієнічний стан доїльних установок вкрай важко. Значна кількість з'єднань між трубами молокопроводів, їх малий діаметр, віддаленість молокоприймача від доїльних апаратів в ланцюгу транспортування молока, різкі вигини профілю молокопроводу, застосування пластикових та гумових з'єднувальних труб, доступ повітря в замкнену систему доїння та транспортування сировини, недостатній об'єм приймальної камери колектора, сильний гідродинамічний вплив на молоко в процесі транспортування по молокопроводу, відсутність автомату промивання охолоджувального танку та багато інших чинників сприяють інтенсивному утворенню важковидалежого забруднення.

Ще у 1959 році інженер-хімік компанії «Henkel» доктор Герберт Зіннер сформулював основні принципи очищення поверхні від забруднення. Ця теорія полягає в тому, що ефективно вирішення будь-якого завдання з очищення залежить від правильного комбінування 4-х чинників: хімія, час, температура, механічний вплив.

Суть полягає в тому, що в процесі миття на забруднення діє 4 чинника:

- кінетична енергія турбулентного потоку води (швидкість та спосіб руху рідини – механічний вплив);
- термічна енергія, що передається за допомогою води як теплоносії (температура розчину);
- хімічна енергія розчиненої у воді мийної речовини (концентрація мийного розчину);
- час впливу на забруднення (тривалість циклу промивання).

Ефективність промивання можлива за такої швидкості течії мийного розчину, яка достатня для відриву та виносу потоком частинок забруднення. Величина швидкості, необхідної для відриву частинок, залежить від їх розмірів, щільності та форми, від шорсткості поверхні, яка піддається очищенню, від якості мийної рідини, величини розрідження, гідравлічних параметрів ліній тощо. За необґрунтовано значної швидкості руху рідини збільшуються енергетичні затрати на перекачування розчину.

Разом із цим, щоб досягти максимального результату миття, використовують щітки різних моделей.

Слід зазначити, що відносно швидкості руху мийного розчину, який би відповідав найбільш ефективному промиванню молокопроводів, єдиної думки немає.

З метою інтенсифікації перемішування розчину, що здійснює значний вплив на швидкість видалення забруднень, пропонується встановлювати в молокопроводі спеціальні дросельні шайби. На інтенсивність перемішування мийного розчину, а отже, і якість промивання, здійснюють ефективний вплив створювані різними пристроями пульсації потоку.

Провідне значення для ефективного промивання системи мають режими циркуляції рідини. Спеціальними дослідженнями Маневич Б. В. та Матвеева В. Ю. доведено, що висока якість очищення може бути досягнута при розвиненому турбулентному режимі течії мийної рідини з великими швидкостями, оскільки в цьому випадку створюються найбільш сприятливі умови для механічної дії потоку на частинки забруднення.

За даними окремих дослідників, якість промивання молокопроводів доїльних установок прямопропорційна температурі мийного розчину. При підвищенні температури зростає фізико-хімічна активність мийного розчину, також знижується енергія адгезії на границі розділу фаз (мийний



розчин – забруднення), знижується кінематична його в'язкість, тому збільшується турбулентність. Також відмічається, що підвищення температури вище 60 °С не викликає помітного збільшення мийних властивостей, тому температурний режим промивання близький до цього значення. Звичайно, що температура в різних точках молокопроводу неоднакова, змінюється в міру проходження гарячого розчину через нього. Якщо систему замкнути і надходження тепла зовні не відбувається, то циркулюючий розчин поступово охолоджується, а ефективність промивання знижується.

Проте у будь-якому випадку можна сказати, що температурний режим прямопропорційний температурі, об'єму розчину, що надходить і температурі довкілля та оберненопропорційний довжині молокопроводу.

Думка дослідників щодо температурного режиму при промиванні доїльних установок розділилась. Так дослідники вважають, що ефективно промивання можливе при температурі розчину не нижче 85°C. Березуцкий В. І. та Жмирко А. М. відмічають, що промивання повинно здійснюватися при температурі розчину 70...80°C.

Деякі зарубіжні фірми, що займаються виробництвом доїльних установок, рекомендують здійснювати очищення молокопроводів розчинами з температурою не нижче 77 °С.

Водночас дослідниками було встановлено, що зі збільшенням часу промивання якість очищення покращується. Доведено, що циркуляційне промивання молокопровідних систем за наявності значної кількості деталей та вузлів з алюмінію повинно тривати від 10 хв до 20 хв. Поряд із цим зарубіжні фірми-виробники доїльно-молочного обладнання рекомендують час обробки в діапазоні 5...30 хв.

Під час технологічного процесу промивання обладнання, якщо скорочується вплив будь-якого

зазначеного чинника, то обов'язково повинен збільшитись вплив іншого. Наприклад, якщо зменшується концентрація мийного засобу, то необхідно компенсувати це збільшенням часу впливу або температури, і, навпаки.

Кардинальним способом підтримки необхідного санітарно-гігієнічного стану доїльно-молочного устаткування є застосування високоефективних засобів санітарної обробки. Санітарні засоби за своїм призначенням можна розподілити на чотири основні групи: мийні, дезінфікуючі, мийно-дезінфікуючі та кислоти.

Для санітарної обробки доїльних апаратів, молокопроводів та іншого технологічного доїльно-молочного обладнання все більш широко використовують препарати, які мають одночасно мийні і дезінфікуючі властивості.

Використання хімічних засобів різного типу залежить від методу промивання. Дезінфекція може проводитись спеціальними засобами як окрема операція, або об'єднуватись з циркуляційним промиванням, якщо використовуються комплексні мийні засоби. Кислота може також використовуватись як дезінфікуючий засіб.

На сучасному етапі розроблені високоефективні мийні, мийно-дезінфікуючі засоби і режими їх використання для санітарної обробки всього комплексу молочного обладнання.

Увагу заслуговують синтетичні мийні засоби. Високими мийними властивостями володіють препарат «Тріас-А» у концентрації 0,3...1,0%, засіб

«Вімол» у концентрації 0,5 % за температури 40...45°C для ручного способу і 0,3% за температури 60–65°C та експозиції 5...7 хв для циркуляційного способу мийки, «Мойтар» 0,8...1,0% за температури не нижче 55°C, «Фарфорин» – 0,3...0,5% при 40...45°C. Препарат «Вільва» рекомендують застосовувати у концентрації 0,1...0,2% за експозиції 5 хв. Розчини мийних засобів «РАМ-1» і «РАМ-2»

застосовують у концентрації 0,1...0,3 % за температури 40–60°C за експозиції 5 хв. Препарат «ЧМ-3» ефективний у концентрації 0,1 % за температури 40...60°C та експозиції 5 хв.

Як мийні засоби використовують синтетичні порошки А, Б і В. До універсальних препаратів для обробки молочного обладнання відносять «Дезмол», який рекомендують застосовувати у концентрації 1,8...2,3% за температури робочих розчинів 40...56°C та експозиції 5 хв. Засіб «Посудомой-2» ефективний у концентрації 1,7...1,8% за температури 40...55°C та експозиції 5 хв. Засіб «Збруч» застосовують у концентрації 0,7...0,8% за температури 40...55°C протягом 5 хв. Засіб «Сульфохлорантин» використовують у концентрації 0,2... 0,3% за температури 40...55°C та експозиції 5 хв. Засіб «Хлораніл-2» рекомендують застосовувати у 0,6...0,7 % розведенні за температури до 55 °C та експозиції 5 хв.

Ефективним мийно-дезінфікуючим препаратом є засіб «Степурін». Він активний у концентрації 0,1...0,25 % гарячих розчинів, що забезпечує високу ступінь чистоти доїльного обладнання і якість отриманого молока.

Порошок «ДПМ» рекомендований у концентрації 2,3...2,8 % за температури 40...55 °C і експозиції 5 хв. Використання засобу «ДПМ-2» для санітарної обробки переносних доїльних апаратів і молочного посуду у вигляді гарячих 0,5 % і холодних 1,0 % розчинів забезпечує високий рівень чистоти робочих поверхонь.

Обробка доїльного обладнання 0,25 % розчином засобу «Сандим-СЩ» з наступною дезінфекцією 0,3 % розчином «Сандим-Д» дає змогу знизити його мікробну контамінацію до 1,2 % від початкового рівня.

До комплексних сполук, що володіють бактерицидними та мийними властивостями відносять четвертинні амонієві сполуки. Найрозповсюдженішими сполуками, що володіють

як бактерицидними, так і мийними властивостями, є солі чотирьохзаміщених амонієвих сполук. Вони входять до складу більшості сучасних дезінфікуючих препаратів («Септодор», «Мікробак форте», «Біоклін», «Глутарпін»).

Проблемою при промиванні молочного обладнання є видалення «молочного каменю». З цією метою широко застосовують лужні та кислотні препарати. Активним в цьому плані є «Дезамін» у концентрації 0,5 %.

Відмічено, що застосування розчинів синтетичних мийно-дезінфікуючих засобів зумовлює виникнення корозії металів, з яких виготовлене обладнання. Так, для санітарної обробки доїльних установок і молочної посуду з алюмінію неможна застосовувати кальциновану соду, а за температури 20 °С і препарати СХА-М-1 і СХА-М-2.

Як правило, потенційно-патогенні і сапрофітні мікроорганізми більш стійкіші до дії дезінфекційних та мийно-дезінфекційних засобів, ніж патогенні мікроорганізми. Хлорактивні дезінфекційні засоби першого (хлорне вапно) і третього (хлорантоїн) поколінь пригнічують розвиток культури *Escherichia coli* у концентрації, відповідно 0,1 і 0,001%, культури *Leuconostoc mextranicum* у концентрації відповідно 0,2...0,01%. Аналогічним чином для пригнічення розвитку культури *Pediococcus damnosus* розчинами дезінфекційних засобів з групи пероксид'єднань потрібні більш високі концентрації, ніж для пригнічення росту культури *Escherichia coli*. Крім того, для санітарної обробки технологічного обладнання використовують менш тривалі експозиції (зазвичай від 10 хв до 30 хв).

На цей час існують різні системи і способи очищення та миття доїльно-молочного устаткування.

Миття і дезінфекцію доїльно-молочного устаткування можна здійснювати з повним і частковим його розбиранням, а також без розбирання. За кратністю пропускання мийно-дезінфікуючих засобів розрізняють проточні й циркуляційні

системи миття. Останні забезпечують зниження питомих витрат води, пари, електроенергії, витрати мийних і дезінфікуючих засобів.

Для санітарної обробки технологічного устаткування і молокопроводів застосовують багатоканальні централізовані і цехові системи, а також локальні установки, які працюють за принципом децентралізації системи миття.

Залежно від виду устаткування, а також оснащення допоміжними технічними засобами, санітарну обробку здійснюють вручну, напівавтоматично і автоматично.

Вручну санітарну обробку проводять при періодичному догляді за доїльними апаратами, а також при повсякденному очищенні посуду й різного інвентарю, механізувати обробку яких або неможливо, або економічно недоцільно.

Напівавтоматичний спосіб промивання застосовують виключно для обробки переносних доїльних апаратів. Він полягає у просмоктуванні, під дією вакууму, мийних і дезінфікуючих розчинів.

Автоматичний спосіб застосовують для обробки переносних доїльних апаратів і різних доїльних установок. Обробку здійснюють за допомогою спеціальних пристроїв, що забезпечує циркуляцію розчинів санітарних засобів впродовж необхідного проміжку часу.

## РОЗДІЛ 2 МЕХАНІЗАЦІЯ ДОЇННЯ КОРІВ

---

### 2.1 Технологічна система машинного доїння

Найголовнішим завданням молочного господарства є забезпечення людини молоком і молочними продуктами. Людина почала конкурувати з телятами за молоко щонайменше, як за 9000 років до н.е. Гіппократ рекомендував молоко як лікувальний засіб і ліки за 400 років до н.е. До винаходу грошей стан і багатство людини визначався поголів'ям його худоби. На перших введених в обіг грошах була вигравійована корова. Навіть сьогодні в деяких країнах на грошах зображена корова.

Серед процесів по обслуговуванню тварин на фермі особливе місце має доїння корів. Доїльна машина безпосередньо взаємодіє з організмом корови, з її складною рефлекторно-секреторною системою. Від того, наскільки доїльне устаткування враховує фізіологічні особливості організму тварини, наскільки своєчасно і оперативно проводяться операції доїння корови, можна судити про рівень технологічної і технічної культури на фермі.

В умовах жорсткої конкуренції товаровиробників молока зростає роль виробничо-технічних і технологічних чинників, підвищуються вимоги до кадрового забезпечення ферм, їх теоретичної і практичної підготовки. Тому без знання сучасного устаткування для доїння корів, без високої кваліфікації обслуговуючого персоналу неможливе виробництво конкурентоспроможної продукції.

Виробництво молока на тваринницьких фермах у значній мірі залежить від ефективності функціонування технологічної системи машинного доїння корів, що включає тварин, доїльну установку, обслуговуючий персонал (доярів-операторів і інших працівників, що впливають на процес

машинного доїння). Ефективність функціонування системи залежить від своєчасного і якісного виконання технологічних операцій операторами, від типу, конструкції, параметрів і режимів роботи доїльної установки, її вузлів і систем, від своєчасного і якісного виконання слюсарями контрольних і обслуговуючих операцій стосовно доїльної установки.

Основною ланкою в технологічній системі є тварина, на яку впливає підсистема «людина-машина» з метою отримання молока. Підсистема «людина-машина» повинна відповідати наступним основним вимогам:

- викликати у тварин повноцінний рефлекс молоковіддачі;
- видоювати припущене молоко;
- підтримувати рефлекс в процесі доїння;
- сприяти роздоюванню тварин;
- не травмувати вим'я тварин.

Від кожної тварини при певному способі утримання можна отримати потенційно можливу продуктивність за умови видоювання за технологією машинного доїння на працездатній доїльній установці. Фактично отримувана кількість молока, через різні відхилення в технології доїння і відхилення параметрів доїльної установки, завжди менше. Втрати молока за різних причин можуть доходити до 35% і більше.

Втрати молока через машинне доїння можуть відбуватися за технологічними чи технічними причинами.

*Втрати молока за технологічними причинами* підрозділяються на втрати через неякісне виконання оператором технологічних операцій і через несвоєчасність їх виконання. Основними причинами цих втрат є перевантаження і низька кваліфікація оператора. Для їх зниження необхідно забезпечувати оптимальне навантаження і підвищення кваліфікації оператора.

*Втрати молока за технічними причинами* можна підрозділити на втрати через відмови техніки і через невідповідність функціональних можливостей машини фізіологічним вимогам тварини. Для зниження цих втрат необхідно розробляти техніку, що відповідає фізіології тварини, з обґрунтованою надійністю, забезпечувати її раціональне технічне обслуговування і ремонт (з контролем і діагностикою параметрів і режимів роботи техніки).

## **2.2 Фізіологічні основи машинного доїння корів**

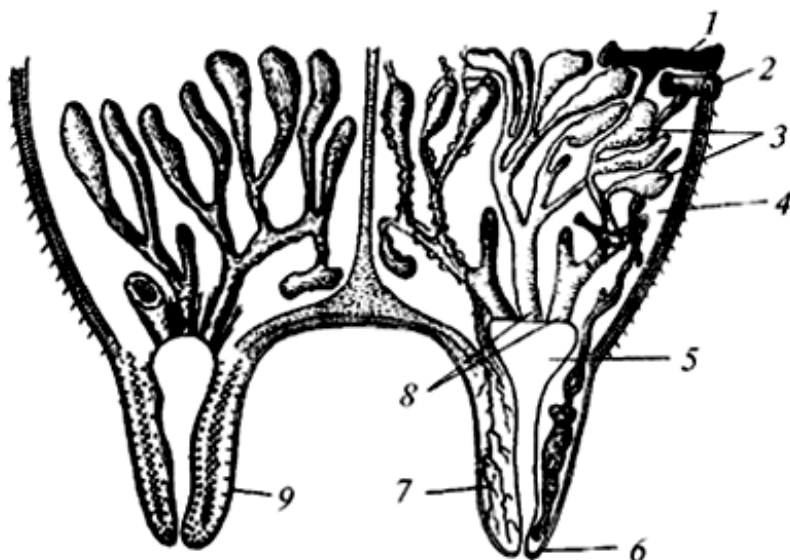
Лактація корів включає два основні процеси: утворення молока в молочній залозі і його виведення з вимені – молоковіддачу.

При рівномірному, швидкому і повному видоюванні корів їх добові удої підвищуються і жирність молока зростає. Враховуючи високу трудомісткість цього процесу, необхідно прагнути до найбільшої його механізації в господарствах. Для успішної механізації доїння потрібні основи знань про будову вимені, утворення і накопичення молока в ній, а також про закономірності віддачі молока коровою.

Вим'я корови (рисунок 2.1) складається з чотирьох самостійних долей, часто розвинених нерівномірно. У більшості корів в задніх долях утворюється більше молока, ніж в передніх. Кожна частка має самостійні вивідні канали, що закінчуються дійкою. Зовні вим'я покрите складчастою і вельми еластичною шкірою. Права і ліва його половини відокремлені один від одного еластичною перегородкою, що, одночасно, є зв'язкою для підтримання вимені.

Долі складаються з величезної кількості найдрібніших пухирців – альвеол (0,1...0,4 мм в діаметрі), що вистелені зсередини одношаровим секреторним епітелієм. У цих секреторних клітках альвеол і утворюється молоко.





1 – артерія; 2 – вена; 3 – альвеоли; 4 – сполучна тканина; 5 – молочна цистерна; 6 – сфінктер; 7 – нерви; 8 – молочні протоки; 9 – дійка

**Рисунок 2.1 – Схема будови вимені корови**

Альвеоли покриті густою мережею кровоносних судин – капілярів. На зовнішній стороні альвеол розташовані клітки зірчастої форми, які грають велику роль у виведенні молока з альвеол: скорочуючись, вони стискають альвеоли і сприяють видаленню молока в протоки.

Протоки, з'єднуючись, утворюють молочні канали, а потім молочні ходи, що впадають в молочну цистерну. Нижче за неї розташована дійка, всередині якої є дійкова цистерна. Дійковий канал в нижній частині закінчується замочною групою м'язів – сфінктером.

Молоко утворюється з білків, жирів, вуглеводів і мінеральних солей, що містяться в крові. Ці поживні речовини поступають в організм з їжею і доставляються кров'ю по найдрібніших капілярах до альвеол вимені. У альвеолах відбуваються складні біофізичні біохімічні процеси взаємодії між плазмою крові секреторними клітками альвеол, в результаті чого в клітках здійснюється синтез молока.

Процес утворення молока протікає вельми інтенсивно. Корова з удоєм 20 кг продукує за добу біля 700 г білка, 800 г жиру і 900 г молочного цукру. Через вим'я протікає велика

кількість крові. Для синтезу 1 л молока молочна залоза пропускає близько 500 л крові.

Утворюється молоко у вимені корови в проміжок між доїннями. На хід цього процесу суттєво впливає місткість вимені. До заповнення вимені на 80...90% накопичення в ній молока відбувається практично рівномірно. В процесі молокоутворення молоко скупчується в альвеолах; при цьому надмірний тиск всередині вимені підвищується до 4 кПа. Далі інтенсивність утворення його різко сповільнюється, накопичення його припиняється, а потім спостерігається всмоктування окремих складових частин молока в кров. При цьому знижується кислотність молока на 2,5...3°Т.

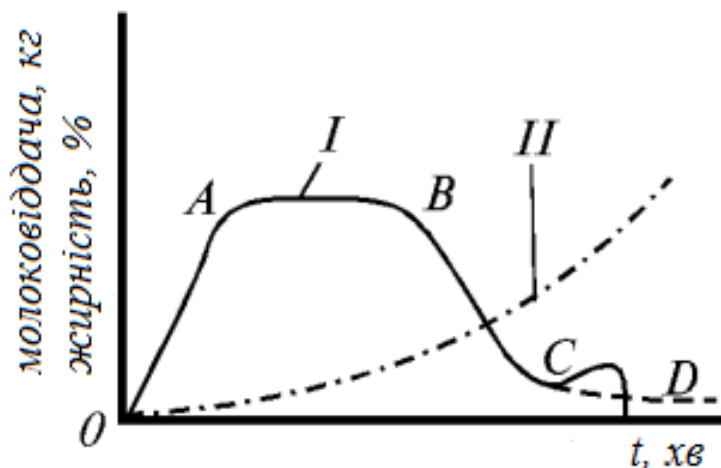
У корів середньої продуктивності вим'я заповнюється молоком в період найвищих удоїв (на 2...4 місяцях лактації) через 12...14 годин. Для підтримання на високому рівні процесу молокоутворення необхідно систематично звільняти вим'я від накопиченого в ній молока. Основна частина молока з вищою жирністю знаходиться в альвеолярному відділі. Щоб отримати молоко, необхідно викликати рефлекс молоковіддачі.

*Молоковіддача* є складною реакцією молочної залози витіснення молока з альвеолярного простору в молочні цистерни вимені. Викликається вона як безумовно-рефлекторним шляхом, тобто за допомогою дії подразників (теплоти або тиску) безпосередньо на рецептори нервової системи вимені, так і під дією умовно-рефлекторних стимулів, що сприймаються іншими аналізаторами зовнішніх подразників (слух, зір і так далі).

В результаті багатократного здійснення доїння в постійних умовах на фермі і збігу у часі акту доїння з певними чинниками зовнішнього середовища (час, місце, послідовність операцій на вимені, запуск в роботу вакууму і так далі) у корів формуються умовні рефлекси молоковіддачі

і виробляється стійкий стереотип поведінки при машинному доїнні. Рефлекс молоковіддачі здійснюється одночасно і з однаковою силою у всіх долях вимені, не дивлячись на відмінність в кількості молока, що утворюється в них.

Про інтенсивність молоковіддачі можна судити по крутизні початкової частини кривої молоковіддачі (рисунок 2.2), що відображає сукупну дію таких показників процесу, як зусилля, вживане для отримання молока, а також швидкість і час видоювання. В процесі машинного доїння реалізуються два завдання. По-перше, необхідно впливати на корову так, щоб вона «припустила», тобто була готова повністю віддати молоко. По-друге, це молоко потрібно видоїти з вимені.



*I* – молоковіддача; *II* – жирність; *OA* – кінець прихованого періоду;  
*AB* – період активного припуску молока; *BC* – закінчення припуску;  
*CD* – вторинний припуск при машинному додоюванні

**Рисунок 2.2 – Графік інтенсивності молоковіддачі**

Внутрішній механізм молоковіддачі зводиться до наступного. Подразнення кінцівок нервових волокон (рецепторів), що виникає при смоктанні вимені телям або доїнні, через центральну нервову систему передається в головний мозок тварини. У відповідь на це подразнення (зовнішній сигнал) мозок надає команду гіпофізу (залоза внутрішньої секреції, розташована у основи головного

мозку), який виділяє в кров особливий гормон – окситоцин. Останній, дійшовши за системою кровообігу до вимені, викликає швидке і енергійне скорочення зірчастих м'язів, внаслідок чого молоко з альвеол починає інтенсивно переходити в молочні цистерни і дійки. Відбувається так званий «припуск» молока, що є реакцією тварини на зовнішні подразнення. При цьому надмірний тиск у вимені швидко зростає до 5 кПа. Від моменту отримання зовнішнього сигналу до активного припуску молока проходить близько 45 с. За цей час повинні бути виконані всі підготовчі операції на вимені і ввімкнений в роботу доїльний апарат, оскільки гормон (окситоцин), виділений гіпофізом в кров, швидко руйнується і перестає впливати на альвеоли. Активне стиснення останніх при доїнні триває 3...4 хвилини, після чого м'язові волокна розслабляються, настає спад, а потім і повне припинення молоковіддачі, незалежно від того, видосна корова чи ні. Перша і найважливіша вимога фізіології – виробити у тварини повноцінний і стійкий рефлекс молоковіддачі, тобто привчити корову швидко і повністю віддавати молоко при доїнні машиною. Це досягається належною підготовкою вимені і правильною організацією роботи дояра. Важливо мати на увазі, що зовнішні подразнення можуть як стимулювати, так і гальмувати молоковіддачу. До позитивних подразників відносяться тепло, приємні фізичні дії на вим'я, строге дотримання послідовності і дотримання ритму всіх операцій машинного доїння, спокійне поводження з коровою з боку дояра. Необхідне правильне проведення підготовчих, основних і завершальних операцій.

При підготовці до доїння перевіряють рівень вакууму, відсутність води в міжстінкових камерах доїльних стаканів, частоту пульсацій пульсатора. У холодну пору року доїльні стакани перед надіванням на дійки прогрівають гарячою водою. Не більше ніж за хвилину до надівання доїльних

стаканів вим'я обмивають чистою теплою водою (40...45°C) з розбризкувача або відра і витирають чистим теплим рушником, протирають дійки вимені і, одночасно охоплюючи їх руками, підштовхують їх від низу до верху для посилення рефлексу молоковіддачі. Якщо рефлекс молоковіддачі не наступив після обмивання і витирання вимені, то додатково роблять масаж. Перед надіванням доїльних стаканів з кожної дійки здоюють декілька струменів молока в спеціальний кухоль для виявлення ознак захворювання вимені маститом. Далі на дійки надівають доїльні стакани. Не можна встановлювати доїльні стакани на дійки до того, як корова припустить молоко. Тривалість підготовки вимені до доїння не менше 40 і не більше 60 с. Основна операція – машинне доїння. Необхідно передбачити в період найбільшого видоювання повне виведення молока з піддійкових камер доїльних стаканів. При спаді напруги вимені, зменшенні або припинення потоку молока проводять машинне додоювання шляхом відтягування однією рукою доїльних стаканів за колектор вниз і вперед з одночасним контролем і при необхідності масажем чвертей вимені іншою рукою. Важливо забезпечити повне видоювання машиною всіх корів без застосування ручного додоювання, оскільки останнє привчає корів до неповної віддачі молока в доїльний апарат. Машинне додоювання не повинне бути більше 30 с. Основна операція повинна бути завершена за 4...6 хв. з урахуванням машинного додоювання із швидкістю доїння до 30...35 г/с. Закінчують машинне додоювання, коли потік молока припиняється, зніманням доїльних стаканів з вимені. Не можна знімати доїльні стакани під вакуумом. Дуже важливо не допускати перетримки їх на вимені і своєчасно знімати з дійок. З погляду швидкості видоювання не слід тримати в стаді тугодойних корів; через вузькість дійкового каналу, а також сильний розвиток кільцевого мускула (сфінктера), що розташований внизу дійки і замикає його

отвір, такі корови погано видноються. При слабкому ж розвитку дійкового сфінктера молоко при наповненні вимені зазвичай мимоволі витікає з нього, що також небажано.

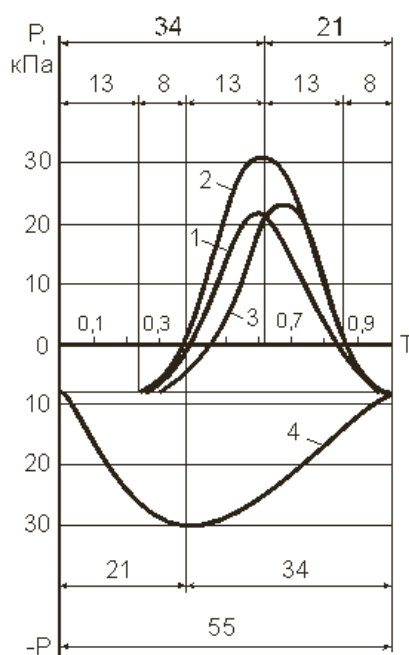
### 2.3 Способи доїння корів

Способи доїння корів можуть бути різними: *природний* – смоктання вимені телям; *ручний* – витискання молока з вимені руками дояра; *машинний* – відсмоктування або витискання молока з дійок доїльним апаратом.

При природному способі для того, щоб витягувати молоко, теля вбирає дійку в рот, притискує її до нуба і створює вакуум в ротовій порожнині, розмикаючи щелепи і витягуючи язика. Цей акт може бути розділений на дві фази: активну і пасивну. У активній фазі одночасно відбуваються два процеси: а) створення вакууму на кінці дійки (у ротовій порожнині) і б) створення від'ємного тиску всередині дійки. У фазі відпочинку вакуум в кінці дійки послаблюється в міру розслаблення рота теляти. До кінця кожного циклу в дійковій цистерні залишається вакуум близько 20 мм рт. ст. Далі тиск на основу дійки послаблюється, і дійкова цистерна заповнюється молоком. Потім цикл повторюється. За одну хвилину можна спостерігати 100...120 циклів. Смоктання телям – найбільш швидкий спосіб евакуації молока з молочної залози.

Встановлено, що акт смоктання дійки корови телям є коливальний процес впливу на дійку тиску і вакууму, що складається із спектру різних частот, як низьких (смоктальних циклів - 1,5-2,5 Гц), так і високих. Найбільший внесок вносять частоти 7,5; 10; 12,5 Гц, тобто смуга частот, близька до смуги частот  $\alpha$ -ритму мозку. Тому частота 10 Гц є найбільш природною в управлінні м'язової активності, а, отже, і для виклику рефлексу молоковіддачі при доїнні корів.

Крім частоти кожен коливальний процес характеризується скважністю. При вивченні усередненої осцилограми акту смоктання корови телям (рисунок 2.3, час представлено в відносних одиницях) виявлено характерні періоди зміни тиску і вакууму за час циклу. Загальний період впливу на дійку - висмоктування молока під дією вакууму і тиску - дорівнює 34, а зниження вакууму і тиску 21, тобто загальний цикл смоктання ділиться відповідно на 61,8 і 38,2%, що відповідає золотій пропорції.



**Рисунок 2.3 – Усереднена осцилограма акту смоктання корови телям**

В ручному доїнні використовується один з двох факторів, що діють в акті смоктання телям, - фактор позитивного тиску. Практикою встановлено, що із способів ручного доїння доїння «кулаком» є найкращим. Характер стиснення соска при доїнні «кулаком» аналогічний стисненню його в акті смоктання телям. Кожен доїльний рух складається з циклу рухових актів пальців руки доярки. Кожен цикл складається з трьох рухових актів пальців: згинання, стиснення соска і розгинання. Акти згинання і

стиснення соска займають по середньому пальцю руки 68,3% від часу циклу доїльного руху.

При ручному доїнні навколо дійки вакууму не створюється. Молоко виводиться через дійковий канал під дією високого тиску всередині дійкової цистерни, створюваного при стисненні дійки рукою (рисунок 2.4). Для цього великим і вказівним пальцями витискають молоко. Далі під тиском пальців (середнього, безіменного і мізинця) молоко витісняється через дійковий канал, при цьому дійка масажується. Недоліки ручного доїння:

- одночасно можна видоювати молоко тільки з двох дійок, тоді як рефлекс молоковіддачі розповсюджується одразу на все вим'я корови;
- молоко, що поступає у відкрите відро, забруднюється;
- доїння пов'язане з великими витратами праці;
- за зміну одна доярка видоює зазвичай лише 10...12 корів.



Рисунок 2.4 – Схема доїння корови вручну

Всі недоліки ручного доїння усуваються при машинному доїнні корів. Поширено його в більшості крупних господарств. Машинне доїння значно полегшує працю доярок, підвищує його продуктивність у декілька разів, що веде до зниження собівартості молока. При машинному доїнні отримують доброякісне молоко: воно поступає з вимені в закриту систему і не стикається з навколишнім середовищем. Робота доярок при машинному



доїнні полягає в підготовці корів до доїння (обмивання, масаж вимені, здоювання перших струменів молока), надіванні доїльних стаканів на дійки вимені, спостереженні за роботою доїльної машини і в своєчасному її вимкненні.

Після знімання стаканів перевіряють повноту видоювання корови при легкому масажі вимені. Іноді корову додоюють машиною після механічного масажу вимені. Машинне доїння корови триває зазвичай 4...7 хв., причому за 1 хв. видоюється близько 2...3 кг молока. Машинне доїння повинне відповідати зоогігієнічним і зоотехнічним вимогам, які зводяться до:

- швидкості видоювання;
- повноти евакуації молока;
- рівномірному видоюванню всіх дійок;
- чистоти доїння;
- відсутності больових подразнень вимені;
- неприпустимості вакууму в дійках, що може привести до захворювання вимені корови маститом або появи крові в молоці;
- неприпустимості наповзання стаканів на дійки. Робота доїльного апарату повинна відповідати фізіологічній нормі організму корови.

Під час доїння повинні забезпечуватись такі *основні вимоги*: стабільність виконання всіх технологічних операцій; час перебування корів на переддоїльних майданчиках не більше 20 хв.; тривалість операцій підготовки вимені до доїння не менше 40 і не більше 60 с, власне доїння не більше 4...6 хв., а операцій машинного додоювання до 30 с.; доїльні апарати повинні вимикатися, якщо інтенсивність молоковіддачі знизилась до 200 мл/хв.; робота доїльних апаратів після закінчення молоковіддачі – не більше 1 хв.

Основні вимоги, що ставляться до доїльних апаратів такі: пропускна здатність повинна відповідати максимальному значенню інтенсивності молоковіддачі;

конструктивні параметри колектора – забезпечувати відсутність зворотного потоку молока; частота пульсацій, співвідношення тактів і вакуумний режим доїльного апарата – бути незмінним у процесі доїння або автоматично пристосовуватись до інтенсивності молоковіддачі; технічний стан дійкової гуми – відповідати безпечним умовам доїння.

Під час доїння потрібно максимально виключити можливі стреси тварин, викликані порушенням стереотипу доїння, присутністю сторонніх осіб, недоброзичливим ставленням оператора до тварин, тощо.

Основними факторами, що можуть гальмувати процес молоковіддачі, є незадовільний технічний стан доїльного апарата, порушення вакуумного режиму, ритму доїння, травмування дійок в разі «сухого» доїння.

*Механічне пошкодження* дійок тварин може відбуватися в результаті перевищення вакууму в піддійковому просторі, неправильного складання доїльного стакану, наявності тріщин на дійковій гумі, значній тривалості доїння без молоковіддачі («сухе доїння») тощо.

Шкідливий вплив на стан вимені і здоров'я тварин від *біологічних чинників* здійснюється за рахунок бактеріального обсіменіння слизової оболонки дійки і пошкодження ділянок поверхні вимені корови мікроорганізмами, що є на робочих органах апарата. Особливо шкідливим є процес зворотного потоку молока із доїльних стаканів в цистерни дійок («мокре доїння»), з яким заноситься значна кількість бактерій. Це спостерігається при незадовільній евакуації молока із колектора.

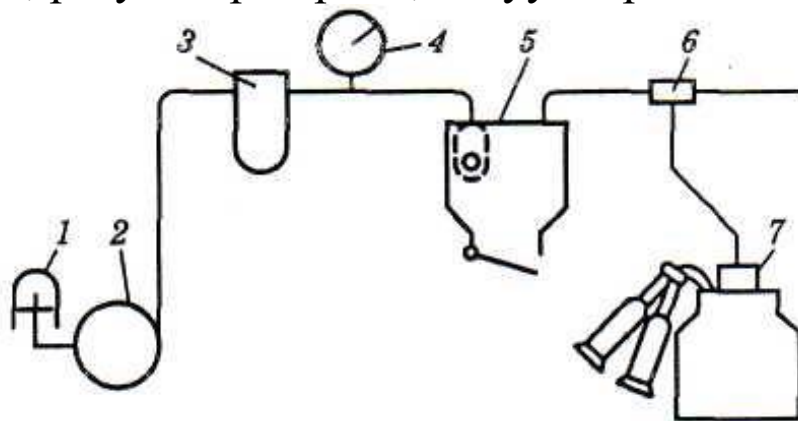
*Хімічне пошкодження* вимені корови можливе під час потрапляння на нього із доїльних апаратів хімічних препаратів, що використовуються при їх технічному обслуговуванні.

*Тепловий шкідливий вплив* може виникнути в результаті надмірного охолодження або нагрівання доїльного апарата перед доїнням.

*Ураження корів електричним струмом* під час доїння може виникнути, якщо відсутня діелектрична вставка між вакуумним насосом і вакууметричною мережею або вона знаходиться в незадовільному стані (наприклад, значно забруднена), а також внаслідок випадкового контакту вакуум-проводу зі струмопровідними частинами обладнання.

## 2.4 Загальна будова доїльної машини

Виконавчим елементом доїльної машини є доїльний апарат, який доїльними стаканами взаємодіє з твариною і здійснює видоювання молока. Однак, для його нормальної роботи потрібно забезпечити вакууметричний тиск повітря з відповідними параметрами, можливість їх регулювання, контролю і стабілізації. До складу доїльної машини (рисунк 2.5) крім доїльних апаратів входять вакуумні насос, балон, трубопровід, регулятор і крани, вакууметр.



1 – фільтр-глушник; 2 – вакуумний насос; 3 – регулятор вакууму;  
4 – вакууметр; 5 – вакуумний балон; 6 – кран; 7 – доїльний апарат

**Рисунок 2.5 – Структурна схема доїльної машини**

Вакуумний насос створює потрібний для роботи доїльних апаратів вакуум (вакууметричний тиск). Його оснащують (на викидній трубці) фільтром-глушником, який

зменшує шум і уловлює відпрацьовану оливу, що видаляється з повітрям із циліндра насоса.

Більшість типів вакуумних насосів відкачують із вакуумної системи повітря порціями, тому для згладжування пульсацій вакууму до системи під'єднують додатковий резервуар – вакуумний балон (із відкидним шарнірно закріпленим дном). Він виконує також функцію відстійника, де збираються волога і бруд (в окремих випадках і молоко, в разі переповнення доїльного відра), що потрапляють у вакуум-провід з повітрям. За відсутності такого відстійника вони потрапили б до вакуумного насоса і призвели б до передчасного виходу з ладу в результаті інтенсивного спрацювання і навіть до його поломки внаслідок обмеженого об'ємного стискання рідини. Через вакуумний балон видаляється також мийний розчин після промивання вакуум-проводу.

У розрив вакуум-проводу між вакуумним насосом і балоном вмонтовують діелектричну вставку, яка запобігає ураженню електричним струмом тварин і обслуговуючого персоналу в разі пошкодження ізоляції в електродвигуні чи електричній мережі.

Для підтримання у вакуумній системі потрібного вакууметричного тиску незалежно від зміни витрати повітря у процесі доїння, зміни технічного стану вакуумного насоса, вакуумного проводу й арматури, використовують вакуумні регулятори. Контроль вакууметричного тиску здійснюють за допомогою вакуумметра, який встановлюють у машинному відділенні так, щоб його було добре видно з робочого місця оператора. Доїльні апарати під'єднують до вакуум-проводу за допомогою кранів.

## **2.5 Доїльні апарати**

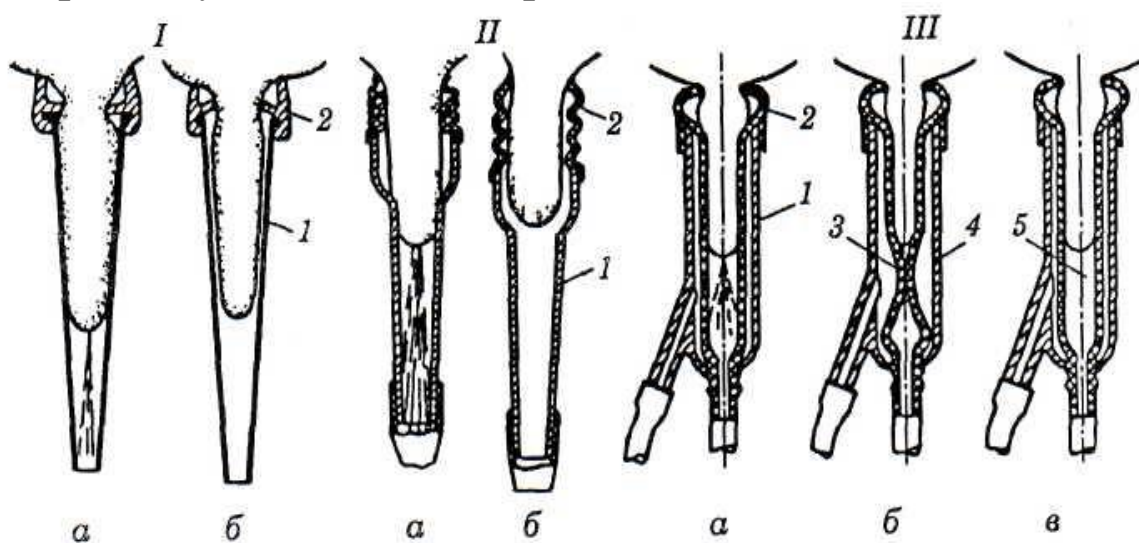
### ***Класифікація і оцінка***

Основним елементом доїльної машини, що безпосередньо здійснює видоювання молока, є доїльний

апарат. Для вилучення молока з цистерн вимені і дійок необхідно створити різницю тисків, достатню для відкриття сфінктера і подолання гідравлічних втрат напору. Залежно від способу створення цієї різниці тисків доїльні апарати поділяються на витискні і висмоктуючі.

Перші спроби створення механічних доїльних апаратів були спрямовані на розробку робочих органів, що імітують взаємодію дояра з дійкою під час ручного доїння, тобто витискного типу. Такі доїльні апарати не знайшли широкого практичного застосування, в основному, через складність і недосконалість конструкції. Всі сучасні доїльні апарати є висмоктувального (вакуумного) типу.

Робочими органами доїльного апарата, що здійснюють процес доїння і безпосередньо взаємодіють з твариною, є доїльні стакани. Розрізняють два типи доїльних стаканів – однокамерні і двокамерні (рисунок 2.6). Нині, в основному, використовуються двокамерні доїльні стакани.



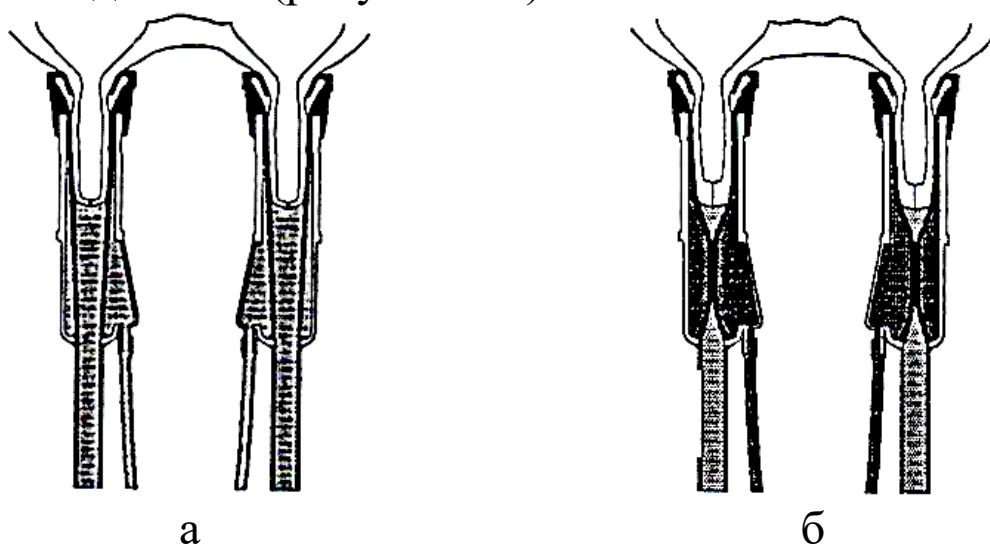
I, II – однокамерного відповідно з незмінними і змінними розмірами присоска; III – двокамерного;  
 а – такт смоктання; б – такт відпочинку; в – такт стиску;  
 1 – гільза; 2 – гумовий присосок; 3 – дійкова гума; 4 – міжстінковий простір; 5 – піддійковий простір

**Рисунок 2.6 – Схеми роботи доїльних стаканів**

За принципом роботи доїльних стаканів доїльні апарати поділяються на дво- і тритактні, а також безперервного

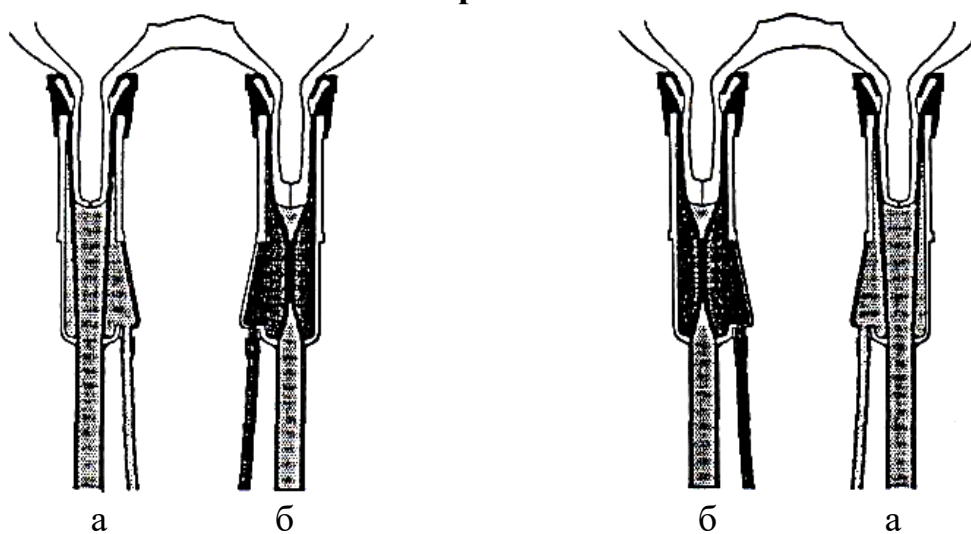
відсмоктування. Під *тактом* тут розуміють період часу, протягом якого залишається фізіологічно незмінна дія доїльного апарата на тварину. Період часу, протягом якого проходить чергування різнойменних тактів, називається *циклом*.

Є доїльні апарати, які на всі дійки діють одночасно (рисунок 2.7) і такі, що взаємодіють з дійками за схемою: коли в лівих дійках здійснюється такт смоктання, у правих відбувається такт стискання. Такі апарати називають з попарним доїнням (рисунок 2.8).



а – такт смоктання (доїння); б – такт стиску (масажу)

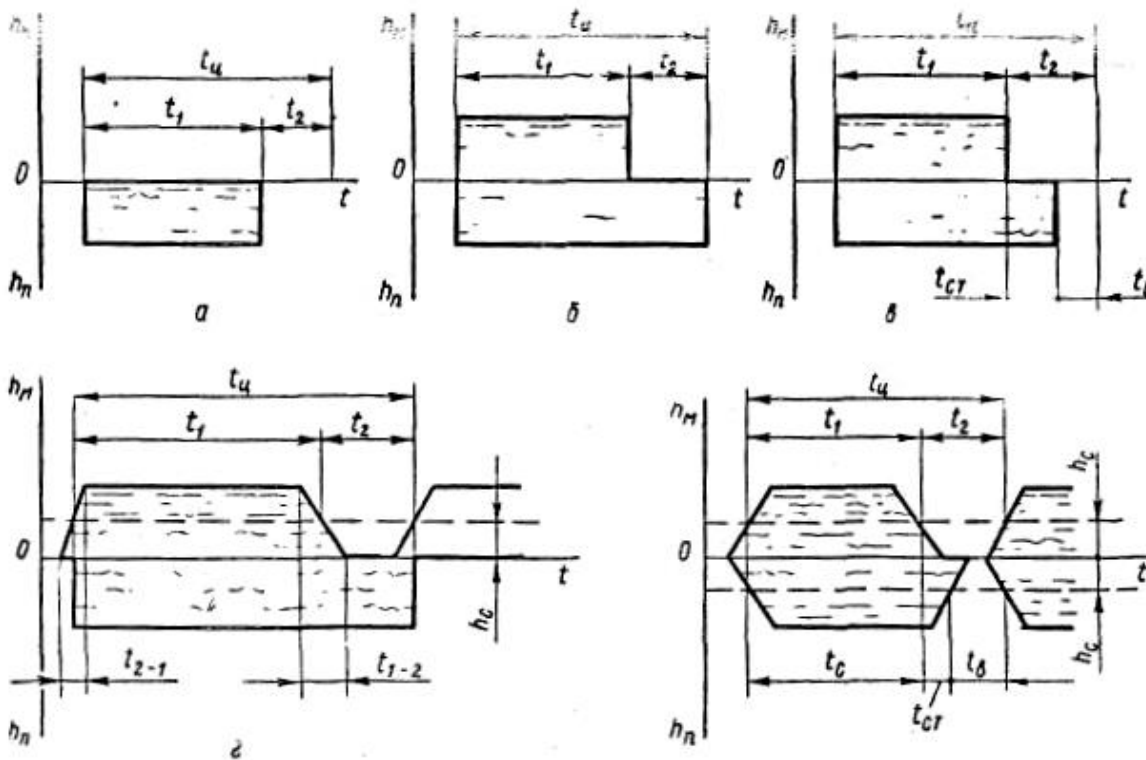
**Рисунок 2.7 – Схема одночасної дії доїльних стаканів двотактного апарата**



а – такт смоктання (доїння); б – такт стиску (масажу)

**Рисунок 2.8 – Схема попарної дії доїльних стаканів двотактного апарата**

У камерах доїльного стакана може установлюватись атмосферний чи надлишковий тиск або вакуум (вакууметричний тиск). У доїльних апаратах вакуумного типу забезпечуються комбінації, що відповідають тактам смоктання, стиску і відпочинку (рисунок 2.9).



а – двотактний з однокамерними стаканами; б – двотактний з двокамерними стаканами; в – тритактний; г – двотактний з урахуванням перехідних процесів;  $h_n$  – вакууметричний тиск у піддійковій камері;  $h_m$  – вакууметричний тиск у міжстінковій камері;  $t_u$  – тривалість циклу доїння;  $t_c$ ,  $t_1$  – час смоктання;  $t_2$  – час розвантаження;  $t_{cr}$  – час стиску;  $t_b$  – час відпочинку;  $h_c$  – середній тиск  
**Рисунок 2.9 – Індикаторні діаграми роботи доїльних апаратів**

Під час *такту смоктання* (доїння) створюється вакуум у міжстінковій і піддійковій камерах доїльних стаканів. Внаслідок рівності тисків з обох боків дійкової гуми остання не діє на дійку, а за рахунок різниці тисків з обох боків сфінктера (вакуум під ним і тиск, близький до атмосферного, всередині дійки) він відкривається і молоко витікає з дійки у піддійкову камеру доїльного стакана.

Під час *такту стиску* (масажу) у міжстінковій камері встановлюється атмосферний тиск, а у піддійковій залишається вакуум. На дійкову гуму діє сила з боку міжстінкової камери, обумовлена різницею тисків, яка сплющує дійкову гуму і стискає дійку. Дія вакууму на дійку з боку піддійкової камери припиняється внаслідок повного сплющення дійкової гуми і відокремлення дійки від піддійкової камери. Під час такту стиску масажується дійка, поновлюється кровообіг, подразнюються рецепторні зони дійки, що стимулює рефлекс молоковіддачі.

Під час *такту відпочинку* в обох камерах доїльного стакана встановлюється тиск, близький до атмосферного. Відсутня дія сил як на дійку, так і на дійкову гуму. Дійка відпочиває від вакууму, кровообіг в ній нормалізується.

Досліди щодо визначення діаграми тисків, які виникають у ротовій порожнині теля під час смоктання корови свідчать, що цей процес складається із таких трьох тактів – смоктання, стиску і відпочинку. Тритактний доїльний апарат найбільш наближений до фізіологічного процесу доїння і є найбезпечнішим для здоров'я тварин (навіть в разі тривалої роботи у період відсутності молоковіддачі). Але за конструкцією цей апарат дещо складніший і має меншу пропускну здатність, порівняно з іншими типами доїльних апаратів, а сам процес доїння таким апаратом триває довше.

Найпоширенішим типом доїльних апаратів є двотактний з тактами смоктання і стиску. Таке чергування тактів дає змогу значно спростити конструкцію і підвищити пропускну здатність за рахунок збільшення тривалості такту смоктання у робочому циклі доїння. Основним недоліком даного апарата є підвищена загроза травмування дійки під час «сухого» доїння.

Доїльні апарати, що працюють за принципом постійного (безпе-ревного) відсмоктування, не використовуються



внаслідок шкідливого впливу на здоров'я тварин, оскільки під час доїння за таким режимом різко порушується кровообіг у дійках.

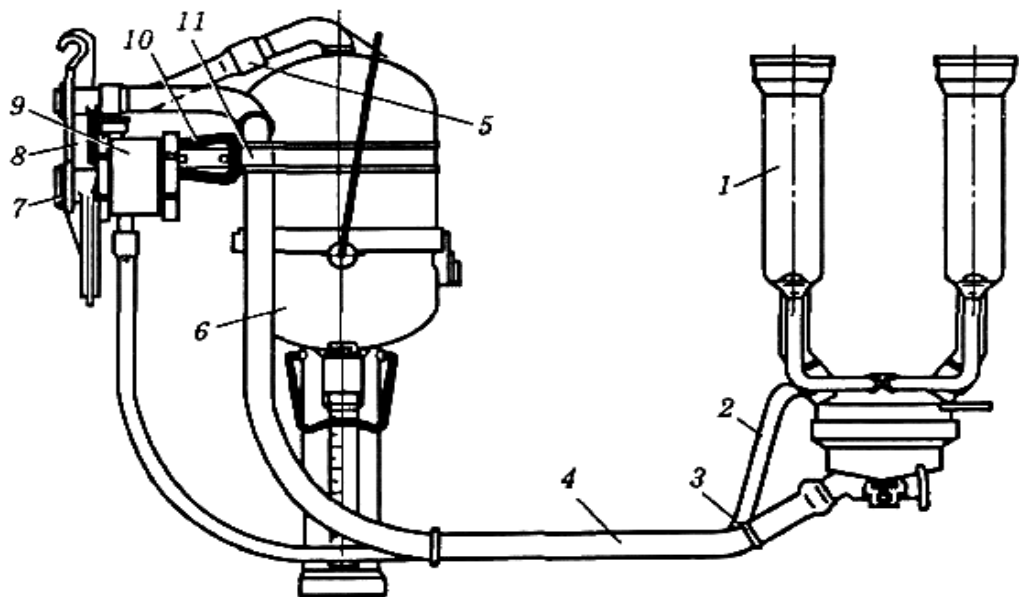
Доїльні апарати, що працюють за принципом попарного доїння, наприклад, доїльні апарати німецьких фірм «Імпульс» та «Вестфалія», шведської «Альфа Лаваль», хоча і складніші за конструкцією, але мають суттєві переваги: пом'якшується механічна дія на вим'я, пом'якшується вакуумний режим, внаслідок одночасного випуску повітря тільки в двох доїльних стаканах, а також проходить часткове розгойдування доїльного апарата, що забезпечує ефективніший масаж не лише дійок, а й вим'я.

### ***Структура і призначення елементів***

*Доїльні стакани* – це своєрідні «руки» доїльної машини, робочі органи доїльного апарата. Їх будова та принцип дії визначають спосіб машинного доїння і тип доїльного апарата. В цілому ж доїльний апарат як виконавчий механізм доїльної машини має підвісну частину, до складу якої входять колектор та комплекти доїльних стаканів, молочних і вакуумних трубок, молочний і повітряний шланги, з'єднані кільцями, а також ручка, на якій встановлено пульсатор і за допомогою якої апарат під'єднують до повітряного і молочного трубопроводів.

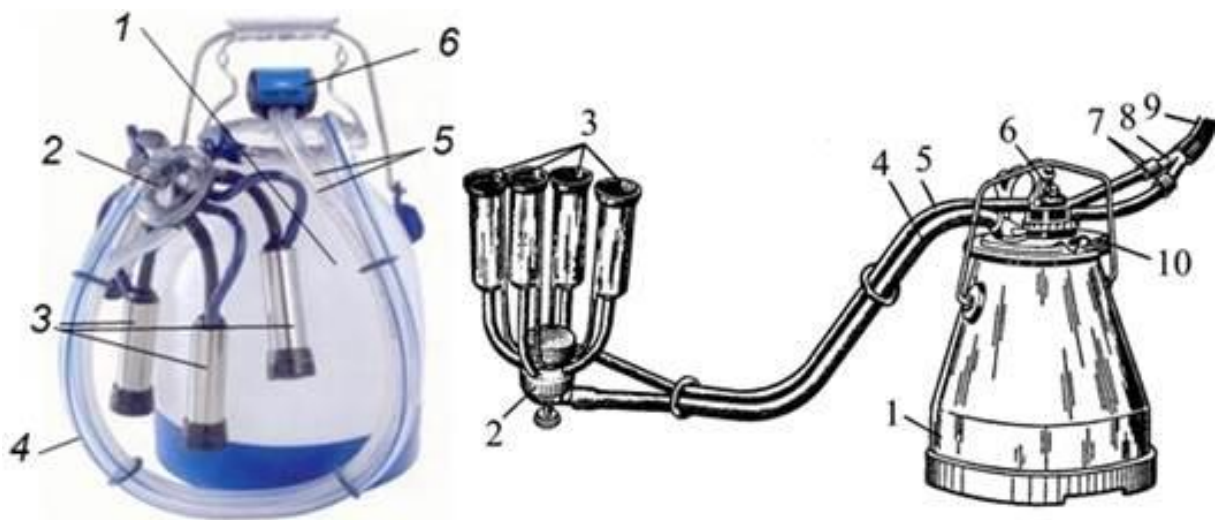
До складу доїльної апаратури може також входити пристрій для зоотехнічного обліку молока (рисунок 2.10). Його вмикають послідовно в лінію молочного шланга.

Якщо доїння здійснюють не в загальний молокопровід, а в переносні відра, то ручку підключення не встановлюють, а пульсатор розміщують на кришці відра, з'єднаній повітряним і молочним шлангами з підвісною частиною апарата (рисунок 2.11). Відро шлангом сполучене також із вакуум-проводом.



1 – підвісна частина; 2 – вакуумний шланг; 3 – з’єднувальне кільце;  
 4, 5 – молочні шланги; 6 – лічильник молока; 7 – прокладка; 8 – ручка;  
 9 – пульсатор; 10 – кільце; 11 – хомут

**Рисунок 2.10 – Загальний вид доїльної апаратури при доїнні в  
 молокопровод**



1 – доїльне відро (бідон); 2 – колектор; 3 – доїльні стакани; 4 – молочний  
 шланг; 5 – повітряний шланг змінного вакууму; 6 – пульсатор; 7, 9 –  
 повітряні шланги постійного вакууму; 8 – трійник; 10 - кришка бідона

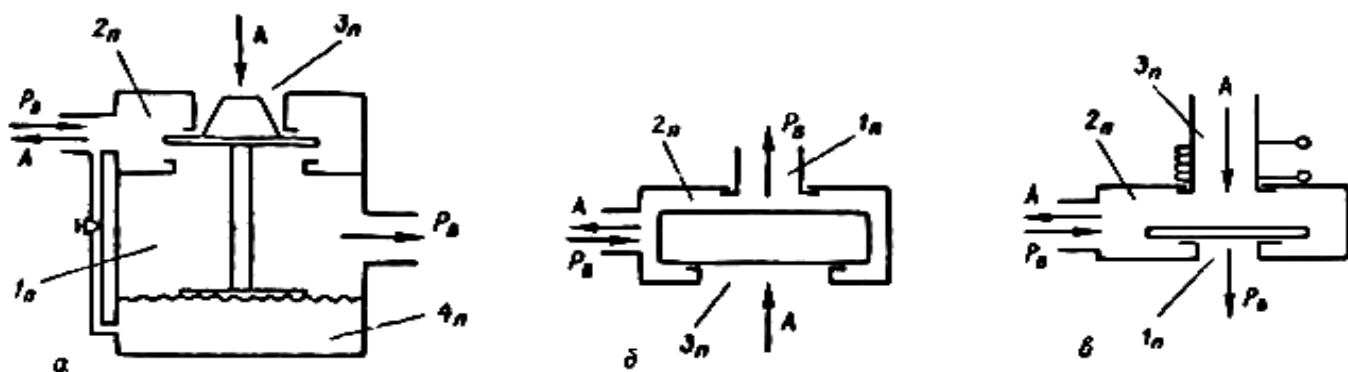
**Рисунок 2.11 – Загальна будова доїльного апарата для доїння в  
 переносні відра**

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

- *доїльні стакани* – видоюють молоко;
- *колектор* – розподіляє вакуум у міжстінкові та піддійкові камери доїльних стаканів, збирає від них молоко і спрямовує його в молочний шланг; крім того, за тритактного доїння забезпечує періодичну подачу атмосферного повітря в піддійкові камери доїльних стаканів і, цим самим, створює такт відпочинку;
- *пульсатор* – перетворює постійний вакуум на пульсуючий, тобто такий, що чергується з атмосферним тиском;
- *молочні та повітряні шланги і трубки* (комплект) сполучають перелічені вище вузли в єдину систему (доїльний апарат) і, водночас, є магістралями для проходження повітря й молока.

Від маси підвісної частини доїльного апарата залежать: з одного боку, надійність утримання стаканів на дійках (для цього доцільно зменшувати масу підвісної частини); з іншого боку, ступінь наповзання стаканів на дійки (для його зменшення збільшують масу підвісної частини). З цих міркувань маса підвісної частини тритактних доїльних апаратів менша ніж у двотактних.

*Пульсатори* бувають (рисунок 2.12): пневмомембранні, пневмогравітаційні та електромагнітні. Збудження коливань у пневмомембранних пульсаторах і пневмогравітаційних здійснюється за рахунок потенціальної енергії розрідженого повітря, тому інші види енергії не потрібно підводити до пульсатора. Це є основною їх перевагою. Недоліком таких пульсаторів є нестабільність частоти пульсацій при зміні вакууметричного тиску. Пневмогравітаційний, крім того, потребує чіткого дотримання вертикального положення.

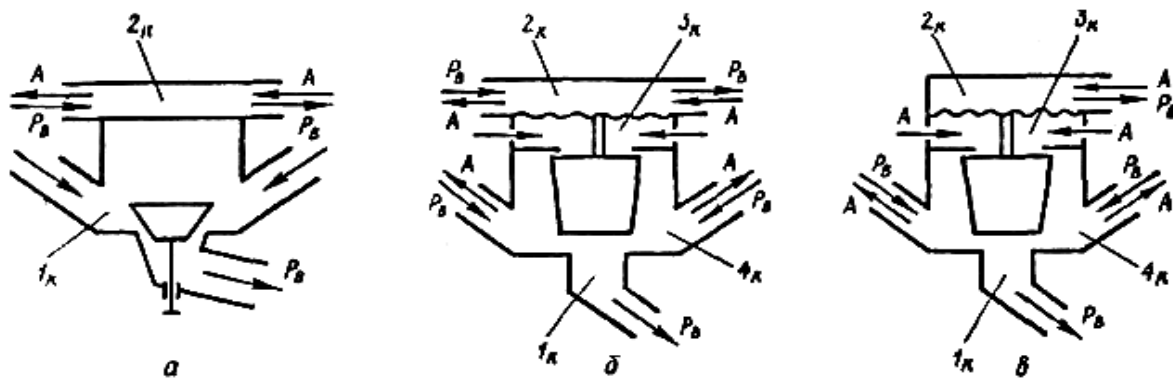


а – мембранний; б – гравітаційний; в – електромагнітний;  
 $1_n$  – камера постійного вакууму;  $2_n$  і  $4_n$  – камери змінного тиску;  
 $3_n$  – камера атмосферного тиску

**Рисунок 2.12 – Типи пульсаторів**

Електромагнітні пульсатори забезпечують стабільну частоту пульсацій, але потребують електричного живлення. Останнє ускладнює конструкцію, підвищує небезпечність обладнання.

*Колектори* бувають (рисунок 2.13) дво-, три- і чотирикамерні.



а – двотактного доїльного апарата; б – тритактного доїльного апарата;  
в – доїльного апарата з однокамерними стаканами;  
 $1_k$  – камера постійного вакууму;  $2_k$  і  $4_k$  – камери змінного вакууму;  
 $3_k$  – камера атмосферного тиску

**Рисунок 2.13 – Схеми колекторів**

Перші два варіанти забезпечують двотактне доїння, відповідно, з одночасною та попарною роботою доїльних стаканів; чотирикамерний використовується в тритактних та

низьковакуумних доїльних апаратах, а також з однокамерними доїльними стаканами.

За схемою відведення молока колектори бувають двох типів (рисунок 2.14): з нижнім (в іноземній літературі має назву конвенційний) та верхнім потоками.

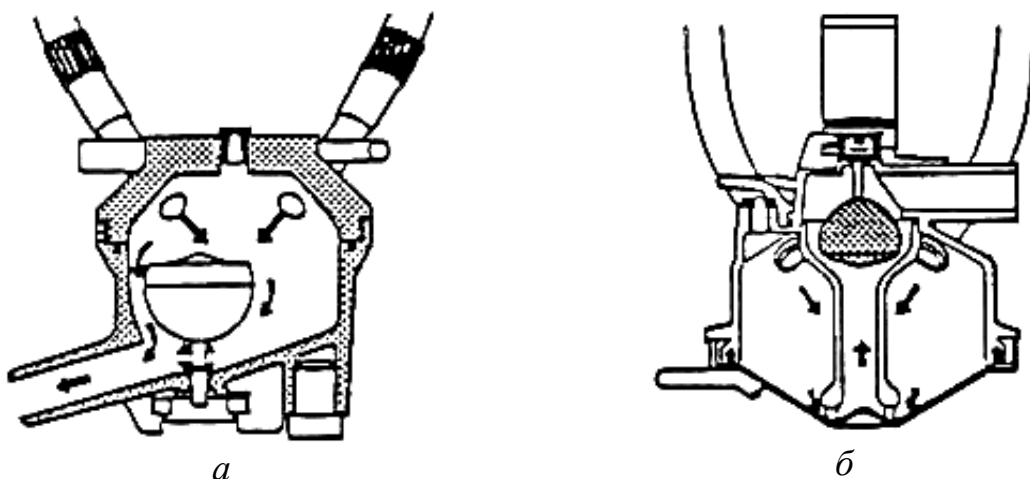


Рисунок 2.14 – Схеми колекторів з нижнім (а) та верхнім (б) потоками молока

У варіанті конвенційного колектора повітряний клапан порушує потік молока в патрубку. Ще більше цей потік порушується в разі несиметричного розміщення молочного патрубка.

В колекторі з верхнім потоком молоко рівномірніше засмоктується крізь центральну трубку і потужніше спрямовується в молочний шланг.

### ***Будова та принцип дії***

Замість доїльних апаратів ДА-3М «Волга» і ДА-2М «Майга» нині виготовляють уніфікований доїльний апарат АДУ-1, який має низку модифікацій (табл. 2.1). У цьому апараті збільшено (порівняно з ДА-2М) об'єм камер колектора в 1,5 рази, а також діаметри молочних і повітряних патрубків; використано нову конструкцію доїльного стакана із суцільно металевою гільзою з неіржавіючої сталі та суміщена з молочною трубкою дійкова гума; пульсатор не

має регулювання частоти пульсацій. Це значно спрощує обслуговування апарата.

Таблиця 2.1. – Загальна характеристика доїльних апаратів

Марка та модифікація	Характеристика	Вакууметричний тиск, кПа	Частота пульсацій, хв <sup>-1</sup>	Витрати повітря, м <sup>3</sup> /год		Маса підвісної частини, кг
				загальні	колектором	
АДУ-1 (основне виконання)	Двотактний із постійним підсмоктуванням повітря в колектор	48	67±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-02	Двотактний із постійним підсмоктуванням повітря в колектор і системою очищення повітря в пульсаторі	48	67±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-03	Низьковакуумний двотактний із періодичним впуском повітря в молокозбірну камеру колектора	45	65±5	3,2	0,8-2,3	2,75
АДУ-1-04	Двотактний із вібропульсатором і постійним підсмоктуванням повітря в колектор	48	66±6 630±90	3,5	0,3-0,6	2,75
АДУ-1-05	Двотактний із постійним підсмоктуванням повітря в колектор і оглядовими конусами в стаканах	48	67±5	2,7	0,3-0,6	2,65
АДУ-1-09	Низьковакуумний двотактний із вібропульсатором і періодичним (за такту стиску) впуском повітря в колектор	44	66±6 630±90	4,05	0,8-1,3	2,75
МДФ.03.100 (для автоматизованих установок)	Двотактний із постійним підсмоктуванням повітря в колектор, оснащений механізмом додоювання та знімання доїльних стаканів із вимені	46	67±5	2,7	0,3-2,6	2,4
ДА-2М «Майга»	Двотактний із постійним підсмоктуванням повітря в колектор	48	80±5	2,4	0,3	2,85
ДА-3М «Волга»	Тритактний	53	60±5	2,3	-	1,8
ДА-Ф-50	Двотактний із пульсоколектором	50	66±6	2,1		2,65

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 складається лише з двох деталей: металевої гільзи з патрубком для повітряної трубки та дійкової гуми 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 на нову.

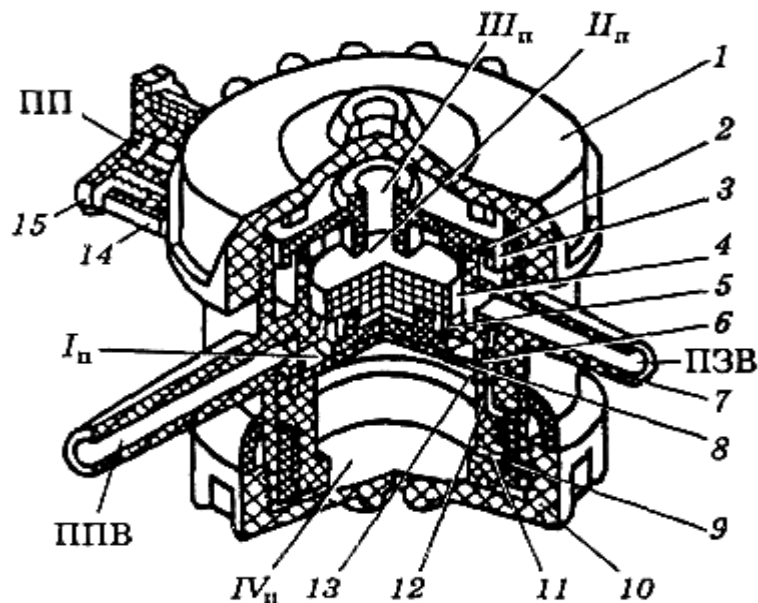
Доїльний стакан має дві камери: піддійкову – всередині дійкової гуми та міжстінкову – всередині гільзи навколо дійкової гуми.

Пульсатор АДУ 02.00 (рисунок 2.15) – 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 передбачено патрубки для сполучення з вакуум-проводом і встановлення фільтра (повітряного), а також змінного вакууму, що з'єднується з колектором.

Пульсатор поділено на чотири камери:  $I_{\text{п}}$  (постійного вакууметричного тиску, що сполучається з вакуум-проводом),  $II_{\text{п}}$  (змінного тиску – сполучена з колектором),  $III_{\text{п}}$  (постійного атмосферного тиску – через фільтр з'єднана з навколишнім середовищем),  $IV_{\text{п}}$  (змінного тиску, яка керує положенням клапанного механізму). Остання за допомогою радіального отвору в камері, гвинтового вертикального каналу, кільцевих канавок та отвору в мембрані сполучена з

патрубком і камерою  $II_{\text{п}}$ . Пульсатор встановлюють на кришці доїльного відра або на спеціальній рукоятці, за допомогою якої апарат під'єднують до системи трубопроводів.



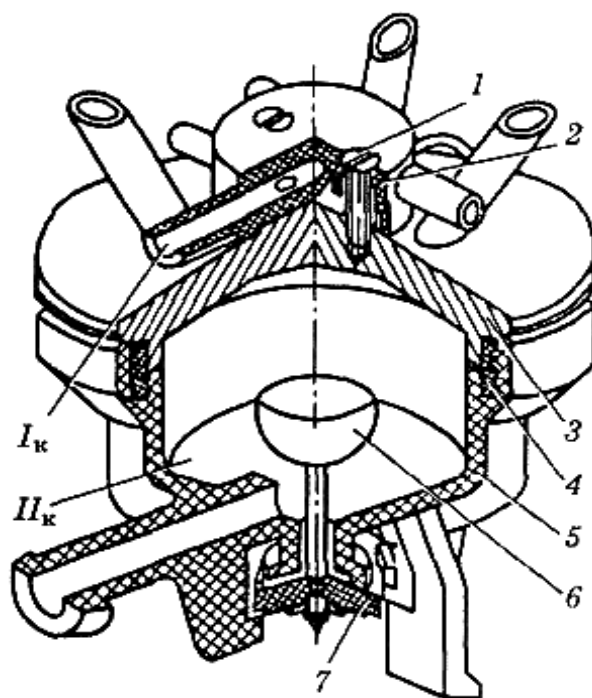
ПП – повітряний патрубок; ПЗВ – патрубок змінного вакууму;  
 ППВ – патрубок постійного вакууму;  $I_{\text{п}}$  – камера постійного вакууму;  
 $II_{\text{п}}$ ,  $IV_{\text{п}}$  – камери змінного вакууму;  $III_{\text{п}}$  – камера атмосферного тиску;  
 1, 10, 15 – гайки; 2, 6 – прокладки; 3 – кришка; 4 – клапан; 5 – обойма;  
 7 – корпус; 8 – мембрана; 9 – гумове кільце; 11 – дросель; 12, 13 – канали з'єднання камер; 14 – втулка

**Рисунок 2.15 – Пульсатор АДУ 02.00 доїльного апарата АДУ-1  
 основного виконання**

У колекторі (рисунок 2.16) є дві камери:  $I_{\text{к}}$  – змінного і  $II_{\text{к}}$  – постійного вакууметричного тиску. Перша розміщена в розподільнику і сполучена патрубками і трубками з міжстінковими камерами доїльних стаканів, а також шлангом із камерою  $II_{\text{к}}$  змінного вакууму пульсатора. Друга знаходиться в прозорому корпусі, постійно з'єднана молочними трубками з піддійковими камерами доїльних стаканів, а молочним шлангом – із відром чи молокопроводом.

Принцип роботи доїльного апарата АДУ-1 у двотактному варіанті ілюструє рисунок 2.17.

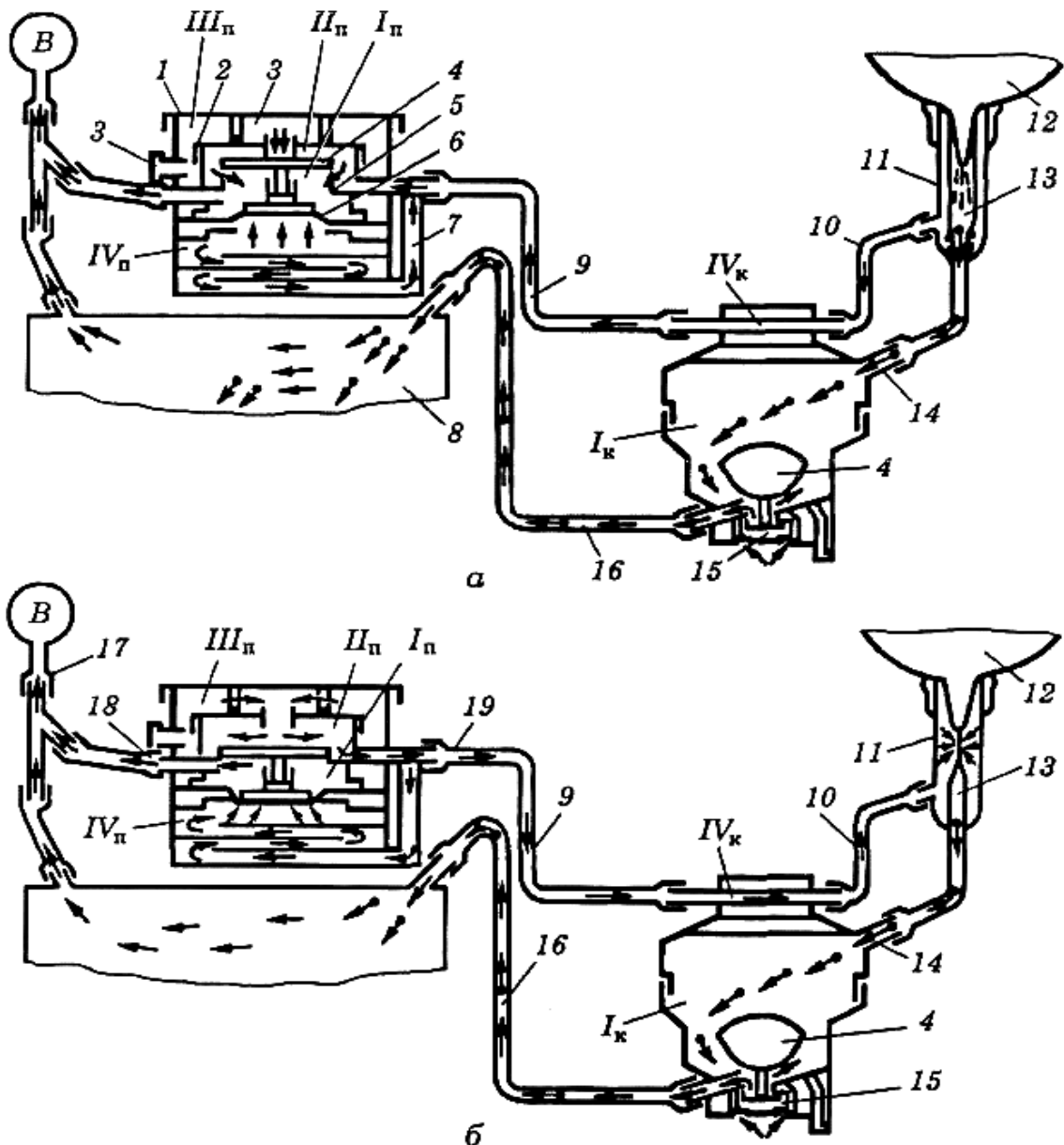




1 – гвинт; 2 – розподільна камера; 3 – корпус; 4 – гумова прокладка;  
5 – молочна камера; 6 – клапан; 7 – гумова шайба

**Рисунок 2.16 – Колектор доїльного апарата АДУ-1 двотактного виконання з камерами змінного ( $I_k$ ) і постійного вакууму ( $II_k$ )**

Після під'єднання доїльного апарата до вакуум-проводу повітря відсмоктується з доїльного відра 8, молочного шланга 16, камери  $II_k$  колектора (клапан колектора перед цим слід підняти) та піддійкових камер 13 доїльних стаканів. Водночас повітря відсмоктується з камери  $I_{II}$  пульсатора. У камері  $IV_k$  пульсатора в цей час тиск атмосферний. Під дією різниці тисків над і під мембраною (у камері  $I_{II}$  – вакуум, у камері  $IV_{II}$  – атмосферний тиск) вона прогинається вгору і підіймає клапан 4. При цьому камера  $II_{II}$  роз'єднується з камерою  $III_{II}$  і з'єднується з камерою  $I_{II}$ . Вакуумуються камера  $II_{II}$  пульсатора, патрубок 19, повітряний шланг 9, розподільна камера  $IV_k$  колектора, повітряні трубки 10, міжстінкові камери доїльних стаканів. Отже, у піддійкових 13 і міжстінкових камерах створюється вакуум.



*а* – такт смоктання; *б* – такт стиску;  $I_n, I_k$  – камери постійного вакууму, відповідно, пульсатора і колектора;  $II_n, IV_n, IV_k$  – камери змінного вакууму пульсатора і колектора;  $III_n$  – камера постійного атмосферного тиску пульсатора;

*В* – вакуум-провід; 1 – гайка; 2 – прокладка; 3 – кришки; 4 – клапани; 5 – обойма; 6 – мембрана; 7 – з'єднувальний канал; 8 – доїльне відро; 9, 10 – відповідно шланг і трубка змінного вакууму; 11 – гільза стаканя; 12 – вим'я; 13 – піддійкова камера; 14 – молочний патрубок; 15 – фіксатор клапана; 16, 17 – молочний і вакуумний шланги; 18, 19 – патрубки, відповідно, постійного і змінного вакууму пульсатора

**Рисунок 2.17 – Схема роботи уніфікованого доїльного апарата АДУ-1 двотактного виконання**

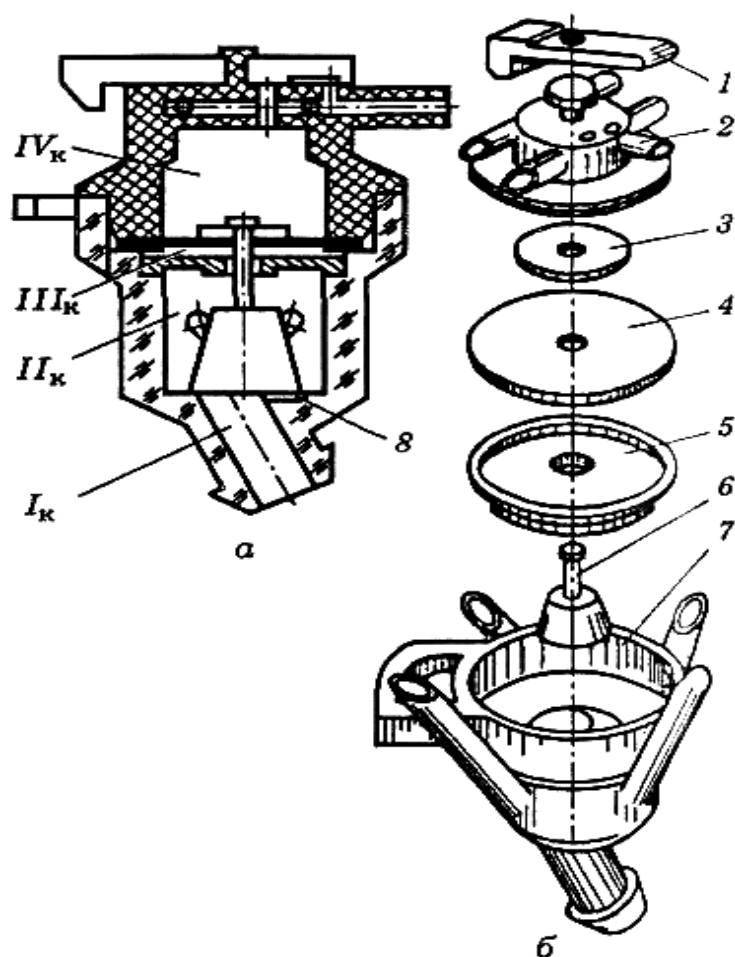
Дійкова гума випрямляється, за рахунок різниці тисків сфінктер дійки відкривається і розпочинається такт

смоктання. Під дією вакууму молоко відсмоктується з молочних цистерн дійок, молочною трубкою надходить у камеру колектора, а потім шлангом 16 – у доїльне відро 8. Повітря крізь паз на торцевій частині стержня клапана 18 відсмоктується в камеру  $I_k$  і забезпечує інтенсивне відведення молока з колектора в доїльне відро.

Повітря поступово відсмоктується нерегульованим каналом 7 із камери керування  $IV_{\text{п}}$  пульсатора. В результаті тиск повітря на мембрану з боку камери  $IV_{\text{п}}$  зменшується і під дією атмосферного тиску з камери  $III_{\text{п}}$  клапан 4 опускається. При цьому він роз'єднує камери змінного  $II_{\text{п}}$  та постійного  $I_{\text{п}}$  вакууму і, водночас, сполучає камеру  $II_{\text{п}}$  з  $III_{\text{п}}$  атмосферного тиску. Повітря з камери  $II_{\text{п}}$  пульсатора шлангом через розподільну камеру  $IV_k$  колектора надходить у міжстінкові камери доїльних стаканів. Оскільки в піддійкових камерах 13 підтримується вакуум, а в міжстінковій камері створюється атмосферний тиск, то під дією різниці тисків дійкова гума стискає дійку і закриває її сфінктер. Відбувається такт стиску: дійкова гума масажує дійки. Внаслідок цього прискорюються кровообіг у дійках і припуск молока в молочні цистерни.

Водночас повітря з камери  $II_{\text{п}}$  пульсатора каналом 7 надходить до камери керування  $IV_{\text{п}}$ . Площа клапана, що перебуває під дією атмосферного тиску з боку камери  $III_{\text{п}}$  значно менша за площу мембрани з боку камери  $IV_{\text{п}}$ , тому мембрана прогинається вгору. При цьому переміщується вгору і клапан пульсатора. Він знову роз'єднує камери  $III_{\text{п}}$  і  $II_{\text{п}}$ , а камеру  $II_{\text{п}}$  з'єднує з камерою  $I_{\text{п}}$ . Внаслідок цього в міжстінкових камерах стаканів знову створюється такт смоктання нового циклу. Процес доїння повторюється.

*Доїльний апарат АДУ-1 тритактного виконання відрізняється складнішою будовою колектора (рисунки 2.18).*



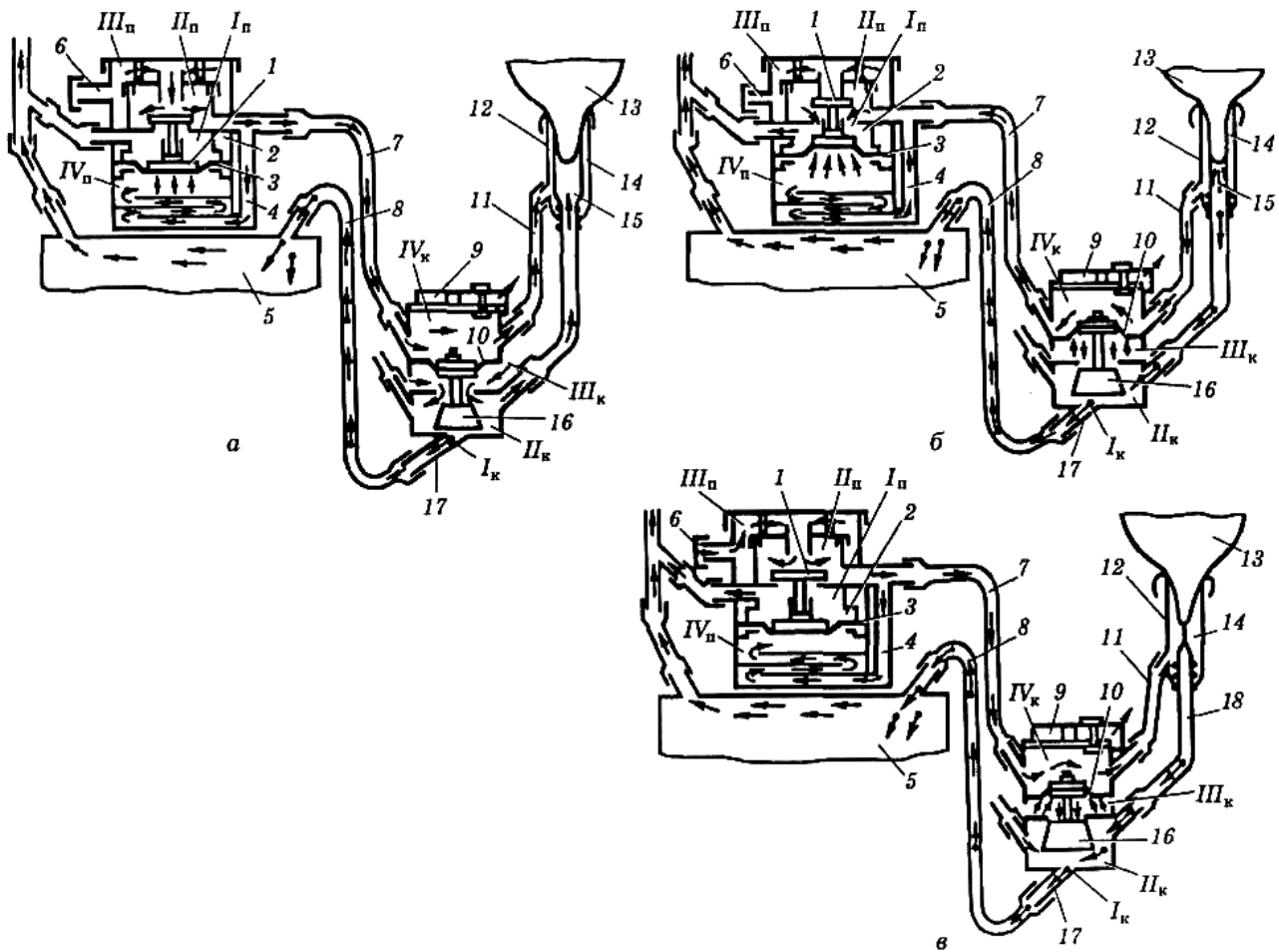
*a* – загальний вид; *б* – деталі;

1 – кран; 2 – кришка; 3 – шайба; 4 – мембрана; 5 – напрямне сидло; 6 – клапан; 7 – корпус; 8 – канал підсмоктування повітря

**Рисунок 2.18 – Колектор доїльного апарата АДУ-1 тритактного виконання**

Після під'єднання апарата до вакуумної системи повітря відсмоктується з доїльного відра 5 (рисунок 2.19) молочного шланга 8, камери  $I_k$  колектора. Водночас повітря відсмоктується патрубком із камери  $I_{II}$  пульсатора. Доки в камері  $IV_{II}$  пульсатора діє атмосферний тиск, внаслідок різниці тисків (у камері  $I_{II}$  – вакуум, у  $IV_{II}$  – атмосферний тиск) мембрана 3 прогинається вгору і підіймає клапан 1. При цьому камера  $I_{II}$  роз'єднується з камерою  $III_{II}$  і сполучається з камерою  $II_{II}$ . Вакуум із камери  $II_{II}$  повітряним шлангом 7 через розподільну камеру колектора  $IV_k$  і

повітряними трубками 11 поширюється у міжстінкові камери доїльних стаканів.



*а – в* – такти відповідно відпочинку, смоктання і стиску;  $I_{п}$ ,  $I_{к}$  – камери постійного вакууму, відповідно, пульсатора і колектора;  $II_{п}$ ,  $IV_{п}$ ,  $II_{к}$ ,  $IV_{к}$  – камери змінного вакууму, відповідно, пульсатора і колектора;  $III_{п}$ ,  $III_{к}$  – камери атмосферного тиску, відповідно, пульсатора і 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 вимикання вакууму; 12 – гільза; 13 – вим'я; 14 – міжстінкова камера; 15 – піддійкова камера; 17 – молочний патрубок; 18 – молочна трубка

**Рисунок 2.19 – Схема роботи доїльного апарата АДУ-1 тритактного виконання**

Різниця тисків з боку камер  $III_{к}$  та  $IV_{к}$  колектора призводить до підймання мембрани. Камери  $I_{к}$  та  $II_{к}$  колектора сполучаються, повітря всмоктується з камери  $II_{к}$  і вакуум створюється у піддійкових камерах доїльних стаканів, тобто в обох камерах піддійкових стаканів

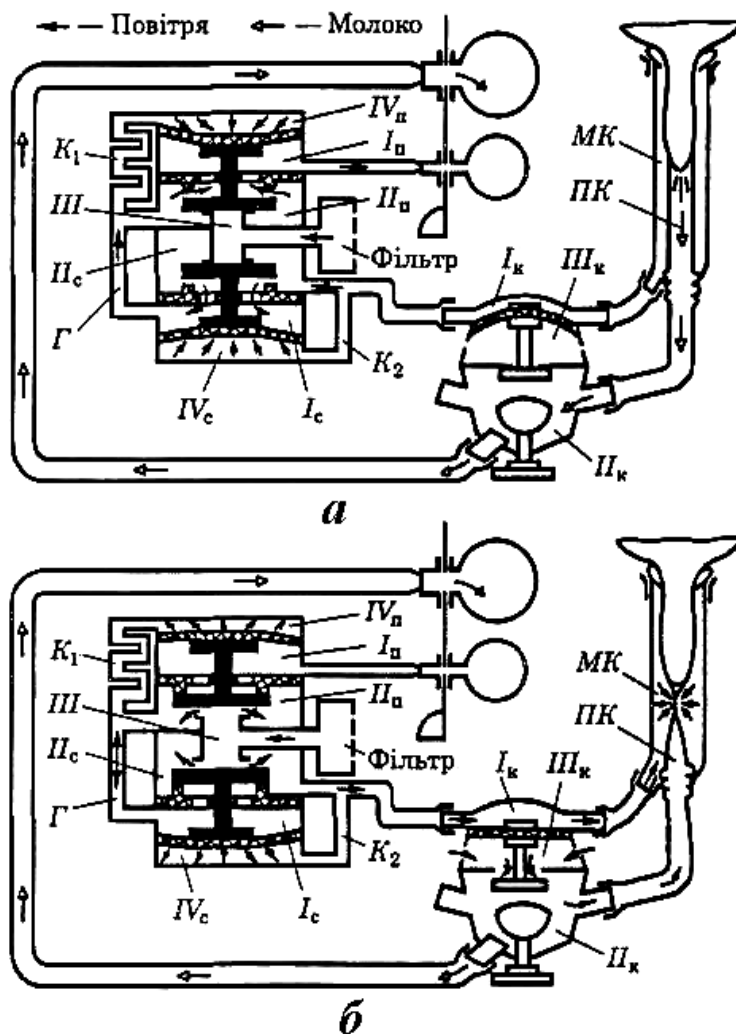
створюється вакуум. Дійкова гума випрямляється, сфінктери дійок відкриваються і відбувається такт смоктання.

Молоко відсмоктується з дійок спочатку в колектор, звідки молочним шлангом 8 транспортується в доїльне відро 5 або молокопровід. Одночасно повітря відсмоктується крізь канал 4 з камери керування  $IV_{\text{п}}$  пульсатора. Внаслідок цього тиск повітря на мембрану пульсатора з боку камери  $IV_{\text{п}}$  зменшується. Після досягнення потрібного вакууметричного тиску в камері  $IV_{\text{п}}$  клапан 1 під дією атмосферного тиску з боку камери  $III_{\text{п}}$  опускається і роз'єднує камери  $II_{\text{п}}$  та  $I_{\text{п}}$ , водночас сполучивши першу з камерою  $III_{\text{п}}$  атмосферного тиску.

Повітря з камери  $II_{\text{п}}$  шлангом надходить у роздільну камеру  $IV_{\text{к}}$  колектора та в міжстінкові камери доїльних стаканів. Спочатку в піддійкових камерах стаканів ще зберігається вакуум. Під дією різниці тисків дійкова гума деформується і виведення молока припиняється. Відбувається такт стиску. Його роль відповідна попередньому варіанту доїльного апарата. Тиск у камерах  $III_{\text{к}}$  і  $IV_{\text{к}}$  зрівнюється. Клапан 16 під дією різниці тисків у камерах  $II_{\text{к}}$  і  $III_{\text{к}}$  колектора та власної ваги опускається і перекриває отвір, що з'єднує камери  $I_{\text{к}}$  і  $II_{\text{к}}$ . Повітря з камери  $III_{\text{к}}$  надходить у камеру  $II_{\text{к}}$ , а потім – у піддійкові камери доїльних стаканів. Оскільки у міжстінкових камерах доїльних стаканів також атмосферний тиск, здійснюється такт відпочинку. У цей період молочні цистерни дійок заповнюються новими порціями молока, кровообіг у дійках нормалізується. Процес триває. Повітря з камери  $II_{\text{п}}$  пульсатора каналом 4 поступово заповнює камеру  $IV_{\text{п}}$ , внаслідок чого тиск у ній підвищується. Настає момент, коли під дією різниці тисків над і під мембраною вона прогинається вгору, клапан 1 знову роз'єднує камери  $III_{\text{п}}$  і  $II_{\text{п}}$  і з'єднує останню з камерою  $I_{\text{п}}$ . В камері  $IV_{\text{к}}$  колектора знову

створюється вакуум і розподіляється в міжстінкові камери доїльних стаканів. Технологічний цикл повторюється.

Доїльний апарат АДУ-1-09 (рисунок 2.20) відрізняється від попередніх варіантів конструкцією пульсатора, який крім загальновідомої функції перетворення постійного вакууму на змінний забезпечує також мікроколивання тиску в міжстінкових камерах стаканів під час такту смоктання. Ці мікроколивання передаються дійковою гумою на дійки і стимулюють молоковіддачу.



а – такт смоктання; б – такт стиску; МК – міжстінкова камера;  
 ПК – піддійкова камера; Г – канал сполучення блоків;  
 К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub> – відповідно довгий і короткий дросельні канали;  
 І<sub>п</sub> – камера постійного вакууму пульсатора;

І<sub>с</sub>, ІІ<sub>с</sub>, ІV<sub>с</sub>, ІІ<sub>п</sub>, ІV<sub>п</sub> – камери змінного вакууму пульсатора; І<sub>к</sub>, ІІ<sub>к</sub> – камери змінного вакууму колектора; ІІІ, ІІІ<sub>к</sub> – камери атмосферного тиску

**Рисунок 2.20 – Схема роботи доїльного апарата АДУ-1-09**

Вібропульсатор складається з двох блоків: низькочастотного і стимулювального, послідовно з'єднаних між собою.

Частота пульсації першого з них  $66 \pm 6 \text{ хв}^{-1}$  або  $1,1 \pm 0,1$  Гц, другого –  $630 \pm 90 \text{ хв}^{-1}$  або  $10,5 \pm 1,5$  Гц.

Тривалість такту смоктання доїльного апарата АДУ-1-09  $73 \pm 5$  % загального циклу доїння. Робоча величина вакууму рекомендується в межах  $48 \pm 3$  кПа, Від першого блока пульсатора пульсуючий тиск передається на другий блок, який створює мікроколивання.

Доїльний апарат працює так. У момент підключення низькочастотного блока пульсатора до вакуум-проводу на його мембрану діє атмосферний тиск збоку камери  $IV_c$  і вакуум із боку камери  $I_n$ . При цьому мембрана штовхає клапан вниз і перекриває камеру  $III$ .

Розрідження з камери  $I_n$  поширюється в камеру  $II_n$  і далі каналом  $G$  у камеру  $I_c$  блока  $C$ . Оскільки над мембраною з боку камери  $I_c$  створюється розрідження, а під мембраною в камері  $IV_c$  – атмосферний тиск, клапан блока  $C$  переміщується мембраною вгору і перекриває камеру  $III$ . За таких умов у міжстінкових камерах доїльних стаканів через розподільну камеру  $I_k$  колектора створюється вакуум. У піддійкових камерах доїльних стаканів розрідження постійно підтримується від молокопроводу з камери  $II_k$  колектора. Описаний варіант положення механізмів відповідає такту смоктання.

Крім того, повітря коротким дросельним каналом  $K_2$  відсмоктується з камери керування  $IV_c$  стимулювального блока  $C$ . Після зрівнювання розрідження над і під мембраною атмосферний тиск, що діє на клапан з боку камери  $III$ , перемістить його вниз. При цьому сполучаться камери  $III$  і  $II_c$ , у результаті атмосферний тиск із камери  $II_c$  через камеру  $I_k$  колектора розподілиться у міжстінкові камери доїльних стаканів. Внаслідок цього зменшиться



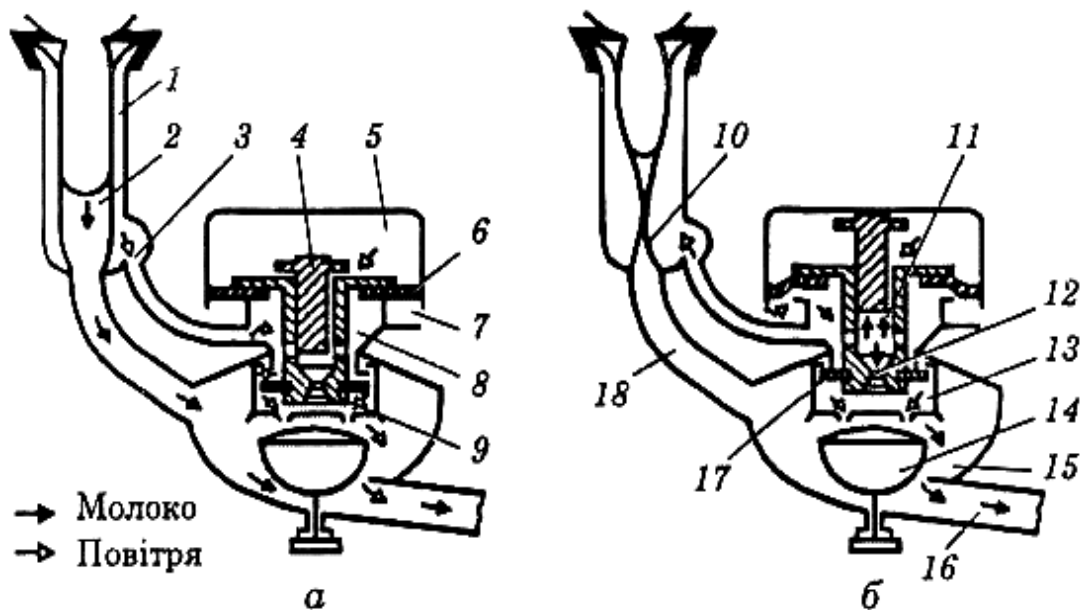
розрідження у міжстінкових камерах. Однак цей період досить короткий, оскільки каналом  $K_2$  атмосферне повітря з камери  $II_c$  швидко заповнює камеру  $IV_c$  і знову клапан блока  $C$  переміститься вгору й у міжстінкових камерах доїльних стаканів відновиться вакуум.

За період такту смоктання відбувається приблизно сім таких мікроколивань дійкової гуми за рахунок короткочасних знижень рівня вакууму у міжстінкових камерах доїльних стаканів. Частота коливань дійкової гуми становить 10 Гц, амплітуда – 1...2 мм.

Така дія доїльного апарата триває доти, доки повітря довгим каналом  $K_1$  відсмоктується з камери  $IV_{II}$ . Після цього мембрана між камерами  $I_{II}$  і  $IV_{II}$  вирівнюється, а клапан блока  $II$  підіймається (дія вакууму з боку камери  $I_{II}$  й атмосферного тиску з боку камери  $III$ ). Атмосферне повітря крізь фільтр надходить у камеру  $II_{II}$  і далі каналом  $\Gamma$  у камеру  $I_c$ . Мембрана і клапан блока  $C$  опускаються під дією залишкового розрідження у камері  $IV_c$  під мембраною та атмосферного тиску на мембрану з боку камери  $I_c$ , а також власної ваги клапанного механізму. Атмосферний тиск із камери  $III$  поширюється 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 із камери  $II_c$  каналом  $K_2$ .

Доїльний апарат ДА-Ф-50 (рисунок 2.21) має суміщений пульсоколектор, який незалежно від швидкості доїння забезпечує однаковий вакуумний тиск у піддійкових і міжстінкових камерах доїльних стаканів.



*a* – такт смоктання; *б* – такт стиску; 1 – міжстінкова камера; 2 – піддійкова камера; 3 – повітряна трубка; 4 – повзун; 5, 8, 13 – камери змінного вакууму; 6 – мембрана; 7 – камера атмосферного тиску; 9 – тарілчастий стрижень; 10 – дійкова гума; 11 – дросельний канал; 12 – канал; 14 – клапан-кран; 15 – молокозбірна камера; 16 – молочний патрубок; 17 – щилинна діафрагма; 18 – молочна трубка

**Рисунок 2.21– Схема роботи доїльного апарата ДА-Ф-50**

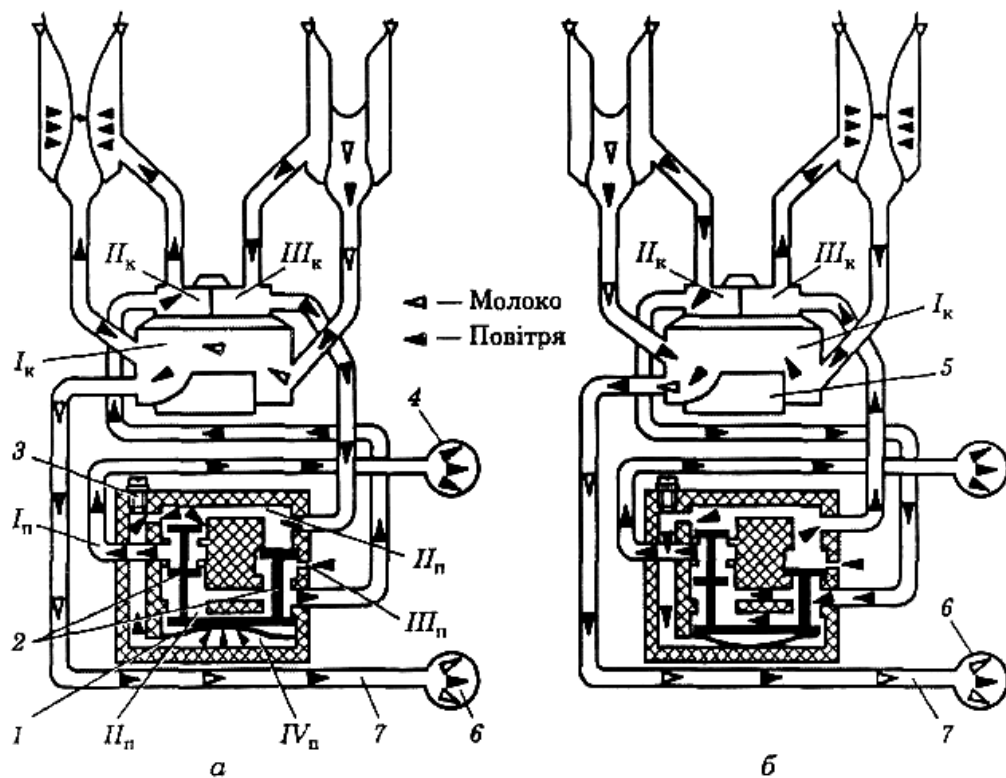
Істотною перевагою такого доїльного апарата є і те, що його використання не потребує окремого вакуум-проводу. Підвісна частина доїльного апарата (пульсоколектор, доїльні стакани з комплектом молочних та повітряних трубок) молочно-повітряним шлангом приєднується до крана молокопроводу або до патрубка кришки моло-козбірного відра.

Шлангом і патрубком 16 повітря відсмоктується з молокозбірної камери 15 та камери 13 пульсоколектора, а також із піддійкових камер 2 доїльних стаканів. Під дією різниці тисків у камерах 5 і 13 стрижень 9 із мембраною та нижнім клапаном перемішуються вниз і повітря крізь зазори між розподільником і нижнім клапаном відсмоктується з камери 8 крізь канали і трубки 3 з міжстінкових камер 1 доїльних стаканів. Крізь дросельний канал 11 та отвір у стрижні 9 повітря відсмоктується одночасно з керувальної

камери 5 доти, доки стрижень 9 із мембраною 6 і нижнім клапаном не перемістяться у верхнє положення. При цьому камера 8 відключається від камери 13 і з'єднується з камерою 7. У камеру 7 повітря надходить крізь фільтр. Повітря заповнює простір під повзуном 4 у стрижні 9 і виштовхує повзун до упору в кришку камери 5. З камери 5 повітря патрубками і трубками 3 надходить у міжстінкові камери 1 доїльних стаканів. Під впливом різниці тисків у міжстінкових і піддійкових камерах дійкова гума 10 стискається. Відбувається такт стиску.

Для забезпечення сталого режиму транспортування молока без зворотних поштовхів за тактів смоктання і стиску, коли стрижень 9, мембрана 6 і нижній клапан знаходяться у верхньому положенні, в камери 13 і 15 каналом 12 із камери 8 надходить повітря. Транспортування молока, виведеного з вим'я, здійснюється також протягом перехідних режимів пульсоколектора (між тактами стиску та смоктання і навпаки). З камери 8 дросельним каналом 11 повітря надходить у камеру 5 і підвищує у ній тиск. Мембрана 6 та стрижень 9 переміщуються вниз, а в камері 8 і просторі під повзуном 4 створюється вакуум. Повзун теж опускається вниз. Після переміщення клапана, стрижня та мембрани в нижнє положення у міжстінкових та піддійкових камерах доїльних стаканів встановлюється однаковий вакуум і здійснюється такт смоктання. Далі такт смоктання змінюється на такт стиску, тобто цикл повторюється.

*Доїльний апарат М-66 «Імпульс»* (рисунок 2.22) двотактний, працює в попарному режимі, тобто зміна тактів смоктання і стиску в доїльних стаканах відбувається не одночасно, а попарно.



1 – мембрана; 2 – клапани; 3 – регулювальний гвинт; 4 – вакуум-провод;  
5 – конусний кран; 6 – молокопровід; 7 – молочний шланг

**Рисунок 2.22 – Схема роботи доїльного апарата М-66 «Імпульс»**

Пульсатор має п'ять камер:  $I_{п}$  – постійного вакууму, з'єднану шлангом з трубопроводом 4; дві камери  $II_{п}$  – змінного вакууму (виконавчі);  $III_{п}$  – постійного атмосферного тиску;  $IV_{п}$  – змінного вакууму (керувальна). Остання камера каналом, переріз якого регулюється гвинтом 3, сполучається з верхньою камерою  $II_{п}$ .

Колектор трикамерний;  $I_{к}$  – постійного вакууму, яка за допомогою шланга 7 з'єднана з молокопроводом 6, а її чотири патрубки молочними трубками з піддійковими просторами доїльних стаканів;  $II_{к}$  і  $III_{к}$  – змінного вакууму, якими повітряне середовище від пульсатора (камери  $II_{п}$ ) попарно розподіляється в міжстінкові простори доїльних стаканів.

Працює доїльний апарат так. У разі підключення його до молоч-новакуумних мереж розрідження одночасно поширюється у двох напрямках: із молокопроводу 6

молочним шлангом 7, за відкритого крана 5 колектора – у його камеру  $I_k$  і далі в усі чотири піддійкові простори доїльних стаканів; із вакуум-проводу 4 шлангом до камери  $I_{II}$  пульсатора а потім у його нижню камеру (над мембраною)  $II_{II}$ , оскільки мембрана 1 спочатку була у вільному положенні і сполучення  $II_{II}$  камери з камерою  $I_{II}$  не перекривалося лівим клапаном 2. У цей момент під мембраною в камері  $IV_{II}$  тиск атмосферний. Під дією різниці тисків над і під мембраною остання прогинається вгору і підіймає клапани 2 (рисунок 2.22, а). Верхня камера  $II_{II}$  сполучається з камерою  $I_{II}$  і розрідження шлангом поширюється в камеру  $III_k$  колектора, а з неї – в міжстінкові простори двох доїльних стаканів. У цих стаканах відбувається такт смоктання. Видоюване молоко крізь молочні трубки надходить у камеру  $I_k$  і далі молочним шлангом 7 – у молокопровід 6.

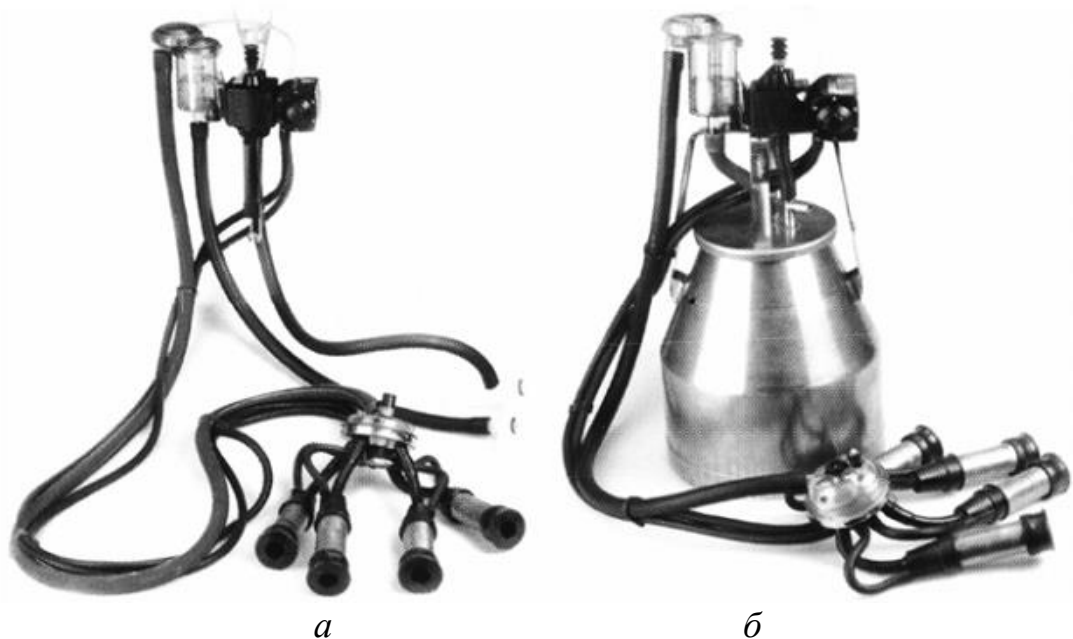
Водночас камера  $III_{II}$  пульсатора з'єднується з нижньою камерою  $II_{II}$  і атмосферний тиск шлангом поширюється в камеру  $II_k$  колектора і далі – в міжстінкові простори іншої пари доїльних стаканів, у яких відбувається такт стиску.

Далі розрідження з верхньої камери  $II_{II}$  пульсатора поступово поширюється каналом, що регулюється гвинтом 3, в керувальну камеру  $IV_{II}$ . З часом тиск у ній зрівнюється з тиском у верхній камері  $II_{II}$ , а нижню камеру  $II_{II}$  заповнює атмосферне повітря. За рахунок різниці тисків над і під мембраною 1 вона прогинається і переміщує клапани 2 у нижнє положення (рисунок 2.22, б). У результаті камера  $I_{II}$  сталого вакууму пульсатора з'єднується з нижньою камерою  $II_{II}$ , а камера  $III_{II}$  сталого атмосферного тиску – з верхньою камерою  $II_{II}$ . У камері  $III_k$  колектора і міжстінкових просторах відповідної пари доїльних стаканів буде атмосферний тиск (такти стиску). У міжстінкові простори двох інших доїльних стаканів у цей момент поширюється розрідження з нижньої камери  $II_{II}$  пульсатора через камеру  $II_k$  колектора. У цій парі стаканів відбувається такт смоктання і

видосне молоко молочними трубками надходить у камеру  $I_k$  і далі молочним шлангом 7 транспортується в молокопровід 6. Водночас із верхньої камери  $II_{п}$  пульсатора атмосферне повітря з'єднувальним каналом заповнює простір камери  $IV_{п}$ , тоді як над мембраною в нижній камері  $II_{п}$  – розрідження. Під дією різниці тисків мембрана прогинається ввєрх і підіймає клапани. Технологічний цикл повторюється.

Частота зміни положення мембранно-клапанного механізму, а отже, і частота пульсацій, залежить від перерізу каналу сполучення, який регулюють гвинтом 3.

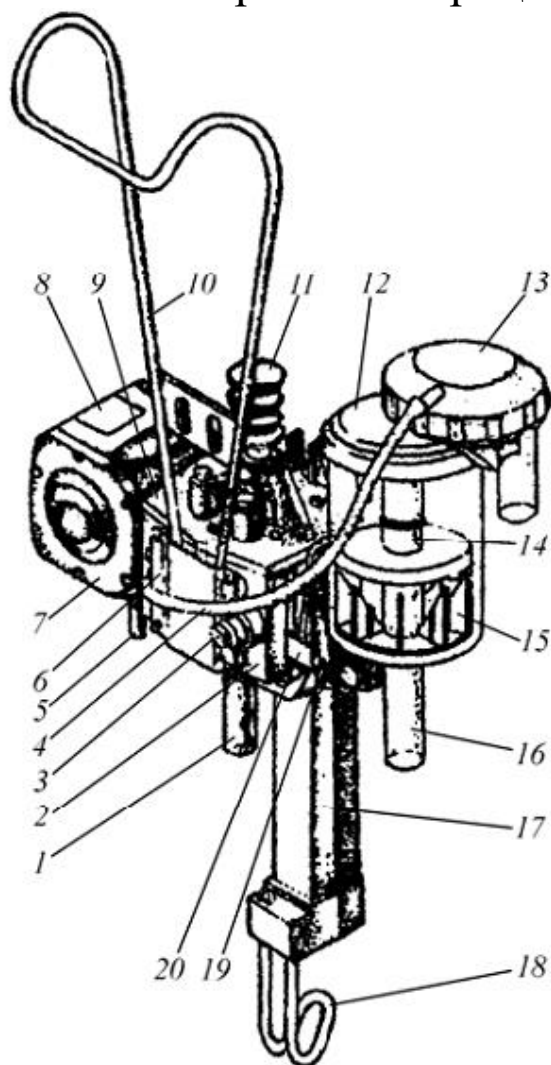
Доїльний апарат «Нурлат» призначений для комплектації систем машинного доїння в молокопровід (рисунок 6.23, а) і у відро (рисунок 2.23, б), що мають вакууметричний тиск  $50 \pm 1$  кПа. Апарат контролює інтенсивність молоковіддачі, і відповідно до цього автоматично регулює рівень вакууметричного тиску: низького (33 кПа) або високого (50 кПа). Це дозволяє максимально наблизити процес машинного доїння до природного, зменшити захворюваність корів маститом і збільшити молоковіддачу на 20...25%.



а – для доїння в молокопровід (виконання ПАД 00.000); б – для доїння в доїльне відро (виконання ПАД 00.000-1)

**Рисунок 2.23 – Загальний вид доїльного апарату «Нурлат»**

Доїльний апарат «Нурлат» складається з блоку керування (рисунок 2.24), приймача і пульсатора, об'єднаних в один вузол, і підвісної частини – колектора, чотирьох доїльних стаканів, сполучених вакуумними і молочними шлангами. Пульсатор з'єднується з колектором двома шлангами змінного вакууму. Деталі приймача і кришка колектора виготовлені з прозорих матеріалів, що дозволяє операторові візуально спостерігати за процесом доїння.



- 1 – вставка; 2 – корпус; 3 – заглушка; 4 – дренажна трубка; 5 – штуцер;  
 6 – штуцер дренажної трубки; 7 – корпус; 8 – кожух; 9 – кришка; 10 – скоба;  
 11 – сифон; 12, 13 – кришка; 14 – шток; 15 – поплавець; 16 – стакан;  
 17 – ручка; 18 – скоба; 19 – клямка; 20 – корпус магнітного клапана

**Рисунок 2.24 – Загальний вид блоку керування,  
 приймача і пульсатора**

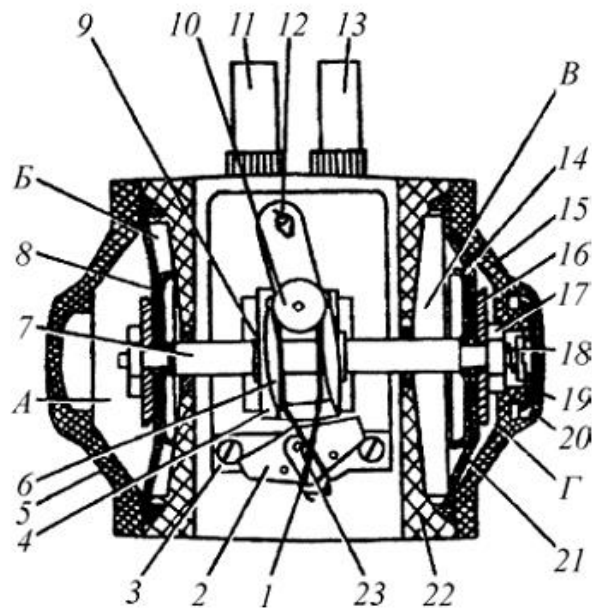
Блок керування призначений для регулювання вакууметричного тиску, що створюється доїльною установкою залежно від інтенсивності молоковіддачі. Складається з корпусу 2, кришки 9, вставки 1, ручки 17, скоби 18, сільфону 11, заглушки 3 і корпусу магнітного клапана 20. У кришці 9 змонтований клапан, що складається з штока, пружини, двох упорів і сільфону 11. Положення сільфону вказує під час роботи апарату рівень вакууму: під час фази стимуляції і додоювання (рівень низького вакууму) – сільфон повинен бути стислий і повинне бути легке поклацування в пульсаторі; фазу основного доїння (рівень високого вакууму) – сільфон у вільному стані. Блок керування має два режими: низького або високого вакууму. При обох режимах в порожнині блоку створюється вакуум 50 кПа.

Приймач призначений для контролю рівня молоковіддачі, перемикання блоку керування на різні режими доїння, регулювання рівня вакууму в піддійкових камерах доїльних стаканів і автоматичного замикання вакуумної лінії у випадку спадання доїльних стаканів з вимені корови.

Приймач працює в двох режимах: високого і низького вакууму. При обох режимах в порожнині створюється вакуум 50 кПа. Режим низького вакууму відповідає низькій інтенсивності молоковіддачі (до 200 г/хв). Режим високого вакууму відповідає фазі основного доїння (більше 200 г/хв.).

Пульсатор складається з корпусу 22 (рисунок 2.25), основи 3, штока 7, коромисла 2, повзуна 4, пружини 1, мембрани 21, голки 18, правої кришки 15, лівої кришки 5, заглушки 19, ковпачка 20, штуцерів 11 і 13. Пульсатор встановлюється на блок керування.





1 – пружина; 2 – коромисло; 3 – основа; 4 – повзун; 5 – ліва кришка; 6 – водило; 7 – шток; 8 – мембрана; 9 – шайба; 10 – вісь; 11 – лівий штуцер; 12 – вісь; 13 – правий штуцер; 14, 16 – шайба; 15 – права кришка; 17 – гайка; 18 – голка; 19 – заглушка; 20 – ковпачок; 21 – мембрана; 22 – корпус; 23 – вісь; А – ліва надмембранна порожнина; Б – ліва підмембранна порожнина; В – права підмембранна порожнина; Г – права надмембранна порожнина

**Рисунок 2.25 – Загальний вид пульсатора доїльного апарату «Нурлат»**

У початковому положенні шток 7, водило 6, повзун 4 і коромисло 2 знаходяться в крайньому правому положенні. При такому положенні повзун 4 сполучає центральний паз основи 3 з правим пазом. Коромисло 2 сполучає центральний отвір основи 3, сполучений з центральним пазом, з правим отвором, сполученим з правою підмембранною порожниною В. Повітря відсмоктується через центральний отвір в основі 3, що приводить до створення вакууму в правому штуцері 13 і в порожнині В. В цьому положенні лівий отвір і лівий паз в основі 3 знаходяться у відкритому положенні. Лівий штуцер 11 і ліва підмембранна порожнина Б знаходяться під атмосферним тиском. Створений в правій підмембранній порожнині В вакуум віджимає в ліве положення мембрану 21, яка переміщує в ліве положення шток 7, водило 6 та повзун 4. При цьому в правій надмембранній порожнині Г створюється вакуум, величина якого нижча, ніж в правій

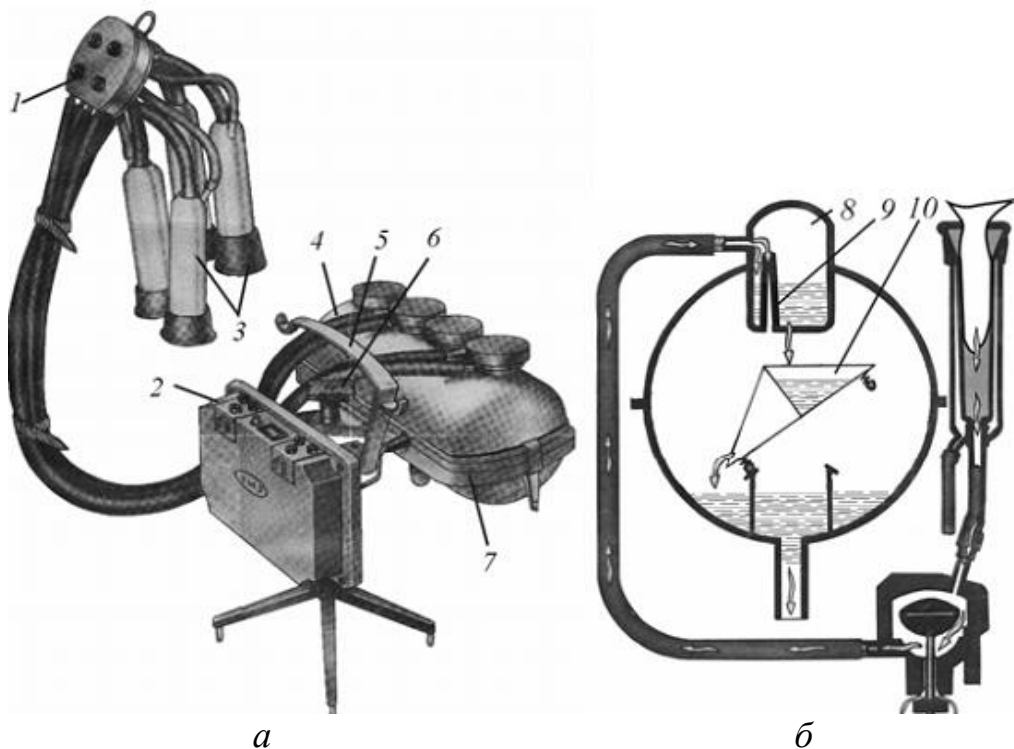
підмембранній порожнині В (за рахунок надходження повітря через канал штока 7 з надмембранної порожнини А). При переміщенні штока 7 з правого в ліве положення коромисло 2 залишається в правому положенні до тих пір, поки водило 6 не займе крайнє ліве положення. У момент досягнення штоком 7 крайнього лівого положення водило 6 виходить із зачеплення коромисла 2, яке під впливом пружини 1 приймає крайнє праве положення, тобто відбувається перемикання каналів і отворів в пульсаторі. У такому положенні в лівому штуцері 11 і в лівій підмембранній порожнині Б створюється вакуум, а правий штуцер 13 і порожнина В опиняються під атмосферним тиском, тобто рух всіх частин повторюється, але у зворотному напрямі.

Швидкість перемикання пульсатора (частота пульсацій) залежить від швидкості перетікання повітря з однієї надмембранної порожнини в іншу. Регулювання частоти пульсацій здійснюється зміною прохідного перетину дросельного отвору в порожнистому штоку 7 при обертанні голки 18.

Колектор доїльного апарату «Нурлат» призначений для розподілу змінного вакууму по пульсаційних камерах доїльних стаканів і збору молока з піддійкових просторів доїльних стаканів в загальну молочно-вакуумну магістраль. Деталі колектора утворюють дві взаємно незв'язані порожнини. Два штуцери розподільника колектора призначено для підключення до пульсатора. Два правих і два лівих штуцери розподільника призначено для підключення колектора до пульсаційних камер доїльних стаканів. Завдяки цьому здійснюється попарне доїння відповідних доль вимені тварини.

При дослідницькій і селекційній роботі для визначення продуктивності і тривалості доїння окремих доль вимені корів, а також для оцінки їх придатності до машинного

доїння використовують *доїльний апарат ЗТ-Ф-1* (рисунок 2.26). На колекторі і вимірнику об'єму нанесені цифрові позначення, відповідні долям вимені тварини: 1 – лівій передній; 2 – правій передній; 3 – лівій задній; 4 – правій задній. Для записів показань апарату підключають відмітчик часу з напругою живлення 12 В. Розподільник у верхній частині колектора шлангами сполучений з міжстінковими камерами доїльних стаканів.



а – загальний вид; б – схема роботи;

1 – колектор; 2 – пульт; 3 – доїльні стакани; 4 – вимірник; 5 – ручка; 6 – гайка фіксації вимірника по рівню; 7 – рама вимірника; 8 – приймальна камера; 9 – трубка вирівнююча; 10 – ківш

**Рисунок 2.26 – Доїльний апарат ЗТ-Ф-1**

Вимірник складається з корпусу, в якому закріплена основа. На основі розміщено чотири двокамерні вимірювальні ковші. Зверху корпус закритий кришками з приймальними камерами і патрубками для підключення до колектора доїльного апарату. Наповнення ковшів регулюється гвинтами.

Для прийому і видачі інформації про продуктивність і тривалість доїння окремих чвертей вимені, обробки сигналів

від вимірника про необхідність додоювання або знімання підвісної частини з вимені застосовується пульт. Погрішність відліку часу молоковіддачі пультом складає  $\pm 5\%$ , а по кожній чверті – 5 с., межа вимірювання разового удою – 50...9950 г. Живлення пульта автономне від двох батарей напругою 4,5 В кожна. Вимірник об'єму і пульт закріплені на кронштейнах.

Доїльний апарат ЗТ-Ф-1 перед доїнням приєднують до доїльного відра або молокопроводу. Після вмикання четвертого доїльного стакана в роботу на пульті натискають кнопку «вмикання». Молоко поступає в приймальну камеру 8 (рисунок 2.26, б), відділяється від повітря, яке відсмоктується по вирівнюючій трубці 9, і зливається в одну з камер ковша 10. При наборі 50 г молока ківш перекидається, підставляючи під струмінь молока другу камеру. Під час перекидання магніт, закріплений на бічній стінці ковша, замикає контакти датчика, сигнал від якого поступає в блок пам'яті пульта. У блоці пам'яті окремо фіксуються надій і час доїння по кожній долі вимені. При інтенсивності доїння менше 50 г за 30 с з будь-якої долі відлік часу припиняється. Після закінчення доїння спалахує світловий індикатор на пульті. У цей момент оператор натискає кнопку «додоювання» на пульті і починається відлік часу додоювання по всіх долях. При вторинному зниженні інтенсивності молоковіддачі менше 50 г за 30 с. світловий індикатор спалахує постійним світлом. На цьому доїння закінчується. На табло пульта висвічуються показання надою по першій долі вимені. Послідовним натисненням відповідних кнопок на пульті продивляються показники надою по інших долях вимені. Потім списують показання тривалості доїння по кожній чверті вимені.

*Лікувальний пересувний доїльний апарат ЛПДА-1УВЧ* складається з серійного доїльного апарату будь-якого типу і медичного апарату УВЧ-66. Для створення

електромагнітного поля УВЧ в міжстінкових просторах пластмасових доїльних стаканів встановлені кільцеві пластинчасті електроди, які фідерами сполучені з апаратом УВЧ-66. Доїльний апарат з УВЧ перевозять на модифікованому візку ПДА-1.

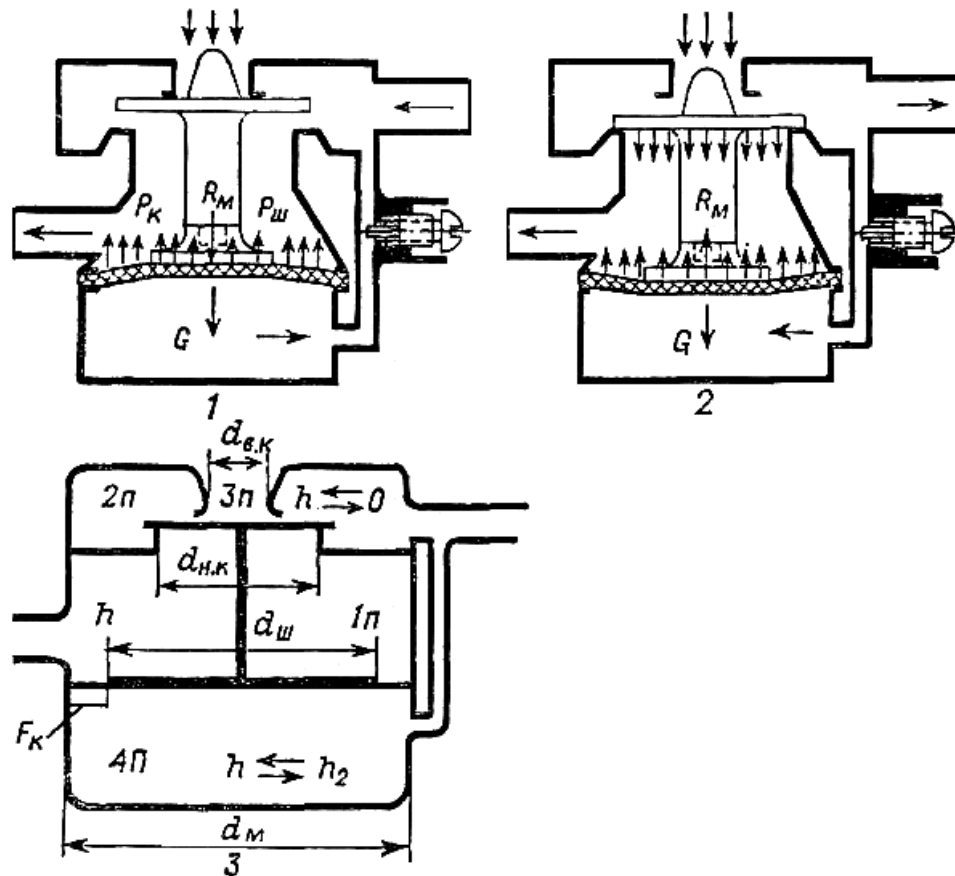
Застосування апарату УВЧ дає можливість обробляти дійки і вим'я корови безпосередньо в процесі машинного доїння. Завдяки цьому у корів підвищується середня швидкість молоковіддачі, збільшується повнота видоювання, зменшуються захворювання маститом. Особливо ефективно застосування апарату з профілактичною метою в пологовому відділенні. За одну годину доярка обслуговує 6 корів.

## **2.6 Визначення параметрів доїльного апарата**

Ефективність роботи доїльного апарата значною мірою залежить від тривалості його тактів, яка в свою чергу визначається інтенсивністю перемикання (зміна положення) клапана пульсатора. Розрахунок параметрів пульсатора здійснюється відповідно до закономірностей перетікання повітря з керуючої камери  $4_{\text{п}}$  в робочу камеру  $2_{\text{п}}$  (рисунок 2.27) і навпаки. В результаті цього відбуваються зміни положень клапанного механізму пульсатора та стану повітряного середовища (вакуум – атмосферний тиск) в камері  $2_{\text{п}}$ , в чому власне й полягає суть роботи пульсатора.

Перетікання повітря між вказаними камерами крізь регульований (існують варіанти пульсаторів і без регулювання) канал малого перерізу під дією перепаду тисків над і під мембраною та клапаном.

За станом режиму роботи доїльного апарата протягом часу  $t_1$ , що відповідає тривалості такту ссання, відбувається відкачування повітря з герметичної камери  $4_{\text{п}}$  пульсатора (рисунок 2.27) в необмежений простір камери  $2_{\text{п}}$ .



1 – верхнє положення клапанного механізму; 2 – нижнє положення клапанного механізму; 3 – до розрахунку параметрів; 1<sub>п</sub> – камера постійного вакууму; 2<sub>п</sub> і 4<sub>п</sub> – камери змінного вакууму; 3<sub>п</sub> – камера атмосферного тиску

**Рисунок 2.27 – Схема роботи пульсатора**

При цьому в камері 4<sub>п</sub> вакууметричний тиск зростає від  $P_z$  до  $P_1$ , а в камері 2<sub>п</sub> і вакуумпроводі підтримується постійний вакуум  $P_в$ .

За наступний відрізок часу  $t_2$  (відповідає тривалості такту стиску двотактного апарата або тактів стиску і відпочинку тритактного) відбувається надходження повітря з камери 2<sub>п</sub> в камеру 4<sub>п</sub> і зменшення вакууму в ній від  $P_1$  до  $P_2$ .

При відсмоктуванні повітря (такт ссання) швидкість зміни вакууму в пульсаторі описується рівнянням:

$$\frac{dP}{dt} = K_1(P_в - P), \quad (2.1)$$

де  $P$  – поточне значення змінного вакууму в камері 4<sub>п</sub>, кПа;  $P_в$  – номінальне значення вакууму в системі, кПа;  $K_1$  –

коефіцієнт пропорційності при відсмоктуванні повітря, який залежить від площі перерізу каналу між камерами  $2_{\text{п}}$  і  $4_{\text{п}}$  пульсатора.

У результаті інтегрування виразу (2.1) в межах від  $P_2$  до  $P_1$  і деяких перетворень одержимо:

$$t_1 = \frac{1}{K_1} \ln \frac{P_6 - P_2}{P_6 - P_1}. \quad (2.2)$$

Під час надходження повітря в пульсатор вакууметричний тиск у вказаних межах змінюється з інтенсивністю:

$$\frac{dP}{dt} = K_2 P. \quad (2.3)$$

Звідси

$$t_2 = \frac{1}{K_2} \ln \frac{P_1}{P_2}, \quad (2.4)$$

де  $K_2$  – коефіцієнт пропорційності при надходженні повітря.

З урахуванням (2.2) і (2.4) відношення  $\delta$  тривалостей тактів ссання і стиску (у варіанті тритактного доїльного апарата – стиску та відпочинку) становить:

$$\delta = \frac{t_1}{t_2} = K \left( \ln \frac{P_6 - P_2}{P_6 - P_1} \right) / \ln \frac{P_1}{P_2}, \quad (2.5)$$

де  $K = K_2/K_1$  – дослідний коефіцієнт.

Тривалість одного пульсаційного циклу (ссання + стиску; ссання + стиску + відпочинку) визначається рівнянням:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 = \frac{1}{K_1} \ln \frac{P_6 - P_2}{P_6 - P_1} + \frac{1}{K_2} \ln \frac{P_1}{P_2}. \quad (2.6)$$

Величина, зворотна тривалості одного циклу, означає частоту пульсацій  $n$ :

$$n = \frac{1}{t_{\text{ц}}}. \quad (2.7)$$

Рівняння рівноваги сил в момент перед переключенням

клапанного механізму пульсатора з нижнього положення у верхнє (рисунок 2.27) має вигляд:

$$P_6 \frac{\pi D_m^2}{4} = P_6 \frac{\pi D_k^2}{4} + G,$$

а умовою його переходу у верхнє положення є:

$$P_6 \frac{\pi D_m^2}{4} > P_6 \frac{\pi D_k^2}{4} + G, \quad (2.8)$$

де  $D_m$  і  $D_k$  – діаметр відповідно мембрани і клапана з боку камери 1;  $G$  – сила тяжіння клапанного механізму.

Зворотнє переключення клапанного механізму з верхнього положення у нижнє відбудеться за умови:

$$P_6 \frac{\pi d_k^2}{4} + G > (P_6 - P_2) \frac{\pi D_m^2}{4}, \quad (2.9)$$

де  $d_k$  – діаметр клапана з боку камери 3п.

Приведені залежності вказують на те, що в доїльних апаратах з пневмомеханічним пульсатором тривалість окремих тактів в межах пульсаційного циклу, їх співвідношення та частота пульсацій впливають розміри мембрани і клапана, площа перерізу каналу сполучення його камер змінного вакууму, а також межі коливання вакууметричного тиску в указаних камерах та загальний рівень робочого вакууму.

## 2.7 Уніфіковані елементи доїльних машин

До складу доїльних машин крім виконавчих механізмів – доїльних апаратів входять ще й інші уніфіковані елементи, зокрема: вакуумні установки, молокозбірники, лічильники молока, маніпулятори доїння.

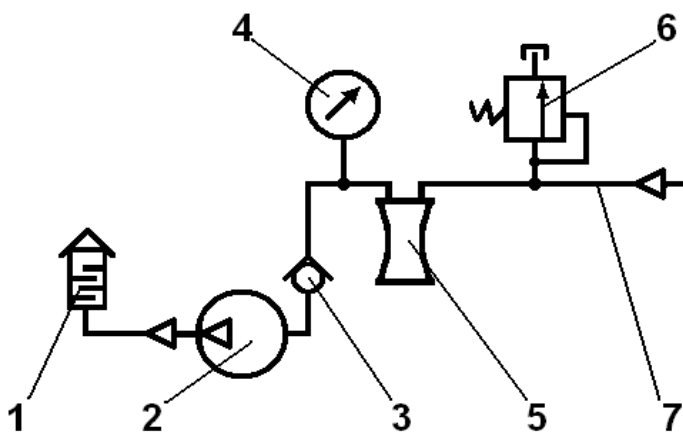
### 2.7.1 Вакуумні установки

Силовим (енергетичним) елементом доїльної машини є вакуумна установка. Вона призначена для створення



вакууметричного тиску (вакууму) в повітряно-молочних лініях, з відповідними параметрами, можливістю їх регулювання, контролю і підтримання незмінними за часом. Саме таке повітряне середовище забезпечує роботу виконавчих елементів доїльних машин (доїльних апаратів), а також транспортування видоєного молока (у доїльне відро чи загальним молокопроводом в молочне відділення).

Вакуумна установка (рисунок 2.28) включає насос 2 з глушником 1, зворотний клапан 3, вакууметр 4, вакуумний балон 5, вакуум-регулятор 6, а також привод (двигун).



1 – глушник; 2 – насос; 3 – зворотній клапан; 4 – вакууметр;  
5 – вакуумний балон; 6 – вакуумрегулятор; 7 – вакуум-провід

**Рисунок 2.28 – Структурна схема вакуумної установки**

Двигун (електричний чи внутрішнього згоряння) приводить в дію вакуумний насос, який створює необхідний для роботи доїльного апарата вакуум. За рахунок того, що більшість типів вакуумних насосів відкачують із вакуумної системи повітря порціями, вакууметричний тиск, який встановлюється в системі, має постійну і змінну складові (пульсації). Для згладжування пульсацій вакууму у систему включають додаткову місткість – вакуумний балон з відкидним шарнірно закріпленим дном.

У розрив вакуум-проводу між вакуумним насосом і балоном вмонтовується діелектрична вставка, яка запобігає ураженню електричним струмом тварин і обслуговуючого

персоналу у випадку пошкодження ізоляції в електродвигуні чи електричній мережі.

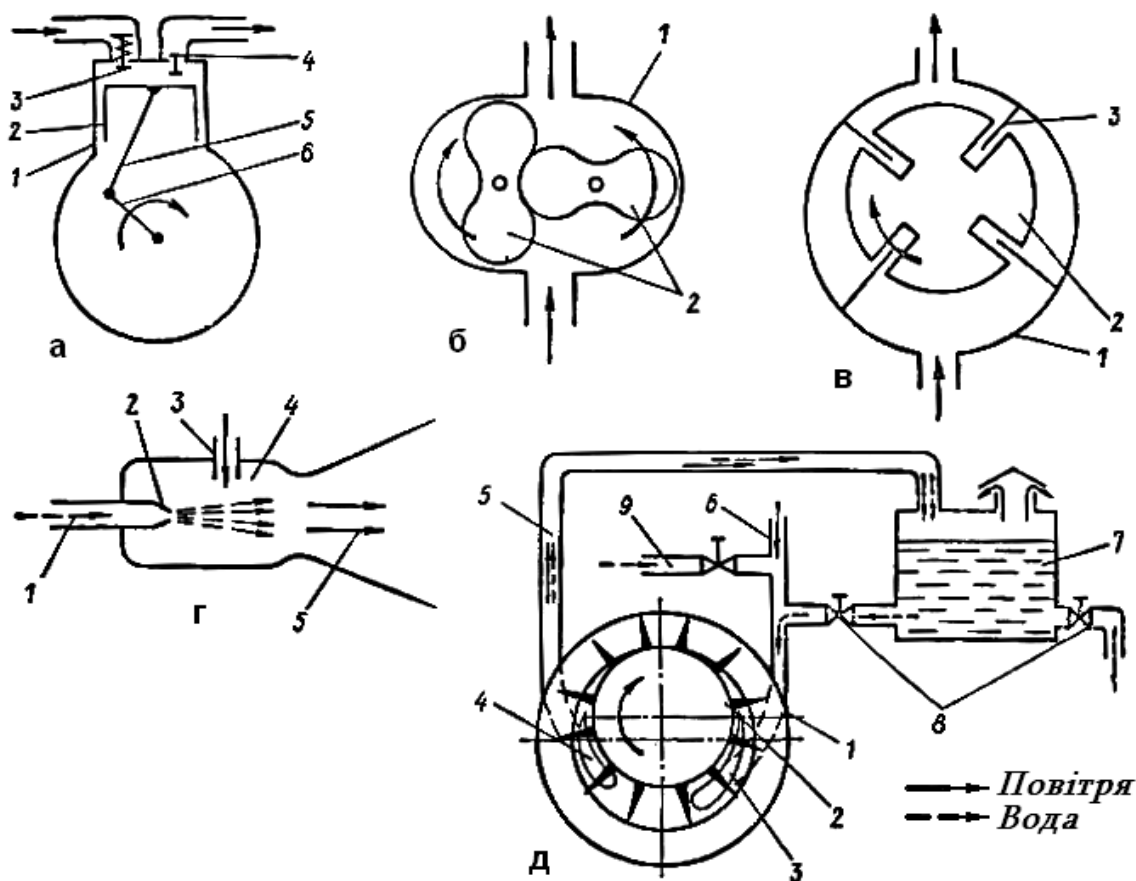
Для забезпечення у вакуумній системі вакууметричного тиску певної величини, незалежно від зміни витрати повітря у процесі доїння, зміни технічного стану вакуумного насоса, вакуумного проводу і арматури, використовують вакуумні регулятори. Для контролю вакууметричного тиску призначені вакууметри, які встановлюють у машинному відділенні так, щоб їх видно було з робочого місця оператора.

*Вакуумні насоси* поділяються на поршневі, ротаційні, шестеренні, водокільцеві, діафрагмові, ежекторні (рисунок 2.29).

Найчастіше використовуються ротаційні лопатеві насоси. Вони прості за будовою, мають малу металоемність і складаються із статора, всередині якого ексцентрично встановлено ротор. У пазах ротора, виконаних радіально або тангенціально, встановлені лопатки, що утворюють разом із ротором і статором робочі камери. У статорі в зоні збільшення об'єму робочих камер влаштовані впускні, а в зоні зменшення їх об'єму – випускні вікна. До впускних вікон приєднано вакуум-провід, а до випускних – пристрої для зменшення акустичних шумів (глушники).

Основними недоліками ротаційних насосів є підвищення нагрівання під час роботи за рахунок тертя лопаток по статору і торцевих кришках насоса та незначний ресурс внаслідок спрацювання тертям деталей.

Водокільцеві вакуумні насоси мають переваги порівняно з ротаційними: відсутність сухого тертя між ротором і статором, що веде до збільшення ресурсу насоса і виключає необхідність мащення.



**а – поршневий:** 1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – впускний клапан; 5 – шатун; 6 – кривошип; **б – шестеренний:** 1 – корпус; 2 – ротор; **в – ротаційний:** 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – лопатки; **г – водоструминний:** 1 – водопровід; 2 – сопло; 3 – вакуум-провід; 4 – змішувальна камера; 5 – дифузор; **д – водокільцевий:** 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – впускне вікно; 5 – випускний трубопровід; 6 – вакуум-провід; 7 – водяний бак; 8 – крани; 9 – водопровід

**Рисунок 2.29 – Типи вакуумних насосів**

Ущільнення ротора зі статором у водокільцевому насосі здійснюється за рахунок води, яка під час роботи обертається разом з ротором у вигляді кільця. Ексцентричне розміщення ротора і статора між водяним кільцем і лопатками ротора утворює робочі камери, об'єм яких змінюється залежно від кута повороту ротора. Так, під час мінімальної відстані між ротором і статором об'єм камер зменшується, а під час максимальної – збільшується. У зоні збільшення об'єму робочих камер влаштовують впускні вікна, а в зоні зменшення – випускні.

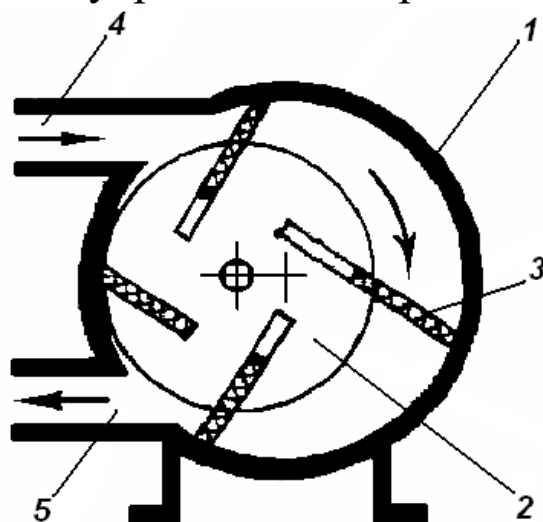
В процесі роботи насоса частина води із насоса разом з повітрям потрапляє у випускний патрубок, відокремлюється від повітря у по-вітророздільнику і через регулювальний кран знову подається в насос. Циркуляція води сприяє також охолодженню насоса.

До недоліків водокільцевих насосів слід віднести можливість замерзання води у холодну пору року.

Поршневі вакуумні насоси не знайшли широкого використання в доїльних установках, в основному, внаслідок складності конструкції (наявність кривошипно-шатунного і клапанного механізмів).

Детальніше питання будови та принципу дії розглянемо на прикладі ротаційного та водокільцевого вакуумних насосів, які широко розповсюджені в сільськогосподарському виробництві.

*Ротаційно-пластинчастий насос* (рисунок 2.30) складається з циліндричного корпусу 1, ексцентрично встановленого в ньому ротора 2, в чотирьох пазах якого вільно переміщуються текстолітові пластини 3. При обертанні ротора 2, пластини 3 відцентровою силою притискаються до внутрішньої поверхні корпусу 1.



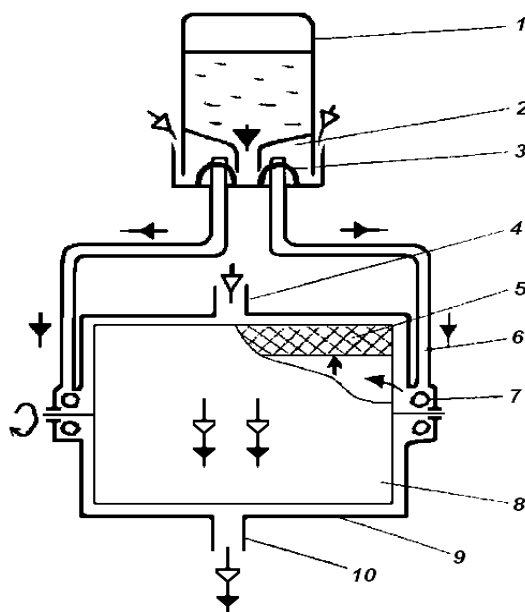
1 – корпус; 2 – ротор; 3 – пластини; 4 – патрубок всмоктувальний;  
5 – патрубок випускний

**Рисунок 2.30 – Схема ротаційно-пластинчастого вакуумного насоса**

Внаслідок ексцентричного розташування ротора вони то заглиблюються в пази, то виходять з них. За рахунок цього змінюється об'єм простору між сусідніми пластинами.

При збільшенні об'єму в міжпластинчатому просторі створюється розрідження і туди крізь впускний патрубок 4 засмоктується повітря. При зменшенні об'єму повітря стискається і випускним патрубком 5 виштовхується з циліндра.

Вал ротора встановлений в кулькопідшипниках (рисунок 2.31) для змащування яких, а також стінок внутрішньої поверхні корпусу 9, використовується оливничка гнотового типу з постійним самовстановлюваним рівнем оливи. Оливничку заповнюють спеціальною оливою для вакуумних насосів або марок І-20А, І-40А, М-8А, М-10В<sub>2</sub>.



- 1 – стакан; 2 – корпус оливнички; 3 – гніт; 4 – патрубок всмоктувальний;  
5 – пластина; 6 – канал вертикальний; 7 – підшипник; 8 – ротор;  
9 – корпус насоса; 10 – патрубок випускний

**Рисунок 2.31 – Схема мащення ротаційно-пластинчатого вакуумного насоса**

Оливничка має стакан для оливи, який розміщується в корпусі оливнички зливним патрубком до низу. Із стакана олива витікає в чашку корпусу за принципом дії вакуумної напувалки до тих пір, поки є запас оливи в стакані. Для

підтримання атмосферного тиску в чаші між корпусом 2 і стаканом 1 є зазор.

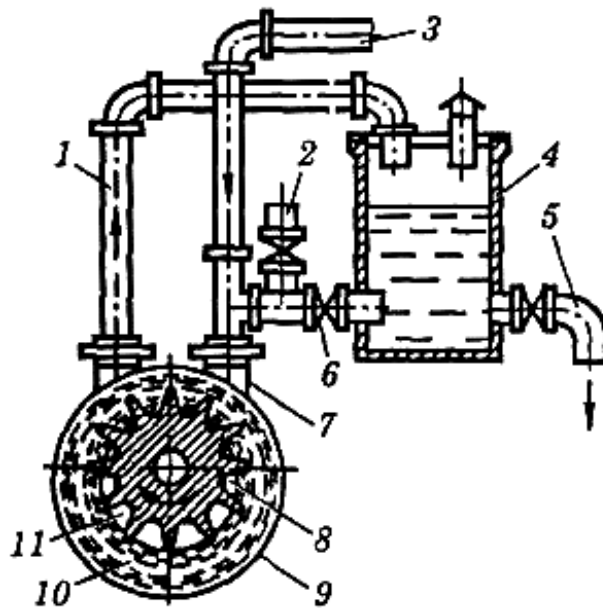
Процес мащення відбувається таким чином. Рідка олива пропитує гноти 3 і за рахунок різниці тисків в чаші 2 та порожнині насоса 9 поступає вертикальними каналами 6 в кришках корпусу до підшипників 7, змащує їх, а потім стінки порожнини 9, пази ротора 8, насоса та пластини 5. Після цього залишки оливи разом з повітрям крізь патрубків 10 видаляються з насоса.

Наявність та потрапляння оливи в насос контролюють візуально крізь прозорі пластмасові трубки, а загальну витрату оливи – за поділками шкали на стакані.

Для зменшення витрат оливи при мащенні ротаційно-пластинчастих насосів окремі виробники (АТ «Кургансільмаш», компанія ДеЛаваль) комплектують вакуумні установки пристроями для утилізації оливи з повітря, яке видаляється з насоса. При цьому відокремлюється від повітря до 80% використаної оливи, яку застосовують для повторного мащення, крім цього, суттєво зменшується забруднення довкілля.

*Водокільцеві вакуумні насоси* (рисунок 2.32) використовують у господарствах, де понад 200 голів худоби. Вони не потребують змащування. Ущільнення між ротором і статором водокільцевого насоса забезпечується водою, яка утворює рухоме водяне кільце.

До початку роботи вакуумної установки з водокільцевим насосом заповнюють місткість 4 водою на 2/3 її об'єму і закривають вентиль на трубопроводі 2 підведення води до насоса. Після цього вмикають електродвигун, відкривають вентиль 6 і регулюють ним необхідну витрату води, при якій вакууметричний тиск буде найбільший. Витрату води насосом контролюють за кількістю води, що повертається насосом у місткість 4.



1 – викидний трубопровід; 2 – трубопровід подачі води; 3 – всмоктувальний трубопровід; 4 – резервуар для води; 5 – зливна труба; 6 – регулювальний вентиль; 7 – всмоктувальний патрубок; 8 – ротор; 9 – корпус; 10 – водяне кільце; 11 – паз ротора

**Рисунок 2.32 – Схема водокільцевої вакуумної установки**

Під час обертання ротор 8 лопатками відкидає воду до стінок корпусу 9 і формує рухоме водяне кільце. Оскільки ротор у корпусі розміщений ексцентрично, то між маточиною і водяним кільцем утворюється серпоподібний простір, який розділяється лопатками на ізольовані порожнини. За першого півоберту ротора права половина серпоподібного простору збільшується, вода відходить від маточини ротора до периферії, внаслідок чого у міжлопатевому просторі створюється розрідження і повітря засмоктується в цей простір із трубопроводу 3 крізь вікна в бічних кришках корпусу насоса.

За другого півоберту ротора ліва половина серпоподібного простору зменшується і вода, що знаходиться в ньому, ніби поршень стискує повітря між лопатками ротора і витискує його крізь вікна бічних кришок корпусу у викидний трубопровід. При цьому, разом із повітрям з насоса викидається і частина води, яка збирається у резервуарі, а повітря виходить назовні. Щоб зупинити

насос, закривають вентиль регулювання подачі води на всмоктувальному трубопроводі і вимикають електропривод. Зазор між торцями ротора і бічними кришками має бути однаковим, його регулюють прокладками.

Вода, яку застосовують при роботі водокільцевого насоса, не повинна містити механічні домішки в кількості більше ніж 25 мг/л. Використання води з підвищеним вмістом солей спричиняє утворення накипу на робочих деталях. У результаті цього зазори між рухомими і нерухомими деталями зменшуються, тертя між ними збільшується, різко зростає споживана потужність. Усе це може привести до аварії електродвигуна. Робота насоса без води не допускається.

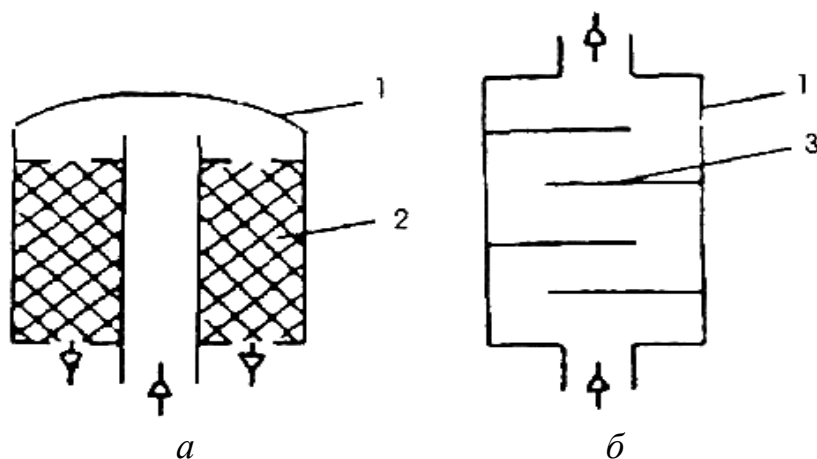
В процесі роботи водокільцевої установки вода нагрівається і частина її випаровується. Для підтримання необхідного рівня води у місткості 1 встановлюють автоматичний поплавковий клапан, через який вказана місткість сполучається з водопровідною мережею.

Підвищення температури води знижує продуктивність насоса. Робоча температура води повинна бути не вище 40°C, а максимальна – не перевищувати 65°C.

Періодичність заміни води в установці залежить від її жорсткості. При високих значеннях жорсткості воду замінюють через 600 год. роботи, а при низьких – через 1200 год.

*Глушники* вакуумних установок з ротаційно-пластинчастими насосами мають різноманітне конструктивне виконання (рисунок 2.33) і забезпечують рівень шуму в межах 70...80 дБ. При цьому, опір руху повітря в них незначний, що не зменшує продуктивності вакуумного насосу.





а – з шумопоглинаючою набивкою; б – з лабіринтними перегородками;  
1 – корпус; 2 – набивка; 3 – перегородки

**Рисунок 2.33 – Схеми глушників вакуумних установок**

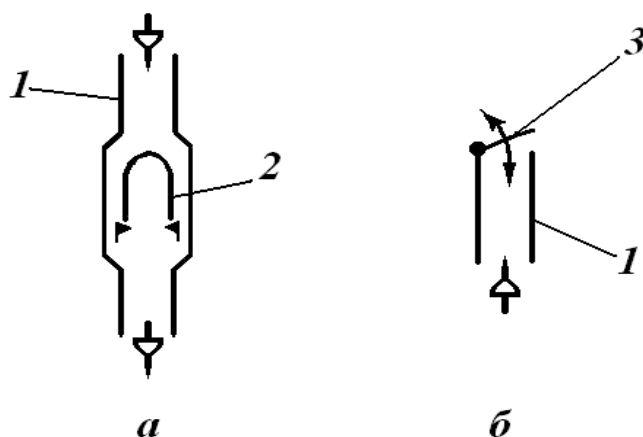
Зниження рівня шуму в глушнику (рисунок 2.33, а) забезпечує спеціальна шумопоглинаюча набивка 2, яка одночасно затримує частину оливи, з повітря, що видаляється в навколишнє середовище.

Глушник (рисунок 2.33, б) являє собою циліндр 1, всередині якого розміщені перегородки 3. Перегородки різко змінюють напрям руху повітря, внаслідок чого зменшується рівень шуму. Їх недоліком є відсутність очищення повітря від решток оливи.

*Зворотний клапан* запобігає зворотному обертанню ротора вакуумного насоса при його зупинці, яке спричиняється засмоктуванням повітря крізь вихлопний патрубков. Різка зміна напрямку обертання ротора насоса може привести до поломки текстолітових пластин в ротаційно-пластинчатих насосах, а в водокільцевих – до засмоктування води у вакуум-провід.

Конструкція зворотного клапана в більшості доїльного обладнання (виробництва ВАТ «Брацлав» Україна, АТ «Кургансільмаш» Росія, АТ «РЗДУ» Латвія) являє собою циліндр, в якому розміщено рухомий клапан (рисунок 2.34, а). Під час роботи установки рухомий клапан 2, знаходиться в нижній частині циліндра 1 і вільно пропускає повітря у впускний патрубков насоса. Після зупинки вакуумного насоса

потік повітря у вакуум-провід підіймає рухомий клапан 2 у верхнє положення, і закриває зворотний рух повітря, запобігаючи обертанню ротора насоса в протилежному напрямі. Деталі зворотного клапана виготовляють з пластмаси і тому він одночасно виконує функцію діелектричної вставки між вакуумним насосом і вакуум-проводом.



1 – корпус; 2 – клапан; 3 – кришка шарнірна

**Рисунок 2.34 – Схеми зворотних клапанів з рухомих ковпачкоподібним клапаном (а) та з шарнірною кришкою (б)**

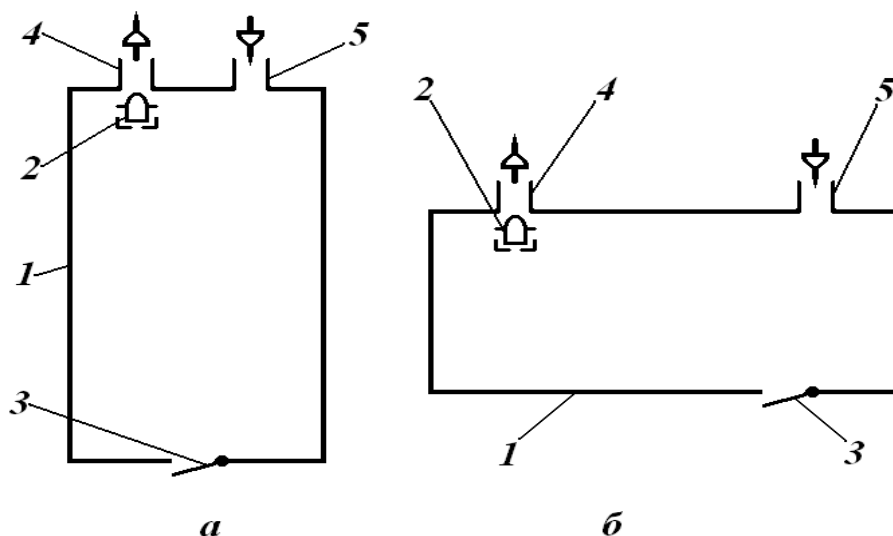
Компанія ДеЛаваль (Швеція) виготовляє зворотний клапан у вигляді кришки, шарнірно закріпленої на кінці випускної труби (рисунок 2.34, б). При роботі вакуумної установки повітря, що виходить з випускної труби, піднімає кришку над трубою і відкриває вихід. У разі зворотного руху повітря при виключенні установки, сили тяжіння кришки та потоку повітря приводять до закриття клапана.

*Вакуумний балон* призначений:

- для створення запасу робочого середовища (вакууму), який сприяє вирівнюванню коливань вакууметричного тиску у вакуумній системі доїльної установки;
- виділення і накопичення вологи та бруду з повітря і, завдяки цьому, захисту ротаційно-пластинчастого насоса від передчасного спрацювання;
- збирання та видалення мийної рідини при промиванні вакуум-проводу.

Балон являє собою вертикальний (рисунок 2.35, а) або горизонтальний (рисунок 2.35, б) циліндр, який обладнаний в нижній частині зливним клапаном 3. Під час пуску насоса клапан 3 повинен бути відкритим, чим зменшується навантаження на електродвигун. Об'єм балона в різних фірм виробників, коливається від 20 до 100 л.

При роботі насоса в балоні створюється розрідження, а на зливний клапан 3 ззовні діє атмосферний тиск, в результаті чого клапан притискається до гнізда. Після зупинки насоса тиск всередині балона поступово вирівнюється до атмосферного, зливний клапан відкривається, волога та бруд автоматично видаляються з балона.



а – вертикальне розміщення; б – горизонтальне розміщення;  
 1 – корпус; 2 – клапан запобіжний; 3 – клапан зливний;  
 4 – патрубок випускний; 5 – патрубок впускний

**Рисунок 2.35 – Схеми вакуумних балонів**

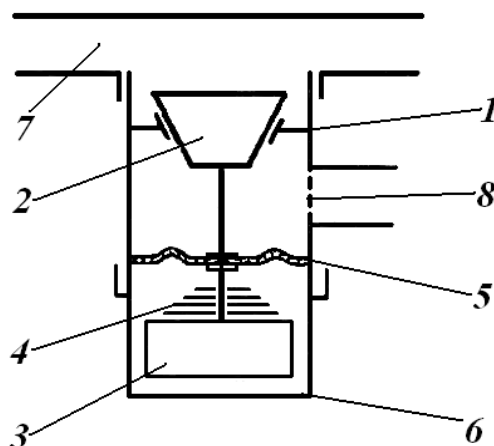
У випадках пошкодження діркової гуми стаканів під час промивання апаратів мийний розчин може потрапити в балон. При переповненні або перекиданні доїльного відра у вакуумний балон може потрапити також молоко. Крім того, в разі промивання вакуумних магістралей через балон, здійснюють видалення мийного розчину. Щоб запобігти надходженню рідин у порожнину вакуумного насоса, балон

обладнано запобіжним клапаном 2, який перекриває трубопровід до насоса при заповненні балона рідиною.

*Вакуумний регулятор* призначений для встановлення та автоматичного підтримання заданої величини вакууметричного тиску у вакуум-проводі. Коливання вакууметричного тиску зумовлюються неоднаковою кількістю одночасно працюючих доїльних апаратів, можливим засмоктуванням повітря при встановленні доїльних стаканів на вим'я корови, тощо.

Вакуумні установки обладнують гравітаційними, пружинними та сервовакуумними регуляторами. Найпоширенішими є гравітаційні вакуумрегулятори. Вони підтримують достатньо стабільний рівень вакууметричного тиску, прості за конструкцією і в експлуатації.

*Гравітаційний вакуумний регулятор* (рисунок 2.36) складається з корпусу 1, клапана 2 і вантажу 3. Клапан і вантаж з'єднані між собою стрижнем. Переміщення клапана з вантажем здійснюється під дією сили, що виникає за рахунок різниці тисків (атмосферного і вакуумного) над і під клапаном. При цьому в вакуум-провід 7 з навколишнього середовища крізь фільтр 8 і зазор між клапаном та гніздом надходить повітря.



1 – корпус; 2 – клапан; 3 – вантаж; 4 – диски регулювальні; 5 – мембрана;  
6 – ковпак; 7 – вакуум-провід; 8 – фільтр

**Рисунок 2.36 – Схема гравітаційного регулятора**

Кількість повітря, що надходить у вакуум-провід, а отже, і величина вакууметричного тиску в ньому, залежать від маси вантажу, підвішеного до клапана.

Встановлення необхідної величини вакууметричного тиску здійснюється за допомогою регулювальних дисків різної маси 4, розміщених над основним вантажем 3. Рівень вакууметричного тиску у вакуум-проводі – величина, пропорційна масі вантажу.

Зменшенню коливань вакууметричного тиску у вакуум-проводі, викликаних роботою вакуумрегулятора, сприяє мембрана 5, завдяки якій в нижній частині корпусу 1 створюється герметична демпферна камера.

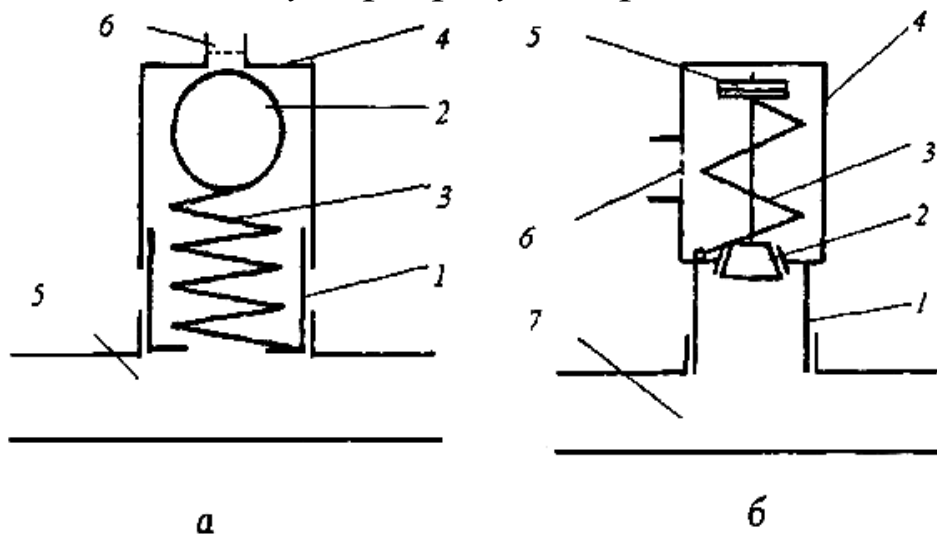
Надійна робота гравітаційного вакуумрегулятора забезпечується вертикальним його розміщенням. Тому вакуумрегулятори цього типу використовуються переважно в стаціонарних установках.

В пересувних вакуумних установках, де ускладнено застосування гравітаційних вакуумрегуляторів, використовують пружинні регулятори.

*Пружинні вакуумрегулятори* (рисунок 2.37), на відміну від гравітаційних, не вимагають чіткого просторового розміщення, так як їх працездатність зберігається в будь-якому положенні. Це обумовлено тим, що клапан 2 притискується до свого гнізда пружиною 3, дія якої на клапан не залежить від її просторового положення.

Рівень вакууметричного тиску у вакуум-проводі 7 визначається величиною стиску пружини 3, яка регулюється гайками 5 (рисунок 2.37, б) або положенням ковпака 1 (рисунок 2.37, а). В конструкції гравітаційних і пружинних вакуумрегуляторів суміщені одночасно датчик вакууметричного тиску та виконавчий механізм, реалізовані, відповідно, схемами клапан-тягар і клапан-пружина. Внаслідок цього чутливість таких вакуумрегуляторів і

стабільність вакууметричного тиску в вакуум-проводі будуть нижчими ніж у *серворегуляторів*.



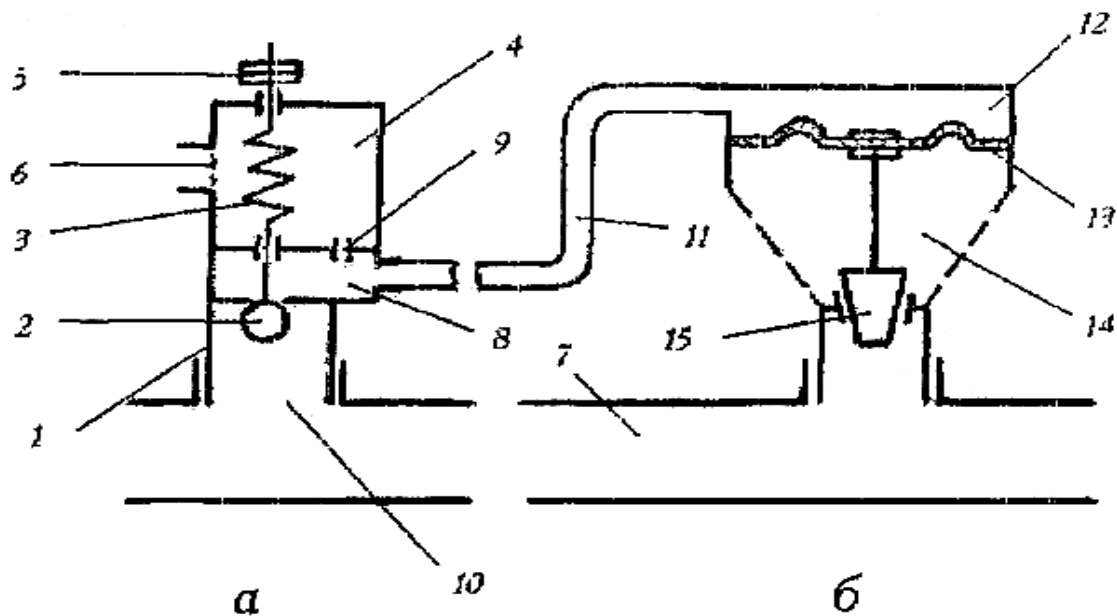
1 – корпус; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – ковпак; 5 – гайки;  
6 – фільтр; 7 – вакуум-провід

**Рисунок 2.37 – Схеми пружинних регуляторів з кульковим клапаном (а) із тарілчастим клапаном (б)**

*Мембранно-вакуумний регулятор* вакууметричного тиску з дистанційним керуванням (*серворегулятор*) (рисунок 2.38) складається з окремо розміщених датчика (рисунок 2.38, а) та регулятора (рисунок 2.38, б), які сполучені між собою повітряною трубкою 11.

Датчик має камери постійного вакууметричного тиску 10, змінного тиску 8 і атмосферного тиску 4. Камери постійного вакууметричного тиску 10 і змінного тиску 8 відокремлюються кульковим клапаном 2, який притискується до свого гнізда пружиною 3. Натяг пружини регулюють гайками 5. Камери атмосферного і змінного тисків з'єднані між собою каліброваним отвором.

Регулятор включає камеру змінного тиску 12 і камеру атмосферного тиску 14, які розділені мембраною 13. Мембрана 13 з'єднана з клапаном 15, який відокремлює камеру атмосферного тиску 14 від вакуум-проводу 7.



а – датчик; б – регулятор; 1 – корпус датчика; 2 – кульковий клапан; 3 – пружина; 4 – камера атмосферного тиску; 5 – гайки; 6 – фільтр; 7 – вакуум-провід; 8 – камера змінного тиску; 9 – отвір калібрований; 10 – камера постійного вакууметричного тиску; 11 – трубка з'єднувальна; 12 – камера змінного тиску регулятора; 13 – мембрана; 14 – камера атмосферного тиску регулятора, 15 – клапан регулятора

**Рисунок 2.38 – Схема серворегулятора вакууметричного тиску**

Відстань від датчика або регулятора до будь-якого звуження, розгалуження чи коліна вакуум-проводу повинна бути не меншою ніж десять діаметрів вакуум-проводу. В свою чергу датчик і регулятор розмішують один від одного на відстані двадцять діаметрів вакуум-проводу.

Робота серворегулятора відбувається таким чином. При підвищенні вакууметричного тиску в камері 10 кульковий клапан 2, пересилюючи опір пружини 3, переміщується в камеру 10. Внаслідок цього, камери 10, 8 і 12 сполучаються між собою, в камері 12 створюється розрідження. Різниця тисків в камерах 14 і 12 прогинає мембрану 13 в бік камери 12 і відкриває при цьому клапан 15. Після цього з камери 14 повітря поступає у вакуум-провід 7 і знижує вакууметричний тиск в ньому. При досягненні вакууметричного тиску у вакуум-проводі заданої величини кульковий клапан 2 датчика закривається і крізь калібрований отвір 9 з камери

атмосферного тиску 4 у камери 8 та 12 надходить повітря і знижує в них тиск до атмосферного. Внаслідок цього клапан 15 регулятора закриває доступ повітря у вакуум-провід.

Рівень вакууметричного тиску, що автоматично підтримується у вакуум-проводі, буде пропорційний натягу пружини 3 датчика, який регулюють гайками 5.

Однією з характеристик вакуумрегулятора є його пропускна здатність, яка повинна бути більшою за продуктивність вакуумного насоса. У випадку меншої пропускної здатності одного вакуумрегулятора за продуктивність вакуумного насоса в установці необхідно використовувати кілька вакуумрегуляторів за умови, що їх сумарна пропускна здатність повинна перевищувати продуктивність насоса.

Деякі закордонні фірми-виробники вакуумних установок в серворегуляторах суміщають регулятор із свистком, який спрацьовує при значному перевищенні вакууметричного тиску.

### **2.7.2 Засоби обліку молока**

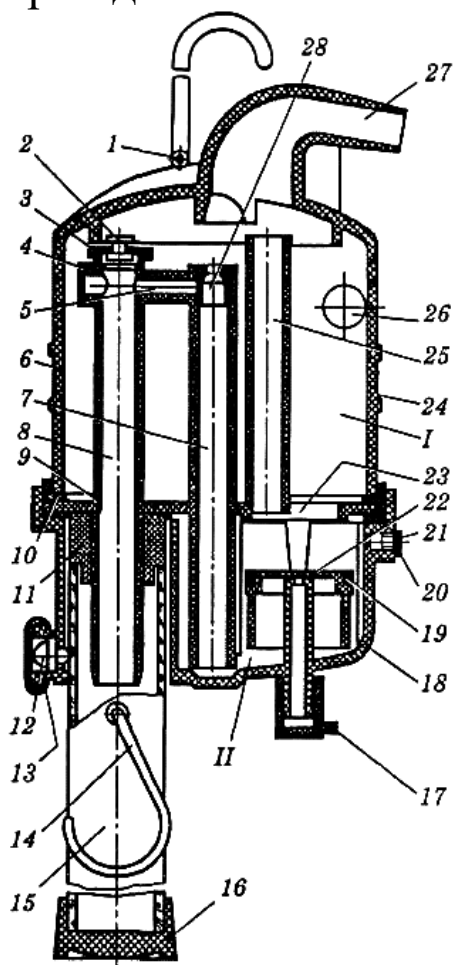
При доїнні корів можливі три способи обліку молока: індивідуальний (окремо щодо кожної корови), груповий (стосовно груп корів, що обслуговуються кожним оператором) та загальний (для окремих корівників чи в цілому по фермі).

Для індивідуального зоотехнічного обліку молока і взяття проб з метою визначення його якості і жирності служать пристрої УЗМ-1, УЗМ-1А та ИУ-1. Останній має багато спільного з технічним рішенням лічильника фірми «Тру-Тест».

*Пристрій зоотехнічного обліку молока УЗМ-1А використовують під час проведення контрольних удоїв для індивідуального обліку молока від кожної корови.*



Пристрій складається з прозорого ковпачка (рисунок 2.39), розподільника, приймальної та вимірювальної камер і мензурки. Ковпачок 6 утворює приймальну камеру I, яка заповнюється молоком крізь патрубок 27. Потім молоко потрапляє у вимірювальну камеру II. Крізь отвір 20 у вимірювальну камеру II, а також трубкою 25 у камеру I надходить повітря. З верхньої частини камери I повітря разом із молоком відсмоктується патрубком 28 у молокопровід.



*I, II* – відповідно приймальна і вимірювальна камери;

- 1, 14 – скоби; 2, 17 – клапани; 3 – вкладиш; 4, 13, 16 – гумові ковпачки;  
 5 – калібрований отвір; 6 – прозорий ковпачок; 7 – трубка відведення молока;  
 8 – трубка для відведення молока в мензурку; 9 – розподільник;  
 10, 19 – прокладки; 11 – гумова пробка; 12 – фіксатор; 15 – мензурка;  
 18 – камера; 20 – отвір впуску повітря; 21 – фільтр; 22 – поплавець;  
 23 – отвір і сідло поплавця; 24 – канавка; 25 – трубка відсмоктування повітря;  
 26 – патрубок надходження молока; 27 – патрубок відведення молока;  
 28 – верхній звужений отвір

**Рисунок 2.39 – Пристрій зоотехнічного обліку молока УЗМ-1А**

Розподільник 9 відокремлює камеру I від камери II і має трубки 7, 8, 25 та отвір 23. Трубка 25 відводить повітря з камери II, а трубка 7 – молоко. На камері II закріплено наконечник з двома отворами 5 і 28.

Трубка 8 із клапаном 2 і вкладишем 5 призначені для відведення частини молока у мензурку 15. Зняттям ковпачка 4 відкривають доступ до отвору 5 для очищення пристрою. У камері II розміщується поплавець. Після заповнення камери II молоком він перекриває отвір 23. Притискається ковпачок 6 до камери 18 скобою 1.

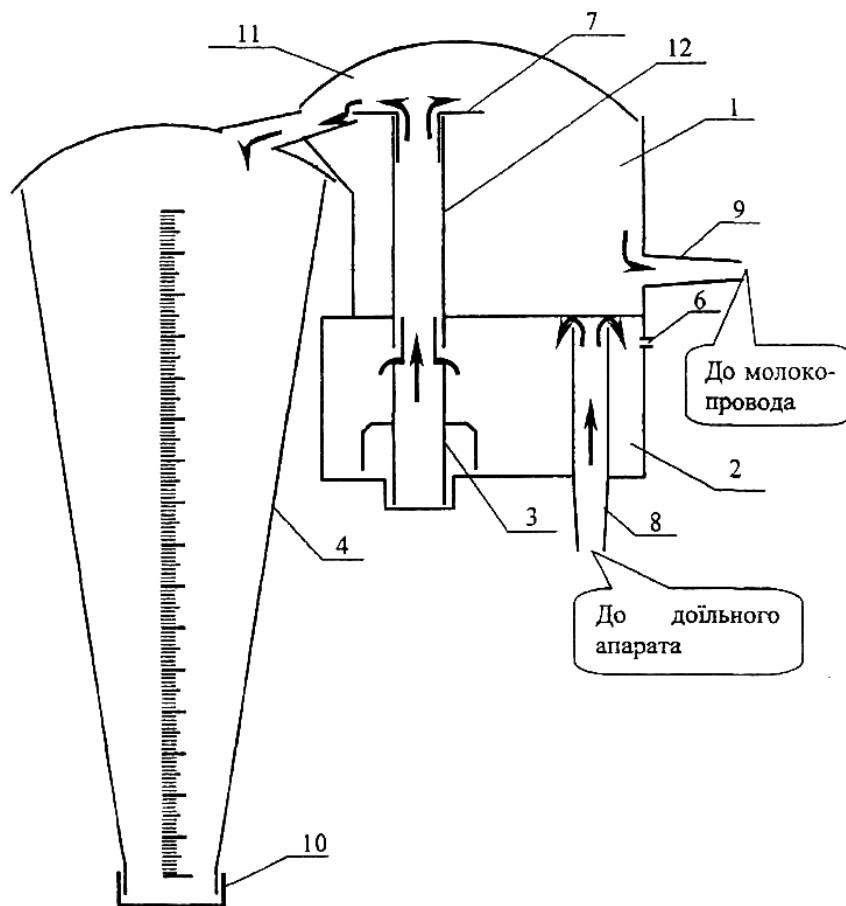
Пристрій під'єднують послідовно між доїльним апаратом і молокопроводом. При цьому молочний шланг від доїльного апарата сполучають із патрубком 26, а від патрубка 27 – із молокопроводом. Молоко разом із повітрям від доїльного апарата патрубком 26 проходить у камеру I, а потім крізь отвір 23 – у камеру II. У міру заповнення камери II поплавець спливає і перекриває отвір 23 та трубку 25. Повітря, що надходить крізь отвір 20, створює в камері II підвищений тиск порівняно з камерою I, під дією якого поплавець щільно притискається до гнізда отвору 23, а молоко з камери II відсмоктується трубкою 7 крізь верхній отвір 28 і патрубок 27 у молокопровід. При цьому крізь калібрований отвір 5 і трубку 8 близько 2 % молока надходить у мензурку 15. Щойно молоко вийде з камери II, трубка 7 починає відсмоктувати повітря, що надходить крізь отвір 20. Тиск у камері II урівноважується з тиском у камері I і поплавець під дією сили тяжіння опускається.

Після заповнення камери II новою порцією молока процес повторюється, а після закінчення доїння поплавець притискається до гнізда повітрям, яке надходить крізь клапани 17.

Видоївши корову, мензурку знімають. Повітря підіймає клапан 2 і перекриває отвір для виходу повітря. Повітря, що надходить крізь калібрований отвір 5, звільняє його від

решток молока.

Пристрій ИУ-01 (рисунок 2.40) має такі основні елементи: молоковідвідну 1 і мірну 2 камери, клапан-поплавок 3, мензурку 4, повітряний жиклер 6, роздільник 7, молокопідвідний і молоковідвідний патрубки 8 і 9, ковпачок 10, кришку 11 та молокопровідну трубку 12.



1, 2 – молоковідвідна і мірна камери; 3 – клапан-поплавок; 4 – мензурка;  
6 – повітряний жиклер; 7 – роздільник; 8 і 9 – молокопідвідний і  
молоковідвідний патрубки; 10 – ковпачок; 11 – кришка; 12 – молокопровідна  
трубка

**Рисунок 2.40 – Схема індивідуального лічильника молока ИУ-01**

Пристрій за допомогою гачка підвішується так, щоб вхідний штуцер з'єднувався шлангом з молочним патрубком колектора доїльного апарата, а вихідний через шланг переносної ручки – з молокопроводом.

Працює лічильник таким чином. Молоко з молочного шланга доїльного апарата через молокопідвідний патрубок 8

надходить у мірну камеру 2. В міру її заповнення поплавко-клапан 3 спливає і, досягнувши верхнього положення, перекриває отвір у нижньому кінці трубки 12, вмонтованої у корпусі вимірювача, яка, з'єднує мірну і молоковідвідну камери. В результаті впуску повітря крізь повітряний жиклер 3 у мірній камері наростає тиск, за рахунок якого молоко з мірної камери піднімається в молоковідвідну камеру, виливаючись через розподільник 7 рівномірним круговим потоком. При цьому невелика частка молока (приблизно 2%) потрапляє лотком у мензурку 4. Кількість молока, що потрапляє у мензурку, пропорційна загальній його кількості.

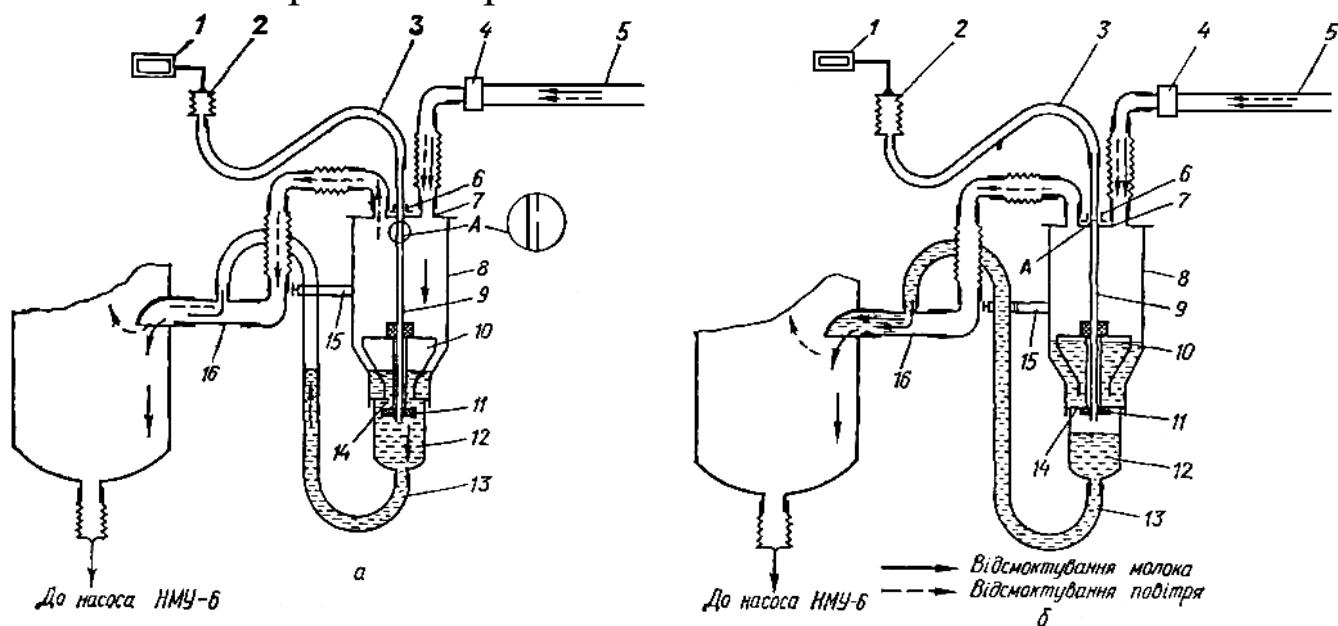
Молоко з молоковідвідної камери крізь патрубків 9, який шлангом сполучений з молокопроводом, потрапляє в останній.

Після спорожнення мірної камери тиску тиск у ній починає зменшуватись внаслідок відсмоктування з неї повітря через трубку 12 і молоковідвідну камеру у молокопровід. За рахунок зменшення різниці тисків у мірній камері поплавок під дією сили тяжіння опускається вниз, відриваючись від отвору, що сполучає молоковідвідну і мірну камери. Молоко знову заповнює мірну камеру. Так циклічно процес повторюється. Шкала мензурки проградуєвана в кілограмах.

*Дозатор молока АДМ-52.000 або лічильник молока груповий СМГ-1* призначений для автоматичного обліку молока надієного від групи корів, які обслуговуються одним оператором. Він складається (рисунок 2.41) з приймальної 8 та мірної 12 камер, клапанно-поплавкового пристрою, лічильного механізму 1, патрубків і шлангів.

Молоко проходить через молокопровід 5, заповнює камеру 8 і крізь отвір потрапляє в мірну камеру 12. Поплавок 10 спливає, переміщуючи вгору трубку 9 з отвором А за межі кришки 7. При цьому повітря крізь калібрований отвір А по трубці 9 надходить у мірну камеру. Внаслідок цього клапан

11 притискається до гнізда 14 і молоко під дією різниці тисків (атмосферний у верхній частині мірної камери 12 і робочий вакуум в молокозбірнику) через шланг 13 відсмоктується в колектор 16 і далі в молокозбірник. Після спорожнення мірної камери за рахунок більшого прохідного перерізу шланга 13, порівняно з діаметром отвору А, розрідження в камерах 12 та 8 вирівнюються. Поплавковий пристрій під дією власної ваги і ваги молока, що зібралось у молокоприймальній камері, опускається, сприяючи заповненню мірної камери молоком.



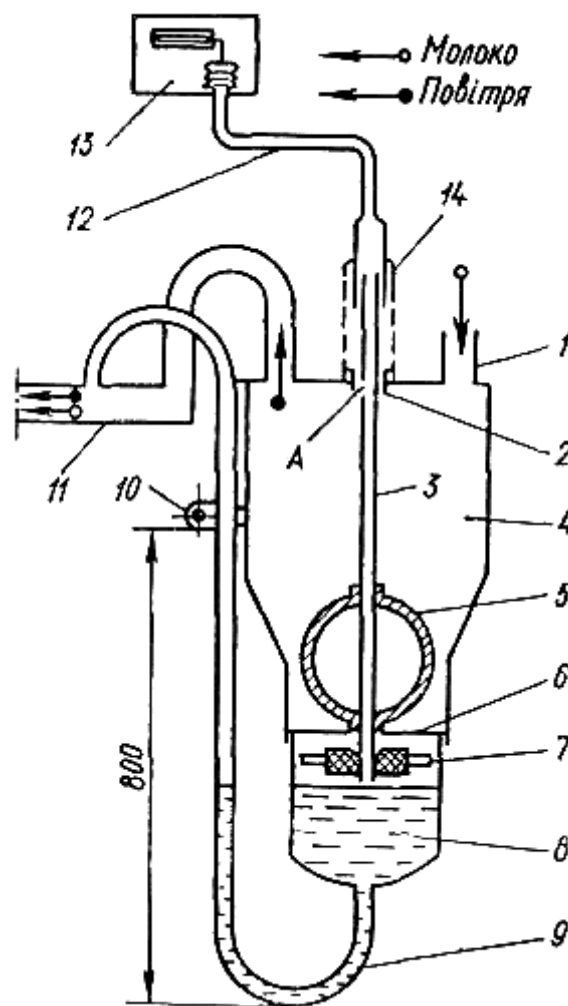
- а – наповнення мірної камери молоком; б – випорожнення мірної камери;  
 1 – лічильний механізм; 2 – гофрована трубка; 3 – шланг; 4 – кран  
 молокопроводу; 5 – молокопровід; 6 – регулювальна втулка; 7 – кришка;  
 8 – молокоприймальна камера; 9 – трубка; 10 – поплавок; 11 – клапан;  
 12 – мірна камера; 13 – молочний шланг; 14 – гніздо клапана;  
 15 – хомут кріплення шланга; 16 – колектор

**Рисунок 2.41 – Схема дії дозатора молока АДМ-52.000**

При кожному переміщенні трубки 9 отвір А опиняється у зоні атмосферного тиску або вакууму, за допомогою шланга 3 тиск змінюється також у гофрованій трубці 2, яка періодично приводить у дію лічильний механізм 1. Таким чином, лічильник вказує на кількість порцій, які пройшли через камеру 12 під час доїння відповідної групи корів. Після

доїння для випорожнення мірної камери від залишків молока піднімають трубку 9. Точність обліку молока регулюють переміщенням шланга 13. Довжина нижньої частини шланга повинна бути 800 мм. Переміщення шланга на 20 мм змінює покази лічильника на 1 %. Похибка вимірювання не повинна перевищувати 3 %.

В останніх модифікаціях АДМ-8 встановлюють модернізовані групові дозатори-лічильники молока АДМ-52.000-03 (рисунок 2.42).



- 1 – патрубок від молокопроводу (через вимикач); 2 – регулювальна втулка;  
 3 – трубка; 4 – молокоприймач; 5 – поплавок; 6 – перегородка; 7 – клапан;  
 8 – дозувальна камера; 9 – молочний шланг; 10 – хомут; 11 –колектор;  
 12 – вакуумний шланг; 13 – лічильник (суматор) молока; 14 – захисний ковпак; А – отвір в трубці 3.

**Рисунок 2.42 – Груповий дозатор молока АДМ 52.000.03**

Лічильник 13 приводиться в дію штоком сільфона. Він показує кількість порцій, що заповняли камеру 8 під час доїння групи корів. Знаючи обсяг однієї порції (встановлюють при таруванні), визначають надій від групи. Принцип роботи дозатора показано на схемі. Похибка вимірювання не повинна перевищувати 3 %. При перевірці (один раз в три місяці) спочатку вимірюють довжину петлі вакуумного шланга 12 (повинна бути 500 мм) і шланга 9 (800 мм). Потім підіймають трубку 3 до упору клапана 7 в перегородку 6 і перевіряють, щоб з верхнім обрізом втулки збігся отвір А трубки 3 (змінюють положення втулки 2). Заливають воду до спрацьовування суматора 13 (приблизно 1 кг). По величині цієї дози регулюють інші дозатори. Похибку дозатора визначають при відомій абсолютній похибці як різницю між встановленою масою дози і фактичною в процесі доїння, що визначається окремо.

### **2.7.3 Маніпулятори доїння**

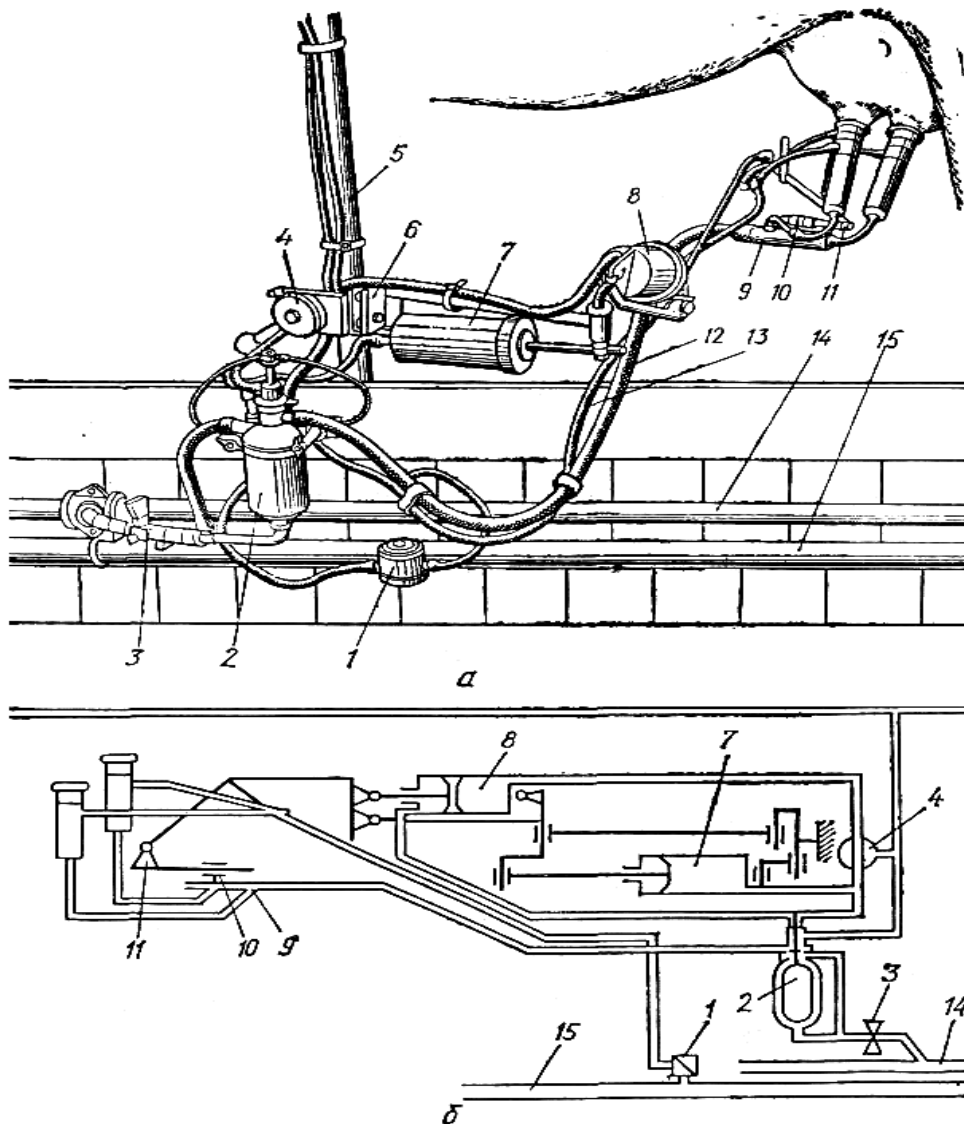
Для керування режимом доїння в автоматичному режимі служать маніпулятори доїння.

*Маніпулятор МД-Ф-1* (рисунок 2.43) полегшує встановлення доїльних стаканів на дійки, забезпечує автоматичне додоювання корів і знімання стаканів з дійок, виводить підвісну частину апарата із зони розміщення вимені корів у станку і підтримує її в неробочому положенні.

До складу маніпулятора входять:

- підвісна частина (доїльні стакани, з'єднані з трубчастим колектором 9);
- стріла із шарнірами 10 та 11 регулювання відповідно бокового та поздовжнього нахилу колектора, шарнірно змонтована на стояку 5 доїльного станка;
- пневмоциліндри механічного додоювання 8 та виведення доїльної апаратури із станка 7;
- перемикач 4, за допомогою якого пневмоциліндри

підключаються до вакуум-магістралі.



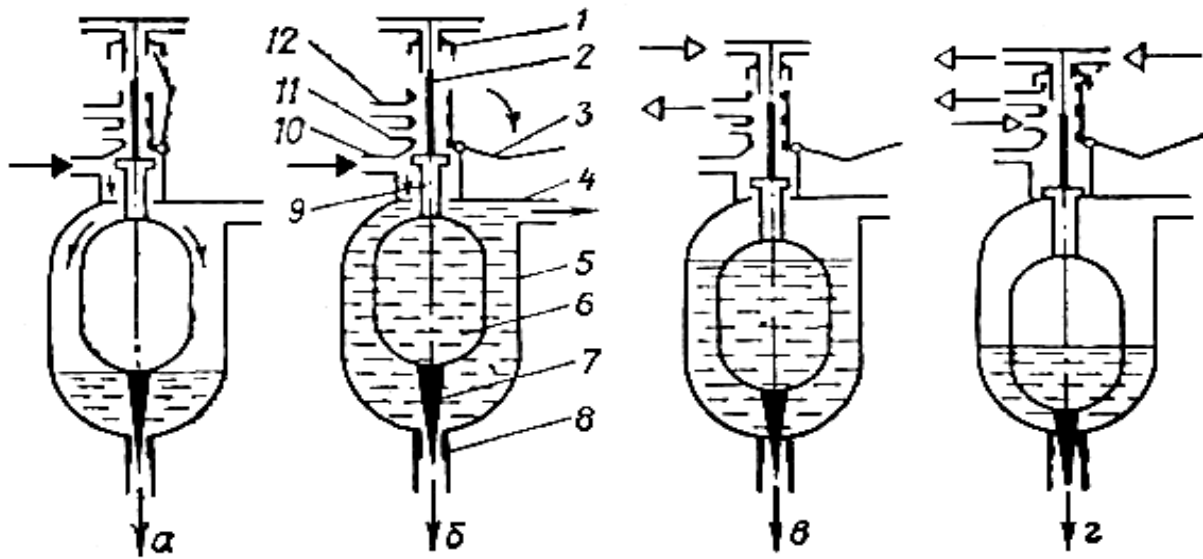
а – загальний вид; б – принципова схема; 1 – пульсатор; 2 – датчик потоку молока; 3 – затискач; 4 – перемикач; 5 – стоек доїльного станка; 6 – кронштейн; 7 – пневмоциліндр виведення доїльного апарата; 8 – пневмоциліндр механічного додоювання; 9 – колектор; 10 – шарнір бокового нахилу колектора; 11 – шарнір повздовжнього нахилу колектора; 12 – молочний шланг; 13 – повітряний шланг; 14 – молокопровід; 15 – вакуум-провід

**Рисунок 2.43 – Маніпулятор МД-Ф-1**

Головним же елементом маніпулятора є автомат керування, в основі якого – датчик 2 потоку молока. Автомат



керування складається з корпусу 5 (рисунок 2.44), в якому знаходяться поплавок 6 з клапаном 9 та голкою 7.



- а – стартовий режим; б – початок контролю за доїнням; 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

**Рисунок 2.44 – Схема роботи автомата керування маніпулятора**

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 патрубку 8. Плунжерний перемикач 2 оснащений головою 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, а другий через трійник – з відштовхуючою камерою циліндра, а також з циліндром 7.

Автомат керування патрубком 10 з'єднують з колектором, а патрубками 8 і 4 – з молокопроводом. Крім

того, за допомогою патрубків 12 та перемикача автомат керування підключають до вакуумної магістралі.

Після впускання корів у станки і переддоїльної обробки вимені 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 суміщається 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 суміщається з отвором штуцера атмосферного тиску. Одночасно опускається клапан, закриває отвір у кришці корпуса, відключаючи колектор від вакуум-проводу. Крізь прорізь у

колєкторі 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.

## **2.9 Доїльні установки та агрегати**

### ***Типи і загальна оцінки***

Залежно від технології виробництва молока та способу утримання корів є кілька варіантів організації доїння корів: у стійлах переносними або пересувними апаратами зі збиранням молока у відра чи бідони; у стійлах переносними апаратами зі збиранням молока у молокопроводи; у станках стаціонарних доїльних залів або на доїльних майданчиках; у доїльних станках пересувних доїльних установок на пасовищах і в літніх таборах.

Відповідно до наведених технологічних рішень, доїльні установки класифікують за такими ознаками (рисунок 2.45, 2.46):

- умовами експлуатації – стаціонарні та пересувні;
- розміщення корів під час доїння – у стійлах і станках доїльних установок;
- характером використання станків під час доїння – нерухомі і рухомі (конвеєрні);
- розміщенням станків – радіальне, паралельне, послідовне (типу «Тандем»), під кутом (типу «Ялинка»);
- способом збирання молока від доїльних апаратів – у відра (бідони) та в молокопровід.
- числом корів у станку – індивідуальні та групові.

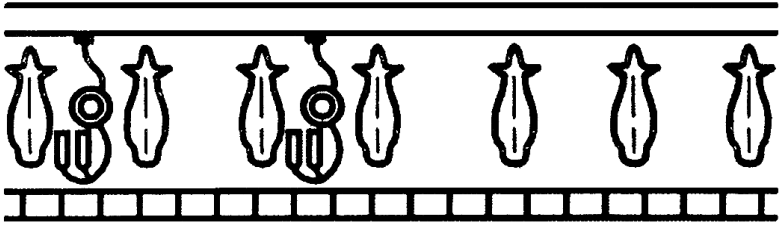
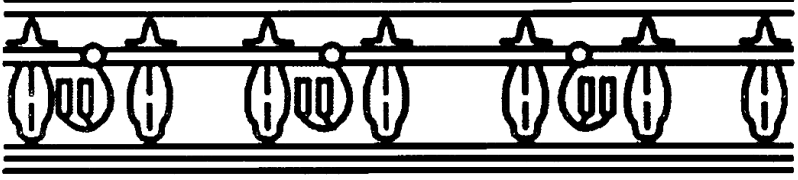
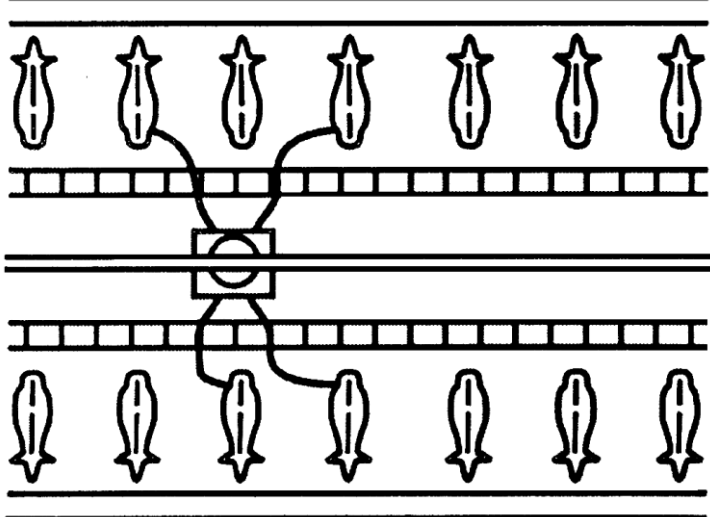
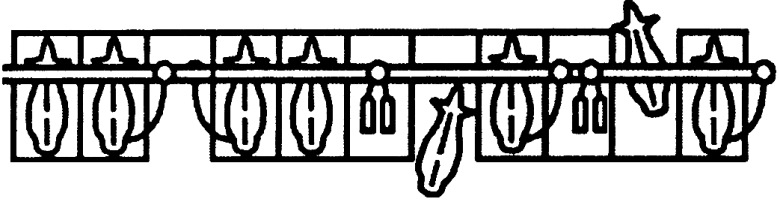
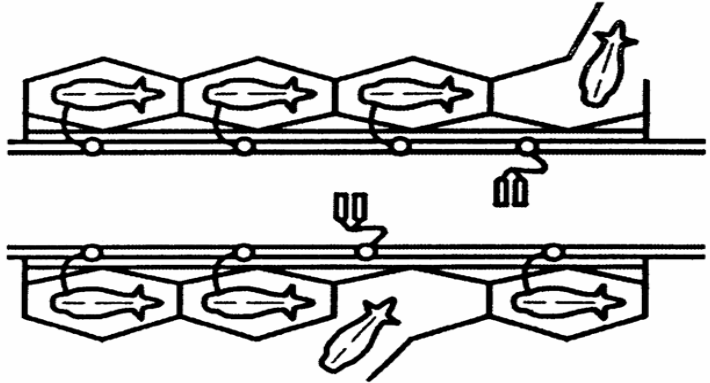
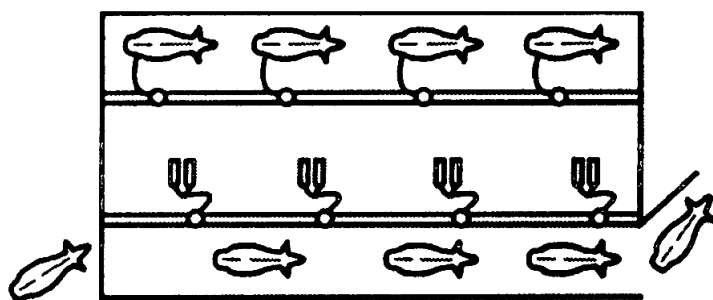
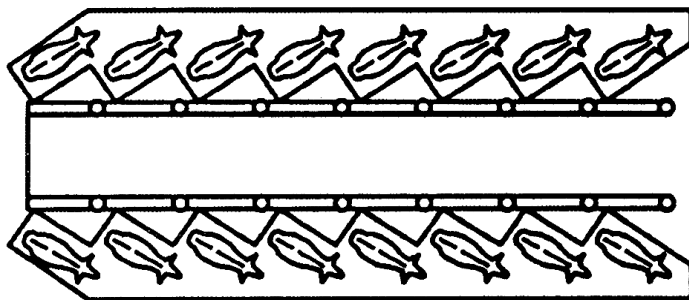
Тип	Технологічна схема установки	Характерна ознака
Доїння корів у стійлах		ДУ зі збиранням молока в переносні бідони
		ДУ зі збиранням молока в молокопровід
		Пересувна ДУ зі збиранням молока в загальний пересувний молокозбірник
Доїння корів у доїльному залі		ДУ з індивідуальними паралельно-прохідними станками
		ДУ з індивідуальними станками типу «Тандем»

Рисунок 2.45 – Класифікація доїльних установок

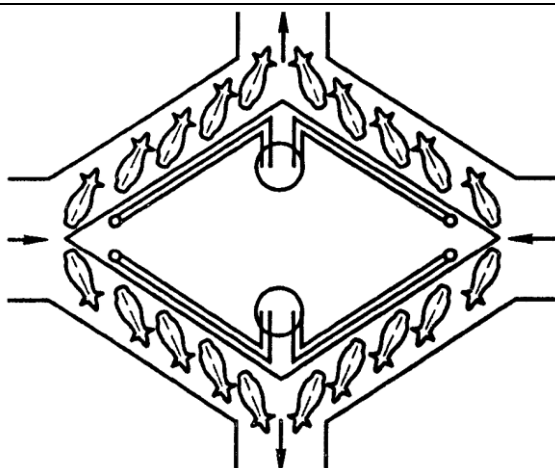
Доїння корів у доїльному залі



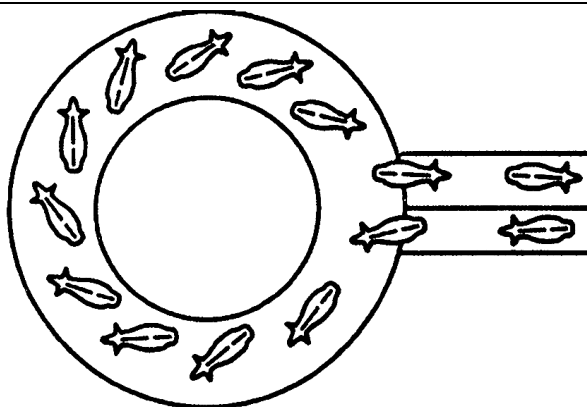
ДУ з груповими прохідними станками типу «Тандем»



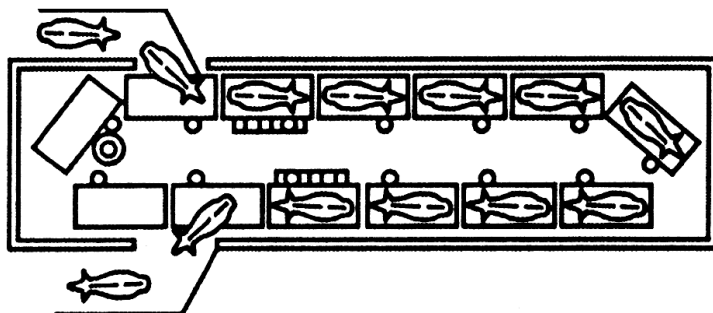
ДУ з груповими станками типу «Ялинка»



ДУ «Полігон» з груповими станками типу «Ялинка»



Конвеєрна кільцева ДУ зі станками типу «Ялинка»



Конвеєрна кільцева ДУ «Юнілактор» зі станками типу «Тандем»

Рисунок 2.46 – Класифікація доїльних установок

Останнім часом провідні закордонні фірми почали виробництво автоматизованих доїльних установок з вільним доступом тварин для доїння (доїльні роботи).

*Доїння корів у стійлах* застосовують за прив'язаного, стійлово-пасовищного або стійлово-табірного утримання корів. Доїння у стійлах передбачає збирання молока у відра або у молокопровід, яким воно транспортується на первинну обробку і тимчасове зберігання.

Під час доїння у стійлах відсутні операції переміщення тварин до місць доїння, можна краще забезпечити індивідуальний підхід до тварин.

*Доїння в переносні відра* можливе за найпростішого набору технічних засобів, але потребує найбільших затрат праці у зв'язку з потребою ручного переміщення доїльних апаратів вздовж фронту доїння і транспортування молока до молочної.

*Доїння у стійлах у молокопровід* створює умови поліпшення якості молока і підвищення продуктивності праці за рахунок своєчасної первинної обробки молока і відсутності ручних операцій щодо його транспортування. Проте значна довжина молокопроводів потребує додаткових затрат (матеріальних, трудових) на технічне обслуговування.

Навантаження на одного оператора в разі доїння у переносні відра досягає 16...20 корів, а у молокопровід – до 50 корів.

Технологію доїння в стійлах у переносні відра можна рекомендувати малим фермам (підсобні, фермерські господарства тощо); у молокопровід – за умов потоково-цехової системи виробництва молока.

*Доїння у спеціалізованих доїльних залах і на доїльних майданчиках* найчастіше застосовують за безприв'язного утримання корів або у варіантах, коли використовують автоматичні прив'язі. Особливість такої технології доїння полягає в тому, що тварини самі заходять безперервним

потокком чи групами у рухомі або стаціонарні, групові чи індивідуальні доїльні станки, а оператор із обмеженим переміщенням їх обслуговує.

Доїльні станки обладнані доїльними апаратами, засобами контролю і керування процесом доїння та обслуговування тварин. Оператор під час доїння знаходиться у заглибленні, що забезпечує зручність обслуговування тварин.

Такий варіант забезпечує також скорочення часу проведення технологічних операцій за рахунок механізації та автоматизації, підвищення якості їх виконання в результаті подальшої спеціалізації праці операторів.

*Доїльні установки із стаціонарними індивідуальними послідовно розміщеними станками типу «Тандем»* передбачають індивідуальне обслуговування корів під час доїння, що знижує вимоги до формування однорідних груп тварин, загрозу їх травмування і захворювання маститом.

*У доїльних установках із груповими станками «Ялинка»* впускають і випускають тварин у станки групами по 8 корів. Це накладає додаткові вимоги щодо формування однотипних груп корів, але сприяє підвищенню продуктивності праці операторів.

Доїльні установки типу «Ялинка» відрізняються від установок «Тандем» лише тим, що вони обладнані двома груповими станками, розташованими по обидва боки траншеї. Корови в станках розташовуються під кутом 30° по осі траншеї, головами від оператора. Станки обладнані вхідними і вихідними дверима, які дозволяють впускати і випускати тварин у станок групами.

Останнім часом все ширше застосування набувають групові станки з розташуванням корів перпендикулярно до осі траншеї «бік до боку». Це дозволяє ще компактніше розташовувати корів у станках та обслуговувати їх під час

доїння ззаду, що зменшує вірогідність травмування оператора твариною.

Групові доїльні станки застосовуються і в *доїльних установках типу «Полігон»*. Подальше підвищення продуктивності праці оператора може бути досягнуто при застосуванні конвеєрних доїльних установок.

*Доїльні установки конвеєрного типу* мають рухомі станки. На вході конвеєра можуть бути розміщені зони санітарної обробки вимені. Раціональна організація праці і вузька спеціалізація, а в разі оснащення маніпуляторами доїння – ще й автоматизація процесу, дають змогу досягти максимальної продуктивності праці оператора і різко підвищити коефіцієнт використання технологічного обладнання. Проте, при цьому ускладнюється індивідуальний контроль за тваринами. Крім того, для досягнення високої ефективності потрібно формувати однорідні технологічні групи корів. Тому такий варіант можна рекомендувати для великих молочнотоварних комплексів із потоковою технологією виробництва молока.

Стійлово-пасовищний спосіб утримання корів обумовлює недоцільність перегону тварин на доїння в приміщення чи стаціонарні доїльні зали, оскільки при цьому неминучі значні втрати їх продуктивності. У такому разі тварин доять безпосередньо на пасовищах.

Випасання корів на багаторічних культурних пасовищах передбачає зміну місцезнаходження літнього табору. Здебільшого літній табір важко електрифікувати від електромережі. Ці особливості потребують застосування для доїння корів пересувних доїльних установок з автономним енергозабезпеченням.

*Агрегати для доїння корів у стійлах* корівників або стаціонарних літніх таборів у *переносні відра* комплектують магістральним вакуум-проводом із вакуумними кранами для під'єднання доїльних апаратів, вакуумною установкою,

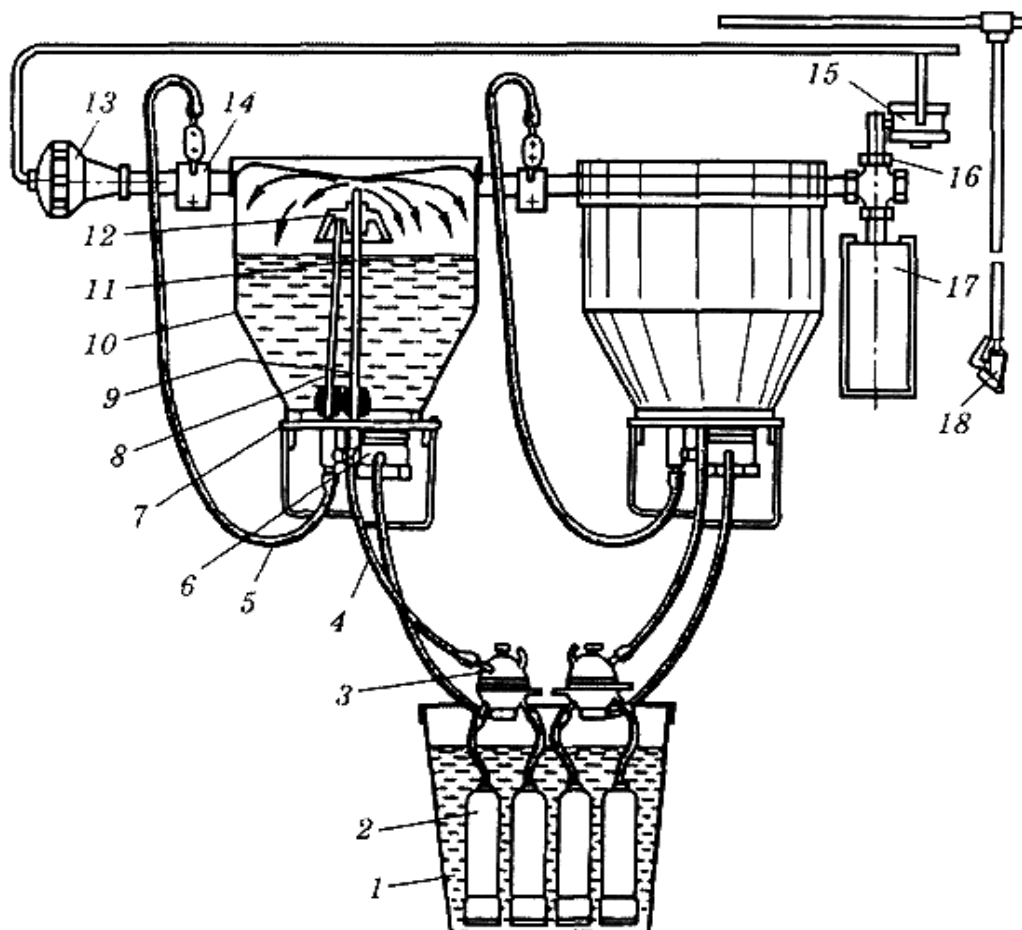


доїльними апаратами, пристроєм для миття та дезінфекції доїльних апаратів, двома ручними візками для перевезення молочних фляг, шафою для зберігання запасних частин.

*Доїльний агрегат ДАС-2В, УДБ-100* обслуговують три оператори машинного доїння, кожен з яких працює з трьома двотактними апаратами.

Технологічні операції виконують у такій послідовності. Спочатку доставляють доїльні апарати і під'єднують їх до вакуумних кранів. Потім готують вим'я першої корови до доїння, встановлюють доїльні стакани на дійки і переконуються в надійному утриманні їх на дійках. Наприкінці доїння виконують машинне додоювання (не більше 30 с). Для цього однією рукою відтягують підвісну частину доїльного апарата від колектора вниз і вперед, іншою рукою виконують легкий масаж вимені. Потім перекривають вакуум (закривши клапан колектора), відтискують пальцем присосок одного з доїльних стаканів, впускають у нього повітря і плавно знімають стакани з дійок. Такий цикл повторюють із кожною коровою. Між циклами доїння після наповнення доїльного відра 14...15 кг молока його з відра виливають у бідони, заздалегідь встановлені у проході корівника. Бідони з молоком підвішують за ручку на гачок візка і перевозять до молочного відділення.

Пристрій для циркуляційного промивання і дезінфекції складається з вакуум-проводу 16 (рисунок 2.47) двох колекторних труб (на схемі показано одну) з вакуумними кранами 14 та кронштейнами (по одному на два апарати) для начіплювання доїльних відер 10, двох пульсопідсилювачів 13, з'єднаних із колекторними трубами, пульсатора 15, пластмасових відер (по одному на два доїльних апарати), а також насадок (по одній на доїльне відро).



1 – посудина для мийного розчину; 2 – доїльні стакани; 3 – колектор;  
 4 – молочний шланг; 5 – повітряний шланг; 6, 15 – пульсатори; 7 – кришка  
 відра; 8 – трубка; 9 – отвір; 10 – доїльне відро; 11 – розбрикувач; 12 –  
 козирок; 13 – пульсопідсилювач; 14 – вакуумний кран; 16 – вакуум-провід;  
 17 – санітарний бачок; 18 – пістолет-розбрикувач

**Рисунок 2.47 – Схема пристрою для циркуляційного промивання доїльних апаратів і відер**

Насадка оснащена розбрикувачем 11 з отвором 9 для видалення мийної рідини і додатковою трубкою 8, коротшою за розбрикувач. Розбрикувач оснащений козирком 12 для захисту верхнього кінця додаткової трубки від потрапляння мийних рідин. Доїльні відра 10 у перевернутому стані начіплюють на кронштейни. Для запобігання потраплянню мийної рідини у магістральний вакуум-провід 16 передбачено санітарний бачок 17. Зовні доїльні апарати миють за допомогою пістолета-розбрикувача.

Пристрій для промивання працює так. Після закінчення доїння оператор машинного доїння розбризкувачем обмиває відра і доїльну апаратуру водою з водопроводу. Потім знімає кришки доїльних відер і споліскує їхні внутрішні поверхні, доїльні апарати опускає в посудину 1 і фіксує гумову шайбу колектора в положенні «Промивання». У відра заливають по 8 л гарячої (55...65°C) води і додають 20...25 г порошку дезмолу або іншої мийно-дезінфікуючої речовини. На кришці 7 закріплюють розбризкувач 11 і трубку 8. Кришку встановлюють на доїльне відро 10. Розбризкувач з'єднують молочним шлангом 4 з колектором 5 доїльного апарата й опускають доїльні стакани 2 у посудину з мийним розчином.

Допоміжну трубку 8 з'єднують з пульсатором 6 і відкривають кран 14 на вакуум-проводі. При цьому у доїльних відрах створюється вакуум, під дією якого мийний розчин засмоктується крізь доїльні стакани у розбризкувач 11 і обмиває внутрішню поверхню доїльного відра 10 та кришку 7.

Після заміни вакууму через пульсатор 15 і пульсопідсилювач 13 всередині доїльного відра 10 на атмосферний тиск засмоктана рідина витікає крізь отвір 9 у шланг 4 і доїльними стаканами 2 повертається у відро 1. Цей цикл повторюється. Через 5...6 хв. такого промивання перекривають вакуумні крани, зливають із відер мийний розчин (не виймаючи доїльних апаратів), потім заливають у мийні відра чисту гарячу воду, відкривають вакуумні крани і споліскують доїльну апаратуру протягом 1...2 хв.

Перед початком наступного доїння з відер зливають воду, що залишилась від попереднього промивання, заливають по 8 л чистої теплої води і споліскують апарати протягом 2...3 хв. Потім знімають відра з кронштейнів, виймають насадки і готують апарати до роботи.

*Установки для доїння корів у стійлах у загальний молокопровід (АДМ-8А та серії «Брацлавчанка»)*

забезпечують також транспортування видоєного молока в молочне відділення, проведення групового обліку, фільтрації й охолодження його та подачу в резервуари для тимчасового зберігання.

До складу установки входять молоко- і вакуум-проводи, доїльна апаратура, дозатори молока, молокозбірник, фільтр, охолодник, молочний насос, пристрій для циркуляційного промивання та електрообладнання. Комплектується уніфікованою вакуумною установкою УВУ-60/45 (в установках на 200 голів їх дві), доїльними апаратами АДУ-1 та пристроями для зоотехнічного обліку молока УЗМ-1А. Останні встановлюють на ручках доїльних апаратів під час контрольного доїння корів.

Вакуумна магістраль, виготовлена зі сталевих оцинкованих труб, розподіляє робочий вакуум до пульсаторів доїльних апаратів, а також до молокоприймача.

Молокопровід складається зі скляних і поліетиленових труб, з'єднаних між собою молочно-вакуумними кранами та муфтами. Видоєне молоко транспортується у молочне відділення. Дільники розділяють лінію молокопроводу на дві гілки, кожна з яких забезпечує доїння і груповий облік видоєного молока від 50 корів.

Молокоповітряна суміш розділяється в молокозбірнику, який має поплавковий датчик та запобіжну камеру і оснащений молочним насосом і блоком керування.

Фільтр очищає молоко від механічних домішок. Фільтрувальний елемент надівають на спіраль, а відкритий кінець його заправляють всередину спіралі і закріплюють пробкою. До 1987 р. фільтри комплектували елементами багаторазового використання, виготовленими з лавсанової тканини. Нині в установках застосовують нові фільтрувальні елементи одноразового використання – голкопробивне термозакріплене двошарове полотно. У процесі фільтрації молоко проходить два ступені очищення, що значно

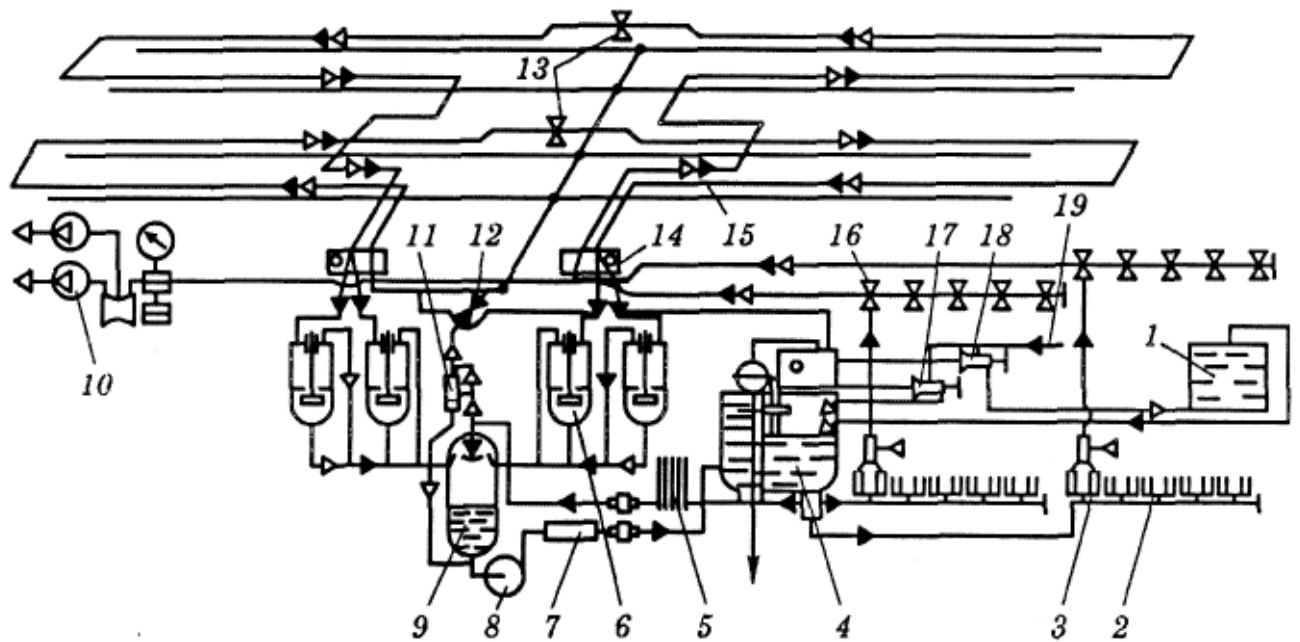
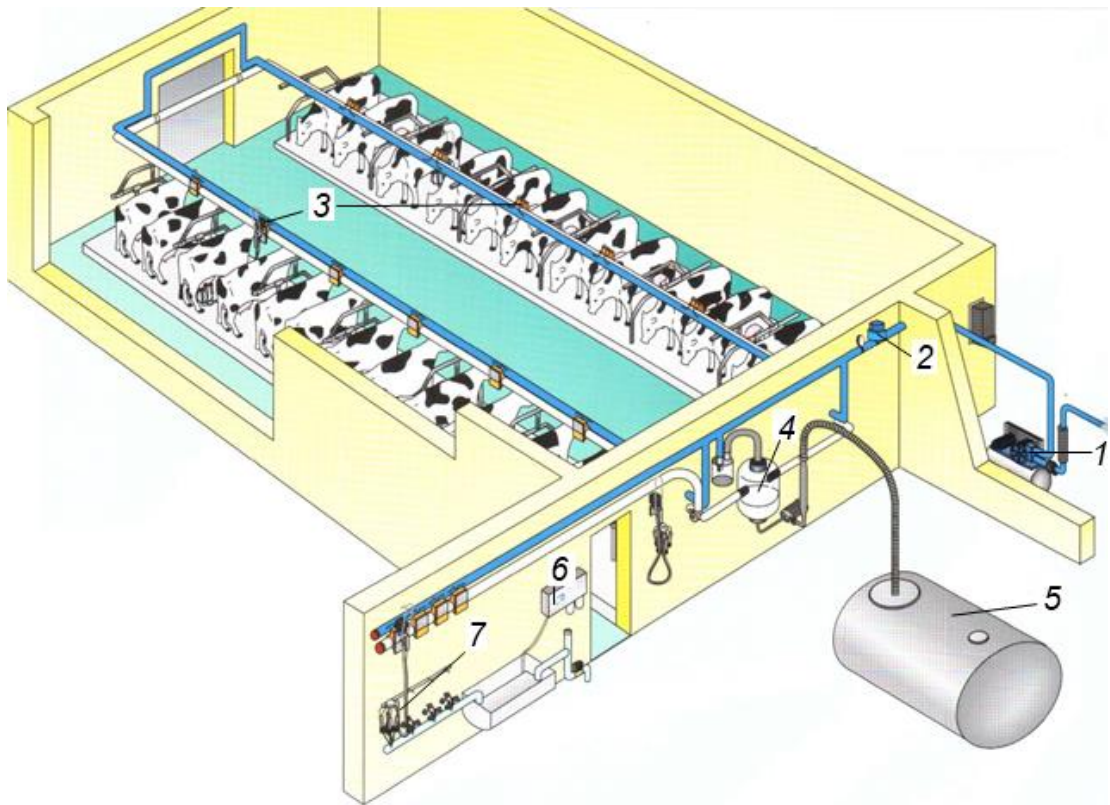
підвищує його якість. Новий фільтр затримує часточки розміром понад 5...6 мкм, тобто вдвічі дрібніші, ніж лавсановий фільтр. В охолоднику температура молока знижується зустрічним потоком холодної води. Він складається із 34 пластин, стиснутих двома плитами за допомогою болтів і гайок.

Пристрій для промивання подає мийну рідину в доїльні апарати. Цикл промивання молочної лінії здійснюється автоматично за допомогою блока керування, пневмомеханічних вентилів холодної та гарячої води, бачка для мийного реактиву та бака для мийної рідини. Процес промивання проводять відповідно до заданої програми.

Доїльний агрегат АДМ-8А оснащений пневмопружинними пристроями для підймання ланок молокопроводу у зонах кормових проходів у періоди часу між доїннями. Після вмикання вакуумного насоса мембранні механізми опускають підняту ланку молокопроводу, а в разі вимикання насоса пружини підіймають її.

На відміну від АДМ-8А в доїльних агрегатах «Брацлавчанка» ланки вакуум-провода виконані за тупиковою схемою, а молокопроводи мають постійно підняті ділянки у зонах кормових проходів.

До початку роботи доїльний агрегат знаходиться в положенні «Промивання» (після попереднього циклу). При цьому ділянки молокопроводу в корівнику відкриті (рисунок 2.48); на засувках перемикачів знак «Душ»; шланг підведення молока до охолодника з'єднаний зі шлангом промивання верхньої частини молокозбірника, а шланг від бака автомата промивання – з вихідним кінцем молочного фільтра; кран подачі холодної води в охолодник закритий; рукоятки доїльної апаратури підключені до кранів трубопроводу промивання; покажчик блока керування автомата промивання знаходиться в положенні початку етапу I навпроти знака «S» на прозорому ковпачку.



- 1 – електроводонагрівач; 2 – чашки промивання; 3 – доїльна апаратура;  
 4 – бак для мийного розчину; 5 – охолодник; 6 – дозатор молока; 7 – фільтр;  
 8 – молочний насос; 9 – молокозбірник; 10 – вакуум-насос; 11 – запобіжна камера;  
 12, 16 – крани; 13 – ділянки; 14 – перемикач молокопроводу;  
 15 – молокопровід; 17, 18 – вентилі; 19 – водопровід

**Рисунок 2.48 – Схема промивання доїльного агрегату з молокопроводом АДМ-8А**

де  $g$  – прискорення земного тяжіння;  $\rho_n$  і  $\rho_v$  – густина відповідно плазми і вершків.

Дослідами встановлено, що при температурі молока  $t_m=10-80$  °С справедливе таке співвідношення:

$$\frac{\rho_n - \rho_v}{\mu} = 0,29t_m. \quad (3.31)$$

Тоді рівняння (3.30) набуде вигляду:

$$v_v = \frac{0,29}{18} d^2 g t_m. \quad (3.32)$$

У випадку відокремлення вершків за допомогою відцентрових сепараторів прискорення  $g$  змінюється на доцентрове прискорення  $\omega^2 R$  (тут  $\omega$  – кутова швидкість і  $R$  – радіус барабана сепаратора), а швидкість руху жирових кульок:

$$v_u = \frac{0,29}{18} d^2 \omega^2 R t_m. \quad (3.33)$$

Порівняно з відстоюванням швидкість відокремлення вершків зростає на 2-3 порядки.

**Продуктивність.** На рисунку 3.51 зображена схема руху потоку молока між тарілками сепаратора. Останні обертаються навколо вертикальної осі. Твірна довжиною  $L$  конуса тарілок, встановлених під кутом до горизонту, найкоротша відстань між тарілками –  $h$ , а відстань по горизонталі  $S$ . Менший радіус зрізаного конуса тарілок сепаратора позначимо  $R_m$ , а більший  $R_b$ . Між тарілками рухається жирова кулька зі швидкостями  $v_u$  і  $v_n$ , де  $v_n$  – швидкість руху жирової кульки вздовж твірної конуса тарілки у між тарілковому просторі;  $v_u$  – швидкість руху жирової кульки у напрямку осі обертання. Для того, щоб жирова кулька виділилась із молочної плазми і одержала напрямок руху, протилежний руху потоку, необхідно створити такі умови,

щоб жирова кулька перемістилась від поверхні тарілки до поверхні нижньої за час руху потоку молока у між тарілковому просторі.

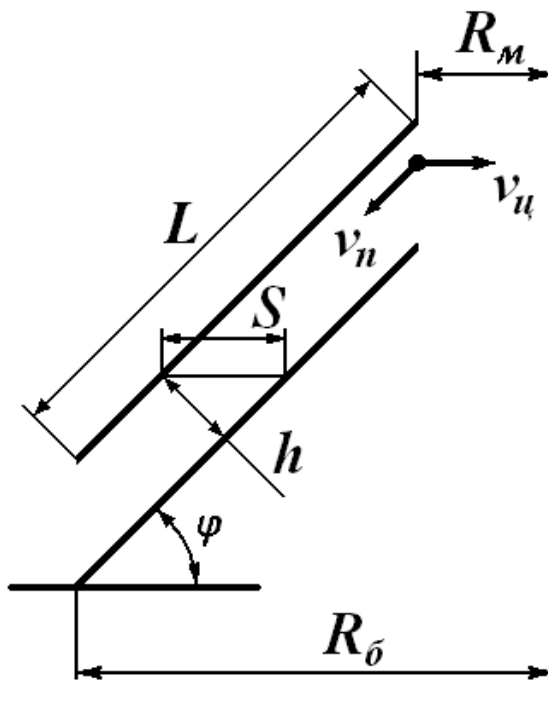


Рисунок 3.51 – Визначення параметрів барабана сепаратора

Складемо у параметричному виді рівняння руху жирової кульки у між тарілковому просторі за згаданих умов. У цьому випадку приймаємо середнє значення швидкостей  $v_{n.cер}$  – потоку і  $v_{u.cер}$  – виділення жирової кульки у напрямку, перпендикулярному осі обертання сепаратора.

Тоді:

$$L = v_{n.cер}\tau, \quad (3.34)$$

$$S = v_{u.cер}\tau, \quad (3.35)$$

де  $\tau$  – час руху жирової кульки від верхньої тарілки до нижньої.

Після знаходження з рівнянь (3.34) і (3.35) часу одержимо залежності між параметрами між тарілкового простору і значеннями швидкостей:



$$\frac{L}{v_{n.cep}} = \frac{S}{v_{ц.cep}} \quad (3.36)$$

Значення довжини  $L$  твірної конуса тарілки сепаратора доцільно замінити значеннями радіусів зрізаного конуса:

$$L = \frac{R_{\sigma} - R_m}{\cos \varphi} ,$$

а відстань між тарілками сепаратора по горизонталі:

$$S = \frac{h}{\sin \varphi}$$

Середня швидкість жирової кульки у напрямку, перпендикулярному осі обертання барабана, набирає такий вигляд:

$$v_{ц.cep} = \frac{0,29}{18} d^2 \omega^2 \frac{R_{\sigma} - R_m}{2} t_m , \quad (3.37)$$

При визначенні середнього значення швидкості потоку виходимо із таких міркувань. Площа поперечного перерізу між тарілкового простору сепаратора:

$$F = 2\pi R h (z-1), \quad (3.38)$$

де  $R$  – змінний радіус між тарілкового простору;  $z$  – кількість тарілок сепаратора.

Продуктивність  $Q = F v_n$ .

Звідси:

$$v_n = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{2\pi R (z-1)} \quad (3.39)$$

З рівняння (3.39) випливає, що швидкість потоку  $v_n$  знаходиться у зворотній залежності від радіуса  $R$  (рисунок 3.52). З метою визначення середнього значення швидкості потоку  $v_{n.cep}$  обчислимо площу між кривою  $v$  і віссю  $OR$  у проміжку від  $R_m$  до  $R_{\sigma}$ .

$$F_v = \frac{Q}{2\pi h(z-1)} \int_{R_m}^{R_0} \frac{dR}{R}. \quad (3.40)$$

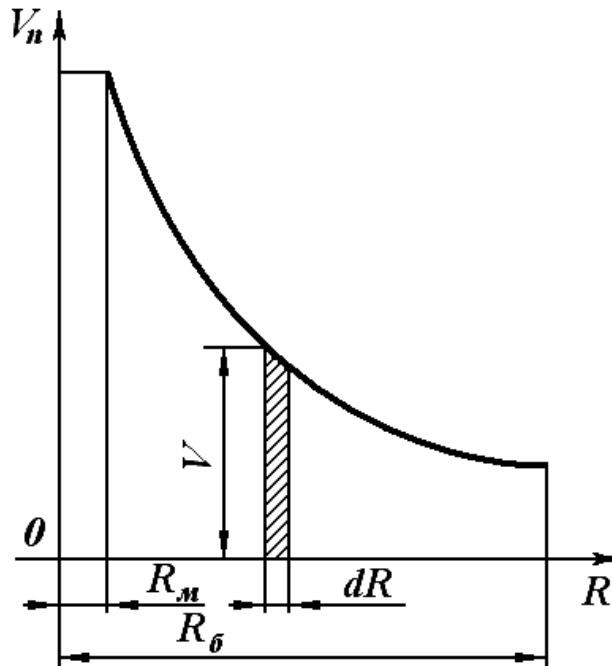


Рисунок 3.52 – Характер зміни швидкості потоку в радіальному напрямку барабана

Середнє значення швидкості потоку після поділу знайденої площі  $F$  фігури на довжину її основи:

$$v_{n.сер} = \frac{Q}{2\pi h(z-1)(R_0 - R_m)} \ln \frac{R_0}{R_m}, \quad (3.41)$$

Підставимо в рівняння (15.36) знайдені середні значення швидкостей  $v_{n.сер}$  та  $v_{ц.сер}$  і параметри  $L$  та  $S$  міжтарілкового простору і розв'яжемо його відносно продуктивності сепаратора:

$$Q = \frac{0,29\pi h}{18} (R_0^2 - R_m^2)(R_0 - R_m)(z-1)d^2\omega^2 \frac{kt_m \operatorname{tg} \varphi}{\ln \frac{R_0}{R_m}}, \quad (3.42)$$

де  $k$  – коефіцієнт, який залежить від конструктивних особливостей сепаратора.

**Об'єм грязьового простору і час безперервної роботи сепаратора-очисника.** При відцентровому очищенні молока тривалість ( $\tau_6$ ) безперервної роботи сепаратора обумовлюється його продуктивністю ( $Q$ ), об'ємом ( $V_2$ ) грязьового простору та ступенем забруднення ( $p$ ) молока:

$$\tau_6 = \frac{V_2 \gamma_2}{Qp}, \quad (3.43)$$

де  $\gamma_2$  – об'ємна маса відділень (сепараторного слизу).

Об'єм грязьового простору в барабані очисника залежить від його конструктивних особливостей. Для барабана з набором тарілок становить:

$$V_2 = \pi(R_{\max}^2 - R_{\min}^2)H, \quad (3.44)$$

де  $R_{\max}$  – максимальний радіусу грязьової камери (рівний внутрішньому радіусу кришки барабана);  $R_{\min}$  – мінімальний радіус грязьового простору, який повинен бути на 3-5 мм більшим  $R_6$ ;  $H$  – висота пакету тарілок барабана.

**Критична швидкість барабана.** Зараз використовують молочні сепаратори, в яких з метою підвищення продуктивності кутову швидкість вала барабана збільшують до 4000 рад/с. При незначному відхиленні центра мас барабана відносно осі обертання виникають відцентрові сили інерції, здатні зруйнувати конструкцію. При відповідних значеннях кутових швидкостей виникають сильна вібрація і биття вала у місцях кріплення. Тоді кутові швидкості вала барабана сепаратора називаються критичними і визначаються із таких міркувань.

На рисунку 3.53 зображена схема барабана сепаратора, який обертається навколо вертикальної осі. Вал барабана закріплений у двох опорах, відстань між ними дорівнює  $l$ . Відстань між верхньою опорою і центром мас барабана сепаратора дорівнює  $c$ . Відхилення центра мас барабана

відносно осі обертання має величину  $e$ . У результаті обертання при вказаному конструктивному виконанні виникає сила, яка прагне вигнути вал барабана. Стріла вигину має величину  $f$ . Тоді відцентрова сила інерції визначиться рівнянням

$$P_{вц} = m(e + f)\omega^2, \quad (3.45)$$

де  $m$  – маса барабана;  $\omega$  – кутова швидкість барабана.

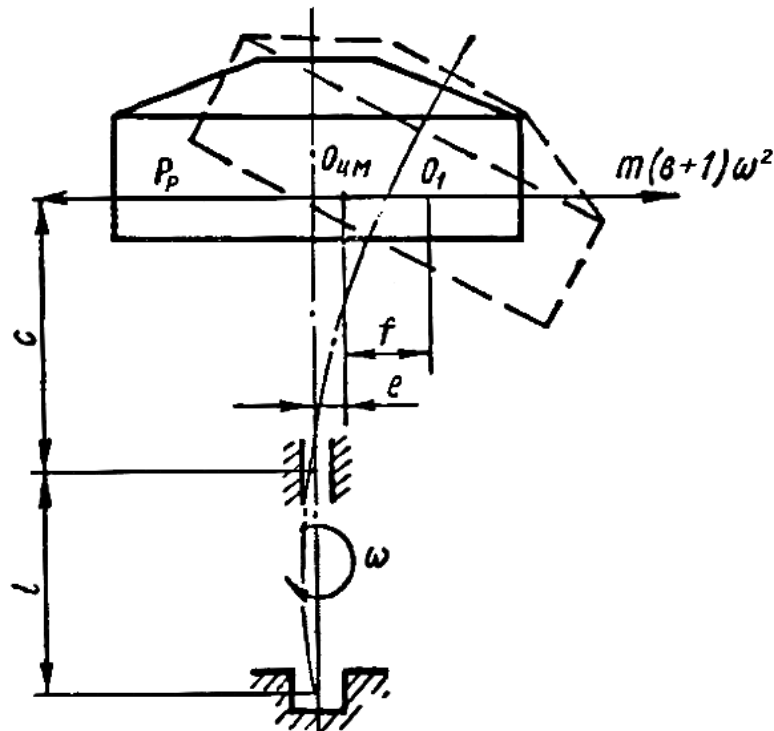


Рисунок 3.53 – Визначення критичної швидкості барабана

**Вал барабана.** Який має пружні властивості, прагне відновити початковий стан. Відновлююча сила при цьому:

$$P_p = K_{\epsilon}f, \quad (3.46)$$

де  $K_{\epsilon}$  – жорсткість вала.

Прирівнюючи сили  $P_{вц}$  і  $P_p$  та розв'язуючи рівняння відносно стріли вигину  $f$ , маємо:

$$f = \frac{m\epsilon\omega^2}{K_\epsilon - m\omega^2}, \quad (3.47)$$

У тому випадку коли  $f \rightarrow \infty$ ,  $K_\epsilon - m\omega \rightarrow 0$ . Критична кутова швидкість:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{K_\epsilon}{m}}. \quad (3.48)$$

З теорії пружності відомо, що стріла вигину  $f$  для даного конструктивного оформлення сепаратора має вигляд:

$$f = \frac{P_{вц} c^2 (c + l)}{3EI},$$

де  $E$  – модуль пружності матеріалу вала:  $I$  – момент інерції перерізу вала.

Приймаючи  $P_{вц} = 1$  і враховуючи, що  $P_{вц} = P_p$ , одержимо:

$$K_\epsilon = \frac{3EI}{c^2 (c + l)}. \quad (3.48)$$

Після підстановки значення жорсткості  $K_\epsilon$  у рівняння (3.48) воно прийме вигляд:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{3EI}{mc^2 (c + l)}}. \quad (3.50)$$

Оскільки сепаратор працює у надкритичній зоні кутових швидкостей, під час конструювання слід враховувати процес переходу діапазону критичних кутових швидкостей при розгоні сепаратора до усталеного режиму. З цих міркувань верхня опора вала барабана сепаратора виконується пружною, має амортизуючі елементи (так звана плаваюча опора).

**Споживана потужність при пуску.** При виборі привода необхідно визначити потужність, яку він споживає

під час пуску. У випадку обертального руху споживана потужність:

$$N = \frac{I_{\delta} \omega^2}{t}, \quad (3.51)$$

де  $I_{\delta}$  – момент інерції барабана сепаратора.

Час розгону  $t$  сепаратора залежно від його конструкції може бути в межах 150...300 с.

Для визначення теоретичного моменту інерції барабана сепаратору його складну геометричну фігуру (рисунку 3.54) умовно ділять на дві прості геометричні фігури – порожнистий циліндр 1 і зрізаний конус 2. За відомими методами визначають моменти інерції обох фігур і підсумовують, після чого знаходять значення моменту інерції барабана сепаратора:

$$I_{\delta} = \frac{\pi \gamma}{10} \left[ 5(R^4 - r^4)h_1 + \frac{R^5 - r_1^5}{R - r_1} h_2 \right], \quad (3.52)$$

де  $R$  і  $r$  – радіуси барабана, відповідно зовнішній і внутрішній;  $h_1$  і  $h_2$  – висоти відповідно циліндра і зрізаного конуса;  $\gamma$  – об’ємна маса матеріалу барабана;  $r_1$  – радіус верхньої основи конуса.

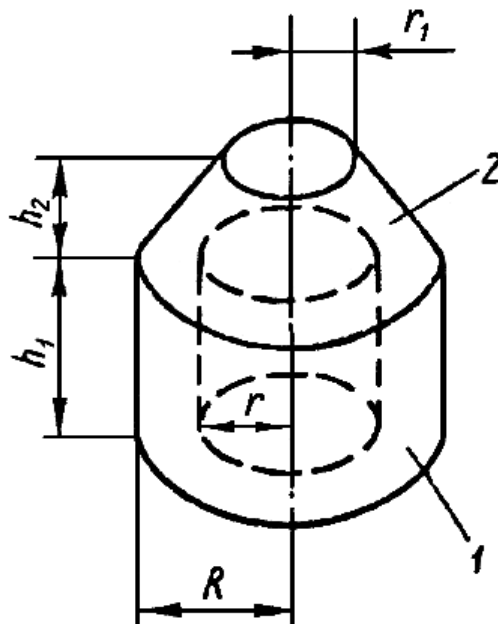


Рисунок 3.54 – Визначення моменту інерції барабана:  
1 – порожнистий циліндр; 2 – зрізаний конус

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- а. Алешкин В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Агропромиздат, 1993. – 319 с.
- б. Бабкин В.П. Механизация доения коров и первичной обработки молока / В.П.Бабкин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.
2. Белов А.Д. Общая ветеринарная хирургия / А.Д. Белов, В.А. Лукьяновский.– М.: Агропромиздат, 1990. – С. 497 – 552.
- а. Белянчиков Н.Н. Механизация животноводства и кормопроизводства / Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 432 с.
3. Березовський А.В. Бровадез-20 як дезінвазійний засіб / А.В. Березовський, О.Т.Грицик // Вет. медицина України. – 2002. – №6. – С. 27–28.
4. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
5. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві / Н.І. Болтянська // Вісник Сумського НАУ: СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – Суми, 2016. – Вип. 10/3 (31). – С. 118–121.
6. Болтянська Н.І. Забезпечення вискоефективного функціонування технологічного процесу приготування і роздавання кормів у тваринництві / Н.І. Болтянська // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2014 – Вип. 4. Т.1. – С. 16–22.
7. Болтянская Н.И. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / Н.И.Болтянская, О.В. Болтянский // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2016. Vol.18. No13, b. – P.49–54.
- а. Болтянська Н.І. Оптимізація параметрів стимулюючих дій при виконанні підготовчих операцій доїння / Н.І. Болтянська // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: Наукове фахове видання. Вип.11. Т.5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011.–С. 47–51.
- б. Болтянська Н.І. Наслідки неправильної переддоїльної стимуляції вимені високопродуктивних корів / Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський // Матеріали VI-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві». – Глеваха, 2018. – С. 11–13.

с. Болтянська Н.І. Залежність якісних і кількісних показників молока від якості механічної стимуляції вимені / Н.І. Болтянська // ТЕЗИ II Міжнародної науково–практичної конференції «Сучасні технології аграрного виробництва». – НУБіП України, Київ: 2016. – С. 109–110.

8. Болтянська Н.І. Обґрунтування технологічних параметрів механічного стимулювання (масажу) вимені високопродуктивних корів / Н.І. Болтянська // Праці ТДАТУ: Наукове фахове видання. – Вип.2. Т.5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 23–30.

9. Болтянская Н.И. Зависимость качественных и количественных показателей молока от качества механической стимуляции вымени. Актуальные проблемы науч.–техн. прогресса в АПК. / Н.И. Болтянская, О.В. Болтянский //Сб. научн. ст. СГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – С. 8–13.

10. Болтянська Н.І. Теоретична оцінка економічної ефективності виробництва молока. Мат. II-ї Наук.-техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві». – Глеваха, 2013. – С. 7–10.

11. Болтянський О.В. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства / Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип.6. Т.1. – С. 50–55.

12. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві / Н.І. Болтянська // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 16. Т.2. – С. 153-159.

13. Болтянська Н.І. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції/ Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський // Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання». – НУБіП України, Київ: 2015. – С. 54–55.

14. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві / Н.І. Болтянська // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип.6. Т.1. – С. 55-64.

15. Болтянська Н.І. Забезпечення високоефективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки / Н.І.



Болтянська // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – НУБіП України, Київ: 2018. – Вип.282, ч.1. – С. 181-192.

16. Болтянська Н.І. Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування / Н.І. Болтянська // Науковий вісник НУБіП України. Серія Техніка та енергетика АПК. – НУБіП України, Київ: 2014. – Вип.196, ч.1. – С. 239-245.

17. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю. Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків: ХНУСГ, 2020. – № 21– С. 139-147

18. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, том 2.

19. Болтянська Н. І., Болтянський О. В. Тенденції розвитку технологій і технічних засобів на тваринницьких фермах. Праці ТДАТУ, 2020. – Вип. 20, т. 4. – С. 147-155.

20. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю., Подашевська О.І. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. Праці ТДАТУ, 2020. – Вип. 20, т. 4. – С. 175-185

21. Болтянський О.В. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції / О.В. Болтянський, Н.І. Болтянська // Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК» . – НУБіП України, Київ: 2015. – Вип.212, ч.1. – С. 275–283.

22. Болтянський О.В. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції / О.В. Болтянський, Н.І. Болтянська // Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» (17-18 лютого 2015 року). – НУБіП України, Київ: 2015. – С. 54–55.

23. Болтянська Н. І., Болтянський О. В., Болтянський Б. В. Напрямки підвищення ефективності використання енергоресурсів в тваринництві. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 12 с.

24. Бурденюк В.Ф. Ветеринарная ортопедия/ В.Ф. Бурденюк, Г.С. Кузнецов. – Л.: Колос, 1976. – С.157 – 168.

а. Вагин Б.И. Практикум по механизации животноводческих ферм / Б.И. Вагин, В.М. Побединский. – Л.: Колос, 1983. – 239 с.

25. Варданян А.В. Влияние условий содержания на качество копытцевого рога и заболеваемость копытцев у коров в молочных комплексах: дис... канд. вет. наук. / А.В. Варданян. – М., 1984.–16 с.

Волошина Н.О. Дослідження дії наноматеріалу «шумерське срібло» на збудник аскарозу свиней / Н.О. Волошина, А.В. Гоголь, Т.В. Сиченко // Ветеринарна біотехнологія. Бюлетень. – 2008. – №13 (2). – С. 67–70.

а. Воробьев В.А. Практикум по механизации и электрификации животноводства / В.А. Воробьев, Г.П. Дегтерев, П.А. Филаткин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 254 с.

б. Готовцев Б.Н. Механизация работ в животноводстве/ Б.Н. Готовцев, В.И. Дубров. – М.: Агропромиздат, 1991. – 361 с.

с. Гриб В.Г. Механизация животноводства / В.Г. Гриб, З.Ф. Каптур, Н.М. Лукашевич. – Минск: Урожай, 1987. – 439 с.

26. Загальна ветеринарна хірургія / І.С.Панько, В.М. Власенко, В.Й. Іздепський та ін. – Біла Церква: Вид-во БЦДАУ, 1999. – 207 с.

а. Зайцев А.М. Микроклимат животноводческих комплексов/ А.М. Зайцев, В.И. Жильцов, А.В. Шавров. – М.: Агропромиздат, 1986. – 190 с.

27. Зелепухин А. Повышение эффективности использования производственного потенциала в скотоводстве / А. Зелепухин // АПК: экономика и управление. – 2001.– № 8. – С. 3–8.

28. Зинченко А.П. Тенденции и проблемы использования производственного потенциала крестьянских (фермерских) хозяйств /А.П. Зинченко// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, – 2001. – № 10. – С. 17–20.

29. Калневская Г.О. О продуктивном долголетии коров /Г.О. Калневская // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – №6. – С. 104 – 109.

30. Карташов Л.П. Повышение надежности системы человек – машина – животное / Л.П.Карташов, С.А.Соловьев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 185 с.

31. Расчет исполнительных механизмов биотехнической системы / Л.П. Карташов, С.А. Соловьев, Е.М. Асманкин, З.В. Макаровская. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 280 с.

32. Карташов Л.П. Методы расчета биологических и технических параметров системы «человек–машина–животное»: учебное пособие / Л.П. Карташов. – Оренбург : Изд-во Центр ОГАУ, 2007. – 152 с.

33. Карташов Л.П. Стратегия создания адаптивной техники для эффективной биотехнической системы производства молока / Л.П. Карташов, А.И. Фененко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2005. – Вип. 89. – С. 347–354.

34. Кирсанов В.В. Механизация и автоматизация животноводства / В.В. Кирсанов, Ю.А. Симарев, Р.Ф. Филонов. – М.: Академия, 2004. – 400 с.

а. Ковалев Ю.Н. Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексов: справ. / Ю.Н. Ковалев. – М.: ИРПО: Академия, 1998. – 409 с.

б. Ковалев Ю.Н. Технология и механизация животноводства / Ю.Н. Ковалев. – М.: Агропромиздат, 1998. – 206 с.

с. Коротков Е.Н. Специализированное отопительно–вентиляционное оборудование животноводческих комплексов / Е.Н. Коротков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 239 с.

д. Краснокутский Ю.В. Механизация первичной обработки молока / Ю.В. Краснокутский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 386 с.

е. Кукта Г.М. Механизация и автоматизация животноводства / Г.М. Кукта, А.Л. Колесник, С.Г. Кукта. – К.: Вища школа, 1990. – 335 с.

35. Кулінич С.М. Методи лабораторної діагностики грибкових уражень копитець у корів / С.М. Кулінич // Збірник наукових праць Луганського аграрного університету: Ветеринарні науки. – 2007. – № 78/101. – С. 328 – 331.

36. Курцев И.В. Совершенствование научного обеспечения регионального АПК как необходимое условие эффективной инновационной деятельности / И.В. Курцев// Сб.: По материалам Международной научно–практ. конф. «Развитие инновационной деятельности в АПК». – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.– С. 27–32.

37. Левченко В.І. Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин/ Левченко В.І. – Біла Церква: Вид-во БЦДАУ, 2004. – 608 с.

а. Логинов В.Г. Тенденции развития и совершенствование регулирования рынка молока / В.Г. Логинов. // Молочная промышленность. – 2003. – № 1. – С. 21–26.

б. Луценко М. Промислове використання високопродуктивних корів на сучасних молочних комплексах / А. Палій, М. Луценко // Тваринництво України. – 2017. № 3–4. – С. 14–16.

с. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

д. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов/ С.В. Мельников. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.

38. Механізація і автоматизація тваринництва / за ред. І.І.Ревенка. – К.: Вища освіта. 2004. – 399 с.

а. Механизация и автоматизация молочных ферм / [В.А. Ясеницкий, Н.П. Мечта, Л.П. Карташов, А.А. Аверкиев, А.И. Чугунов и др.] 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 480 с.

б. Механизация и технология производства продукции животноводства / [В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе и др.] – М.: Колос, 1999. – 528 с.

39. Можаяев Е.Е. Роль науки в инновационных процессах АПК и производственная подготовка кадров / Е.Е. Можаяев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №6. – С.2–4.

40. Нанотехнологія у ветеринарній медицині: посіб. для студ. аграр. закл. освіти I – IV рівней акредитації / [В.Б. Борисович, Б.В. Борисович, В.Г. Каплуненко та ін.] – К.: ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», 2009. – 232 с.

41. Нанотехнологии в медицине и биологии: Материалы науч.–практ. конф. с междунар. участием «Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины», (Новосибирск, 11–12 октября 2007 г.) / Сибирский ун–т потреб. кооперации, 2007. – 167 с.

а. Нова сільськогосподарська техніка / за ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.

42. Огарков А.П. Сельское хозяйство и его производственно–ресурсный потенциал / А.П. Огарков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2000. – № 5. – С. 7–10.

43. Палій А.П. Інноваційні основи одержання високоякісного молока: монографія. / А.П. Палій, – Харків: Міськдрук, 2016. –270 с.
44. Палій А. П. Встановлення впливу доїльних систем на корів під час доїння / А.П. Палій // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2016. № 4. – С. 76–78.
45. Паразитарные болезни домашних всеядных, плотоядных животных и опасность их для человека / А.А. Черепанов, Л.А. Перова, В.И. Околелов, А.Г. Григорьев. – Омск: Изд. ОмГАУ, 2001. – 72 с.
46. Пат. 38138 Україна, МПК А 61 L 2/16. Нанорідина для знешкодження у доквіллі збудників інвазійних хвороб тварин / Н.О. Волошина, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов; власник Н.О. Волошина, В.Г. Каплуненко, М. В. Косінов. – № 2008 08955; заявл. 08.07.08; опубл. 25.12.08. Бюл. № 24.
47. Подашевська О.І., Серебрякова Н.Г., Болтянська Н.І. Вирішення питання оптимізації раціону сільськогосподарських тварин. Інноваційні технології в АПК: матер. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Луцьк: Луцький НТУ. 2021. С. 101-103.
48. Патент України на корисну модель № 29854. Висококоординаційний аніоноподібний аквананокомплекс / В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов. – опубл. 25.01.08, Бюл. №2.
49. Посібник–практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / [І.І. Ревенко, В.М. Манько, С.С. Зарайтська та ін.] – К.: Урожай, 1994. – 288 с.
- а. Потапов Г.П. Транспортёры в животноводстве/ Г.П. Потапов, Н.Е. Волошин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 95 с.
- б. Ревенко І.І. Механізація виробництва продукції тваринництва: підручник / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
- с. Ревенко І.І. Машины та обладнання для тваринництва: підручник / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. – 730 с.
50. Савицкая Т.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК / Т.В. Савицкая. – М.: Наше знание, 2002. – 687 с.

51. Семенов Б.С. Болезни пальцев у крупного рогатого скота в промышленных комплексах / Б.С. Семенов. – Л.: Колос, 1981. – С. 62 – 88.
52. Скляр О.Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. Посібник / О.Г.Скляр, Н.І.Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
53. Скляр О.Г. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.
- а. Скляр Р.В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник [ Р.В. Скляр, О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська, та ін.]. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 608 с.
54. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы «человек–машина–животное»/ С.А.Соловьев, Л.П.Карташов. – Екатеринбург: УрОРАН, 2001. – 180 с.
55. Троянов М.М. Механізація тваринницьких ферм / Б.П.Шабельник, М.М. Троянов, І.Г. Бойко.– Харків, 2002. – 208 с.
- а. Фененко І.І. Машине доїння корів і первинна обробка молока/ А.І. Фененко, С.П. Москаленко, В.Д. Роговий. – К.: Урожай, 1990. – 214 с.
56. Фененко А.І. Техніко–технологічні аспекти удосконалення біотехнічної ланки «машина–тварина» процесу виробництва молока // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2007. – Вип. 91. – С. 65–77.
57. Фененко А.І. Техніко–технологічні параметри біотехнічної ланки «машина–тварина» процесу виробництва молока / А.І. Фененко // Молочное дело. – 2008. – № 1. – С. 46–49; № 3. – С. 50–51.
58. Фененко А.І. Режимні характеристики виконавчих механізмів нового покоління доїльних установок / А.І. Фененко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2001. – Вип. 85. – С. 160–163.
59. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29
60. Boltyansky V. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. ТЕКА Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol.16. No.2. 49-54

61. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from its technology parameters of productivity of the animals. Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.
62. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.
63. Boltyanskaya N.I. The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.
64. Boltyanskaya N.I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resource-saving technologies in animal husbandry. Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes". Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). 118-121.
65. Boltyanskaya N.I. The system of factors of effective application of resource-saving technologies in dairy cattle in the enterprise. Scientific Bulletin Tauride state agrotechnological University. Electronic scientific specialized edition. Melitopol. 2016. Vol. 6. 55-64.
66. Boltianska N., Skliar R., Sklar O. Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock. // Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. Rome, Italy 2021. Pp. 171-176.
67. Boltianska N.I., Boltianskyi O.V., Boltianskyi B.V. Reducing energy expenses in the production of pork. WayScience. Dnipro, Ukraine, 2021. P.1. C. 27-29.
68. Boltianska N., Boltianskyi O., Manita I. Environmental benefits of organic agricultural production. Молодь і технічний прогрес в АПК: Мат. Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 206-209.
69. Boltianska N.I., Boltianskyi O.V. Prospects for nanotechnology in poultry farming. Інноваційні технології в АПК: матер. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Луцьк: Луцький НТУ. 2021. С. 7-8.
70. Boltianska N., Boltianskyi O., Strelchuk B. Justification of the need to translate road transport to alternative fuels. Молодь і технічний

прогрес в АПК: Мат. Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 19-21.

71. Boltianska N. I., Manita I. Y., Komar A. S. Justification of the energy saving mechanism in the agricultural sector. Engineering of nature management. 2021. №1(19). pp. 7–12.

72. Boltianska N. I., Zabolotko O.O. Performance indicators of farm equipment. Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference «Kramar Readings» 2017. P. 155–158.

73. Zhuravel D., Boltianska N. Integrated approach to ensuring the reliability of complex systems. Current issues, achievements and prospects of Science and education: Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Athens, Greece 2021. Pp. 231-233.

74. Boltianska N. I., Manita I. Y., Komar A. S. The influence of technological characteristics of the udder of cows on suitability for machine milking. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 13 с.

75. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production». 2019. Pp. 18–20

76. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431-433.

77. Manita I., Serebryakova N., Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 20-24.

78. Manita I., Podashevskaya H. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 357-361.

79. Manita I., Serebryakova N., Podashevskaya H. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Межд. научно-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 года) Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.

80. Manita I., Podashevskaya H. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33 – 37.



81. Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.

82. Sklar O.G., Mechanization of technological processes in animal husbandry: textbook. manual. Melitopol: Color Print. 2012. 720 p.

83. Sklar O. G. Fundamentals of designing livestock enterprises: a textbook. Condor Publishing House. 2018. 380 p.

84. Skliar R., Sklar O. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France. 2020. Pp. 478-480.

85. Skliar A., Boltyanskyi B. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 249-258.