

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Підвищення ефективності роботи доїльного  
апарата зі збором молока у переносну ємність**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-2-19 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Полях Євгеній Олександрович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Тищенко Сергій Сергійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

МВПТ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Поляху Євгенію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності роботи доїльного апарата зі збором молока у переносну ємність

керівник роботи Тищенко Сергій Сергійович, д.т.н., професор

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

затвержені наказом вищого навчального закладу від  
«08» жовтня 2020 року № 2556

2. Строк подання студентом роботи 07.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Аналіз стану питання процесів та обладнання для доїння корів при прив'язному утриманні. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз стану питання. 2. Теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів доїльного апарата. 3. Лабораторні дослідження доїльного апарата. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Техніко-економічна оцінка розробленого доїльного апарата. Загальні висновки. Бібліографічний список

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. Аналіз (2 аркуші, А4). 2. Теоретичні дослідження (4 аркуші, А4). 3. Експериментальні дослідження (3 аркуші, А4) 4. Охорона праці (1 аркуш, А4). 5. Економічні показники (1 аркуш, А4). 6. Висновки (1 аркуш, А4)

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		авдання видав	завдання прийняв
1	Тищенко С.С., професор		
2	Тищенко С.С., професор		
3	Тищенко С.С., професор		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вінніченко І.І., професор		
Нормоконтроль	Гаврильченко О.С., доцент		

7. Дата видачі завдання: 10.10.2020 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.10.2020 р.	
2	Теоретичний	до 20.10.2020 р.	
3	Експериментальний	до 09.11.2020 р.	
4	Охорона праці	до 19.11.2020 р.	
5	Економічний	до 26.11.2020 р.	
6	Демонстраційна частина	до 30.11.2020 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Полях Є.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Тищенко С.С.

(прізвище та ініціали)



Н. контр.	Гавриль-			ЛОМНОЇ	ДДАЕУ
Затверд.	Дудін				

## АНОТАЦІЯ

Полях Є.О. Підвищення ефективності роботи доїльного апарата зі збором молока у переносну ємність /Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2020.

Вступна частина дипломної роботи містить обґрунтування актуальності теми, сформульовані мета та задачі, приведено методи досліджень. Аналіз стану питання дав змогу обґрунтувати напрямки вирішення поставленої мети та задач. В другому розділі проведено теоретичне моделювання робочого процесу розробленої схеми доїльного апарата. В результаті експериментальних досліджень доведено, що розроблений доїльний апарат має переваги перед серійним. Проведено дослідження розробленої конструкції з точки зору охорони праці. Виконано економічне обґрунтування розробки. Зроблені висновки та складено список використаної літератури.

**Ключові слова:** доїльний апарат, пульсатор, стимулювання, адаптивний режим, молоковіддача, молоколовлювач.

**Полях Є.О.** / Експериментальні дослідження доїльного апарата/ В.Ю. Дудін, О.С. Алексеев, Є.О. Полях // Materials of the XIII International scientific and practical Conference Conduct of modern science - 2020 , November 30 - December 7, 2020. Construction and architecture. Agriculture. Modern information technology.: Sheffield. Science and education LTD – 37-40 p.

## ЗМІСТ

	Вступ .....	7
1	АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ .....	9
	1.1 Фізіологічні і технологічні аспекти доїння корів .....	9
	1.2 Вплив вакуумметричного тиску на дійки корів .....	15
	1.3 Дослідження конструкцій доїльних апаратів з пристроями для запобігання негативного впливу вакууму на вим'я .....	23
	1.3 Висновки по розділу .....	33
2	ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО- РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	34
	2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми доїльного апарату ...	27
	2.2 Теоретичне дослідження процесу ковзання повзуна по основі пнеumo-розподільника вакуумметричного тиску пульсатора .....	42
	2.3 Теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів гідропневматичного механізму пульсатора .....	45
	2.4 Висновки по розділу .....	57
3	ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	59
	3.1 Програма лабораторних досліджень .....	59
	3.2 Методика проведення лабораторних досліджень .....	60
	3.2.1 Лабораторне обладнання та прилади .....	60
	3.2.2 Методика лабораторних досліджень .....	62
	3.3 Результати лабораторних досліджень .....	63
	3.4 Висновки по розділу .....	66
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	67
	4.1 Загальні визначення та поняття .....	67

4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	68
4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора машинного доїння від дії шкідливих та небезпечних факторів .....	69
4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів.....	70
4.5 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях.....	73
4.6 Висновки до розділу .....	74
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА .....	75
5.1 Вихідні дані.....	75
5.2 Питомі експлуатаційні витрати .....	76
5.3 Капітальні вкладення .....	79
5.4 Висновки до розділу .....	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	82
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	84
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Сучасні промислові технології передбачають доїння корів в спеціалізованих приміщеннях. З використанням доїльних установок з різним способом фіксації тварин: «Ялинка», «Карусель» та ін. Як правило, ці установки комплектуються елементами автоматики, що дозволяють управляти режимом доїння, реагуючи на мінливий потік молока в процесі виведення молока, тим самим впливаючи на режим впливу на молочну залозу.

При цьому змінюється вакуумметричний тиск доїння, частота і співвідношення тактів пульсацій пульсатора. Але разом з тим, не виключається необхідність доїння корів в тваринницьких приміщеннях при прив'язному їх утриманні невеликими групами з доїнням в бідон або молокопровід, при доїнні в родильному приміщенні, або при доїнні корів, вим'я яких уражено маститом. При цьому дуже важливим є наявність можливості в доїльному апараті реалізувати адаптивний режим доїння, властивий доїльним апаратам стаціонарних доїльних установок. Однак до нинішнього часу промисловістю не освоєно випуск переносного доїльного обладнання, яке володіє можливістю зміни параметрів режиму доїння.

На рішення сформувалася завдання і спрямована дипломна робота.

Вирішення проблеми створення доїльного обладнання, що має можливість адаптування до фізіології тварини в процесі доїння, для забезпечення нешкідливого впливу на молочну залозу, залишається маловивченим питанням застосування такого режиму доїння в обладнанні для доїння корів при прив'язному їх утриманні. При цьому недостатньо дослідженим є питання керованого режиму доїння доїльним апаратом з доїнням в бідон. Тому потрібні подальші дослідження, вивчення і розробка адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон.



**Мета досліджень.** Підвищення продуктивності і зниження захворюваності вимені корів за рахунок використання адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон.

**Об'єкт досліджень** - робочий процес доїльного апарату зі збором молока у переносну ємність (бідон).

**Предмет досліджень** - закономірності зміни показників роботи доїльного апарату зі збором молока у переносну ємність від його конструктивно-технологічних параметрів.

**Мета досліджень:** обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого доїльного апарату зі збором молока у переносну ємність. Відповідно до мети поставлено наступні задачі досліджень:

1. Провести аналіз виконаних розробок в даній предметній області.
2. Розробити схему удосконалення доїльного апарату та провести її теоретичні дослідження.
3. Розробити методичку експериментальних досліджень і оптимізації параметрів удосконаленого доїльного апарата та провести його лабораторні випробування.
4. Провести оцінку удосконаленої розробленого доїльного апарата з точки зору охорони праці.
5. Провести техніко-економічну оцінку удосконаленого доїльного апарата.

**Методи дослідження.** Теоретичні дослідження базувалися на відомих законах математики, теоретичної механіки та ін. наук. Дослідження проводилися на основі відомих і окремих методик з використанням теорії планування експерименту, сучасних приладів і ПЕОМ, спеціально розроблених установок, а також комп'ютерного моделювання в Компас-3D. Обробка експериментальних даних здійснювалася на основі математичного моделювання та статистики з застосуванням сучасного програмного забезпечення: Statistica, Microsoft Excell.

## **1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ**

### **1.1 Фізіологічні і технологічні аспекти доїння корів**

Машинне доїння - це складний процес отримання молока від корів і збору його в молокоприймальну ємність, при якому доїльне обладнання має безпосередній контакт з організмом тварини. Цей процес дозволяє не тільки знизити витрати ручної праці, а й підвищити продуктивність в 2 - 5 разів у порівнянні з ручним доїнням.

Машинне доїння є основним процесом, який впливає на кількість отриманого молока і його якість. Для цього потрібно враховувати особливості процесу молоковіддачі, пристосованість доїльного апарату виконувати задані технологічні функції в сприятливих для корів умовах, не залежно від способу проведення машинного доїння.

При невідповідності параметрів під час доїння корів відбувається порушення режиму, через що виникає недодоювання, травмування сосків і з'являються захворювання вимені [2, 12, 13, 14]. Примусове видалення молока з вимені корови можна здійснити шляхом катетеризації дійок, ручного доїння, або використовуючи доїльний апарат. За допомогою катетерів можна видалити 40-60% молока, виробленого молочною залозою корови перед доїнням. Регулярне випускання молока через вставлені в дійки катетери призводить до швидкого запуску корів і припинення лактації. Так що цей спосіб практично не застосовується, а використовується тільки для дослідження життєдіяльності корови під час лактації.

Інші варіанти отримання молока широко застосовуються в практиці скотарства. Висмоктування молока телям - це природний спосіб отримання

молока з вимені корови [6, 7]. За природного способу, щоб висмоктати молоко, теля бере дійку в рот, притискає його до неба, розімкнувши щелепи і відтягуючи язик, створює вакуумметричний тиск в ротовій порожнині. У фазі ссання створюється вакуумметричний тиск на кінці дійки (в ротовій порожнині) і всередині дійки. У наступній фазі в міру розслаблення телям рота, вакуумметричний тиск в кінці дійки слабшає. В кінці кожного циклу в дійковій цистерні залишається вакуумметричний тиск рівний приблизно 40 кПа. Далі тиск в основі дійки слабшає, і дійкова цистерна заповнюється молоком. Потім цикл повторюється.

В одну хвилину проробляється до 100 - 120 циклів. У процесі ссання теля впливає дзеркалом носа на вим'я, стимулюючи його. По черзі смоче одну з дійок, даючи іншим відпочити. Як правило, теля в процесі харчування, не отримує все молоко з вимені корови. Але, тим не менше, процес ссання корови телям самий фізіологічно виправданий, тому що в процесі висмокування молока не створюється негативного впливу на дійки [15].

Доїльного апарату, який функціонує за аналогією ссання телям, розробити до сих пір не вдалося [3]. Проведені вченими дослідження і експерименти показали [6, 7], що теля за період однократного ссання з вимені висмоктує в основному цистернальне молоко. Неповне висмокування молока з вимені телям служить основним критерієм, який визначає кількість і швидкість утворення молока, потрібного для нормального розвитку теляти. Якщо під коровою помістити чотири теляти, то повнота молоковіддачі збільшиться, що призведе до підвищення швидкості утворення молока. При цьому збільшиться лактація, і корова дасть більше молока.

Експерименти по оцінці ручного доїння корів показали його високу ефективність в період роздоювання [6, 16]. На думку дослідників, це пов'язано з тим, що дійка не піддається впливу вакуумметричного тиску. Молоко виводиться з дійки під тиском, створюваним при його стисканні пальцями.

Але, разом з тим, слід зауважити, що ручного доїння є свої мінуси:

- 1) одночасно видоювати молоко можна лише з двох чвертей вимені;
- 2) доїння вимагає великих витрат праці;
- 3) молоко, потрапляючи в відкрите відро, забруднюється;
- 4) за зміну одна доярка в середньому видоює тільки 10 - 12 корів [7].

Деякі вчені при порівнянні та оцінці доїльних апаратів вважали ручне доїння еталоном. Проведені за останні роки дослідження цю думку не підтвердили. Основним невідповідністю ручного доїння специфіці процесу молоковіддачі є те, що одночасно доються тільки дві частки. Результат - уповільнення молоковіддачі, наявність в чвертях невидоєного молока і обмеження продукування молока [6, 17].

Отже, доїння корів руками не відповідає особливостям виконання процесу молоковіддачі.

Машинне доїння корів вдосконалюється вже більше ста років і стабільно увійшло в уклад життя в молочному скотарстві. Машинне доїння корів підвищило продуктивність праці, сформувало можливість обслуговування значно більшої кількості корів доярком в порівнянні з ручним доїнням, до того ж, істотно зменшилися трудовитрати процесу. Застосування доїльних апаратів дало можливість використовувати основну функцію вимені - виведення молока відразу з усіх чвертей, що збільшило продуктивні характеристики корів [18, 19, 20].

Процес машинного доїння корів складається з наступних операцій: підмивання вимені, масажу дійок, обтирання вимені, здоювання перших цівок молока, приєднання і включення доїльного апарату, процесу машинного доїння, машинного додоювання з завершальним масажем, відключення і знімання доїльного апарату.

Основна специфіка процесу - обмеження в часі вилучення молока: - дві-три хвилини [5, 6, 16, 20]. У тих же межах часу працює в процесі доїння і

гіпофіз корови. Найбільша насиченість окситоцину в крові в процесі машинного доїння зберігається дві - три хвилини. Отже, всі фізіологічні механізми організму корови при машинному доїнні працюють в часовому проміжку, що не перевищує дві - три хвилини.

## **1.2 Вплив вакуумметричного тиску на дійки корів**

При створенні нових доїльних апаратів виникають значні труднощі через брак об'єктивних даних для аргументування їх параметрів. Значення вакуумметричного тиску, частоту пульсацій, співвідношення тактів і діаметр дійкової гуми найчастіше вибирають невірні, і доїльні апарати у використанні виявляються невдалими.

Відзначено, що при малій частоті пульсацій в двотактних апаратах величина вакуумметричного тиску 48-50 кПа - оптимальна для більшої частини корів, а збільшення вакуумметричного тиску викликає на дійках надлишкову гіперемію [5, 6, 16, 17, 23, 24]. Ці погіршення призводять до запалення деяких чвертей вимені (мастит), що заважає використанню машинного доїння. Найбільш гостро вплив підвищеного вакуумметричного тиску проявляється на дійках корови по завершенню закінчення молока, так як при цьому вакуумметричному тиску, який діє на дійки, збільшується і впливає на внутрішні, в меншій мірі захищені частини дійок. При перетриманні доїльних стаканів вакуумметричний тиск постійно впливає на дійки, це призводить до больових відчуттів у корів. Пошкодження вакуумметричним і надлишковим тисків клітин епітелію призводить до потрапляння в молоко невеликої кількості крові, яку візуально неможливо визначити, тому що молоко не змінює свій колір, смак і запах. Систематичні больові відчуття можуть привести до гальмування молоковіддачі і викликати у корів негативну реакцію на машинне доїння. Це призводить до неповного видоювання, зниження надоїв і передчасного запуску корів. До того ж при машинному доїнні це підвищує ймовірність захво-

рювання на мастит [16, 17, 20]. Перетримка провокує виникнення маститу і призводить до скорочення лактації до 240 днів і менше [25]. Як наслідок - втрати молока від корови за лактацію до 100 кг і більше. З досліджень Королева В.Ф. випливає, що через якийсь проміжок часу вакуумметричний тиск може негативно впливати на тканину тварини [17]. І чим вище вакуумметричний тиск, тим раніше може наступити захворювання. Ним побудовано графік залежності часу прояви патологічних змін в тканинах організму від значення впливу вакууму (рис 1.1).

На графіку орієнтовні форми кривих, які дозволяють встановити величину вакуумметричного тиску, частоту пульсацій, а також співвідношення тактів, при яких вплив вакуумметричного тиску не зашкодить дійці.

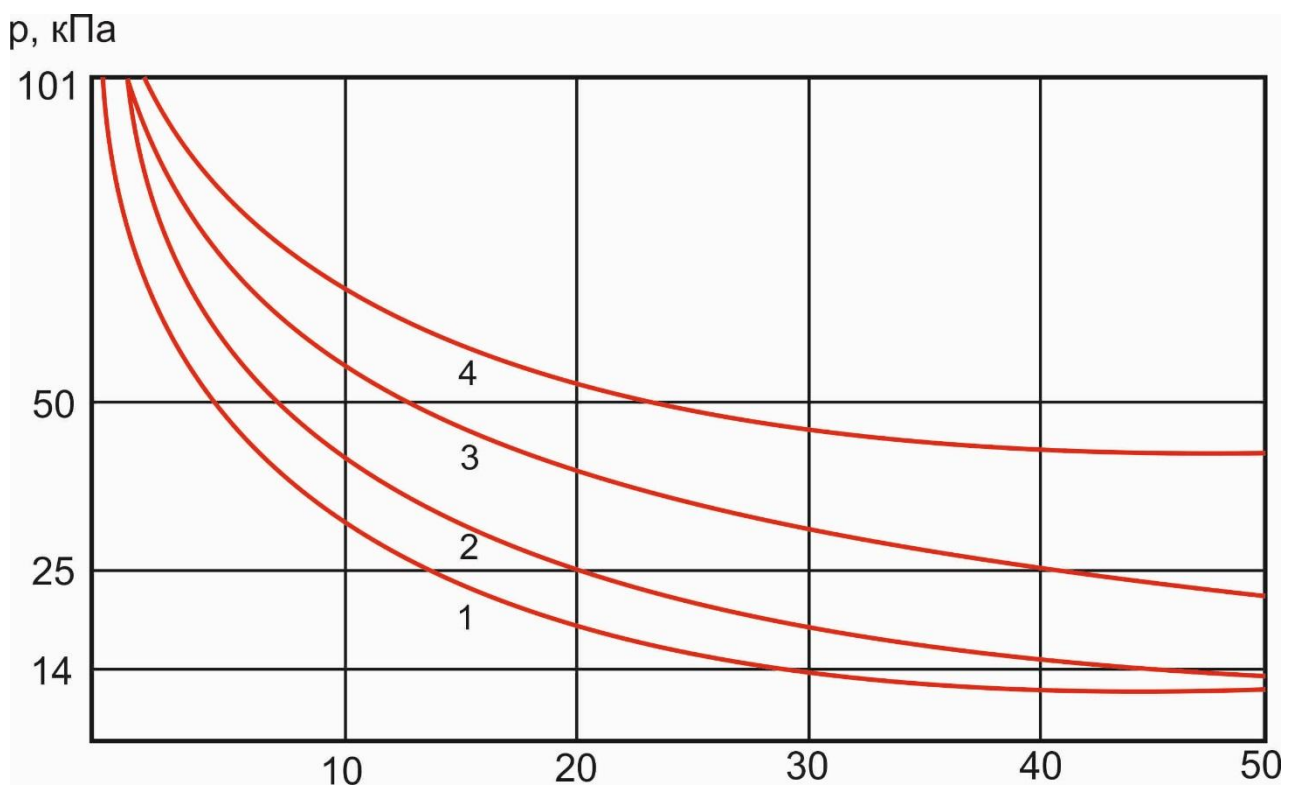


Рисунок 1.1 - Криві прояви патології від величини вакууму: 1 - крива постійного вакуумметричного тиску; 2, 3, 4 - криві розташовані в порядку зменшення співвідношення тактів ссання і відпочинку.

Головне - зберегти епітеліальні клітини, що покривають порожнини діжок і цистерн вимені зсередини. Навіть незначні пошкодження епітелію можуть сприяти проникненню мікробів в тканини вимені і привести до формування вогнищ запалення в чвертях вимені [26, 27]. Для виявлення прихованого сухого доїння у корів використовують бензидинову пробу [16]. Якщо в молоці міститься кров, то рідина набуває зелений або темно - синій колір, якщо кров відсутня, то залишається прозорою з білим осадом у вигляді пластівців. За даними, отриманими в результаті проведених досліджень, було з'ясувано, що зі збільшенням середньої тривалості холостого доїння з 0,41 до 5 хвилин число виникнення маститів зросла з 2,1% до 16,5% на тлі зростання кількості крові в молоці з 4,1% до 37,2% [24].

Застосування широко відомих в нашій країні доїльних апаратів ДА-2, ДА-3М, АДУ-1-01, «Волга», та ін., які працюють при високому вакуумметричному і надлишковому тисках, пульсатори яких мають жорстку пульсацію, а доїльна гума - низької якості, збільшує ризик захворювання вимені [28, 29]. Обстеженням ферм із значним числом тварин, хворих на мастит, встановлено що виникнення захворювань пов'язано з порушенням правил попередньої підготовки корів до доїння, а також формування стереотипу машинного доїння в нетельний період. З'ясовано, що внаслідок відсутності належної інформації про процес доїння окремих чвертей вимені і в зв'язку з тим, що ймовірно одночасне завершення доїння кількох тварин, що обслуговуються одним оператором, не менше 75% корів піддаються негативному впливу високого вакууму на вим'я [2, 30].

Підтверджуючи низьку якість вітчизняних двотактних і тритактних доїльних апаратів, встановлено, що при підвищеному до 59 кПа вакуумметричного і надлишкового тисків слід очікувати захворювання на мастит від 30 до 34,5% корів [23]. Щоб уберегти молочну залозу корови від згубного впливу

вакуумметричного тиску до конструкції сучасного доїльного апарату пред'являються технічні, ветеринарні та фізіологічні вимоги [17, 31, 32, 33, 34, 35, 36]:

- здатність активізувати функцію вимені перед доїнням і збереження її в процесі доїння;
- можливість збереження стану лактаційної домінанти в процесі доїння;
- забезпечити захист молочної залози від патологічного впливу вакуумметричного тиску під час доїння і після його завершення.

### **1.3 Дослідження конструкцій доїльних апаратів з пристроями для запобігання негативного впливу вакууму на вим'я**

За характером сили, використовуваної для виведення молока з вимені, доїльні апарати поділяються на відсмоктуючі (використовується тільки вакуумметрическое тиск) і відсмоктуюче-видавлюючі, де поряд з вакуумметричного і надлишкового тисків використовується ще і надмірний (вище атмосферного) тиск.

По режиму роботи розрізняють апарати з постійними і змінними значеннями вакуумметричного тиску, співвідношенням тактів і частоти пульсацій. За принципом дії доїльні апарати бувають двотактні і тритактні [37].

Зараз в нашій країні на молочних фермах і комплексах застосовують велику різноманітність доїльних апаратів вітчизняного та імпортного виробництва. Широко застосовуються відсмоктують двотактні доїльні апарати одночасного доїння (АДС-1, ДА-2М, АДУ-1-03, АДУ-1М), попарного доїння («Дояр», «Нурлат»), тритактні (ДА-3М, «Волга»). Також використовуються закордонні доїльні апарати De Laval (Швеція), SAC (Данія), Westfalia Surge (Німеччина), Impulsa (Німеччина), System Happel (Німеччина), Bou Matic (США) та інших.



Дослідження вакуумних доїльних апаратів здійснювали багато вчених [17, 36, 31, 32 та ін.]. У нашій країні і за кордоном найбільш популярні апарати для доїння, що мають два такти: ссання і стиснення. При несвоєчасному відключенні доїльного апарату по завершенню продукування молока спостерігається «холосте доїння», яке може викликати мастит через вплив високого вакууму на дійки. З огляду на цю проблему найбільш важливим і важким практичним завданням є усунення впливу вакуумметричного тиску по завершенню доїння.

Такий апарат (рис. 1.2.) Включає доїльні стакани 1, повітряний шланг 2, колектор 3, пульсатор 4, молочний шланг 5 і кронштейн 6. В даний час відомі різні розробки конструкцій адаптивних доїльних апаратів, у яких відсутні деякі недоліки, наявні в серійно випускаємих апаратах. Запропоновано різноманітні конструкції, в яких під час доїння змінюються робочі параметри [35, 43, 44, 45, 46]. У відомому різноманітті запропонованих адаптивних доїльних апаратів можна виділити групи зі зміни одного або декількох параметрів роботи (зміна тиску вакууму під соском, зміни співвідношення тактів, частоти пульсацій, тривалості тактів і т.д.) [44, 47, 48].

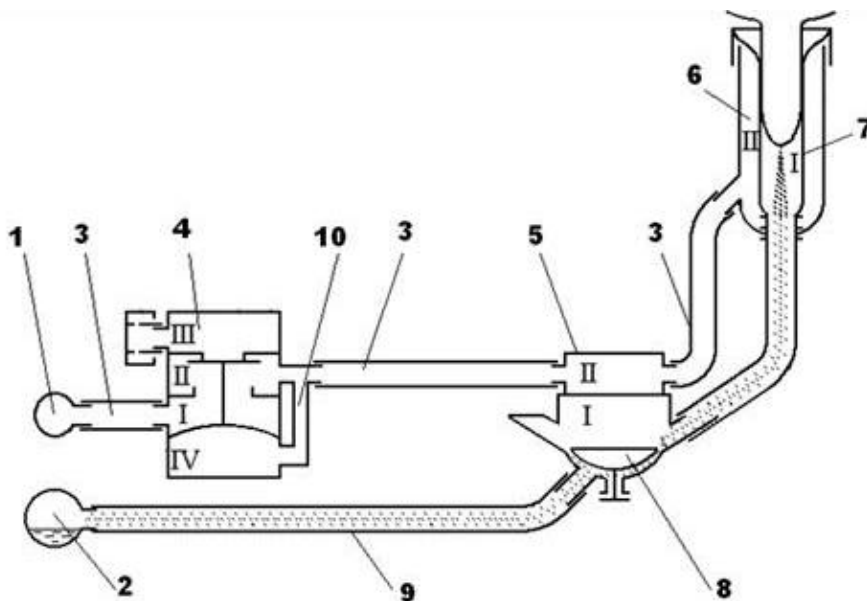


Рисунок 1.2 - Схема двотактного доїльного апарату: 1 – вакуумпровід; 2 – молокопровід; 3 - повітряні трубки; 4 – пульсатор; 5 – колектор; 6 -доїльний стакан; 7 -

дійкова гума; 8 - молочний клапан; 9 - молочний шланг; 10 - дроселюючий канал

Крім відомих зараз конструктивних доїльних апаратів, що працюють із змінним режимом доїння, застосовується безліч пристосувань, що дозволяють вирішувати завдання машинного доїння корів. Ці пристрої дозволяють в широких межах регулювати атмосферний і вакуумметричний режими в молоко- і вакуумпровідних магістралях [46, 49, 50, 51, 52,]. За дослідженнями багатьох вчених, праці яких присвячені вивченню зміни величини вакуумметричного тиску в камерах доїльних стаканів, яке повинно відповідати фізіологічним вимогам корови при комфортному доїнні і змінюватися в залежності від швидкості та інтенсивності молоковіддачі тварини.

Запропоновано доїльний апарат, який працює при змінному вакуумі, що залежить від витрати молока. Режим роботи такого апарату пов'язаний зі швидкістю молоковіддачі тварини, що захищає вим'я від негативних впливів вакуумметричного тиску, який значно впливає на здоров'я і захворювання вимені корови [53]. Виходячи з проведених досліджень, можна стверджувати про здатність доїльних апаратів, за рахунок додаткових пристроїв, автоматично змінювати величину вакууму під дійкою, створювати безпечний режим доїння корів, за рахунок чого поліпшується фізіологічність доїння, знижується ризик захворювань вимені і зменшується ручне додоювання [48].

На підставі своїх досліджень професор Ужик В.Ф. наводить дані про те, що зниження вакууму в доїльних стаканах, при зменшенні молоковіддачі до 0,2 кг/хв, позитивно позначається на фізіологічному стані вим'я корови, внаслідок чого знижується ризик захворювань на мастит не менше ніж в 2 рази [47]. Запропоновано конструкцію доїльного апарату, в якому вакуумметричний тиск регулюється впусканням повітря. Для цього колектор виготовлений з камерами, кожна з яких має задану камеру, з'єднану з атмосферою. Керуюча камера підтримує низький (стимулюючий) вакуум під дійками і в міжстінній камерах стаканів при молоковіддачі не більше 0,05 кг/хв, зі збільшенням молоковіддачі понад 0,05 кг/хв підвищується

вакуумметричний тиск до номінальної величини 50 кПа.

Таке регулювання вакуумметричного тиску позитивно впливає на весь процес доїння [50]. У запропонованій конструкції доїльного апарату вакуумметричний тиск регулюється пропорційно молоковіддачі. Регулювання здійснюється за рахунок диференціального клапана, який встановлений в молочному шлангу. При величині номінального встановленого вакуумметричного тиску в 54 кПа вакуумметричний тиск під дійкою в режимі ссання варіює від 28 до 48 кПа. Запропонована конструкція дозволяє навіть при тиску під дійкою 22 кПа, утримувати апарат [52].

Багато вчених надають значення не тільки можливості регулювання вакуумметричного тиску в піддійкових камерах доїльних стаканів за допомогою різних пристроїв, але і на регулювання вакууму в міжстінних камерах доїльних стаканів.

Вельчев С.Ф., Головань В.Т., Янко А.М. запропонували доїльний апарат, в якому регулювання тиску в міжстінних камерах доїльних стаканів реалізується додатковим пульсатором з керуючою камерою змінного вакуумметричного тиску. Недоліком даного доїльного апарату є складність налаштування його на оптимальний режим роботи, але при правильних режимах забезпечується ефективно доїння [50].

Великої популярності набули конструкції доїльних апаратів, що використовують поплавкові пристрої, завдяки яким відбувається регулювання вакуумметричного тиску в камерах доїльних стаканів. Аналіз конструкцій існуючих доїльних апаратів і пристроїв захисту вимені від негативного впливу вакуумметричного тиску на молочну залозу корови показав, що проблема не вирішена до кінця. Використовувані автоматизовані доїльні апарати складні і дорогі в експлуатації. Актуальність проблеми зберігається. Тому потрібно розробити і створити конструкцію адаптивного доїльного апарату, який має можливість доїння корови без машинного додоювання і захищає вим'я від негативного впливу вакуумметричного тиску після закінчення молоковіддачі.

В даний час, коли кількісно-якісні показники одержуваного молока впливають на фінансовий результат, перспективний напрямок - залучення доїльних апаратів з регулюванням вакуумметричного і надлишкового тисків, частотою і співвідношенням тактів пульсатора. При цьому процес доїння корів проводиться з урахуванням швидкості молоковіддачі.

На жаль, існуючі доїльні механізми для корів рідко використовують цю особливість, при цьому чинять негативний вплив на вим'я корів. Високий вакуумметричний тиск на початку та в кінці процесу доїння в піддійковій камері доїльних стаканів - причина хвороби вимені, уповільнення молоковіддачі через неадекватний вплив [32].

Аналіз наведених вище матеріалів підтверджує доцільність застосування доїльного обладнання, що володіє можливістю управління режимом доїння в переносному варіанті його виконання. Підтверджується досить висока ефективність використання адаптивних доїльних апаратів. Приведені матеріали зайвий раз підтверджують доцільність створення таких пристроїв. З результатів досліджень випливає, що доїльний апарат з доїнням в бідон повинен уможливити:

- варіювання вакууму доїння в залежності від витрати молока;
- коригування частоти пульсатора при переході з режиму доїння «стимулюючий» в «номінальний» і назад;
- зміну співвідношення тактів пульсації пульсатора при переході з режиму доїння «стимулюючий» в «номінальний» і назад.

Відомо досить велике число конструкцій адаптивних пристроїв для доїння корів. Але, разом з тим, слід зауважити, що до цих пір не вироблена єдина точка зору, яка ж повинна бути компоновальна схема нового адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон. Слід зауважити, що як зазначалося вище, розробка автоматизованих доїльних систем, що забезпечують адаптацію доїльного апарату до фізіологічного стану тварини, що оцінюється інтенсивністю потоку виведеного з вимені молока, велася в трьох напрямках:

- підлаштовуватися доїльне обладнання для доїльних залів з безприв'язно-боксовою системою утримання корів;
- переносне адаптивне доїльне обладнання зі збором молока в молокопровід з прив'язний системою утримання корів;
- переносне адаптивне доїльне обладнання з доїнням в бідон з прив'язний системою утримання корів.

Оскільки нас цікавить процес машинного доїння корів при прив'язному їх утриманні і збором молока в бідон, то для формування більш чіткого уявлення про відомі пристрої і виявлення головних напрямку в їх створенні, нами виконано їх аналіз, систематизація та класифікація (рис. 1.3).

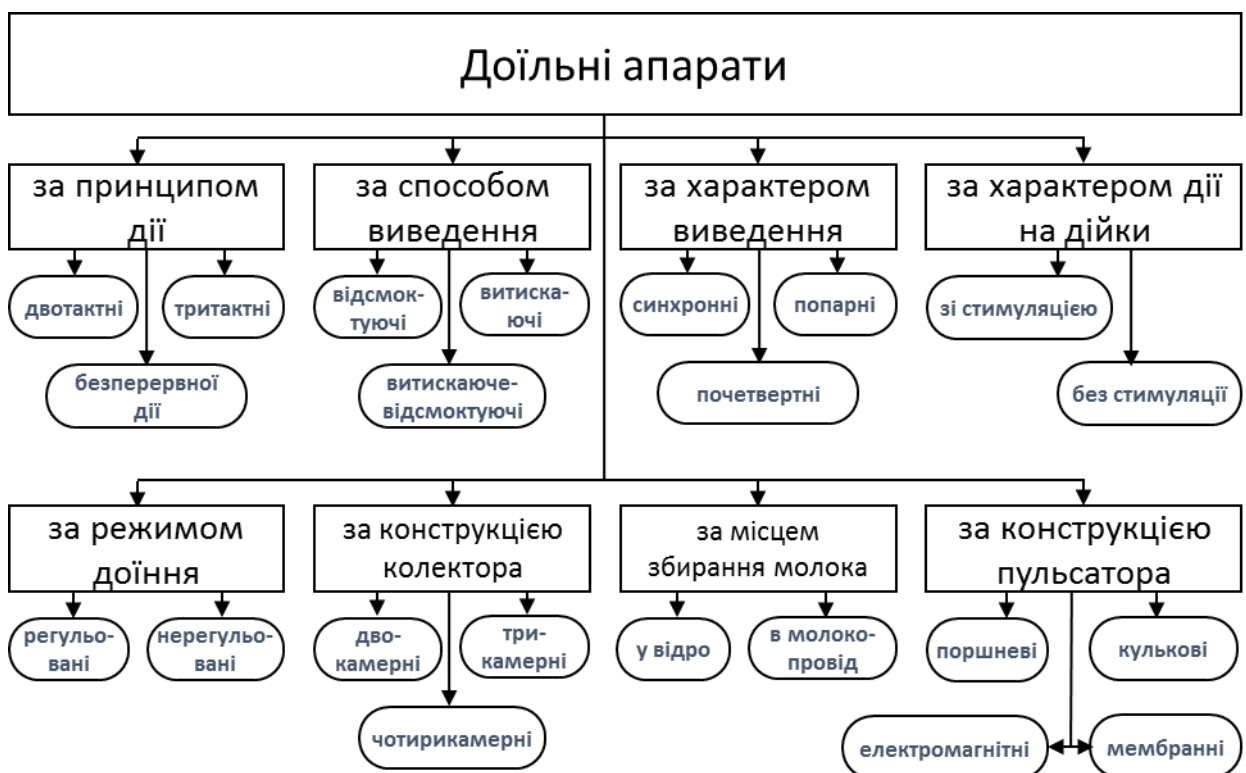


Рисунок 1.3 – Класифікація доїльних апаратів

Як показує аналіз, спектр регульованих впливів на молочну залозу корови досить широкий. Він включає різного роду зупинки доїльного апарату по завер-

шенню доїння, стимулюючий вплив на вим'я, забезпечення одночасного видоювання чвертей, зміна вакуумного режиму доїння під дійкою, під дійкою і в міжстінній камері, варіювання частоти пульсацій пульсатора, зміна співвідношення тактів пульсацій пульсатора, зміна частоти пульсацій і співвідношення тактів пульсатора і т.д. Причому, реалізуються ці дії або на все вим'я, або на кожен частку окремо.

Розглянемо конструкції доїльних апаратів та їх складових частин, що реалізують регульовані впливи на молочну залозу більш докладно. Так, найпростіша технологічна операція, спрямована на запобігання «сухого» доїння корів по завершенню процесу вилучення молока - відключення доїльного апарату. У пристрої автоматичного відключення доїльного апарату (рис. 1.4) відключення доїльного апарату здійснюється шляхом подачі атмосферного повітря в міжстінні камери доїльних стаканів.

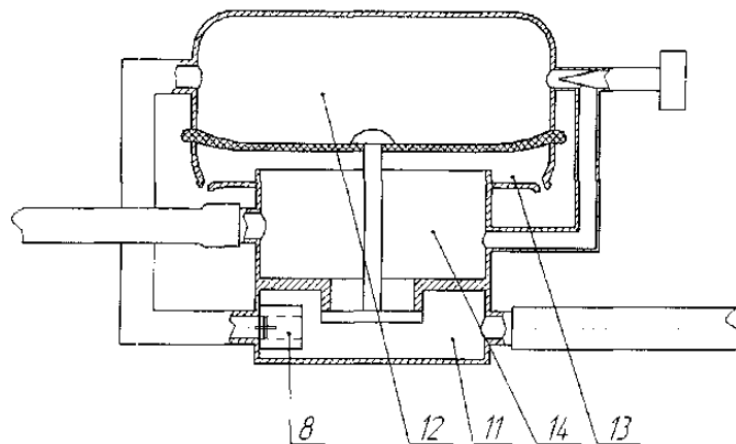


Рисунок 1.4 - Пристрій для автоматичного відключення доїльного апарату

Для цього пристрій містить випромінюючу і приймальну оптику, що встановлюються на прозорому молокопроводі і пов'язані з цифровим пристроєм управління, і виконавчий механізм у вигляді електромагнітного клапана, встановленого на пульсатор в патрубку, що з'єднує дану камеру і камеру постійного вакуумметричного тиску.

Варіантом наведеного вище опису доїльного апарату є доїльний апарат

приведений на рис. 1.5. Його відмінністю є те, що керуюча камера пульсатора забезпечена додатковим корпусом, який в початковому положенні нижньої кромкою герметично встановлений на поперечній перегородки з утворенням робочої камери.

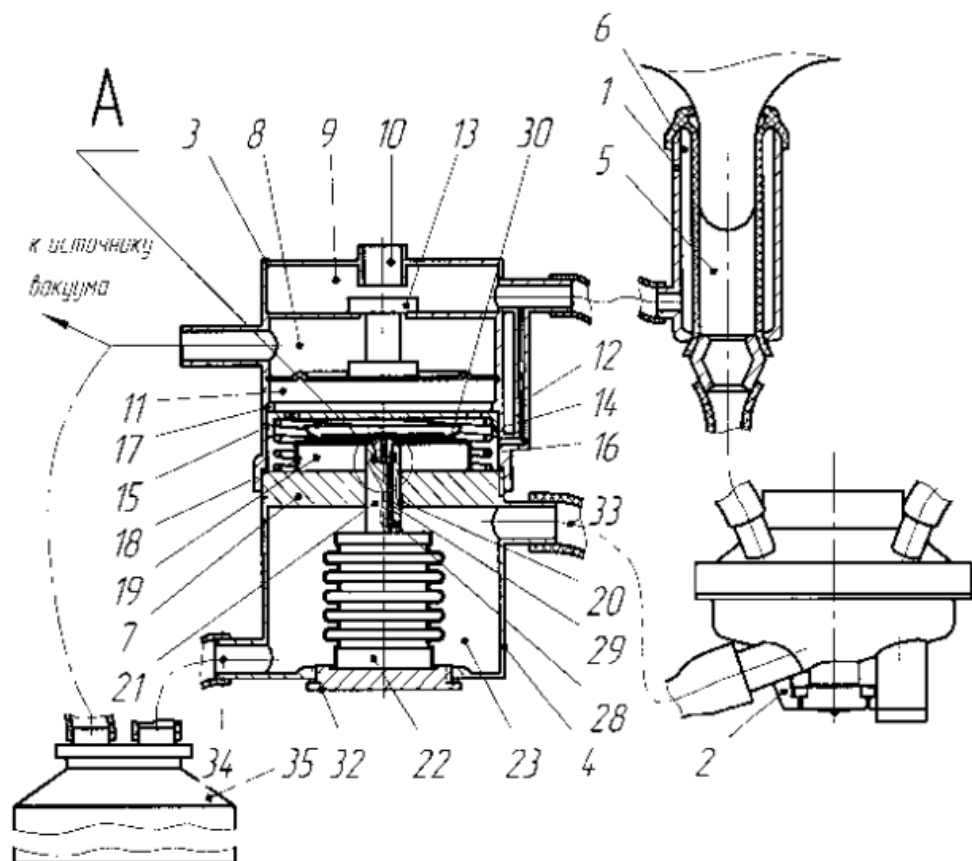


Рисунок 1.5 - Приставка для відключення доїльного апарату по завершенню процесу доїння для запобігання «сухого доїння»

Розроблений для виконання своєї функції відключення апарат (рис. 1.6), містить молоколовушку, в якій розташований поплавок, пов'язаний з клапанним і золотниковим механізмом комутації повітряних потоків. Але відключення здійснюється шляхом подачі атмосферного повітря в молокоприймальних камеру колектора при нижньому положенні поплавця в молоколовлювачі. Молоковловлювач, з'єднаний з керуючою камерою пульсатора,

містить доїльний апарат за рис. 1.7. Ця конструкція при уповільненні потоку виведеного з вимені молока і опусканні поплавка в молокозловлювачі, при відключенні доїльного апарату поряд з подачею атмосферного повітря в молокоприймальну камеру колектора, одночасно забезпечує подачу постійного вакуумметричного тиску в міжстінні камери доїльних стаканів.

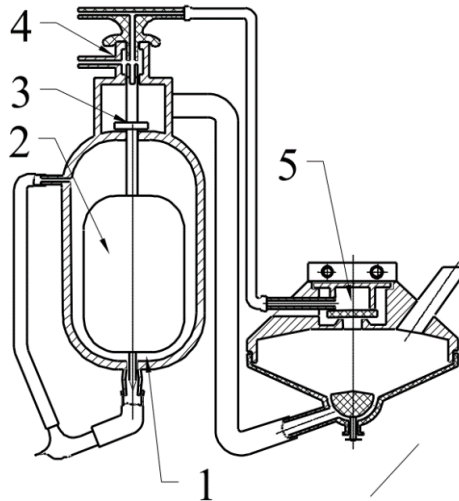


Рисунок 1.6 - Пристрій для автоматичного відключення доїльного апарату

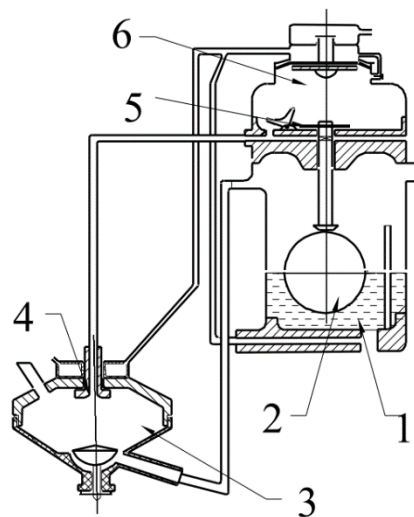


Рисунок 1.7 - Молоковловлювач з переключаючим механізмом, що забезпечує подачу постійного вакуумметричного тиску в міжстінні камери дої-



льних стаканів при зниженні потоку молока

Відключення колектора доїльної машини від вакууммолокопроводного шланга, в кінці доїння корови, реалізовано в конструкції доїльного апаратуза рис. 1.8. Для цього в молоковловлювачі доїльного апарату встановлена підпружинена мембрана, яка сприймає вагу молока, що накопичується і, як наслідок, прогинається. При цьому пов'язаний з нею клапан відкриває або закриває отвір, що зв'язує камеру постійного вакуумметричного тиску з підмембранною камерою, в свою чергу сполучається з сільфоном управління положенням клапана колектора.

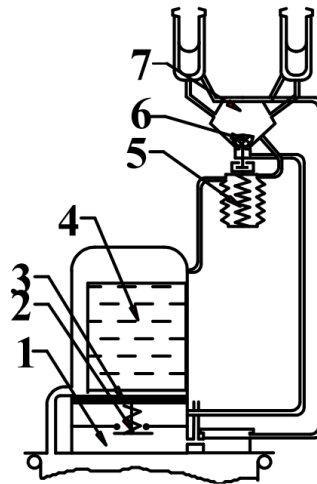


Рисунок 1.8 - Молоковловлювач і керований сільфон забезпечують відключення колектора доїльного апарату від вакууммолокопроводного шланга при завершенні доїння корови

Оригінально технічне рішення, що дозволяє здійснювати почетвертне відключення доїльного апарату в залежності від наявності молока у відповідній молоколовушці (рис. 1.9). Для цього колектор виконаний чотирикамерним. У кожній камері розташований поплавковий клапан, що перекриває доступ вакуумметричного тиску з молокоприймальної камери в піддійкову ка-

меру доїльного стакана при нижньому положенні поплавця, і фіксатор поплавця в стартовому положенні в початковий момент фіксації на вимені. Однак, як слід зауважити, наведені варіанти конструкцій доїльних апаратів спрямовані на захист вимені тварин від впливу високого вакуумметричного тиску в піддійковій камері доїльного стакана після завершення процесу вилучення молока і ніяк не впливають на режим впливу на молочну залозу в процесі доїння.

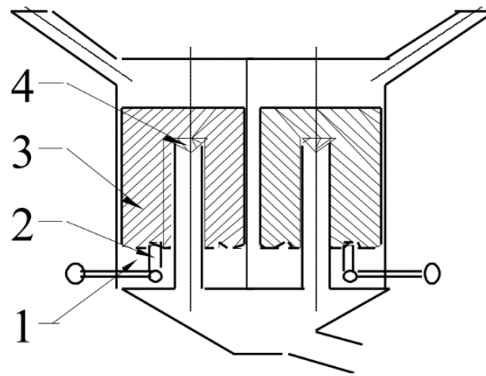


Рисунок 1.9 - Пристрій, що дозволяє здійснювати почетвертне відключення доїльного апарату в залежності від наявності молока у відповідному молокозловлювачі

Особливістю наступного доїльного апарату є те, що процес активного доїння корови супроводжується масажними впливом на дійку в такті ссання (рис.1.10). Він забезпечений мембранним перемикачем, що реагує на потік молока, і виконавчий масажний механізм, встановлений на доїльному стакані біля основи соска. При збільшенні навантаження молока на мембрану, спрацьовує клапанний механізм, який з'єднує камеру масажера з атмосферою. При цьому в такті ссання відбувається масаж дійки через гуму. Але і ця група доїльних апаратів не забезпечує керований режим доїння, а має лише стимулюючим впливом на вим'я корів.

Наступні доїльні апарати - це апарати зі змінними параметрами доїння.

Так, двурежимний доїльний апарат (рис.1. 11) в початковій стадії доїння до досягнення витрати молока, наприклад, 10...12 г/с працює в тритактному режимі.

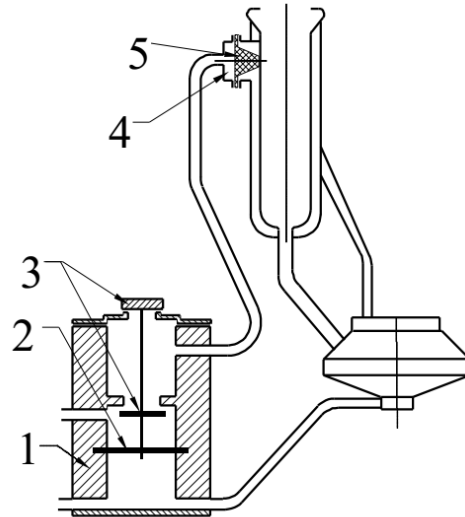


Рисунок 1.10 - Масажер на доїльному стакані для супроводу процесу активного доїння корови масажними впливом на дійку в такті ссання

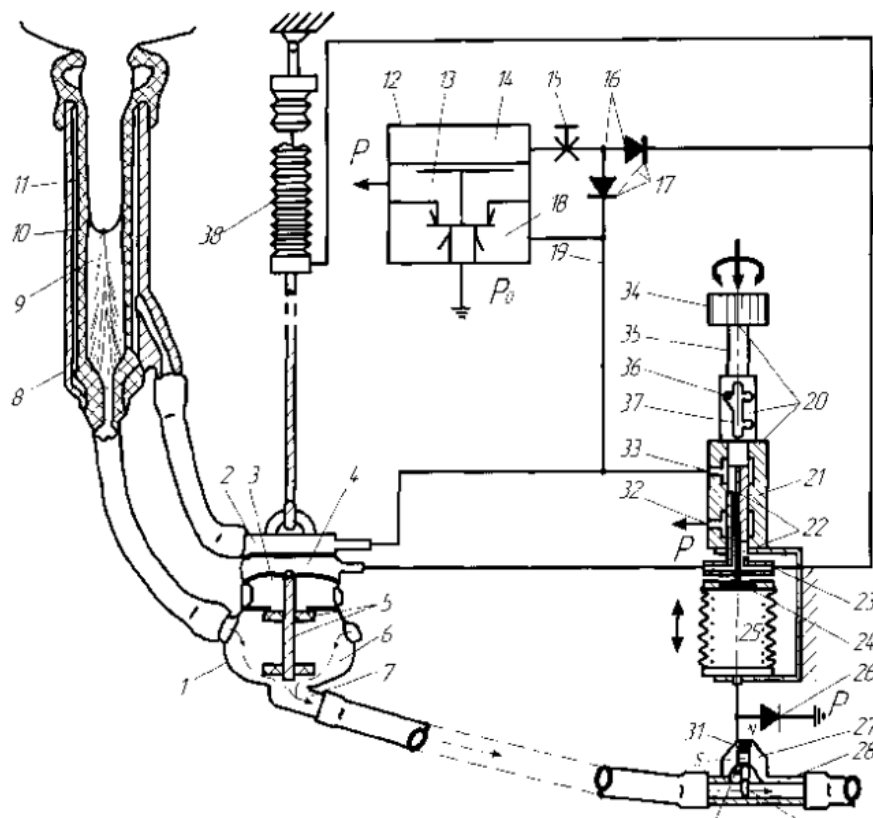


Рисунок 1.11 - Двурежимний доїльний апарат

При перевищенні зазначеного значення інтенсивності, доїльний апарат перемикається на двотактний режим. При подальшому зниженні інтенсивності потоку при завершенні доїння нижче, наприклад, 6,5 г/с, доїльний апарат повертається до тритактного доїння.

Доїльний апарат «Дуовак 300» («Alfa-Laval», Швеція), що працює в двох режимах (рис. 1.12), має дві лінії вакууму ( $h_1 = 35$  кПа та  $h_2 = 51$  кПа). У фазі А відбувається стимулювання при зниженому вакуумі з частотою 48 пульсацій у хвилину. При зростанні інтенсивності молоковіддачі до 0,2 кг/хв. індикатор потоку молока перемикає апарат на роботу у фазі Б - доїння при розрідженні 51 кПа та з частотою 60 пульсацій у хвилину при співвідношенні тактів  $\delta_c = 2,5:1$ , близькому до режиму безперервного відсмоктування молока. При зменшенні молоковіддачі до 0,2 кг/хв. настає фаза В - додоювання з режимами як у фазі А. Потім настає заключний масаж (фаза Г).

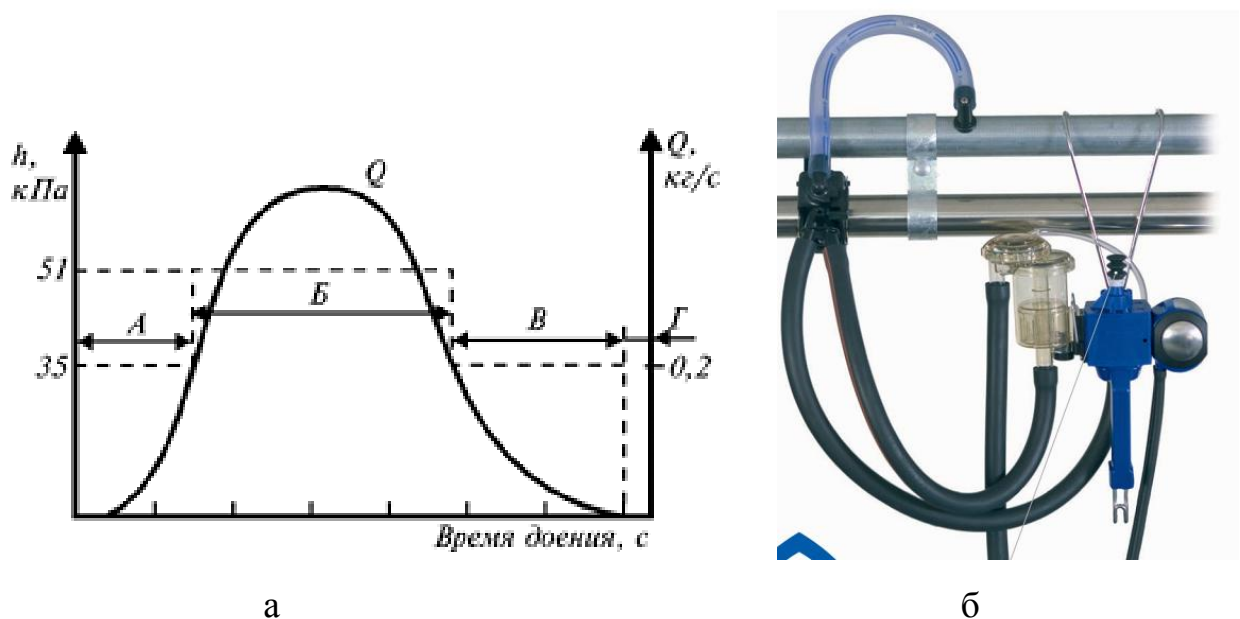


Рисунок 1.12 - Графік роботи (а) дворежимного доїльного апарата «Дуовак 300» (б)

Доїння триває лише поки струмінь молока відповідає заданому рівню. При зменшенні потоку молока нижче заданого рівня апарат автоматично пе-

реходить у фазу низького рівня вакууму і повільної пульсації, приблизно через 20 с. При низькому вакуумі і повільній частоті пульсацій у фазі додоювання дійки зберігаються від передоювання.

Доїльний апарат «Нурлат» (Росія) є аналогом апарату «Дуовак 300». Він також контролює характер 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 природнього, зменшити захворюваність корів маститом і збільшити молоковіддачу на 20...25 %. Доїльний апарат «Нурлат» складається із блоку керування, приймача й пульсатора, об'єднаних в один вузол (рис. 1.13), і підвісної частини – колектора, чотирьох доїльних стаканів, з'єднаних вакуумними і молочними шлангами. Пульсатор з'єднується з колектором двома шлангами змінного вакууму. Деталі приймача і кришка колектора виготовлені із прозорих матеріалів, що дозволяє операторові візуально спостерігати за процесом доїння.

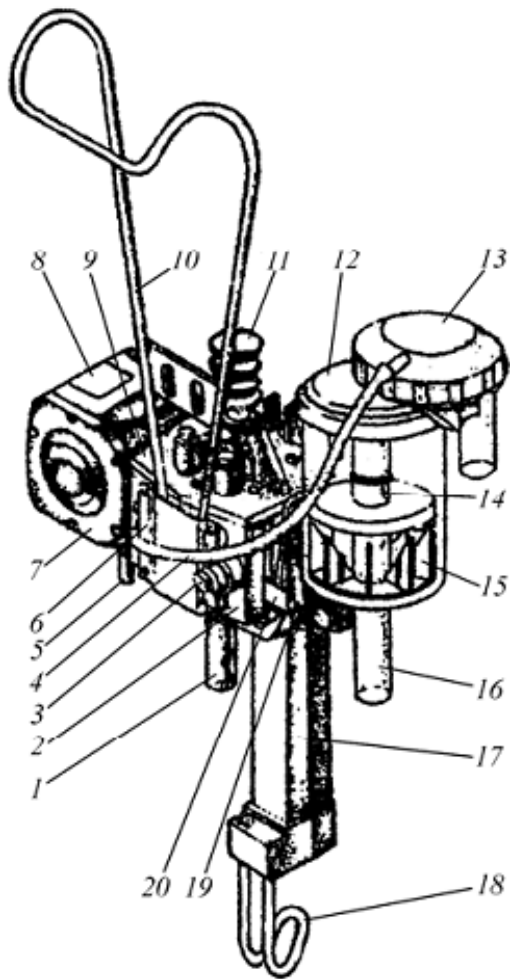


Рисунок 1.13 - Загальний вид блоку керування, приймача та пульсатора: 1 – вставка; 2 – корпус; 3 – заглушка; 4 – дренажна трубка; 5 – штуцер; 6 – штуцер дренажної трубки; 7 – корпус; 8 – кожух; 9 – кришка; 10 – скоба; 11 – сиффон; 12, 13 – кришка; 14 – шток; 15 – поплавок; 16 – стакан; 17 – ручка; 18 – скоба; 19 – засувка; 20 – корпус магнітного клапана

Блок регулювання призначений для регулювання вакууметричного тиску, створюваного доїльною установкою залежно від рівня молоковіддачі. Складається з корпусу 2, кришки 9, вставки 1, ручки 17, скоби 18, сиффона 11, заглушки 3, корпусу магнітного клапана 20 і засувки 19. У кришці 9 змонтований клапан, що складається зі штока, пружини, двох упорів і сиффона 11. Положення сиффона 11 указує під час роботи апарата рівень вакууму: під час фази стимуляції і додоювання (рівень низького вакууму) сиффон повинен бути стиснутий і повинне бути легке потьохкування в пульсаторі; фазу основного доїння (рівень високого вакууму) – сиффон у вільному стані. Блок керування має два режими: низького або високого вакууму. При обох режимах у камері Е блоку керування створюється вакуум 50 кПа.

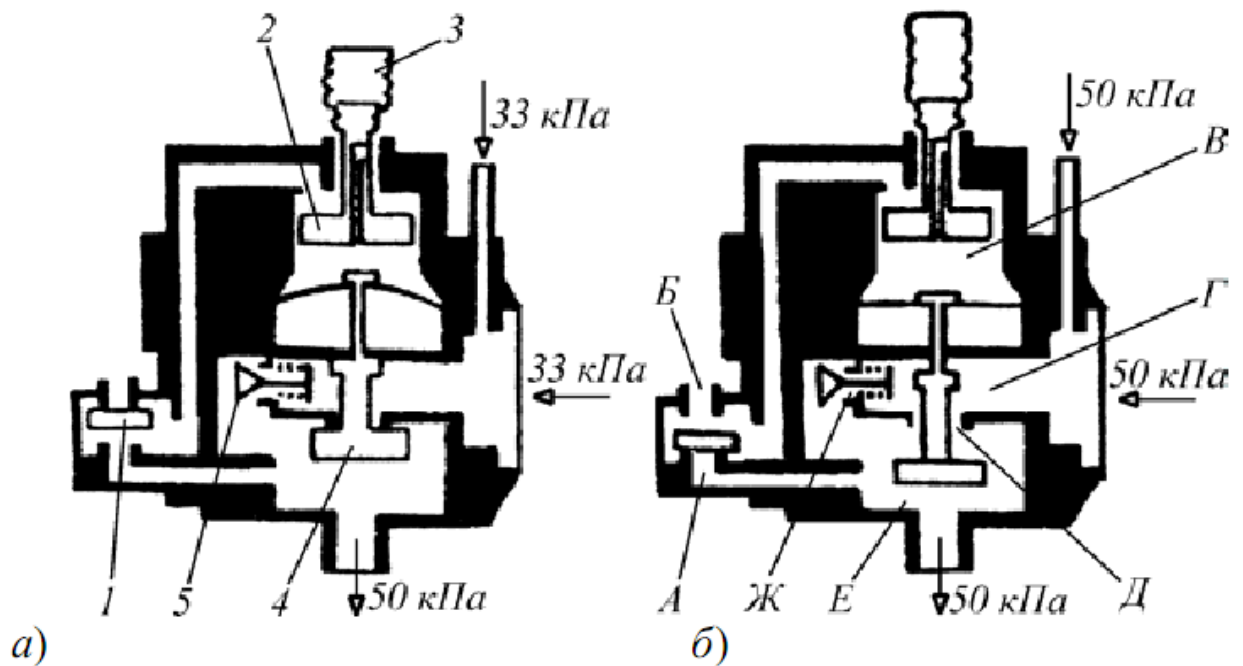


Рисунок 1.14 - Схема роботи блоку керування: а – режим низького вакууму; б – режим високого вакууму; 1 – магніт; 2 – мембрана; 3 – сильфон; 4 – керуючий клапан; 5 – дросельний клапан; А, Б, Д, Ж – отвори; В, Г, Е – камери

Режим низького вакууму (рис. 1.14, а) відповідає фазам стимуляції і додоювання. Магніт 1 перебуває в крайньому верхньому положенні і закриває отвір Б, що з'єднує атмосферу із внутрішніми камерами блоку керування. Магніт 1 утримується у верхньому положенні за рахунок сили притягання магніту 1 і магніту, розташованого в поплавці приймача. Через відкритий отвір А відбувається вирівнювання вакууму в камерах Е і В. Створене в камері В розрядження стискає сильфон 3 і віджимає у верхнє положення мембрану 2, зв'язану з керуючим клапаном 4. Керуючий клапан 4 при цьому закриває отвір Д. За рахунок дроселювання клапаном 5 отвору Ж, що з'єднує камери Е і Г, у порожнині Г установлюється постійний вакуум 33 кПа. Такий же рівень вакууму встановлюється в пульсаторі, колекторі та надмембранній камері приймача апарата.

Режим високого вакууму (рис. 1.4, б) відповідає фазі основного доїння. За рахунок збільшення молоковіддачі і спливання поплавка в приймачі, сили притягання, що виникає між магнітом поплавця й магнітом 1, не вистачає, щоб зрівноважити силу ваги магніту 1 і удержати його у верхньому положенні. Магніт 1 падає під власною вагою, відкриваючи отвір Б, через який повітря спрямовується в камеру В. За рахунок різниці атмосферного тиску, створеного в камері В, і тиску в камері Е магніт утримується в крайньому нижньому положенні, замикаючи отвір А. Через відсутність розрідження в камері В мембрана 2 приймає вихідне положення. Пов'язаний з мембраною 2 керуючий клапан 4 прийме крайнє нижнє положення й повністю відкриває отвір Д. При цьому тиск у камері Г вирівнюється з тиском у камері Е і складає вакууметричний тиск 50 кПа. За рахунок того, що в камері В встановлюється атмосферний тиск, сильфон 3 за рахунок власної пружності розправляється.

Приймач призначений для контролю рівня молоковіддачі, перемикання блоку керування на різні режими доїння, регулювання рівня вакууму в піддійкових камерах доїльних стаканів і автоматичного запирання вакуумної лінії у випадку спадання доїльних стаканів з вимені корови. Приймач складається зі стакана 16 (рис. 1.14), поплавка 15, штока 14, кришок 12 і 13 і діафрагми, розташованої між цими кришками.



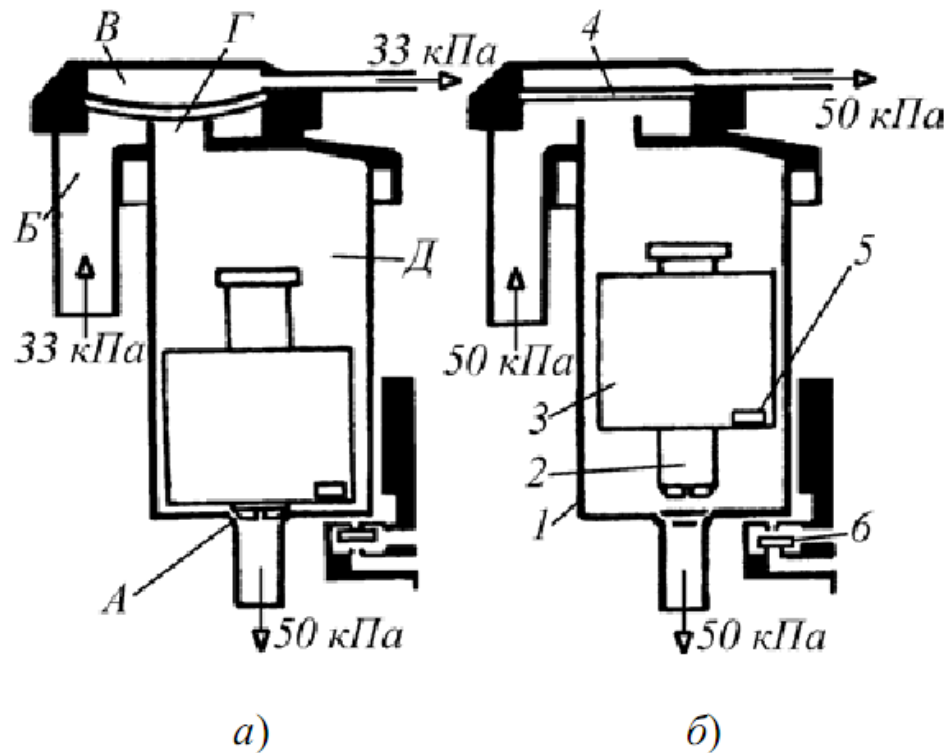


Рисунок 1.15 - Схема роботи приймача: а – низький вакуум; б – високий вакуум; 1 – стакан; 2 – шток; 3 – поплавок; 4 – мембрана; 5 – магніт; 6 – магніт блоку керування; А – сідло отвору; Б, Г – отвір; В – надмембранна камера; Д – підмембранна камера

Приймач працює у двох режимах: високого і низького вакууму. При обох режимах у камері Д створюється вакуум 50 кПа. Режим низького вакууму (рис. 1.15, а) відповідає низькій молоковіддачі (до 200 г/хв). При цьому шток 2 і поплавок 3 перебувають на дні стакана 1. Усе молоко встигає пройти через дренажний отвір, розташований в нижній частині штока 2. У цьому режимі магніт 5 поплавка 3 утримує магніт 6 блоку керування у верхньому положенні, блок керування перебуває в режимі низького вакууму, а в надмембранній камері В встановлюється вакуум 33 кПа.

За рахунок різниці тисків у надмембранній камері В і підмембранній камері Д, у якій підтримується постійний вакуум 50 кПа, мембрана 4 відтискається в нижнє положення і дроселює отвір Г. Дроселювання перерізу прохідного отвору Г створює перепад тисків у живому перетині, що при-

водить до зменшення вакууму в камері Б до 33 кПа. Такий же вакуум встановлюється в піддійкових камерах доїльних стаканів. Режим високого вакууму (рис. 1.15, б) відповідає фазі основного доїння. При високій молоковіддачі (більш 200 г/хв) молоко не встигає проходити через дренажний отвір у нижній частині штока 2. Що набирається в склянці 1 молоко піднімає поплавок 3, який у свою чергу піднімає шток 2. Відкритий отвір А дає можливість вільному виходу молока в молокопровід. При цьому магніт 5 поплавка 3 перестає втримувати магніт 6 блоку керування у верхньому положенні. Блок керування переходить у режим високого вакууму, тому і надмембранної порожнини В встановлюється вакуум 50 кПа. Перепад тиску в камерах В и Д відсутній, мембрана 4 займає вихідне положення і повністю відкриває прохідний переріз отвору Г. У камері Б, а значить і в піддійкових камерах доїльних стаканів, встановлюється вакуум 50 кПа.

При випадковому спаданні доїльних апаратів з вимені корови в камері Б миттєво встановлюється атмосферний тиск. За рахунок перепаду тисків у камерах В и Д мембрана 4 перекриває отвір Г.



Рисунок 1.16 - Доїльний апарат «BIO-MILKER»

Фірма «Westfalia Surge» випускає доїльний апарат (рис. 1.16), оснащений електронним пульсатором «BIO-MILKER», що передбачає використання процесу стимуляції дійок при доїнні та додоюванні, з урахуванням процесу молоковіддачі корови під час доїння. Він здійснює стимуляцію ви-

сокою частотою ( $300 \text{ хв}^{-1}$ ) пульсацій соскової гуми на початку доїння (60 с) і відключення пульсаторів у такті стиску наприкінці доїння.

Конструкція доїльного стакана апарата «BIO-MILKER» під час такту стиску дозволяє стимулювати процес молоковіддачі в корів і тим самим збільшити продуктивність корів на 5 %.

#### **1.4 Висновки до розділу**

Як свідчить аналіз, на сьогодні створено досить велику кількість доїльних апаратів з оригінальними технічними рішеннями того чи іншого завдання по вдосконаленню. Але, разом з тим, немає комплексного вирішення проблеми створення доїльного апарату в переносному варіанті, з максимальною відповідністю фізіології корів, або якщо є, то досить складні за конструкцією і дорогі у виготовленні.

Таким чином, проведений огляд вказує на те, що на існуючих молочно-товарних фермах з використанням переносного доїльного обладнання та збором молока в бідон застосовується велика кількість різних конструкцій доїльних апаратів. Незважаючи на це лише деякі здатні зберігати здоров'я вимені корів і підтримувати рефлекс молоковіддачі. При подальшому конструюванні доїльних машин ці недоліки повинні зводиться до мінімуму, так як ці недоліки впливають на кількісно-якісні показники отримання молока.

Найбільш перспективними є доїльні апарати з регулюванням вакуумметричного і надлишкового тисків, частотою і співвідношенням тактів пульсатора, в яких зміна параметрів здійснюється в залежності від інтенсивності молоковіддачі, і зведено до мінімуму негативний вплив вакуумметричного тиску.

## **2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА**

### **2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми доїльного апарату**

У своїй більшості доїльне обладнання для корів забезпечено елементами автоматики, що дозволяє управляти режимом впливу на діжки вимені в залежності від витрати молока, виведеного з вимені. Змінні параметри – вакуумметричний тиск в міжстінній і піддійковій камерах доїльних стаканів, частота пульсацій пульсатора, співвідношення тактів ссання і стиску. Реалізується це різними виконавчими механізмами. Так, для встановлення заданого вакуумметричного тиску доїння широко застосовуються мембранні пневморегулятори. Частоту пульсацій і співвідношення тактів визначають різного роду пульсатори.

Найбільш широке поширення в даний час отримали електромеханічні і пневмомеханічний гідростабілізовані пульсатори. Електромеханічні пульсатори з електронними блоками управління дозволяють отримати широкий діапазон варіювання як частоти пульсацій, так і співвідношення тактів. Пневмомеханічні пульсатори мають обмежені можливості зміни цих параметрів в процесі доїння. Зміна частоти пульсацій здійснюється шляхом зміни вакуумметричного тиску живлення пульсатора або напруги живлення соленоїдів, керуючих магнітокерованою рідиною, якою заповнений гідропневматичний механізм пульсатора. А ось зміна співвідношення тактів здійснюється тільки підключенням пульсатора з іншими конструктивними параметрами комутуючого пристрою. Таке включення можливо в стаціонарних доїльних установках типу «Ялинка», «Тандем» та ін.

Розробка технологічної схеми і конструкції адаптивного доїльного апарату для корів з доїннями в бідон велася нами відповідно до вимог, що регламентують режим впливу на молочну залозу, з урахуванням наявної інформації про перспективні напрями розвитку молочного скотарства, системах обслуговування і утримання дорослого поголів'я і ремонтного молодняка, розвитку галузі машинобудування для тваринництва, досягнення науки і техніки в області механізації процесу вилучення молока з вимені.

Ці положення викладені в попередньому розділі. Системний синтез виявив основний алгоритм роботи доїльного апарата, схема якого наведена на рис. 2.1.

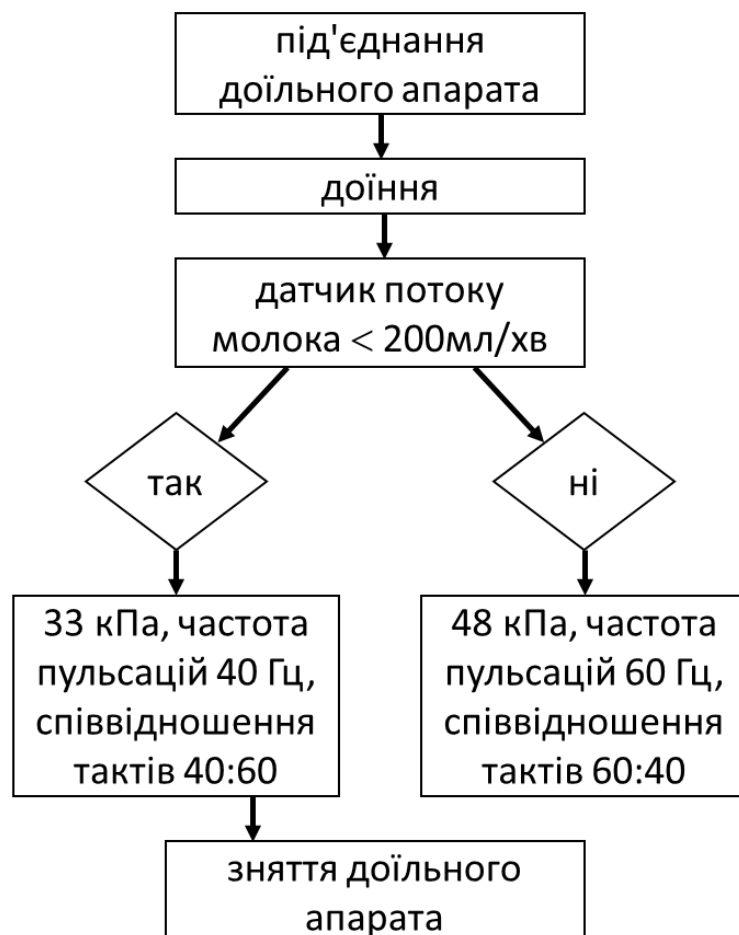


Рисунок 2.1 - Алгоритм роботи адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон

Згідно з цим алгоритмом доїння здійснюється так. Спочатку реалізується наступний режим: тиск, наприклад 33 кПа, знижена частота пульсацій пульсатора, наприклад 40 пульс/хв., і співвідношення тактів, наприклад 40:60. Після установки доїльних стаканів на дійки вимені корови молоко надходить в колектор і далі, через датчик потоку молока, в бідон. При цьому при витраті молока менше 200 мл/хв. зберігається початковий режим роботи, який здійснює щадний вплив на вим'я. При збільшенні інтенсивності потоку понад 200 мл/хв. доїльний апарат перемикається в нормальний режим доїння, який передбачає більш високий вакуумметричний тиск, наприклад 48 кПа, частоту пульсацій пульсатора, наприклад 60 пульс/хв., і співвідношення тактів, наприклад 60:40. Після завершення доїння і зниження витрати молока нижче 200 мл/хв., доїльний апарат повертається в щадний режим доїння і його знімають з вимені. Процес доїння закінчено. На підставі даного алгоритму нами розроблена блок-схема адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон (рис. 2.2).

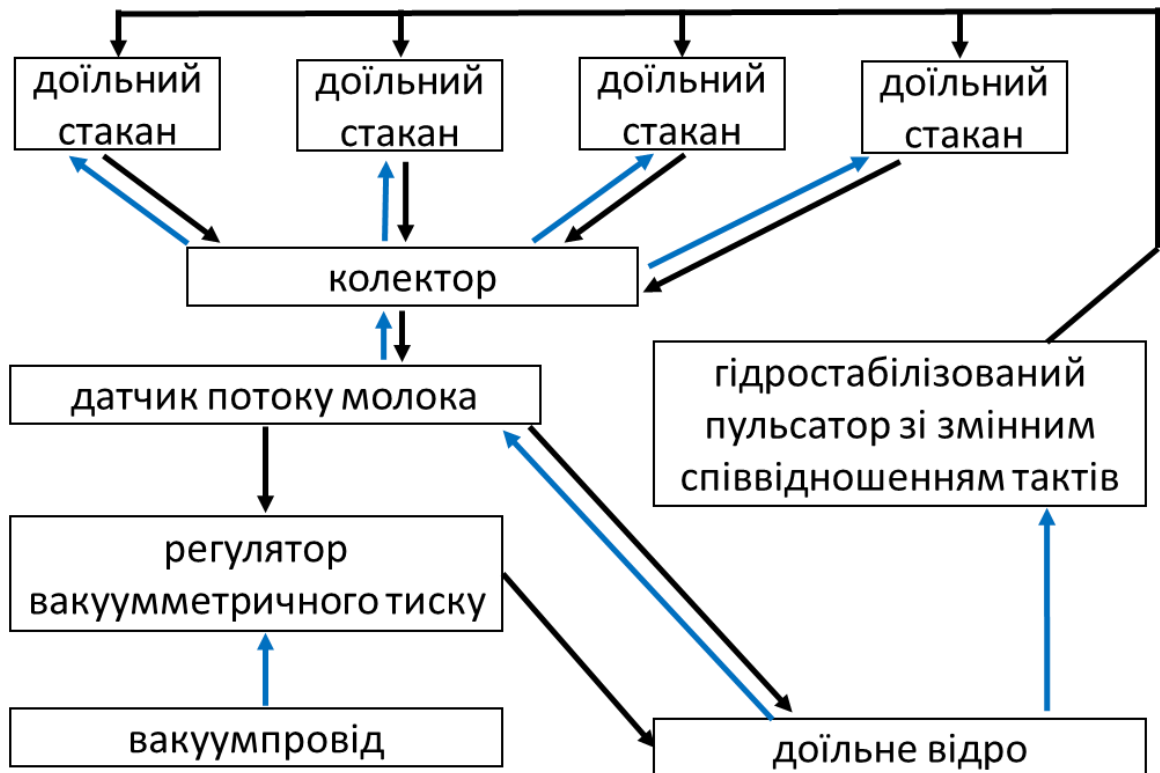


Рисунок 2.2 - Блок-схема адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон

Вона включає елементи конструкції доїльного апарату, що дозволяють реалізувати щадний і номінальний режим доїння корови в залежності від втрати молока, тим самим, виключаючи суб'єктивне сприйняття оператором машинного доїння ситуації з процесом виведення молока і встановлення моменту зняття доїльного апарату з вимені корови. Таким чином здійснюється безпечний вплив доїльного обладнання на діжки вимені, а також більш повне виведення молока за рахунок реалізації машинного додоювання при завершенні доїння, так як в щадному режимі в результаті зниження вакуумметричного тиску, доїльні стакани приспускаються на сосках вимені і, тим самим, звільняють молочні протоки між діжками і чвертями, забезпечуючи виведення залишкових порцій молока. Розроблена нами блок-схема була покладена в основу запропонованої нами конструктивно-технологічної схеми адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон (рис. 2.3).

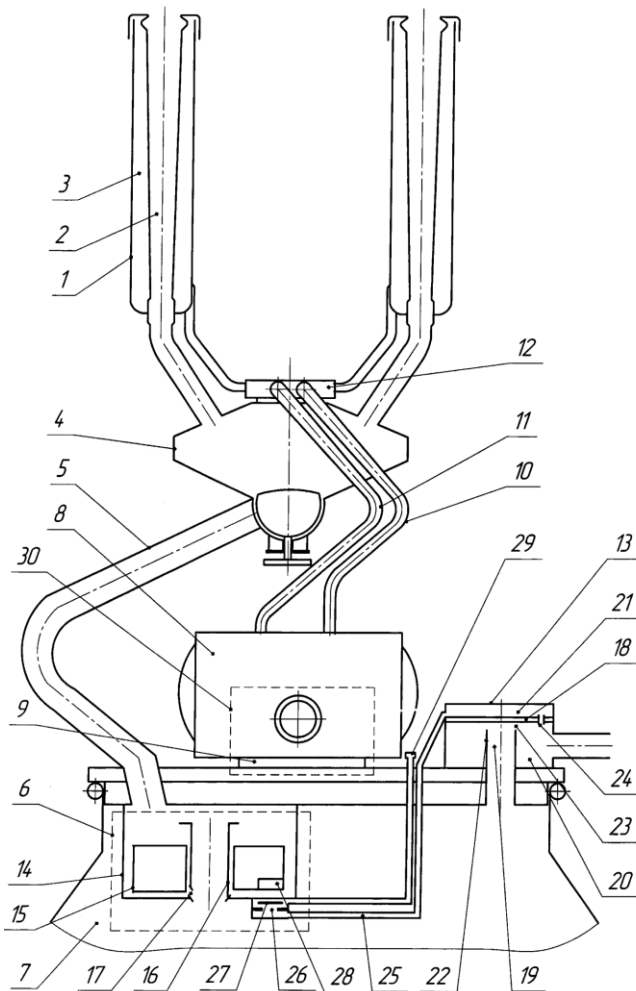


Рисунок 2.3 - Доїльний апарат: 1 - доїльний стакан; 2 - підійкова камера; 3 - міжстінна камера; 4 - колектор; 5 - патрубок; 6 - датчик; 7 - порожнина бідона; 8 - пульсатор; 9, 10 та 11 - патрубок; 12 - розподільна камера; 13 - пневморегулятор вакуумметричного тиску; 14 - молоколовлювач; 15 - поплавок; 16 - переливний патрубок; 17 - калібрований канал; 18 - мембрана; 19 - камера змінного тиску; 20 - камера постійного тиску; 21 - регулююча камера; 22 - патрубок; 23 - щілина; 24 - патрубок; 25 - патрубок; 26 - калібрований канал; 27 - клапан; 28 - магніт; 29 - патрубок; 30 - пневморозподільник вакуумметричного тиску

Доїльний апарат складається з доїльних стаканів 1 з підійковою камерою 2 і міжстінною камерою 3, колектора 4, патрубків 5 через датчик потоку молока 6 з'єднується з порожниною бідона 7, і двополуперіодного пульсатора 8, який патрубком 9 постійного вакуумметричного тиску з'єднується з порожниною бідона 7, а патрубками 10 і 11 через розподільну камеру 12 колектора 4 - з міжстінними камерами 3 доїльних стаканів 1. З вакуумною магістраллю (на схемі не показана) порожнину бідона 7 з'єднано через пневморегулятор вакуумметричного тиску 13. Датчик потоку молока 6 виконаний у вигляді молоколовлювача 14 з поплавком 15, коаксіально встановленим на переливному патрубку 16 з виконанням в нижній торцевій частині каліброваним каналом 17 для зливу молока із заданою інтенсивністю закінчення 200 мл/хв.



Пневморегулятор вакуумметричного тиску 13 виконаний у вигляді розділених мембраною 18 камери 20 постійного вакуумметричного тиску, що з'єднується з вакуумною магістраллю (на схемі не показана), камери 19 змінного тиску, що з'єднується з порожниною бідона 7, і камери керування 21. Мембрана 18 з патрубком 22 утворює щілину 23. Керуюча камера 21 з'єднана з камерою 20 постійного вакуумметричного тиску патрубком з каліброваним каналом 24 і далі з вакуумною магістраллю, а патрубком 25 через калібрований канал 26, що перекривається клапаном 27, керованим магнітом 28, яким обладнано поплавков 15, і далі патрубком 29 з'єднана з атмосферою. Пневморозподільвач вакуумметричного тиску 30 двополуперіодного пульсатора 8 (рис. 2.3, рис. 2.4) виконаний у вигляді основи 31 з пазом 32, патрубком 9 постійного вакуумметричного тиску з'єднується з порожниною бідона 7, і пазами 33 і 34, патрубками 10 і 11 через розподільну камеру 12 колектора з'єднуються з міжстінними камерами 3 доїльних стаканів 1, а також повзуна 35 з пазом 36, що здійснює зворотно-поступальний рух під впливом трубки пульсатора (на схемі не показана), причому повзун 35 обладнаний вкладишем 37, що переміщується пневмоциліндром 38 з підпружиненим пружиною 39 поршнем 40 і патрубком 41 (рис. 2.6) з'єднується з порожниною бідона.

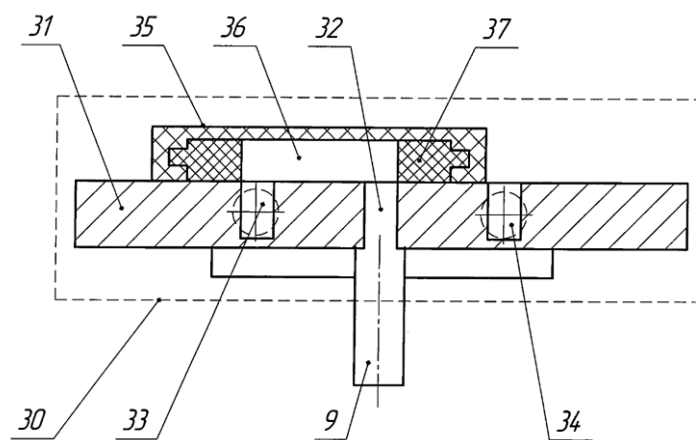


Рисунок 2.4 - Пневморозподілювач вакуумметричного тиску пульсатора: 9 - патрубок; 31 - підстава; 32, 33 і 34 - паз; 35 - повзун; 36 - паз; 37 - вкладиш

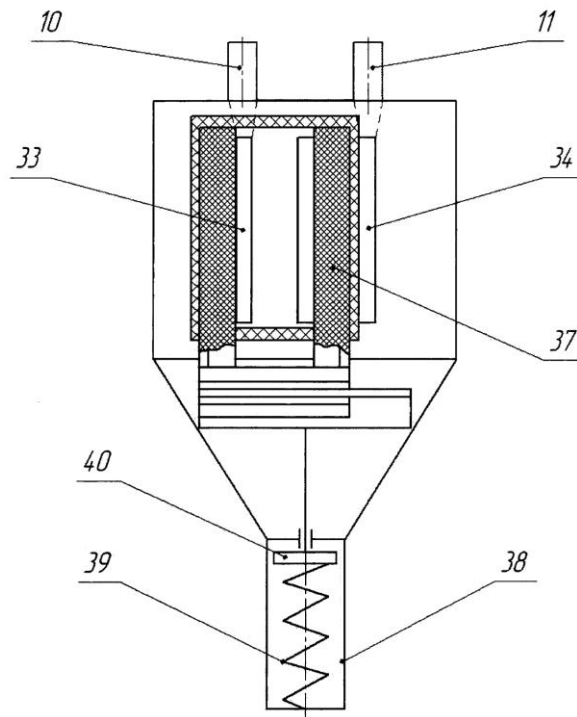


Рисунок 2.5 - Привід вкладиша: 10 і 11 - патрубок; 33 і 34 - паз; 37 - вкладиш; 38 - пневмоциліндр; 39 - пружина; 40 - поршень.

Робота доїльного апарату полягає в наступному. Його з'єднують з джерелом вакууму (на схемі не показаний) і встановлюють на вим'я корови. При цьому номінальний вакуумметричний тиск (наприклад 48 кПа) надходить в камеру 20 постійного тиску пневморегулятора вакуумметричного тиску 13 і одночасно, через калібрований канал 24 в задану камеру 21, в яку по патрубку 25, через калібрований канал 26, що перекривається клапаном 27, керованим магнітом 28, яким оснащено поплавков 15, і відкритому при нижньому положенні поплавка 15, і далі по патрубку 29 надходить атмосферне повітря, тим самим встановлюючи в камері 21 знижений вакуумметричний тиск, наприклад 33 кПа.

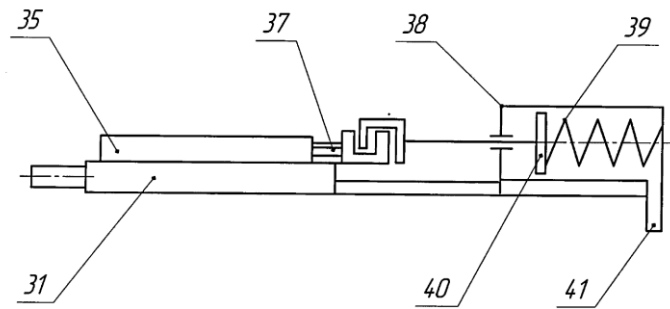


Рисунок 2.6 - Схема з'єднання вкладиша з поршнем: 31 - підстава; 35 - повзун; 37 - вкладиш; 38 - пневмоциліндр; 39 - пружина; 40 - поршень; 41 - патрубок

Одночасно, через прикриту прогнutoю під впливом різниці тисків у камері 20 постійного вакуумметричного тиску і камері 21 мембраною 18 щілину 23, тим самим обмежений до 33 кПа, вакуумметричний тиск надходить в камеру 19 змінного тиску і далі в порожнину бідона 7. З порожнини бідона 7 через датчик потоку молока 6, молокопроводний патрубок 5, колектор 4 знижений вакуумметричний тиск надходить в піддійкову камеру 2 доїльних стаканів 1. Одночасно з порожнини бідона 7 по патрубку 9 і далі через пневморозподільник вакуумметричного тиску 30 двополуперіодний пульсатора 8, патрубки 10 і 11, розподільну камеру 12 колектора 4, вакуумметричний тиск по черзі надходить в міжстінні камери 3 то однієї, то іншої пари доїльних стаканів 1. Для цього під впливом трубки пульсатора (на схемі не показана) повзун 35 здійснює зворотно-поступальний рух, пазом 36 по черзі з'єднуючи паз 32, виконаний в основі 31 і патрубком 9 постійного вакуумметричного тиску з'єднується з порожниною бідона 7, з пазами 33 і порожниною бідона 7, з пазами 33 і 34, патрубками 10 і 11 через розподільну камеру 12 колектора з'єднуються з міжстінними камерами 3 доїльних стаканів 1, причому, якщо паз 32 пазом 36 повзуна 35 з'єднаний з пазом 33, патрубком 10, розподільної камерою 12 колектора 4 і далі міжстінними камерами 3 однієї пари доїльних

стаканів 1, то паз 34 через патрубок 11, розподільну камеру 12 колектора з'єднує міжстінні камери 3 іншої пари доїльних стаканів 1 з атмосферою, і навпаки.

Знижений вакуумметричний тиск забезпечує зменшення частоти пульсацій двополуперіодного пульсатора 8, а вкладиш 37, за рахунок зменшення ширини паза 36, забезпечує скорочення тривалості подачі вакуумметричного тиску в міжстінні камери 3 доїльних стаканів 1 і збільшення тривалості подачі в ці камери атмосферного тиску, тим самим скорочуючи тривалість такту ссання і збільшуючи такт стиснення. При цьому зусилля, що розвивається пневмоциліндром 38 під впливом зниженого вакуумметричного тиску, що подається по патрубку 41, компенсує пружина 39, утримуючи поршень 40 і пов'язаний з ним вкладиш 37 від переміщення.

Таким чином забезпечується зниження вакууму в доїльних стаканах, зменшення частоти пульсацій і скорочення тривалості такту ссання. Цим самим реалізується стимулюючий, безпечний режим доїння корови. В процесі доїння молоко з піддійкових камер 2 доїльних стаканів 1 надходить в колектор 4 і далі по молокопроводному патрубку 5 через датчик потоку молока 6 в порожнину бідона 7. Потрапляючи в молоколовлювач 14 датчика потоку молока 6, молоко, при інтенсивності молоковіддачі нижче заданого значення (наприклад, 200 мл/хв.), через калібрований канал 17, виконаний в нижній торцевій частині переливного патрубка 16, стікає в порожнину бідона 7.

Поршень 40, переміщаючись в пневмоциліндрі 38, висуває вкладиш 37 з повзуна 35, збільшуючи ширину паза 36, що забезпечує збільшення тривалості подачі вакуумметричного тиску в міжстінні камери 3 доїльних стаканів 1 і скорочення тривалості подачі в ці камери атмосферного тиску, тим самим подовжуючи тривалість такту ссання і скорочуючи такт стиснення. Йде доїння корови в номінальному режимі. При зниженні молоковіддачі поплавки 15, опускаючись в молоколовлювачі 14 у міру закінчення молока через калібро-

ваний канал 17, наближає магніт 28 до клапана 27, тим самим забезпечуючи відкриття каліброваного каналу 26. У результаті атмосферне повітря надходить в задану камеру 21, встановлюючи в ній знижений вакуумметричний тиск. Цим самим забезпечується перелаштування доїльного апарату в стимулюючий, безпечний режим доїння корови. Після цього доїльний апарат знімають з вимені корови.

Для забезпечення працездатності запропонованого нами адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон необхідно виконати теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів його основних вузлів і механізмів.

## 2.2 Теоретичне дослідження процесу ковзання повзуна по основі пневморозподільника вакуумметричного тиску пульсатора

Слід зауважити, що при русі повзуна силою  $F_p$  виникає сила  $F_{тр}$  тертя ковзання, що перешкоджає його переміщенню по основі (рис. 2.7). Вона залежить від коефіцієнта  $k$  тертя повзуна по поверхні основи і нормальної сили  $N$  реакції опори, яка в свою чергу залежить від ваги повзуна  $G$  і сили  $F_{пр}$ , яка формується комутацією вакуумметричного і надлишкового тисків в пазі повзуна площею  $S_{повз}$ .

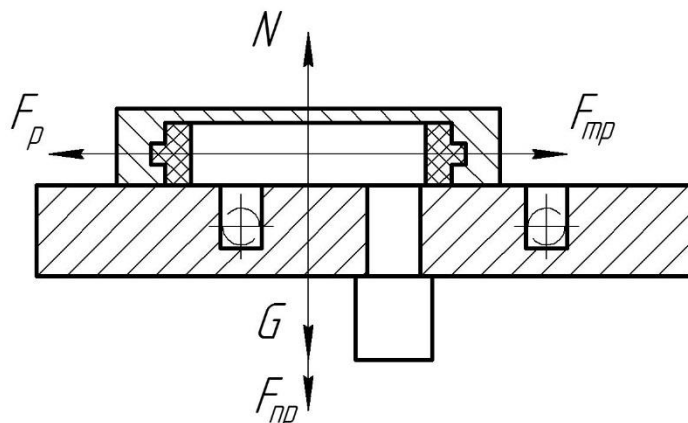


Рисунок 2.7 - До визначення сили тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника вакуумметричного тиску пульсатора

В силу непередбачуваності орієнтації в просторі пульсатора в процесі роботи, а значить і у напрямку дії сили  $G$  по відношенню до основи, з огляду на її мале значення в порівнянні з силою  $F_{\text{пр}}$ , ми можемо нею знехтувати. В такому випадку:

$$F_{\text{тр}} = k \cdot p_{\text{ком}} \cdot S_{\text{повз}}, \quad (2.1)$$

де  $p_{\text{ком}}$  - комутуємий вакуумметричний тиск, кПа.

Ширина паза повзуна залежить від ширини пазів повітряних каналів в основі пневморозподільника, а також коефіцієнтів співвідношення тактів при доїнні в різних режимах. Тоді площа поперечного перерізу паза повзуна:

$$S_{\text{повз}} = l \left( 3a + 3 \frac{2a(K_2 - K_1)}{2K_1 + K_1K_2 - K_2} + \frac{\left(2a + \frac{2a(K_2 - K_1)}{2K_1 + K_1K_2 - K_2}\right)(1 - K_1)}{2K_1} \right), \quad (2.2)$$

де  $l$  - довжина паза повзуна, м.

У цьому випадку рівняння (2.1) набуває вигляду:

$$F_{\text{тр}} = kp_{\text{ком}}l \left( 3a + 3 \frac{2a(K_2 - K_1)}{2K_1 + K_1K_2 - K_2} + \frac{\left(2a + \frac{2a(K_2 - K_1)}{2K_1 + K_1K_2 - K_2}\right)(1 - K_1)}{2K_1} \right) \quad (2.3)$$

Як встановлено при аналізі рівняння (2.3), що характеризує силу тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника, при ширині пазів комутуваних повітряних каналів і опорної частини повзуна  $a = 3$  мм і інтервалі ва-

ріювання  $K_1$  - коефіцієнта, що характеризує співвідношення тактів пульсатора при доїнні в стимулюючому режимі в інтервалі 0,6...0,9, а  $K_2$  - коефіцієнта, що характеризує співвідношення тактів пульсатора при доїнні в номінальному режимі в інтервалі 1,1...2,0 з кроком 0,1, комутованому вакуумметричному і надлишковому тискам, що дорівнює 48 кПа, що відповідає доїння в номінальному режимі, і матеріал, з якого виготовлені деталі пневморозподільника, наприклад, повзуна - текстоліт, основи - бронза (коефіцієнт тертя ковзання к текстоліт по бронзі дорівнює 0,23).

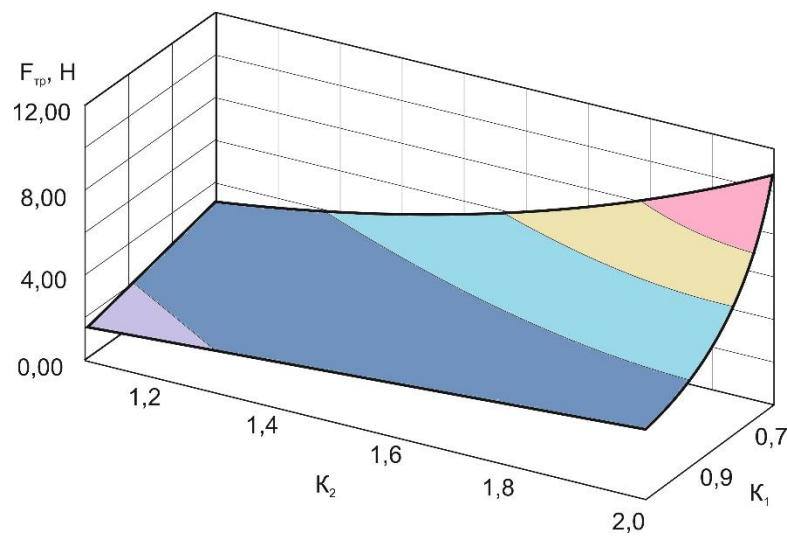


Рисунок 2.8 - Сила тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника пульсатора в залежності від співвідношення тактів при доїнні в номінальному режимі

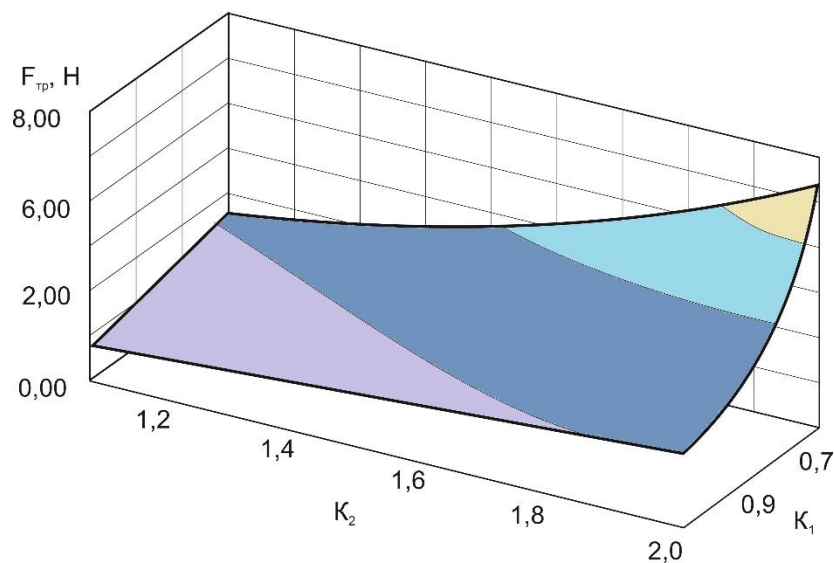


Рисунок 2.9 - Сила тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника пульсатора в залежності від співвідношення тактів при доїнні в стимулюючому режимі

Сила тертя ковзання змінюється в межах від 1,65 до 10,83 Н (рис. 2.8), в той час як при комутації вакуумметричного тиску 33 кПа (при доїнні в стимулюючому режимі) сила тертя ковзання варіює в інтервалі 1,13 ... 7,45 Н (рис. 2.9).

### 2.3 Теоретичне обґрунтування конструктивно-режимних параметрів гідропневматичного механізму пульсатора

Як впливає з виконаного в попередньому розділі теоретичного обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пневморозподільника вакуумметричного тиску, для забезпечення заданого співвідношення тактів необхідно підбирати ширину пазів повітряних каналів, ширину перемичок між пазами, перебіг повзуна по перемичках між пазами, ширину паза повзуна, а також хід повзуна. І ось саме хід повзуна, а також зусилля, що розвивається на ньому для переміщення по основі і виконання комутації повітряних потоків, лягають в основу теоретичного обґрунтування конструктивно-режимних параметрів наступного вузла пульсатора - гідропневматичного механізму приводу повзуна, схема якого наведена на рис. 2.10 та 2.11.

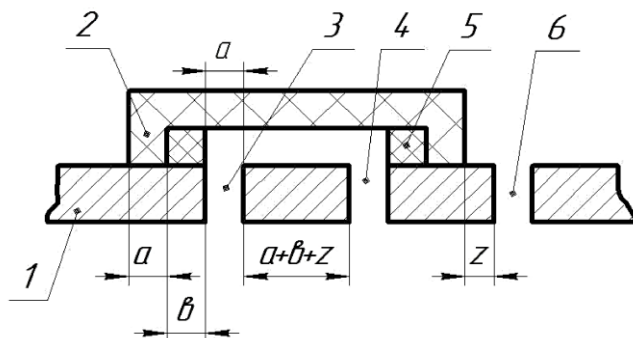




Рисунок 2.10 – Комутатор вакууметричного тиску пульсатора: 1 – основа; 2 – повзун; 3, 4, 6 – паз; 5 - вкладиш

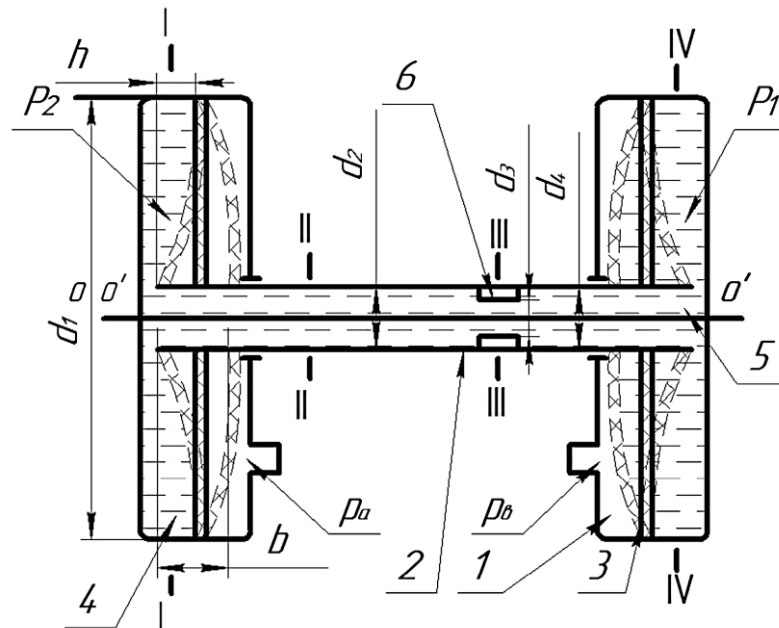


Рисунок 2.11 - Схема гідропневматичного механізму пульсатора: 1, 4, 5 - камера; 2 - трубка; 3 - мембрана; 6 - жиклер

Почерговий в протифазі атмосферний і вакууметричний тиск в правій і лівій камерах 1 викликає коливання правої і лівої мембрани 3, що з'єднуються між собою трубкою 2 з жиклером 6, що призводить до її возвратно-поступательному руху, тим самим забезпечуючи переміщення повзуна 2 (рис. 2.10) пневморозподільника.

Так як з'єднані між собою трубкою 2 права і ліва камери 4 заповнені рідиною, то при подачі, наприклад, в праву камеру 1 вакууметричного тиску, права мембрана 3 відхиляється вліво, збільшуючи об'єм правої камери 4, переміщаючи трубку 2 вліво і деформуючи ліву мембрану 3 і зменшуючи об'єм лівої камери 4.

При цьому рідина по трубці 2 перетікає з лівої в праву камеру 4, забезпечуючи плавне протікання процесу переміщення трубки 2 з повзуном 7 пневморозподільника, тим самим здійснюючи комутацію повітряних потоків.

Потім відбувається перемикання подачі вакуумметричного тиску в ліву камеру 1, а права сполучається з атмосферою. Відбувається зворотне перетікання рідини і переміщення трубки 2 з повзуном 7. Цикл завершено.

Слід зауважити, що зміна ходу повзуна 7, а отже, і трубки 2, викликане необхідністю забезпечення заданого співвідношення тактів, при одночасній зміні інших конструктивно-режимних параметрів пневморозподільника, призводить до зміни частоти пульсацій пульсатора, якщо не буде змінена швидкість його переміщення, яка, в свою чергу, залежить від кількості рідини, що перекачується з камери в камеру гідропневматичного механізму пульсатора, і швидкості перетікання її через трубку 2. Очевидно, що тривалість циклу пульсатора залежить від частоти пульсацій:

$$t = \frac{60}{n}, \quad (2.4)$$

де  $t$  - тривалість циклу пульсатора, с;

$n$  - частота пульсацій пульсатора, пульс/хв.

Як впливає з рис. 2.11, протягом цього часу рідина повинна бути перекачана з однієї камери в іншу і назад. При цьому її витрата буде рівна:

$$Q = \frac{V}{t}, \quad (2.5)$$

де  $Q$  - витрата рідини, м<sup>3</sup>/с;

$V$  - об'єм рідини, м<sup>3</sup>.

Як впливає з рис. 2.11, об'єм рідини  $V$ , що перекачується за цикл одного пульсу пульсатора буде дорівнює чотирьом обсягами усіченого конуса, діаметром основи якого є зовнішній діаметр  $d_1$  мембрани, діаметром при вершині - діаметр  $d_2$  трубки 2, а висота становить половину  $L$  ходу повзуна:

$$V = \frac{2\pi L}{3}(d_1^2 + d_2^2 + d_1 d_2). \quad (2.6)$$

У той же час витрату рідини можна представити як витрату рідини через трубку 2 з урахуванням швидкості її руху через жиклер 6 і площі його поперечного перерізу. При цьому витрату рідини через жиклер будемо розглядати як витрату рідини через затоплений отвір:

$$Q = \mu\omega \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\rho}}, \quad (2.9)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт витрати;

$\Delta p$  - перепад тисків на жиклері, Па;

$\rho$  - питома вага рідини, Н/м<sup>3</sup>;

$\omega$  - площа поперечного перерізу жиклера, м<sup>2</sup>.

В такому випадку з урахуванням рівняння (2.2) ми можемо записати:

$$\frac{V}{t} = \mu\omega \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\rho}}. \quad (2.10)$$

Або з урахуванням рівняння (2.3):

$$\frac{Vn}{60} = \mu\omega \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\rho}}. \quad (2.11)$$

Площу отвору жиклера можна представити як:

$$\omega = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}, \quad (2.12)$$

де  $d_3$  - діаметр отвору жиклера, м.

Тоді підставивши рівняння (2.12) в рівняння (2.11) і вирішивши його щодо  $V$ , отримаємо:

$$V = \mu \frac{15\pi d_3^2}{n} \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\rho}}. \quad (2.13)$$

Тепер ми можемо отримати рівняння, що характеризує можливе значення частоти пульсацій пульсатора при певних конструктивних параметрах гідропневматичного механізму і ходу повзуна пульсатора:

$$n = \mu \frac{45d_3^2}{2L(d_1^2 + d_2^2 + d_1d_2)} \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\rho}}. \quad (2.14)$$

Відповідно до рис. 2.11, тиск  $p_1$ , наприклад, в лівій камері 4 пульсатора, формується в результаті деформації лівої мембрани 3 під впливом трубки 2, яка отримує зусилля переміщення від правої мембрани 3 під впливом вакуумметричного тиску, що подається в праву камеру 1. Однак при цьому відбуваються втрати зусилля, спрямовані на подолання  $F_{тр}$  сили тертя ковзання повзуна пневморозподільника вакуумметричного тиску:

$$F_{M1} = F_{M2} - F_{тр}, \quad (2.15)$$

де:  $F_{M1}$  - зусилля на мембрані, яка сприймає вплив трубки, Н;

$F_{M2}$  - зусилля на мембрані, що сприймає вакуумметричний тиск, Н.

Тоді ми можемо записати:

$$P_{\text{вак}} = \frac{4F_{\text{тр}}}{\pi(d_1^2 - d_2^2)}, \quad (2.16)$$

де  $P_{\text{вак}}$  - вакуумметричний тиск, Па.

Або:

$$p_1 = P_{\text{вак}} - \frac{4klp_{\text{ком}} \left( 3a + 3 \frac{2a(K_2 - K_1)}{2K_1 + K_1 K_2 - K_2} + \frac{(2a + \frac{2a(K_2 - K_1)}{2K_1 + K_1 K_2 - K_2})(1 - K_1)}{2K_1} \right)}{\pi(d_1^2 - d_2^2)}, \quad (2.17)$$

Як правило, рух рідини досить точно описується рівнянням Бернуллі. У нашому випадку будемо розглядати рух рідини гідромеханічному механізмі пульсатора на чотирьох ділянках при горизонтально розташованій площині порівняння, як показано на рис 2.11.

Тиск  $p_1$ , наприклад, в лівій камері 4 пульсатора, формується в результаті деформації лівої мембрани 3 під впливом трубки 2, яка отримує зусилля переміщення від правої мембрани 3 під впливом вакуумметричного тиску  $P_{\text{вак}}$ , що подається в праву камеру 1, і напору стовпа рідини в камері 4, рівному половині діаметра мембрани 3. А тиск  $p_2$  рівний тиску стовпа рідини в камері 5, рівному половині діаметра мембрани 3. Відомо, що загальні втрати напору складаються з втрат по довжині трубопроводу і місцевих втрат.

В такому випадку ми можемо записати:

$$p_1/\rho + d_1/2 + h_{w1} + h_{l1} = p_2/\rho + h_{\text{ж}} + h_{w2} + h_{l2}, \quad (2.18)$$

де  $p_1$  - тиск у камері 4 на рівні осі трубки 2, Па;

$p_2$  - тиск в камері 5 на рівні осі трубки 2, Па;

$h_{w1}$  - втрати тиску на вході в трубку 2 в камері 4, Па;

$h_{l1}$  - втрати тиску по довжині трубки з боку камери 4, Па;

$h_{ж}$  - втрати тиску на жиклері 6, Па;

$h_{w2}$  - втрати тиску на виході з трубки 2 у камері 5, Па;

$h_{12}$  - втрати тиску по довжині трубки з боку камери 5, Па;

$\rho$  - питома вага рідини, Н/м<sup>3</sup>.

Місцеві втрати напору визначають з урахуванням швидкості потоку рідини, а також коефіцієнта місцевого опору. Так, рівняння для розрахунку місцевого опору на вході в трубку 2 з боку камери 4:

$$h_{w1} = \xi_1 \frac{\vartheta_1^2}{2g}, \quad (2.19)$$

де  $\vartheta_1$  - швидкість рідини в камері 4 біля входу в трубку 2, м/с;

$\xi_1$  - коефіцієнт місцевого опору - вхід в трубку.

Його визначають як:

$$\xi_1 = \left( \frac{d_1^2}{d_2^2} - 1 \right)^2. \quad (2.20)$$

де  $d_1$  - діаметр мембрани, м;

$d_2$  - діаметр трубки, м.

Вихід з трубки 2 у камері 5 характеризується раптовим розширенням потоку:

$$h_{w2} = \xi_2 \frac{\vartheta_2^2}{2g}, \quad (2.21)$$

Де  $\vartheta_2$  - швидкість рідини в камері 5 біля виходу з трубки 2, м/с;

$\xi_2$  - коефіцієнт місцевого опору - вихід з трубки.

При цьому коефіцієнт місцевого опору має вигляд:

$$\xi_2 = \left(1 - \frac{d_2^2}{d_1^2}\right)^2, \quad (2.22)$$

Використовуючи рівняння Пуазейля-Гагена [138] визначимо втрати напору по довжині трубки з боку камери 4:

$$h_{l1} = \frac{32\nu}{gd_2^2} \vartheta_3 l_1, \quad (2.23)$$

де  $\nu$  - кінематична в'язкість рідини, м<sup>2</sup>/с;

$\vartheta_3$  - швидкість рідини в трубці з боку камери 4, м/с;

$l_1$  - довжина трубки від камери 4 до жиклера 6, м;

а з боку камери 5:

$$h_{l2} = \frac{32\nu}{gd_2^2} \vartheta_4 l_2, \quad (2.24)$$

де  $\vartheta_4$  - швидкість рідини в трубці з боку камери 5, м/с;

$l_2$  - довжина трубки від камери 5 до жиклера 6, м.

Як зазначалося вище, тиск  $p_1$ , наприклад, в лівій камері 4 пульсатора, формується в результаті деформації лівої мембрани 3 під впливом трубки 2, яка отримує зусилля переміщення від правої мембрани 3 під впливом вакуумметричного тиску, що подається в праву камеру 1. Проте при цьому відбуваються втрати зусилля, спрямовані на подолання  $F_{тр}$  сили тертя ковзання повзуна 7 пневморозподільника вакуумметричного тиску.

В такому випадку з урахуванням рівняння (2.12) рівняння (2.10) набуває вигляду:

$$n = \mu \frac{45d_3^2}{2L(d_1^2 + d_2^2 + d_1d_2)} \sqrt{\frac{2g \left( P_{\text{вак}} - \frac{4F_{\text{тр}}}{\pi(d_1^2 - d_2^2)} \right)}{\rho}}. \quad (2.25)$$

Коефіцієнт витрати рідини  $\mu$  в значній мірі залежить від коефіцієнта стиснення і коефіцієнта швидкості струменя витікаючої рідини, а також від основного критерію гідродинамічної подібності - числа Рейнольдса  $Re$ , один з варіантів розрахунку якого має вигляд:

$$Re = \frac{d_3}{\nu} \sqrt{\frac{2g}{\rho} \left( P_{\text{вак}} - \frac{4F_{\text{тр}}}{\pi(d_1^2 - d_2^2)} \right)}, \quad (2.25)$$

де  $\nu$  - кінематична в'язкість рідини,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Використовуючи відомі рівняння, ми можемо визначити коефіцієнт витрати рідини:

$$\mu = \sqrt{\frac{Re}{(25.2 + Re)}}. \quad (2.26)$$

Або

$$\mu = \sqrt{\frac{\frac{d_3}{\nu} \sqrt{\frac{2g}{\rho} \left( P_{\text{вак}} - \frac{4F_{\text{тр}}}{\pi(d_1^2 - d_2^2)} \right)}}{\left( 25.2 + \frac{d_3}{\nu} \sqrt{\frac{2g}{\rho} \left( P_{\text{вак}} - \frac{4F_{\text{тр}}}{\pi(d_1^2 - d_2^2)} \right)} \right)}}. \quad (2.27)$$

Слід зауважити, що рівняння (2.25) характеризує залежність частоти пульсацій пульсатора від конструктивно-режимних параметрів гідропневматичного механізму пульсатора, кінематичної в'язкості рідини, що заповнює гідропневматичний механізм, і ходу повзуна. Теоретичне дослідження отриманого аналітичного виразу виконаємо з його візуалізацією шляхом подання в графічному вигляді, що дозволить встановити інтервал варіювання частоти пульсацій в залежності від досліджуваних конструктивно-режимних параметрів гідропневматичного механізму двонапівперіодного пульсатора. Змінні величини:



1. Діаметр мембрани  $d_1$  - 40 ... 60, мм;
2. Діаметр отвору жиклера  $d_2$  - 0,2 ... 0,4 мм.
3. Вакуумметричний тиск,  $P_{\text{вак}} = 33; 48$  кПа.

В якості рідини, що заповнює гідропневматичний механізм пульсатора приймаємо гліцерин з кінематичною в'язкістю при  $t = 20^\circ\text{C}$   $\nu = 224,86 \times 10^6$  м<sup>2</sup>/с. Як показав аналіз теоретичних досліджень рівняння (2.25), що характеризує залежність частоти пульсацій пульсатора від його конструктивно-режимних параметрів, і графічна інтерпретація яких представлена на рис. 2.12, 2.13 та 2.14, у міру збільшення діаметра мембрани спостерігається зменшення частоти пульсацій пульсатора, і, навпаки, зі збільшенням діаметра отвору жиклера частота пульсацій зростає.

Так, при ході повзуна пульсатора 9,43 мм, що відповідає конструктивним розмірам елементів пневморозподільника, при яких забезпечується співвідношення тактів пульсатора  $K_1 = 0,8$  при доїнні в стимулюючому режимі і  $K_2 = 1,5$  при доїнні в номінальному режимі, вакуумметричного і надлишкового тисків 48 кПа, інтервалі варіювання діаметра отвору жиклера 0,2 ... 0,4 мм і діаметру мембрани 40 ... 60 мм, спостерігається частота пульсацій пульсатора в інтервалі від 13,29 до 136,69 пульс/хв (рис. 2.12). Причому, мінімальне значення - при діаметрі отвору жиклера 0,2 мм і діаметрі мембрани - 60 мм, а максимальна частота пульсацій забезпечується при діаметрі отвору жиклера 0,4 мм і мінімальному діаметрі мембрани - 40 мм.

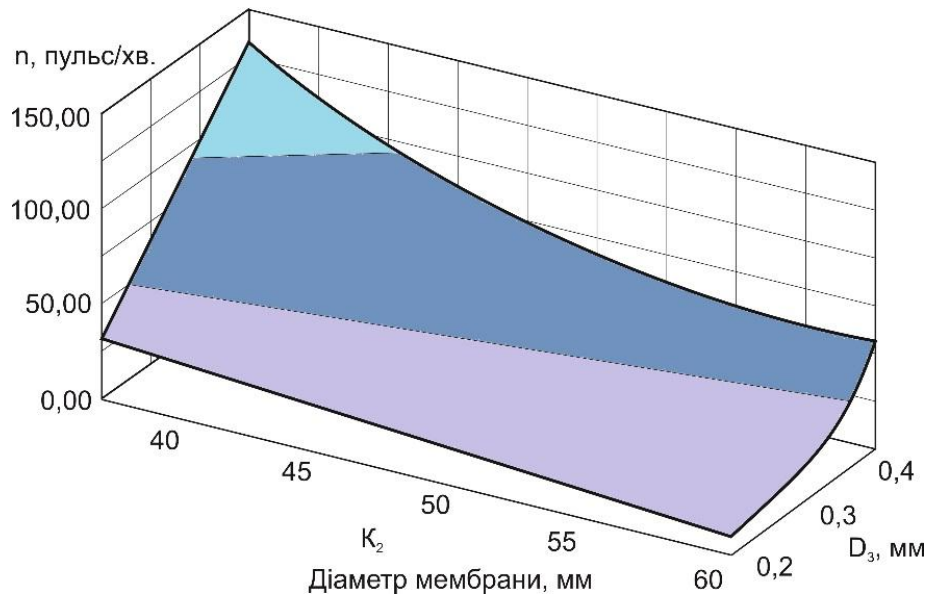


Рисунок 2.12 - Частота пульсацій при вакуумметричному і надлишковому тисках 48 кПа

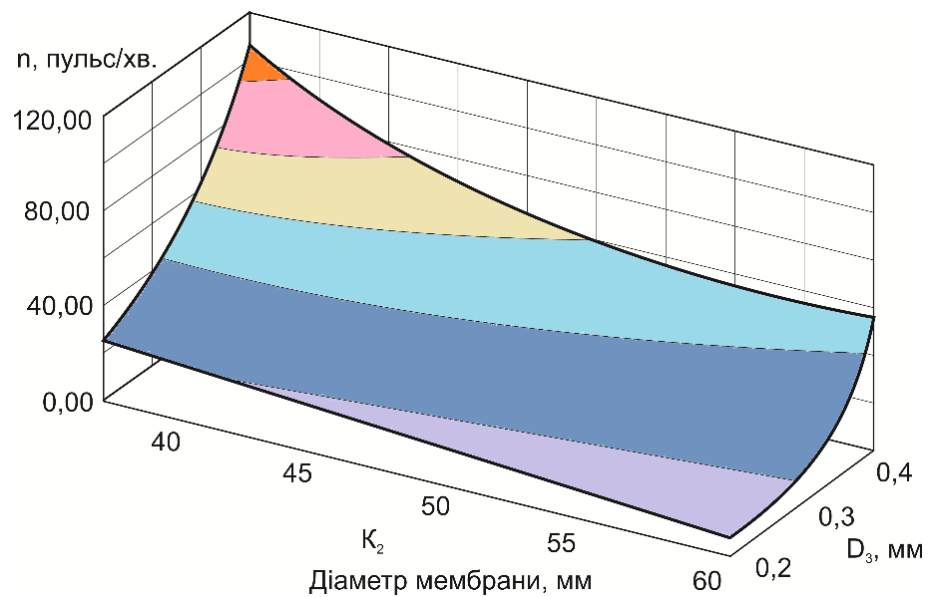


Рисунок 2.13 - Частота пульсацій при вакуумметричному і надлишковому тисках 33 кПа

При вакуумметричному і надлишковому тисках 33 кПа, інтервалі варіювання діаметра отвору жиклера 0,2 ... 0,4 мм і діаметру мембрани 40 ... 60 мм спостерігається частота пульсацій пульсатора в інтервалі від 10,51 до 108,15 пульс./хв. Як і в попередньому випадку, мінімальне значення частоти

пульсацій пульсатора спостерігається при діаметрі отвору жиклера 0,2 мм і діаметрі мембрани - 60 мм., а максимальне - при діаметрі отвору жиклера 0,4 мм і діаметрі мембрани - 40 мм. Вивченням характеру залежності частоти пульсацій пульсатора, від варіювання вакуумметричного тиску в межах 30 ... 50 кПа і діаметра отвору жиклера в межах 0,2 ... 0,4 мм, при діаметрі мембрани 50 мм і тих же конструктивних параметрах елементів пневморозподільника вакуумметричного тиску пульсатора, встановлено, що в міру збільшення вакуумметричного тиску і діаметра отвору жиклера, частота пульсацій пульсатора зростає.

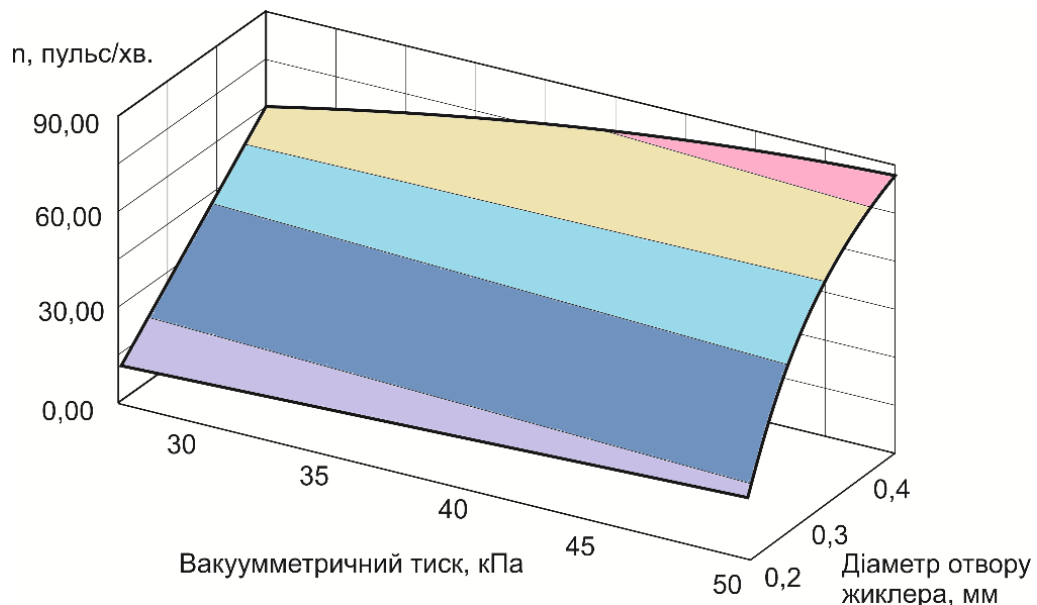


Рисунок 2.14 - Частота пульсацій пульсатора при варіюванні вакуумметричного тиску і діаметра отвору жиклера

Так, при вакуумметричному й надлишковому тиску 30 кПа і діаметрі отвору жиклера 0,2 мм, частота пульсацій пульсатора становить 14,05 пульс./хв., у той час як при тиску 50 кПа і діаметрі отвору жиклера 0,4 мм вона буде дорівнює 91,96 пульс./хв. Таким чином, наведені результати теоретичних досліджень дозволяють обґрунтувати основні конструктивно-

режимні параметри двонапівперіодного пульсатора, при яких забезпечується задане співвідношення тактів і частота пульсацій.

## 2.4 Висновки по розділу

1. Найбільш прийнятним технічним рішенням доїльного апарату з доїнням в бідон є доїльний апарат із змінним вакуумметричним тиском в порожнині бідона і, як наслідок, змінним вакуумним режимом доїння в піддійковій та міжстінній камерах доїльних стаканів, змінною частотою пульсацій і співвідношенням тактів пульсатора в залежності від витрати молока, що виводиться з вимені корови.

2. При аналізі рівняння, що характеризує силу тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника, встановлено, що при конструктивних параметрах повзуна, відповідним інтервалу варіювання співвідношення тактів пульсацій пульсатора ( $K_1 - 0,6...0,9$ , а  $K_2 - 1,1...2$ ), при комутації вакуумметричного і надлишкового тисків, що дорівнює 48 кПа, що відповідає доїнню в номінальному режимі, сила тертя ковзання змінюється в межах від 1,65 до 10,83 Н, в той час як при комутації вакуумметричного тиску 33 кПа (при доїнні в стимулюючому режимі) сила тертя ковзання варіює в інтервалі 1,13 ... 7,45 Н.

3. Як показав аналіз теоретичних досліджень гідропневматичного механізму пульсатора (рівняння (2.25)), у міру збільшення діаметра мембрани спостерігається зменшення частоти пульсацій пульсатора, і, навпаки, зі збільшенням діаметра отвору жиклера частота пульсацій зростає. Так, при ході повзуна пульсатора 9,43 мм, що відповідає конструктивних розмірах елементів пневморозподільника, при яких забезпечується співвідношення тактів пульсатора  $K_1 = 0,8$  при доїнні в стимулюючому режимі і  $K_2 = 1,5$  при доїнні в номінальному режимі, тиск 48 кПа, інтервалі варіювання діаметра отвору

жиклера 0,2 ... 0,4 мм і діаметру мембрани 40 ... 60 мм, спостерігається частота пульсацій в інтервалі від 13,29 до 136,69 пульс./хв., а при тиску 33 кПа - в інтервалі від 10,51 до 108,15 пульс./хв.

### **3 ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА**

### 3.1 Програма лабораторних досліджень

У розробленій нами конструкції доїльного апарату з доїнням в переносну ємність реалізований режим адаптивного доїння, що полягає в зміні вакуумметричного тиску доїння, частоти пульсацій пульсатора і співвідношення тактів пульсацій в залежності від витрати молока, виведеного з вимені корови. Для цього він забезпечений мембранним пневморегулятором вакуумметричного тиску в порожнині бідона, а також пульсатором із змінним співвідношенням тактів пульсацій.

Теоретичним моделюванням робочих процесів встановлена залежність їх конструктивних параметрів від заданих режимів роботи і необхідних параметрів впливу на молочну залозу. Тому в задачу експериментальних досліджень адаптивного доїльного апарату входила перевірка теоретичних положень; виявлення ряду фізичних величин; обґрунтування конструктивних і режимних параметрів його складових механізмів.

Програма вирішення завдань досліджень включає наступне:

- перевірка теоретичних положень взаємозв'язку і обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пневморозподільника вакуумметричного тиску пульсатора.
- перевірка теоретичних положень взаємозв'язку і обґрунтування конструктивно-режимних параметрів гідропневматичного механізму двухполуперіодного пульсатора.

Відповідно до програми досліджень на підставі запропонованої конструкції і теоретичних досліджень адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон, нами були виготовлені його окремі вузли, що будуть нами досліджені при обґрунтуванні конструктивно-режимних параметрів доїльного пристрою. Дослідження проводили з використанням сучасних засобів вимірювання та реєстрації даних.

## 3.2 Методика проведення лабораторних досліджень

### 3.2.1 Лабораторне обладнання та прилади

Основою лабораторного стенду є фрагмент установки УДМ-100 з штучним вим'ям, розроблений і виготовлений на кафедрі механізації виробничих процесів у тваринництві ДДАЕУ, для отримання показників режимів роботи і проведення порівняльних випробувань доїльних апаратів.

Для вимірювання показників роботи розробленого доїльного апарата була розроблена лабораторна установка, яка містить доїльний апарат, що включає доїльні стакани 1 до встановлених в них заглушками 2, колектор 3 з розподільником одночасної пульсації, вібропульсатор з високочастотним блоком 4 і молокоприймач 5, фрагмент вакуумпровода з регулятором вакууму 6, вакуумметром 7 і вакуумним краном 8, прилад для вимірювання пульсації, на основі АЦП NI USB 6008 9 з датчиками тиску та ПЕОМ 10.

З теоретичних досліджень робочого процесу пульсатора випливає, що на його частоту пульсацій впливають діаметр мембран, які поділяють гідравлічні і пневматичні камери, діаметр отвору жиклера, в'язкість рідини, що заповнює гідропневматичний механізм, вакуумметричний тиск. Вимірювання частоти пульсацій пульсатора проводили з використанням стенда, схема якого наведена на рис. 3.1.

Для встановлення характеру залежності частоти пульсацій пульсатора від конструктивних параметрів його гідропневматичного механізму, пневморозподільника вакуумметричного тиску і комутованого вакуумметричного тиску, нами був виконаний факторний експеримент.

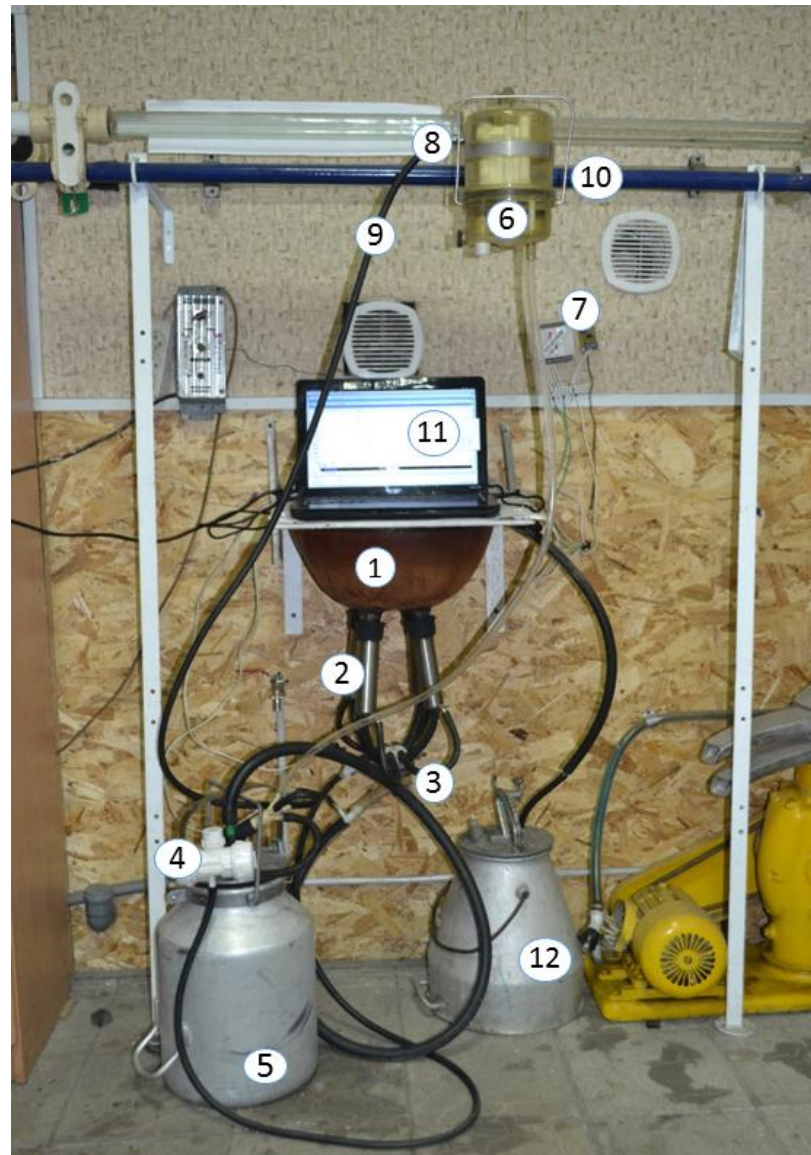


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд лабораторної установки: 1 – штучне вим'я; 2 – доїльні стакани; 3 - колектор; 4 – досліджуваний гідропневматичний пульсатор; 5 - доїльне відро; 6 - регулятор вакууму; 7 – АЦП NI USB 6008; 8 – вакуумний кран; 9 - вакуумний шланг; 10 – вакуумпровід; 11 – ПЕОМ; 12 - ємність з водою

### 3.2.2 Методика лабораторних досліджень

Згідно з теоретичними дослідженнями робочого процесу двонапівперіодного пульсатора в експерименті доцільно використовувати мембрани діаметром в інтервалі 40...60 +0,1 мм, жиклер з діаметром отвору 0,2 ... 0,4 +0,01



мм, зміну вакуумметричного тиску в інтервалі 33,0 ... 48,0 +0 , 1 кПа. В якості рідини, що заповнює гідропневматичний механізм пульсатора приймаємо гліцерин з кінематичною в'язкістю при  $t = 20^{\circ}\text{C}$  -  $\nu = 224,86 \times 10^6 \text{ м}^2/\text{с}$ . Рівні варіювання обраних факторів приведені в таблиці 3.1. За параметр оптимізації брали частоту пульсацій пульсатора.

Таблиця 3.1 - Рівні варіювання для трьох факторів

Найменування фактора	Кодоване позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання		
			-1	0	+ 1
1. Діаметр мембрани $d_1$ , мм	$X_1$	10,0	40	50	60
2. Діаметр отвору жиклера $d_3$ , мм	$X_2$	0,1	0,2	0,3	0,4
3. Вакуумметричний тиск $P_{\text{вак}}$ ( $p_{\text{ком}}$ ), кПа	$X_3$	8,0	32	40	48

В основу досліджень було покладено факторний експеримент. Слід відзначити, що для забезпечення ортогональності плану постановки експерименту при побудові матриці планування другого порядку необхідно виконання наступних умов: умови симетрії, при якому сума елементів будь-якого стовпця матриці планування експериментів дорівнює нулю; умови ортогональності, при якому сума добутків елементів будь-яких двох стовпців матриці планування дорівнює нулю.

### 3.3 Результати лабораторних досліджень

Для встановлення характеру залежності частоти пульсацій пульсатора від конструктивних параметрів його гідропневматичного механізму і комуто-

ваного вакуумметричного тиску, нами був виконаний факторний експеримент.

За результатами обробки матеріалів досліджень, нами побудовано емпіричне рівняння, яке в кодованому вигляді має вигляд:

$$y = 32,0 + 7,875 x_1 - 9,75x_2 + 4,37 x_3 - 2,75 x_1 x_2 + 1,5 x_1 x_3 - 0,75 x_2 x_3 + 0,75 x_1^2 + 1,5 x_2^2 + 1,75 x_3^2. \quad (3.1)$$

Встановлено, що всі коефіцієнти рівняння регресії значущі. Збіжність рівняння регресії і дослідних даних перевіряли за критерієм Фішера. При табличному значенні F - критерію Фішера 6,869 розрахункове значення дорівнює 3,1687.

У розкодувати вигляді рівняння регресії набуває вигляду:

$$n = 5,80 - 1,74 d_1 + 35,0 d_1 - 0,96 P_{\text{вак}} - 11,24 d_1 d_1 + 4,182 d_1 P_{\text{вак}} - 1,433 d_3 P_{\text{вак}} + 0,568 d_1^2 + 4,23 d_3^2 + 0,0528 P_{\text{вак}}^2. \quad (3.2)$$

де  $n$  - частота пульсацій пульсатора, пульс./хв .;

$d_1$  - діаметр мембрани, мм;

$d_3$  - діаметр отвору жиклера, мм;

$P_{\text{вак}}$  - вакуумметричний тиск, кПа;

Оцінку адекватності теоретичного рівняння (2.25) і рівняння регресії (3.2) проводили по F - критерію Фішера. Отримано, що табличне значення F - критерію Фішера для наведених порівнюваних рівнянь регресії - 1,63, його фактичне значення дорівнює 1,19, що є доказом вірності розглянутих теоретичних положень щодо взаємозв'язку конструктивних параметрів гідропневматичного механізму пульсатора, комутованого вакуумметричного тиску і частоти пульсацій. Поверхні віддуку і їх перетини з даного рівняння регресії

можна представити, зафіксувавши на нульовому рівні один з трьох факторів, варіюючи інші два фактори.

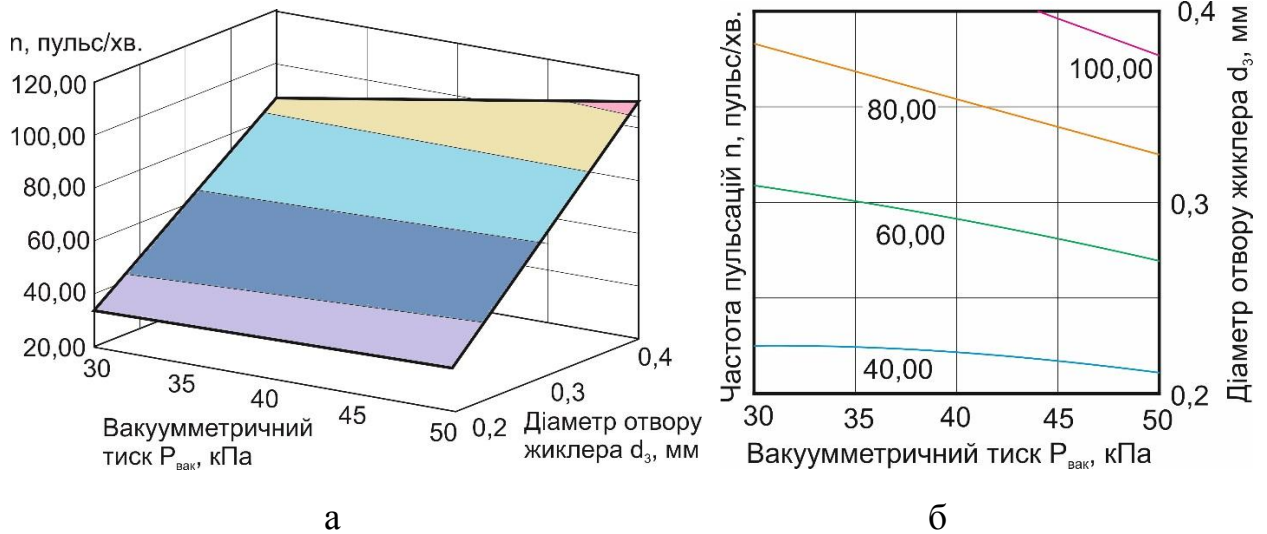


Рисунок 3.2 - Поверхня відгуку (а) і її переріз (б) варіювання вакуумметричного тиску  $P_{\text{вак}}$  і діаметра отвору жиклера  $d_3$

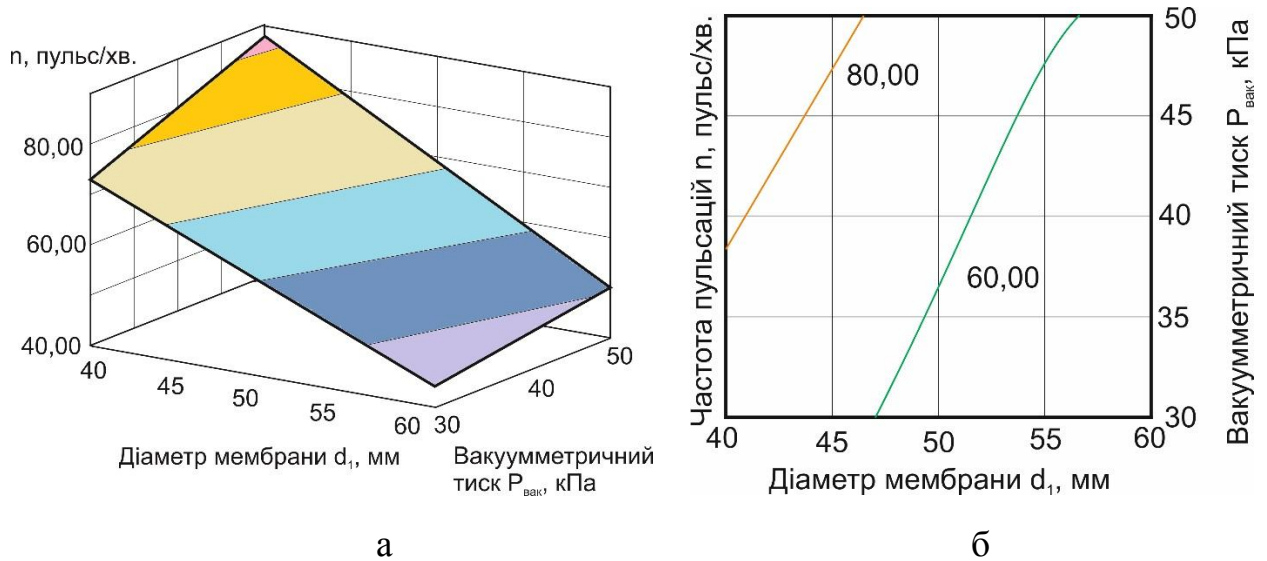


Рисунок 3.3 - Поверхня відгуку (а) і її переріз (б) варіювання діаметра мембрани  $d_1$  і вакуумметричного тиску  $P_{\text{вак}}$

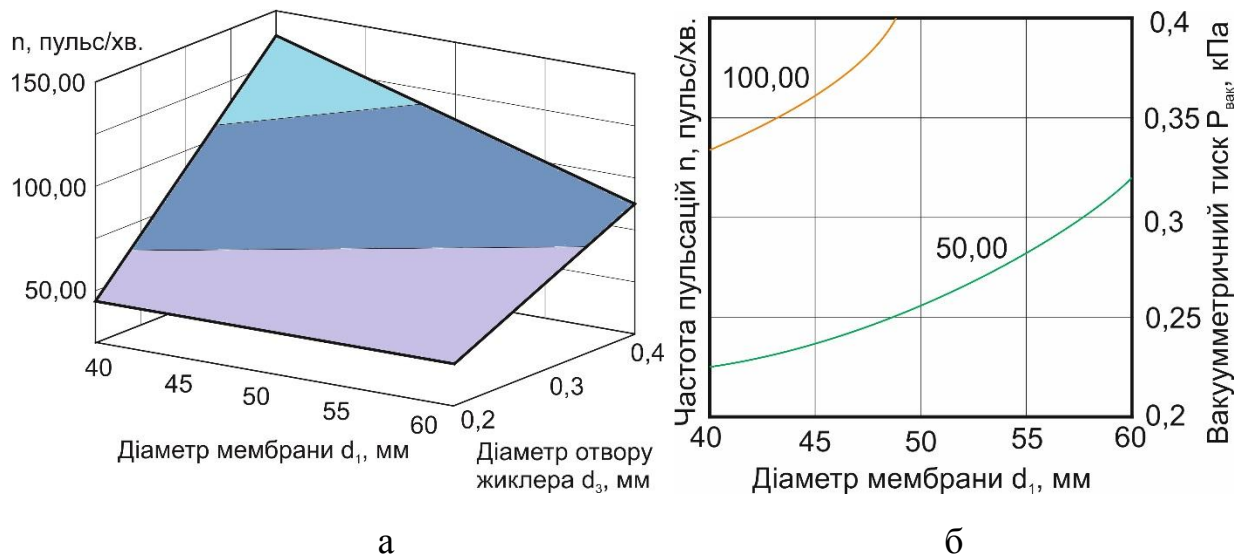


Рисунок 3.3 - Поверхня відгуку (а) і її переріз (б) варіювання діаметра мембрани  $d_1$  і діаметра отвору жиклера  $d_3$

Таким чином, нами доведено залежність частоти пульсацій пульсатора від діаметра його мембран, діаметра отвору жиклера, робочого вакуумметричного, які визначають конструктивні параметри пневморозподільника вакуумметричного тиску.

При варіюванні діаметра мембрани  $d_1$  в інтервалі 40...60 мм, діаметра отвору жиклера  $d_3$  0,2 ... 0,4 мм, вакуумметричного тиску 32 ... 48 кПа частота пульсацій пульсатора змінюється в інтервалі від  $29 \pm 0,1$  до  $165 \pm 0,1$  пульсів на хвилину. Для забезпечення частоти пульсацій пульсатора  $65 \pm 0,5$  пульсів на хвилину при вакуумметричному тиску  $P_{\text{вак}} = 48 \pm 0,1$  кПа (доїння в номінальному режимі), діаметр мембран гідропневматичного механізму пульсатора  $d_1$  має дорівнювати  $50 \pm 0,1$  мм, а діаметр отвору жиклера  $d_3$  має дорівнювати  $0,27 \pm 0,001$  мм. При цих конструктивних параметрах, зменшення вакуумметричного тиску до  $33 \pm 0,1$  кПа і перемикання пульсатора на співвідношення тактів пульсацій на 44:56 (перехід доїльного апарату в стимулюючий режим доїння) забезпечує зниження частоти пульсацій пульсатора до  $56 \pm 0,5$  пульсів на хвилину.

### 3.4 Висновки до розділу

1. Експериментальними дослідженнями доведено вірність теоретичного рівняння, що характеризує залежність сили тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника вакуумметричного тиску пульсатора. При доїнні корови доїльним апаратом в стимулюючому режимі, при вакуумметричному тиску 33,0 кПа, сила тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника вакуумметричного тиску становить 1,92 Н, а при доїнні в номінальному режимі (48,0 кПа) - 2,8 Н.

2. Для забезпечення частоти пульсацій пульсатора  $65 \pm 0,5$  пульсів на хвилину при вакуумметричному тиску  $P_{\text{вак}} = 48 \pm 0,1$  кПа (доїння в номінальному режимі), діаметр мембран гідропневматичного механізму пульсатора  $d_1$  має дорівнювати 50 мм, а діаметр отвору жиклера  $d_3$  має дорівнювати  $0,27 \pm 0,001$  мм. При цих конструктивних параметрах, зменшення вакуумметричного тиску до  $33 \pm 0,1$  кПа і перемикання пульсатора на співвідношення тактів пульсацій на 44:56 забезпечує зниження частоти пульсацій пульсатора до  $56 \pm 0,5$  пульсів на хвилину.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Загальні визначення та поняття**

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці» [54], який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Таким чином, охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

У відповідності до визначення [56], об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Щодо розроблюваного в дипломній роботі доїльного апарата, то він не підпадає під приведені визначення, та не є об'єктом підвищеної небезпеки. Проте до складу системи доїння та первинної обробки молока входить обладнання для охолодження молока, в якому присутні холодильні установки, які працюють за використанням холодоагентів - фреон-12 або фреон-22. Ні фреон-12, ні фреон-22 не отруйні, але при вдиханні високих концентрацій фреонів через 0,51 – 1 год. з'являється головний біль, слабкість, почастішання

пульсу та дихання, нерівна хода, невиразна мова, може спостерігатися блювання.

При нагріванні фреони можуть розкладатися з утворенням отруйних речовин, крім того, іноді самі фреони можуть також містити отруйні домішки. При вдиханні продуктів розкладання фреонів відразу ж з'являється сухий кашель, що посилюється при глибокому вдиху, біль за грудиною, першіння в зіві. Може спостерігатися блювання, частішають пульс, дихання, іноді підвищується температура.

Багато продуктів розкладання фреонів не мають запаху і кольору. Ці властивості дуже небезпечні.

#### **4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів**

В процесі виконання робіт на оператора машинного доїння можлива дія небезпечних та шкідливих виробничих факторів згідно з державним стандартом [55]:

Фізичні:

- тварини - є можливість травмування оператора кінцівками корови;
- підвищена забрудненість повітря робочої зони шкідливими газами та надмірною вологою, виникає в результаті життєдіяльності тварин;
- підвищена або знижена температура поверхні обладнання та матеріалів – виникає при роботі в неопалюваному приміщенні;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини – живлення електродвигуна приводу вакуумної установки 380 В;
- гострі краї, задирки і шорсткість на поверхнях конструкцій, інструменту і обладнання;

Біологічні:

- макроорганізми – продукти життєдіяльності тварин.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження - операції, які виконуються вручну.

#### **4.3 Заходи по забезпеченню захисту оператора машинного доїння від дії шкідливих та небезпечних факторів**

З метою захисту оператора машинного доїння від дії шкідливих та небезпечних факторів застосуємо організаційні та технічні заходи.

**Організаційні заходи** - своєчасність проведення інструктажів з охорони праці. Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці визначені «Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», затвердженим наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці № 15 від 26.01.2005 р.

Згідно вказаного положення, **вступний** інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до наказу (розпорядження) по підприємству, який в установленому порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Цей вид інструктажу проводять для всіх нових працівників. Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та навчальних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства.

Далі, за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт, проводять **первинний інструктаж** на робочому місці. Первинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху. Через 6 місяців роботи оператору машинного доїння проводять **повторний** інструктаж. У випадку необхідності проводять позаплановий та цільовий інструктажі.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та їх допуск до роботи, особа, яка проводила інструктаж, уно-



суть запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

Окремо, для операторів машинного доїння проводять **стажування** - набуття працівником практичного досвіду виконання виробничих завдань і обов'язків на робочому місці (в корівнику) після теоретичної підготовки до початку самостійної роботи під безпосереднім керівництвом досвідченого фахівця. Особливо це актуально, коли до використання приймають нове або удосконалене обладнання (наприклад, як у нашому випадку, удосконалений доїльний апарат).

**Технічні заходи.** Захист оператора машинного доїння від травмування твариною забезпечено шляхом її фіксації за допомогою автоматичної прив'язі ОСК-25.

Для захисту працівника від уражень електричним струмом під час аварійного замикання на землю чи корпус обладнання під час пошкодження ізоляції передбачено захисний вимикач, який спрацьовує через 0,2 сек після замикання та заземлення електродвигуна [57]. Крім того, між вакуумнасосом (привід від електродвигуна) та вакуумпроводом встановлено діелектричну вставку.

Для захисту оператора від підвищеного рівня забруднення повітря шкідливими газами типовим проектом корівника передбачено природню систему вентиляції.

#### **4.4 Правила безпечного виконання робіт при доїнні корів**

До виконання робіт допускаються особи, що не мають медичних протипоказань, пройшли навчання, вступній і первинний на робочому місці інструктажі по охороні праці, знають правила пожежної безпеки. Протягом не менше двох змін працівник повинен працювати під контролем завідуючого фермою або особи, що виконує його обов'язки, після чого оформляється допуск до самостійної роботи. Працівники, що обслуговують електрифіковане

обладнання, повинні пройти додатково навчання і інструктаж по електробезпеці з присвоєнням першої групи допуску. Оглянути і усунути несправності спецодягу та взуття, ретельно заправити його. Перевірити справність доїльних апаратів, захисних огорожень, освітлення. Слизьку підлогу посипати піском або тирсою. Про виявленні несправності, доповісти завідувачому фермою і вжити заходів до їх усунення.

Розстановка доїльного обладнання та пристосувань повинна виключати захащення проходів. Під час доїння корів, що утримуються на прив'язі, не слід роздавати корм. Роздача санітарної рідини для підмиву вимені повинна бути забезпечена засобами, що виключають порушення санітарних правил на перенесення ваги (через систему трубопроводу, в пересувних ємностях). Температура санітарної рідини для підмиву вимені повинна бути 40-45 град. При доїнні корів в стійлах слід використовувати фіксатори кінцівок і хвоста. Під час доїння корів на доїльній установці оператор повинен бути захищений від травмування тваринами, від попадання на нього виділень і санітарної рідини системою огорож. При роботі оператора на доїльній установці загальне число робочих рухів повинно бути не більше 30 в хвилину. Кількість стереотипних робочих рухів кистями і пальцями рук за зміну не повинна перевищувати 40000. Поводження з тваринами повинне бути спокійним і впевненим, але не грубим. Перед початком доїння тварина повинна бути надійно зафіксована. При доїнні необхідно бути обережним, враховуючи можливість травмування ногами і хвостом. При доїнні не можна застосовувати методів, що можуть викликати роздратування тварини (гаряча вода і т.д.). Доїння корів з хворим вим'ям слід проводити з допомогою катетера. При ручному доїнні необхідно використовувати табурет підібраний по висоті в залежності від зросту. При використанні гарячої води для миття фляг, доїльних апаратів, посуду, стежити за щільністю з'єднання патрубків і шлангів, справністю кранів. При появі електричної напруги на металевих частинах машин і облад-

нання, які не повинні бути під напругою, негайно припинити роботу і повідомити про це електрика або завідувачого фермою. При раптовому відключенні електроструму повідомити завідувачого фермою і вжити заходів по недопущенню раптового включення електрообладнання.

Привести в порядок робоче місце. Доповісти завідувачому фермою про порушення що були виявлені в процесі роботи та заходи прийняті до їх усунення. Повідомити черговому про поведінку тварин, які можуть при їх обслуговуванні представляти небезпеку. Про серйозні несправності повідомити керівника виробничої ділянки. Інструмент і пристрої, інвентар прибрати в шафу, здайте на зберігання або зміннику. Зніміть спецодяг і засоби індивідуального захисту, очистіть, здайте на обслуговування або на зберігання.

**Робітники повинні:**

- знати конструкцію, принцип дії машин і механізмів;
- уміти проводити запуск і зупинку обслуговування агрегатів; знати призначення і місце знаходження контрольно-вимірювальних приладів і сигналізації, а також правила користування ними.

**Забороняється:**

- використовувати несправні технічні засоби і інвентар;
- перебувати на шляху руху машин і тварин;
- переходити через транспортери в місцях не обладнаних переходами;
- ставати на підніжки транспорту і плігати з них на ходу;
- відкривати дверцята електрошаф;
- наближатися ближче 8-10 м до проводів, що лежать на землі;
- переміщувати і переносити електроприлади, що знаходяться під напругою;
- включати і зупиняти (крім аварійних випадків) машини і механізми, робота на яких не поручена адміністрацією.

**Забороняється** самому працюючому усувати несправність електропроводки та електрообладнання. При виявленні несправності інструменту,

обладнання, пристроїв, а також при порушенні норм безпеки, пожежі, аварії чи травмуванні працюючого, негайно повідомити керівника робіт. Необхідно знати і вміти застосовувати способи надання першої (долікарської) допомоги потерпілому.

#### 4.4 Порядок дій у надзвичайних ситуаціях

**Надзвичайних ситуація** є наслідком сукупності виняткових обставин, що склалися у відповідній зоні в результаті надзвичайної події техногенного, природного, антропогенного та воєнного характеру, а також під впливом можливих надзвичайних умов.

В нашому випадку найбільш імовірною є **надзвичайна ситуація техногенного характеру**, а саме **надзвичайна ситуація об'єктового рівня** (надзвичайна ситуація, що розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті і наслідки якої не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони) – викид шкідливого газу: фреон-12 або фреон-22. У разі виникнення якої кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, місце викиду, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

- вжити заходів щодо елементарний захист органів дихання - закрити ніс і рот ватяними або хутряними частинами одягу, змоченими водою (при відсутності води - сечею) і шкіри - йому про це на всі гудзики, блискавки, обв'язати шию шарфом, надіти рукавички або заховати руки в рукава;

- рухатися перпендикулярно напрямку вітру - хмара отруйних газів завжди витягнуто, і ви пройдете його поперек, до його найближчого краю;

- при неможливості залишити заражену місцевість сховатися в житлових і виробничих будівлях, з огляду на розподіл газу по поверхах будівель;

- відключити примусову вентиляцію;

- не користуватися відкритим вогнем - пари газів можуть утворювати вибухонебезпечні суміші;
- провести герметизацію внутрішніх приміщень: закрити входні двері, вікна (в першу чергу - з навітряного боку); заклеїти (закрити засувки) вентиляційні отвори щільним матеріалом або папером;
- вжити заходів щодо захисту органів дихання та очей:
- закрити ніс і рот ватно-марлевою пов'язкою (згорнутою в кілька шарів тканиною), змоченою слабким кислим або лужним розчином;
- рухатися перпендикулярно напрямку вітру - хмара отруйних газів завжди витягнуто, і ви пройдете його поперек, до його найближчого краю.

#### **4.5 Висновки до розділу**

З використанням актуальної нормативної документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого доїльного апарата, встановлена дія небезпечних та шкідливих факторів на оператора машинного доїння. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи та приведено правила безпечного виконання робіт.

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

### 5.1 Вихідні дані

Техніко-економічну оцінку проведемо в порівнянні лінійної доїльної установки АД-100 Б, укомплектованої стандартними доїльними апаратами АДУ-1 (ДА) та розробленими у дипломній роботі. Преваги розробки полягають у зменшенні часу доїння однієї корови, а, отже і часу роботи установки, а також у більш повному видоюванні тварин за рахунок чого збільшиться кількість виробленого молока.

Вихідними даними будуть технологічні показники процесу доїння корів при прив'язному утриманні, технічні характеристики доїльної установки АД-100Б та результати досліджень удосконаленого доїльного апарата, отримані в попередніх розділах.

Таблиця 5.1- Вихідні дані до розрахунку економічних показників

Вихідні дані	Варіанти	
	АД-100Б укомплектована стандартним ДА	АД-100Б укомплектована розробленим ДА
1	2	3
Кількість корів на фермі, гол.	100	100
Середній разовий надій на корову, кг	11,3	11,9
Загальне річне виробництво молока, т	689,3	725,9
Тривалість машинного доїння	5,8	5,2

на одну корову, хв.		
Кількість операторів, чол.	4	4
1	2	3
Тривалість разового доїння стада, год.	2,42	2,17
Кількість доїнь на добу	2	2
Потужність приводу, кВт	4,0	4,0
Балансова вартість установки, грн.	152600	169700

## 5.2 Питомі експлуатаційні витрати

Питомі експлуатаційні витрати розраховуємо за виразом

$$EB = EB_3 + EB_a + EB_r + EB_e, \text{ грн./т} \quad (5.1)$$

де  $EB_3$  – питомі експлуатаційні витрати на виплату обслуговуючому персоналу заробітної плати, грн./т;

$EB_a$  – питомі амортизаційні відрахування, грн./т;

$EB_r$  – питомі витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання, грн./т;

$EB_e$  – питомі витрати на електроенергію, грн./т.

Питомі експлуатаційні витрати на заробітну плату визначимо з виразу

$$EB_3 = \frac{n \cdot D \cdot k \cdot t \cdot f \cdot \delta}{P}, \text{ грн./т} \quad (5.2)$$

де  $n$  – чисельність обслуговуючого персоналу, люд.

$D$  – тривалість роботи на рік (тривалість лактації корови), діб. Для корів  $D=305$  діб;

$k$  - кількість доїнь на добу;

$t$  – тривалість одного доїння, год.;

$f$  – годинна тарифна ставка одного працівника, грн./год. Мінімальна заробітна плата, з початку 2020 року, складає у місячному розмірі – 5000 грн., у погодинному розмірі – 29,20 гривень, тому приймаємо  $f = 29,20$  грн./год.;

$\delta = 1,22$  – коефіцієнт нарахування на заробітну плату;

$P$  – річне виробництво молока.

Тоді за формулою (5.2) за варіантами маємо базовий

$$EB_{з.б} = \frac{4 \cdot 305 \cdot 2 \cdot 2,42 \cdot 29,20 \cdot 1,22}{689,3} = 305,17 \text{ грн./т.}$$

експериментальний

$$EB_{з.е} = \frac{4 \cdot 305 \cdot 2 \cdot 2,17 \cdot 29,20 \cdot 1,22}{725,9} = 259,84 \text{ грн./т.}$$

Питомі амортизаційні відрахування підраховуємо за формулою

$$EB_a = \frac{C \cdot \alpha}{100 \cdot P}, \text{ грн./т} \quad (5.4)$$

де  $C$  – балансова вартість обладнання, грн.

$\alpha$  – нормований коефіцієнт відрахувань на амортизацію доїльного обладнання, %. При строковій службі 10 років  $\alpha = 10\%$ .

Тоді за формулою (5.4) маємо за варіантами базовий

$$EB_{a.б} = \frac{152600 \cdot 10}{100 \cdot 689,3} = 22,14 \text{ грн./т.}$$



експериментальний

$$EB_{a.n} = \frac{169700 \cdot 10}{100 \cdot 725,9} = 23,38 \text{ грн./т.}$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування техніки обчислюють за виразом

$$EB_{TO} = \frac{C \cdot \beta}{100 \cdot P}, \text{ грн./т} \quad (5.5)$$

де  $\beta$  – нормований коефіцієнт відрахувань на ремонт та ТО доїльної установки, %. Для стаціонарних доїльних установок  $\beta_n = 12\%$

Тоді з (5.5) за варіантами маємо

базовий

$$EB_{TO.b} = \frac{152600 \cdot 12}{100 \cdot 689,3} = 25,57 \text{ грн./т.}$$

експериментальний

$$EB_{TO.e} = \frac{169700 \cdot 12}{100 \cdot 725,9} = 28,05 \text{ грн./т.}$$

Питомі витрати на енергоресурси визначимо за формулою

$$EB_e = \frac{N \cdot k \cdot t \cdot D \cdot c_e}{P}, \quad (5.6)$$

де  $N$  – потужність обладнання, кВт.

$c_e = 2,05$  грн./кВт·год. – вартість електроенергії для II класу напруги до 27,5 кВ з ПДВ.

Тоді за формулою (5.6) маємо за варіантами:

базовий

$$EB_{e.б} = \frac{4,0 \cdot 2 \cdot 2,42 \cdot 305 \cdot 2,05}{689,3} = 17,56 \text{ грн./т};$$

експериментальний

$$EB_{e.e} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 2,17 \cdot 305 \cdot 2,05}{725,9} = 14,95 \text{ грн./т.}$$

Загальні питомі експлуатаційні витрати (5.1) за варіантом складуть:

базовий

$$EB_{б} = 305,17 + 22,14 + 25,57 + 17,56 = 370,44 \text{ грн./т};$$

експериментальний

$$EB_{п} = 259,84 + 23,38 + 28,05 + 14,95 = 326,22 \text{ грн./т}$$

Річна економія експлуатаційних витрат при впровадженні розробленого експериментального доїльного апарата у складі установки АД-100Б:

$$E_e = (EB_{в} - EB_{п}) \cdot P_e = (370,44 - 326,22) \cdot 677,4 = 30480,85 \text{ грн. (5.7)}$$

### 5.3 Капітальні вкладення

Капітальні вкладення на техніку за варіантами складуть

базовий

$$K_6 = 152600,00 \text{ грн.}; \quad (5.8)$$

експериментальний

$$K_e = 169700,00 \text{ грн.}; \quad (5.9)$$

Строк окупності удосконалення доїльної установки при його впровадженні:

$$T = \frac{K_e - K_6}{E_e} = \frac{169700,00 - 152600,00}{30480,85} = 0,56 \text{ роки} \quad (5.10)$$

Усі показники економічної ефективності зведемо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності  
експериментального доїльного апарата

Вихідні дані	Варіанти		удоско- налений у % до базового
	АД-100Б укомплекто- вана standa- ртним ДА	АД-100Б укомплекто- вана розроб- леним ДА	
1	2	3	4
Кількість корів на фермі, гол.	100	100	-
Середній разовий надій на корову, кг	11,3	11,9	105,3
Загальне річне виробництво молока, т	689,3	725,9	105,3
Тривалість машинного доїння на одну корову, хв.	5,8	5,2	89,7

Кількість операторів, чол.	4	4	-
Тривалість разового доїння стада, год.	2,42	2,17	89,7
1	2	3	4
Кількість доїнь на добу	2	2	-
Потужність приводу, кВт	4,0	4,0	-
Балансова вартість установки, грн.	152600	169700	111,2
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн./т	370,44	326,22	88,1
в т.ч.: витрати на електроенергію	17,56	14,95	85,1
витрати на ТО та ремонт	25,57	28,05	109,7
амортизаційні відрахування	22,14	23,38	105,6
заробітна платня	305,17	259,84	85,1
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	30480,85	-
Строк окупності капітальних вкладень, років	-	0,56	-

### 5.3 Висновки до розділу

Техніко-економічна оцінка обох варіантів свідчить, що застосування розробленого доїльного апарату у складі доїльної установки АД-100Б у порівнянні зі стандартним обладнанням має переваги за експлуатаційними витратами в основному за рахунок зменшення витрат праці та енергоносіїв. Строк окупності при впровадженні складе 0,56 роки, а річна економія експлуатаційних витрат становить 30480,85 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Як свідчить аналіз стану питання, на сьогодні створено досить велику кількість доїльних апаратів з оригінальними технічними рішеннями того чи іншого завдання по вдосконаленню. Але, разом з тим, немає комплексного вирішення проблеми створення доїльного апарату в переносному варіанті, з максимальною відповідністю фізіології корів, або якщо є, то досить складні за конструкцією і дорогі у виготовленні. Найбільш перспективними є доїльні апарати з регулюванням вакуумметричного і надлишкового тисків, частотою і співвідношенням тактів пульсатора, в яких зміна параметрів здійснюється в залежності від інтенсивності молоковіддачі, і зведено до мінімуму негативний вплив вакуумметричного тиску.

2. В результаті теоретичних досліджень гідропневматичного механізму пульсатора виявлено, що у міру збільшення діаметра мембрани спостерігається зменшення частоти пульсацій пульсатора, і, навпаки, зі збільшенням діаметра отвору жиклера частота пульсацій зростає. Так, при ході повзуна пульсатора 9,43 мм, що відповідає конструктивних розмірах елементів пневморозподільника, при яких забезпечується співвідношення тактів пульсатора  $K_1 = 0,8$  при доїнні в стимулюючому режимі і  $K_2 = 1,5$  при доїнні в номінальному режимі, тиск 48 кПа, інтервалі варіювання діаметра отвору жиклера 0,2 ... 0,4 мм і діаметру мембрани 40 ... 60 мм, спостерігається частота пульсацій в інтервалі від 13,29 до 136,69 пульс./хв., а при тиску 33 кПа - в інтервалі від 10,51 до 108,15. пульс./хв.

3. В результаті лабораторних випробувань доведено, що для забезпечення частоти пульсацій пульсатора  $65 \pm 0,5$  пульсів на хвилину при вакуумметричному тиску  $P_{\text{вак}} = 48 \pm 0,1$  кПа (доїння в номінальному режимі), діаметр

мембран гідропневматичного механізму пульсатора  $d_1$  має дорівнювати  $50 \pm 0,1$  мм, а діаметр отвору жиклера  $d_3$  має дорівнювати  $0,27 \pm 0,001$  мм. При цих конструктивних параметрах, зменшення вакуумметричного тиску до  $33 \pm 0,1$  кПа і перемикання пульсатора на співвідношення тактів пульсацій на 44:56 забезпечує зниження частоти пульсацій пульсатора до  $56 \pm 0,5$  пульсів на хвилину.

4. З використанням актуальної нормативної документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого доїльного апарата, встановлена дія небезпечних та шкідливих факторів на оператора машинного доїння. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи та приведено правила безпечного виконання робіт.

5. Техніко-економічна оцінка обох варіантів свідчить, що застосування розробленого доїльного апарату у складі доїльної установки АД-100Б у порівнянні зі стандартним обладнанням має переваги за експлуатаційними витратами в основному за рахунок зменшення витрат праці та енергоносіїв. Строк окупності при впровадженні складе 0,56 роки, а річна економія експлуатаційних витрат становить 30480,85 грн.

## БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Національний проект “Відроджене скотарство” / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України // [Текст, таблиці, додатки]. – К.: ДІА, 201 – 44 с.
2. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).
3. Hanus O., Vegricht J., Frelich J., Macek A. Analysis of raw cow milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. *Czech Journal Animal Science*. 2008. Vol. 53. P. 17 – 26.
4. Graeme A. The Role of the Milking Machine in Mastitis Control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2012. Vol. 28, iss. 2, pp. 307 – 320. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749072012000217?via%3Dihub> (дата звернення: 17. 10 2016).
5. Hovinen M., Pyörälä S. Invited review: udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94. P. 547 – 562. URL: [https://www.researchgate.net/publication/49776339\\_Invited\\_review\\_Udder\\_health\\_of\\_dairy\\_cows\\_in\\_automatic\\_milking](https://www.researchgate.net/publication/49776339_Invited_review_Udder_health_of_dairy_cows_in_automatic_milking) (дата звернення: 17. 03 2017).
6. Rasmussen M. D., Wiking L., Bjerring M., Larsen H. Influence of Air Intake on the Concentration of Free Fatty Acids and Vacuum Fluctuations During Automatic Milking. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89. P. 4596–4605. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72509-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72509-7/fulltext) (дата звернення: 17. 11 2016).
7. Bohumira Jastova. Quality of raw milk from a farm with automatic milking system in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*. 2011. Vol. 80. P. 207– 214. URL: [https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb\\_2011080020207.pdf](https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb_2011080020207.pdf) (дата звернення: 17. 08 2018).

8. Безенко Т. И. Повышение качества молока и снижение его потерь. Резервы увеличения производства молока. Бюл. научн. работ. ВНИИЖ. Дубровицы, 1986. Вып. 85. С. 159 – 168.
9. Сочка Л. Вимя - не машина. Пропозиція. 2000. № 6. С. 70 – 72.
10. Звойленко Д. В., Луценко М. М. Дослідження процесу молоковіддачі у корів на різних доїльних установках. Науково-технічний бюлетень/Інститут тваринництва НААН. Харків, 2011. № 104. С. 70 – 74. URL: <http://animal.kharkov.ua/archiv/ntb/NTB%20104.pdf> (дата звернення: 17. 12 2018).
11. Дмитрів І. В., Красниця Б. С. Аналіз методів та засобів оцінки параметрів сучасних систем доїння. Агроінженерні дослідження. Вісник Львівського національного аграрного університету Львів. 2017. № 21. С. 134 – 140.
12. Ожигов В. П., Христенко А. Г. Изменение температуры молока в молокопроводящих системах доильных установок. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 4. С. 17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-korov-v-zavisimosti-otrezhimov-vydaivaniya> (дата звернення: 19. 08 2016).
13. Калмыкова О., Ананева Т. Технология доения и качество молока. Животноводство России. 2013. С. 53 – 54.
14. Ulrich S., Rose S. Quarter individual milking with multilactor in milking parlours. Landtechnik. 2009. № 2. P. 106 – 108.
15. Галичева, М.С., Дохужев, Ю.Г., Головань, В.Т. Пути сокращения потерь молока при доении в молокопровод. Новые технологии. 2009. № 3. С.12 – 16.
16. Зернаева Л. А., Савкин Н. В., Нетеча З. А. Изменение состава молока при доении коров на разных доильных установках. Зоотехния. 2003. №12. С. 20 – 25.



17. Текучев И. К. Перспективная техника для обеспечения долголетия высокопродуктивных коров. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. №4. С. 17 – 20.
18. Пастернак Н. Чи буде в Україні якісне молоко? Молочна промисловість. 2008. №1 (44). С. 18 – 21.
19. Хоменко В. Завдання і перспективи санітарії молока. Тваринництво України. 2000. № 9 – 10. С 21 – 23.
20. Хоменко В., Тютюн А. Стандартизація показників якості молока. Тваринництво України. 1997. №1. С. 6 – 7.
21. Міхаель Гьотц. Чому корова притримує молоко? Агроексперт. 2017. 9 (10). С. 122 – 124.
22. Кошечев П. С. Молочная продуктивность коров в зависимости от режимов выдаивания. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. №12. 1 (том 4). URL: [https:// cyberleninka. ru/article/n/molochnaya-produktivnost-korov-v-zavisimosti-ot-rezhimov-vydaivaniya](https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-korov-v-zavisimosti-ot-rezhimov-vydaivaniya) (дата звернення: 21. 10. 2018).
23. Смоляр В. Рівень захворюваності корів на мастит за використання різних типів доїльних установок. Техніка і технології АПК. 2014. № 1. С. 17
24. Федосенко Е. Г. Влияние доильного оборудования на качественный состав молока. Молочнохозяйственный вестник. 2011. №4. С. 47 – 50.
25. Ткач В. В. Обґрунтування параметрів релізерного пристрою для доїльного апарата: дис. канд. техн. наук. Глеваха, 2007. 143 с.
26. Леола А. Влияние доильной установки на качество молока. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Матеріали XII Міжнародного (I Українського) симпозіуму з питань машинного доїння корів (11–14 травня 2004р., смт. Глеваха). Глеваха, 2005. С. 106 – 109.
27. Robert E. Graves. Tie stall dairy Barns: what is new? Dairy and animal science. 2010. P. 12 – 16.
28. Greger S. Tie stall housing systems on dairy farms. Animals angels. 2010. P. 11 – 14.

29. Кушнаренко Г. Плюсы и минусы беспривязного содержания КРС. *Агротехника и технология*. 2009. №2. С. 5 – 8.
30. Tom Rayn, John Donworth. Keeping the milk flowing. *Farming*. 2010. P. 7.
31. Dirk Homberg. Neun aktuelle Melkzeuge im Vergleich. *Top agrar*. 2012. №10, pp. 32 – 37.
32. Dr. Dirk Hömberg. Aggressive Melkzeuge ramponieren die Zitzen. *Top agrar*. 2009. №1. pp. 40 – 43.
33. Вагин Ю.Т., Добышев А.С. Техническое обеспечение производства молока. Современное оборудование для доения: практическое пособие. Минск, 2012. С. 208.
34. Белянчиков Н.Н. Автоматическое регулирование процесса доения / Н.Н. Белянчиков // *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства – 1965 – №1*.
35. Версаль В.А. Устройство автоматического изменения режимов работы доильного аппарата / В.А. Версаль, В.П. Савров // *Механизация и электрификация сельского хозяйства – 1992. – №7/8 – с. 16 – 18*.
36. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы человек – машина – животное / С.А. Соловьев, Л.П. Карташов – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – 180 с.
37. Доильный аппарат с управляемым режимом доения/ В.Ф. Ужик и др.// *Сельские зори. – 1998. №4. С. 43*
38. Плященко А.Ф. Машинное доение коров при автоматическом регулировании вакуума в подсосковой камере / А.Ф. Плященко и др. // *Проблемы интенсификации производства молока. – Мн., 1991. – Ч.1. – С. 141-143*.
39. Горм С.Я. Рациональные принципы совершенствования доильных машин/ С.Я. Горм // *Материалы IV Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения: тез. докл. – Алма-Ата, 1975. – С. 36-40*.
40. Дарья Харитонова. Тенденции развития молочного скотоводства. *Агропрофи*. 2010. № 10. С. 10 – 11.

41. Коврига В. В., Фененко А. І. Передумови збільшення і здешевлення молока. Економіка АПК. 1996. № 3. С. 39 – 45.
42. Козаровец І. В. Технологические особенности современного доильного оборудования. Материалы XIII Международного симпозиума по вопросам машинного доения с. х. животных (27 – 29 июня 2006г., г. Гомель). Гомель, 2006. С. 23 – 26.
43. Карташов Л. П. Об оценочных параметрах современных доильных аппаратов. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Матеріали XII Міжнародного (I Українського) симпозіуму з питань машинного доїння корів (11–14 травня 2004 р., смт. Глеваха). Глеваха, 2005. С. 144 – 147.
44. Фененко А. И. Биотехническая система производства молока. Теория и практика : монография. Глеваха, 2014. С. 192.
45. Савран В. П., Бабкин В. П., Пискун В. И., Грицаенко В. И. Выбор и оценка доильных аппаратов и молоковакуумных систем : методические рекомендации. Институт животноводства. Харьков, 2002. С. 82.
46. Панічев Р. Доїльне різноманіття. Пропозиція. 2012. №1. С. 108 – 111.
47. Любин Н.А. Физиология лактации и физиологические основы машинного доения коров: учебное пособие. Ульяновск: УГСХА, 2004. С. 62.
48. Кудлай І. М., Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2010. Вип. 7 (17). С. 64 – 68.
49. Фененко А. І., Сиротюк В. А. Режимна характеристика колектора молокопроводної лінії доїльного апарата. Агроінженерні дослідження. Вісник Львівського державного аграрного університету. Львів, 2006. Вип. 10. С. 158 – 162.
50. Фененко А. И. Коэффициент сопротивления и размеры трубопроводов молокопроводной линии. Механизация и электрификация сельского хозяйства. К.: Урожай, 1976. Выпуск 35. С. 49 – 57.

51. Фролов, В. Е., Минайчев, А. Т., Александрова А. В. Вакуумная техника. 1992. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.
52. Дмитрів В. Т., Дмитрів І. В. Імітатор інтенсивності молоковіддачі при експериментальних дослідженнях доїльних апаратів. Агроінженерні дослідження. Вісник Львівського національного аграрного університету: Львів. Львів. Національний агроуніверситет, 2013. № 17. С. 124 – 129.
53. Павленко С. І., Алієв Е. Б., Линник Ю. О. Методика експериментальних досліджень процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2015. Вип. 5. Т. 2. С. 167 – 172.
54. Закон України "Про охорону праці"
55. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація
56. Об'єкт підвищеної небезпеки // Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] - К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2002. - Т. 4 : Н - П. - 720 с. - ISBN 966-7492-04-4.
57. Навчальний посібник з охорони праці / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009 р. - 132 с.
58. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. электрооборудование специальных установок
59. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.
60. Захарченко М.В., Орлов М.В., Голубев А.К. та ін. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництва, побуту та у надзвичайних ситуаціях: Навчальний посібник. – К.: ІЗМИ, 1996. – 196 с.
61. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія. – К.: Здоров'я, 1995. – 232 с.
62. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини. Навчальний посібник. Львів: Бескід Біт, 2005. – 304 с

## ДОДАТКИ



**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

## **Підвищення ефективності роботи доїльного апарата зі збором молока у переносну ємність**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-2-19  
Полях Євгеній Олександрович

**Керівник:** д.т.н., професор  
Тищенко Сергій Сергійович

Дніпро 2020

## Мета і задачі досліджень

**Мета досліджень:** обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого дойльного апарату зі збором молока у переносну ємність. Відповідно до мети поставлено наступні задачі досліджень:

1. Провести аналіз виконаних розробок в даній предметній області.
2. Розробити схему удосконалення дойльного апарату та провести її теоретичні дослідження.
3. Розробити методику експериментальних досліджень і оптимізації параметрів удосконаленого дойльного апарата та провести його лабораторні випробування.
4. Провести оцінку удосконаленої розробленого дойльного апарата з точки зору охорони праці.
5. Провести техніко-економічну оцінку удосконаленого дойльного апарата.

**Об'єкт досліджень** - робочий процес дойльного апарату зі збором молока у переносну ємність (бідон).

**Предмет досліджень** - закономірності зміни показників роботи дойльного апарату зі збором молока у переносну ємність від його конструктивно-технологічних параметрів.



## Аналіз стану питання

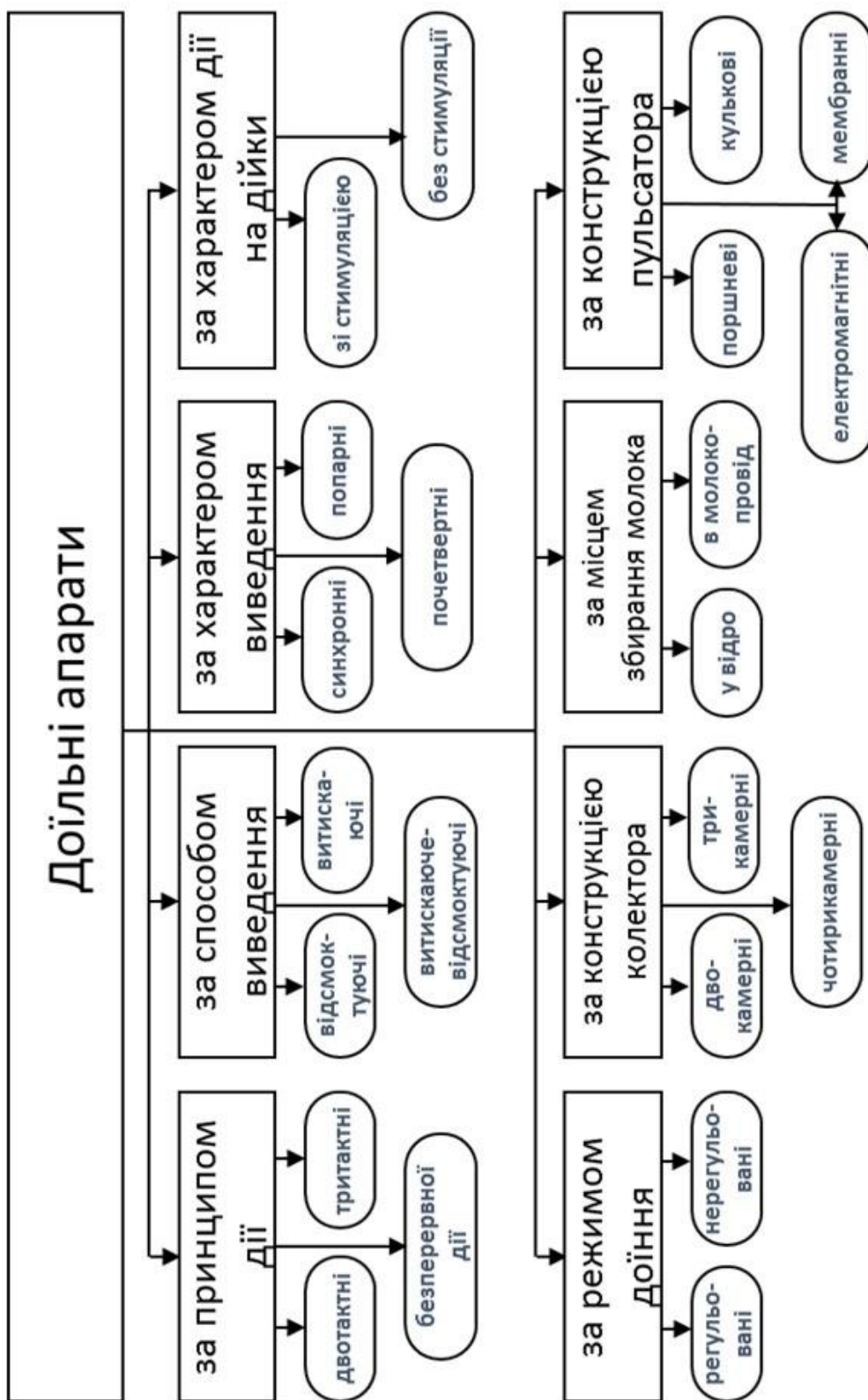


Рисунок 1 – Класифікація доїльних апаратів

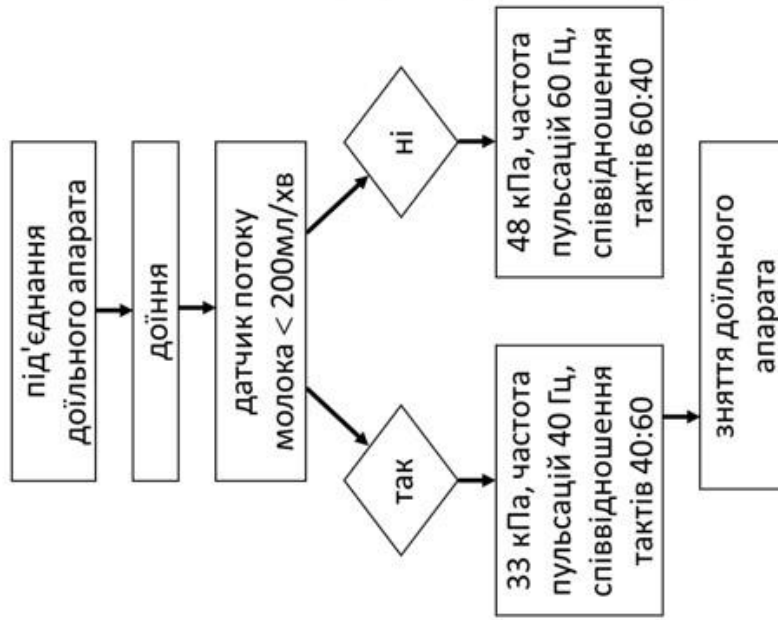


Рисунок 2 - Алгоритм роботи адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон

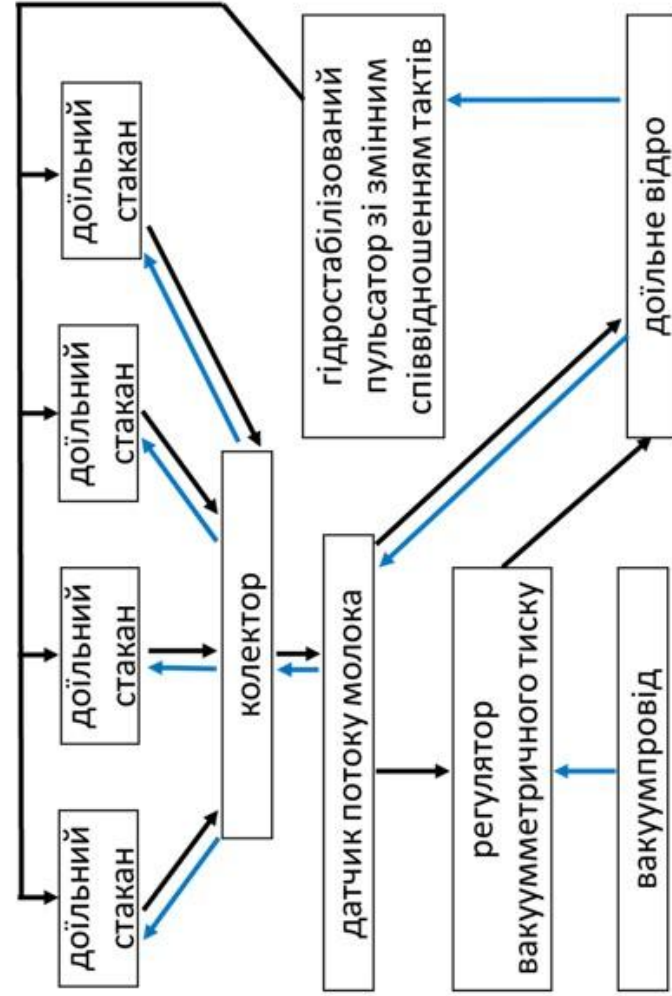


Рисунок 3 - Блок-схема адаптивного доїльного апарату з доїнням в бідон

## Теоретичні дослідження

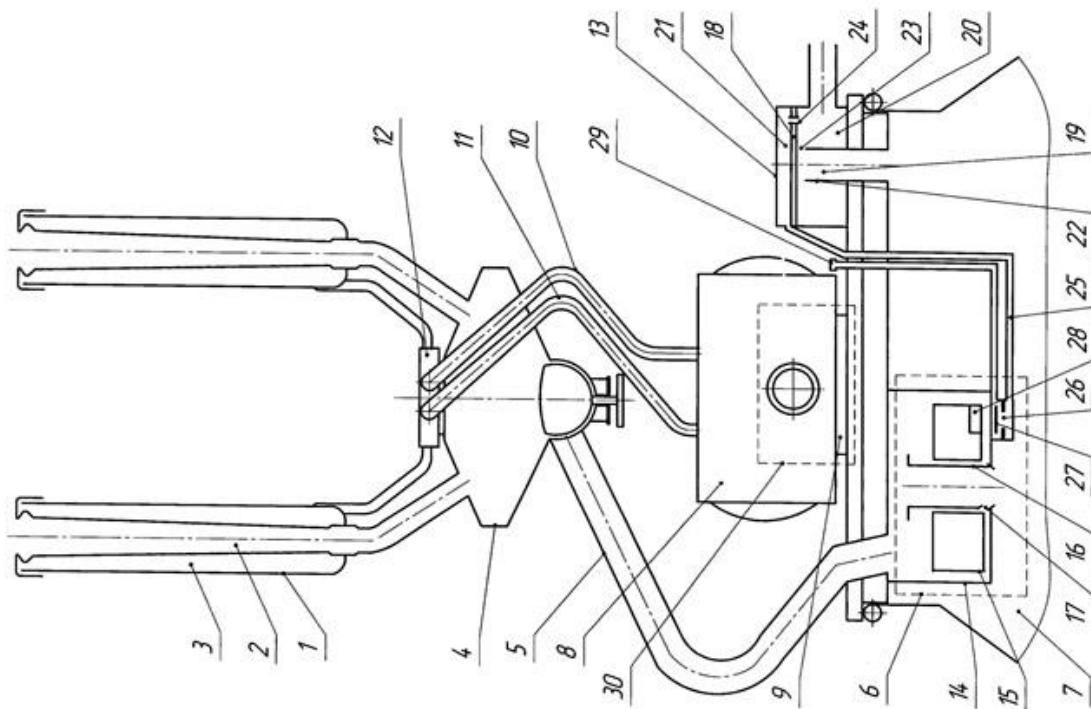


Рисунок 4 - Доїльний апарат: 1 - доїльний стакан; 2 - піддійкова камера; 3 - міжстінна камера; 4 - колектор; 5 - патрубков; 6 - датчик; 7 - порожнина бідона; 8 - пульсатор; 9, 10 та 11 - патрубок; 12 - розподільна камера; 13 - пневморозподільник; 14 - камера вакуумметричного тиску; 15 - молоколовлювач; 16 - поплавок; 17 - переливний патрубок; 18 - калібрований канал; 19 - мембрана; 20 - камера змінного тиску; 21 - камера постійного тиску; 22 - регулююча камера; 23 - патрубок; 24 - щілина; 25 - патрубок; 26 - калібрований канал; 27 - клапан; 28 - магніт; 29 - патрубок; 30 - пневморозподільник вакуумметричного тиску

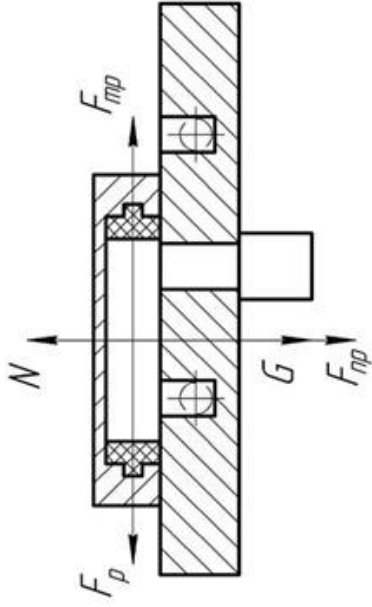


Рисунок 5 - До визначення сили тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника вакуумметричного тиску пульсатора

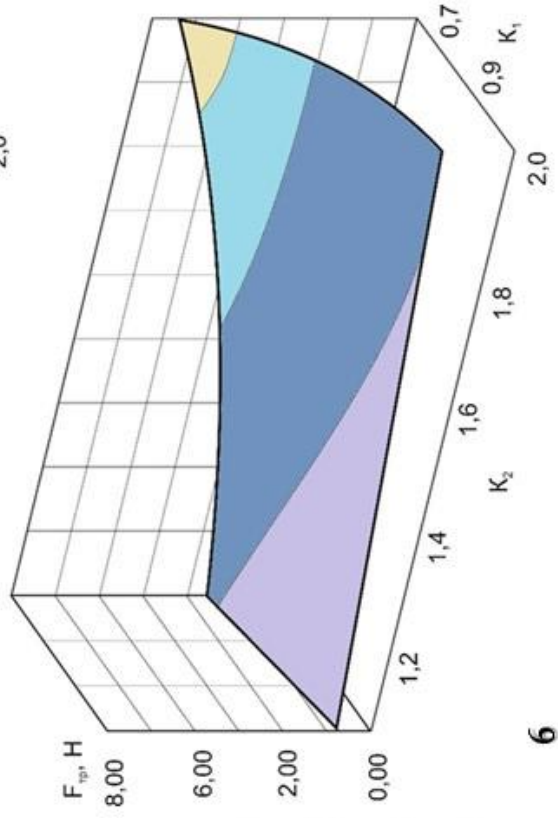
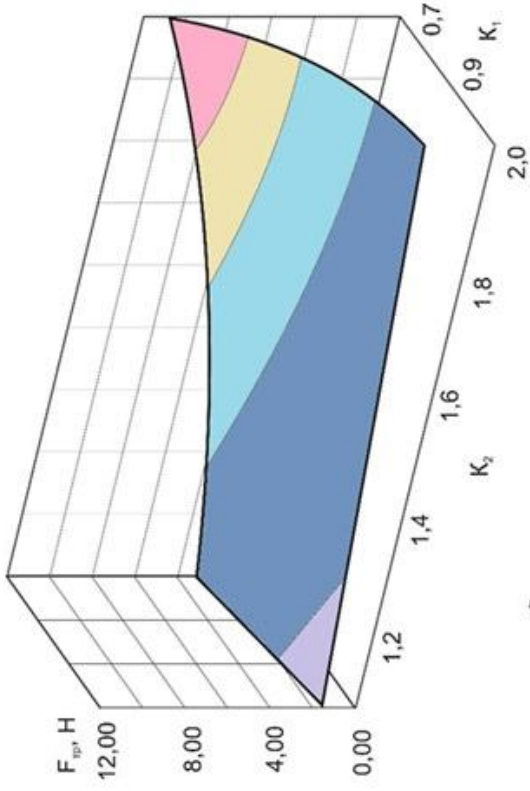


Рисунок 6 - Сила тертя ковзання повзуна по основі пневморозподільника пульсатора в залежності від співвідношення тактів при доїнні в номінальному (а) та шадному (б) режимі

## Теоретичні дослідження

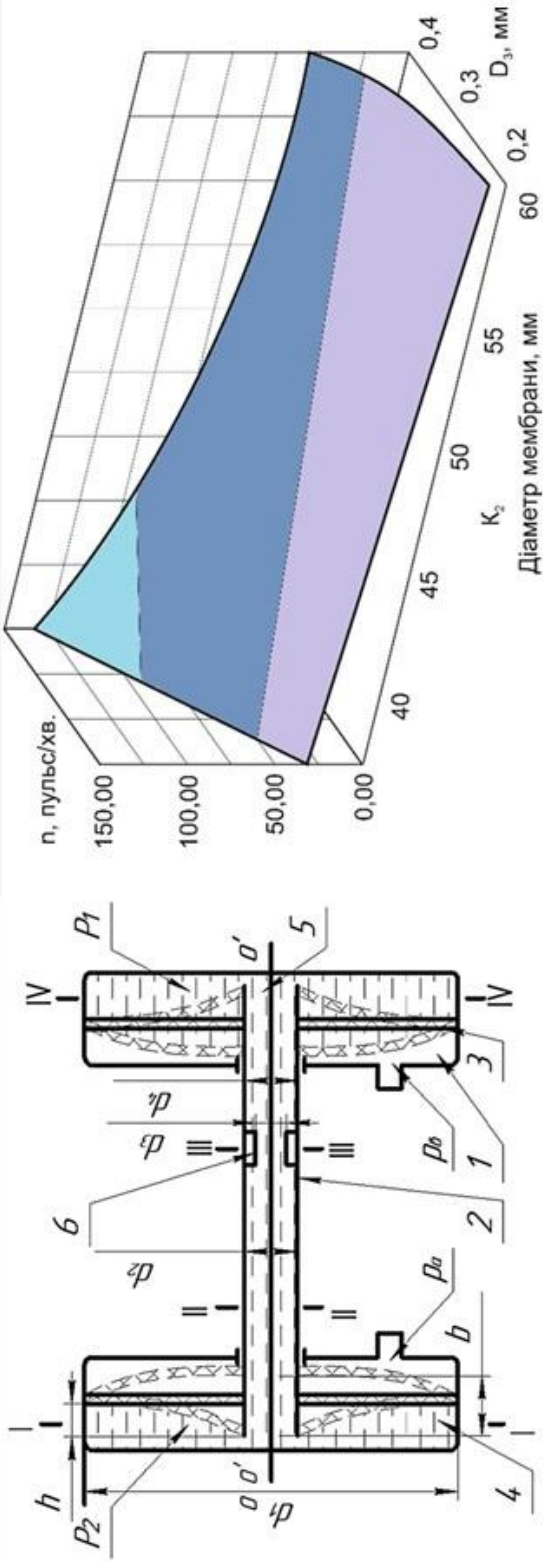


Рисунок 6 - Схема гідропневматичного механізму пульсатора: 1, 4, 5 - камера; 2 - трубка; 3 - мембрана; 6 - жиклер

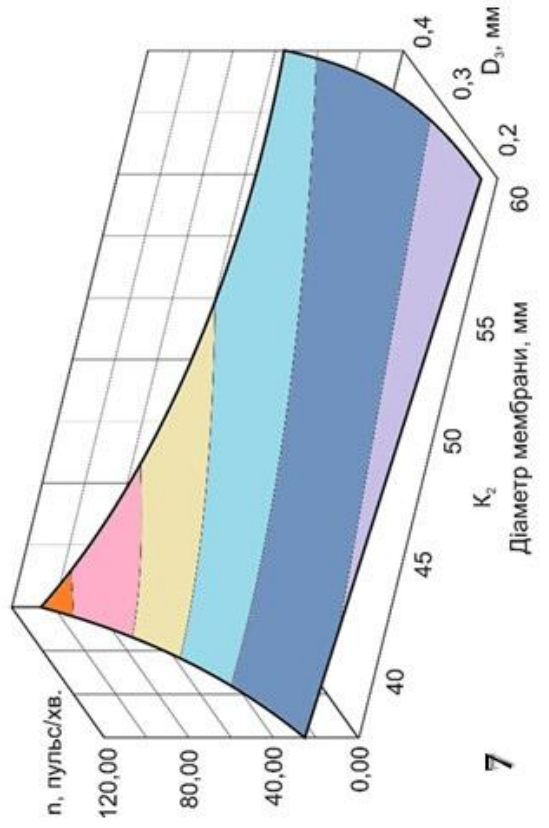


Рисунок 7 - Комутатор вакууметричного тиску пульсатора: 1 - основа; 2 - повзун; 3, 4, 6 - паз; 5 - вкладиш

## Лабораторні дослідження дойльного апарата

Таблиця 1 - Рівні варіювання для трьох факторів

Найменування фактора	Кодоване позначення об'єкта	Рівні варіювання			
		Інтервал варіювання	-1	0	+1
1. Діаметр мембрани $d_1$ , мм	$X_1$	10,0	40	50	60
2. Діаметр отвору жиклера $d_3$ , мм	$X_2$	0,1	0,2	0,3	0,4
3. Вакууметричний тиск $P_{\text{вак}} (P_{\text{ком}})$ , кПа	$X_3$	8,0	32	40	48

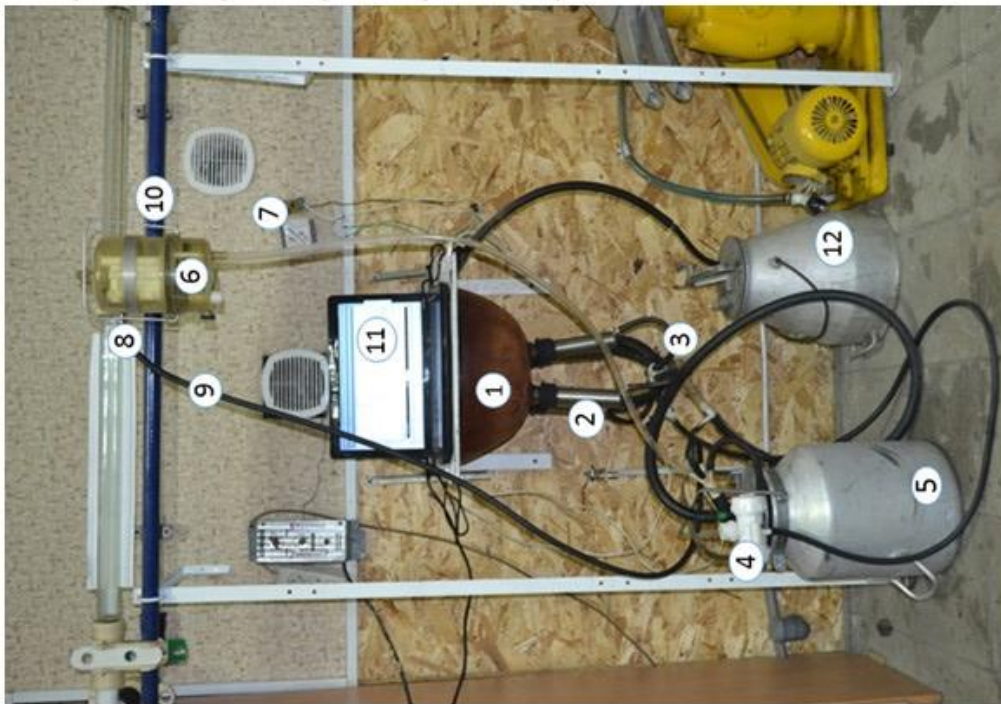


Рисунок 8 – Загальний вигляд лабораторної установки: 1 – шучне вим'я; 2 – дойльні стакани; 3 - колектор; 4 – досліджуваний гідропневматичний пульсатор; 5 - дойльне відро; 6 - регулятор вакууму; 7 – АЦП NI USB 6008; 8 – вакуумний кран; 9 - вакуумний шланг; 10 – вакуумпровід; 11 – ПЕОМ; 12 - ємність з водою

## Лабораторні дослідження доїльного апарата

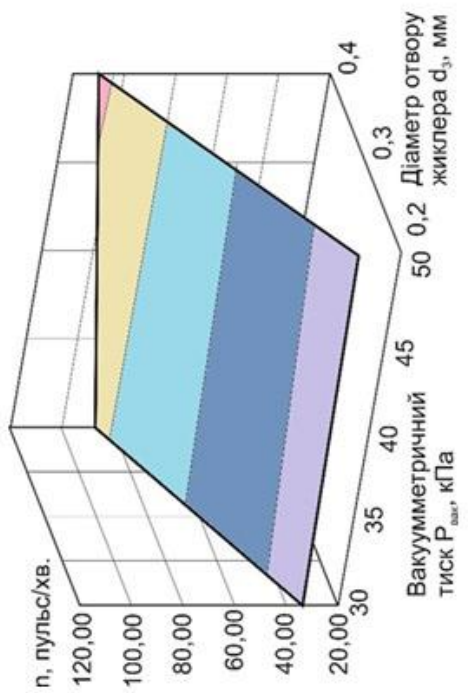


Рисунок 9 - Поверхня відлику (а) і її переріз (б) варіювання вакууметричного тиску  $P_{\text{вак}}$  і діаметра отвору жиклера  $d_3$

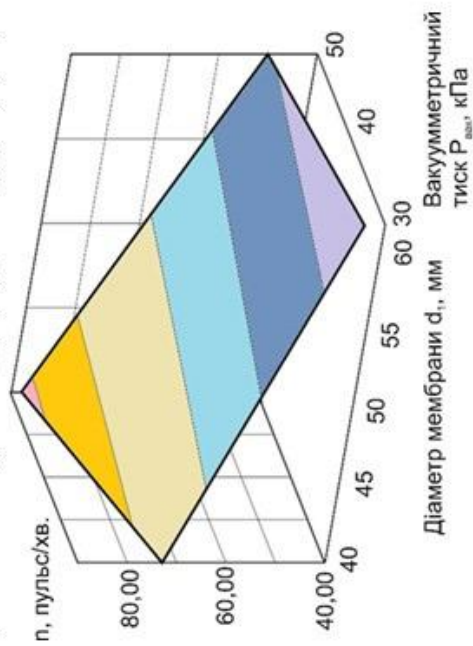
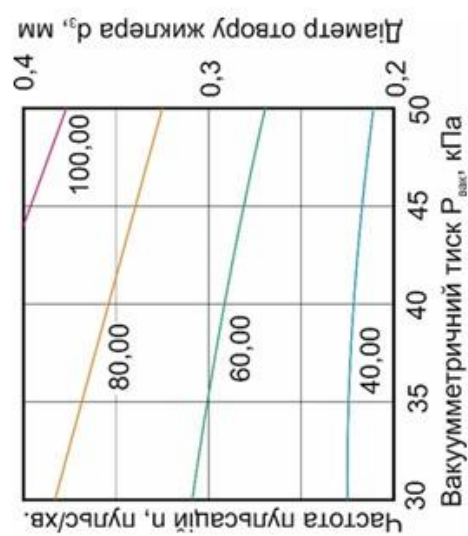
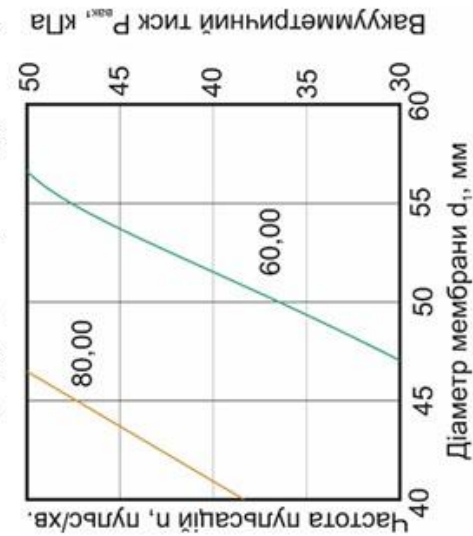


Рисунок 10 - Поверхня відлику (а) і її переріз (б) варіювання діаметра мембрани  $d_1$  і вакууметричного тиску  $P_{\text{вак}}$



## Лабораторні дослідження дойльного апарата

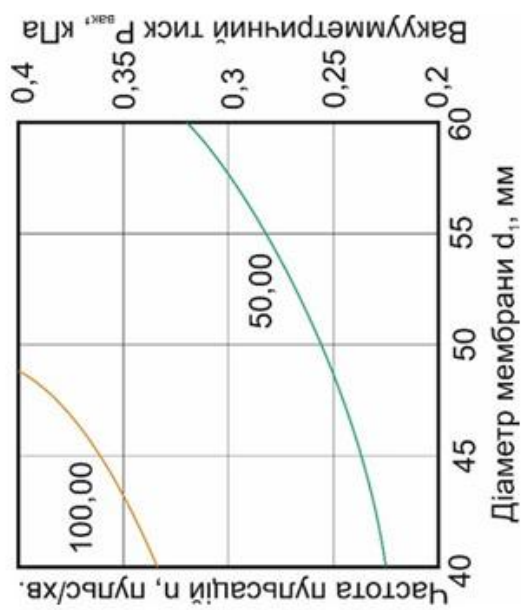
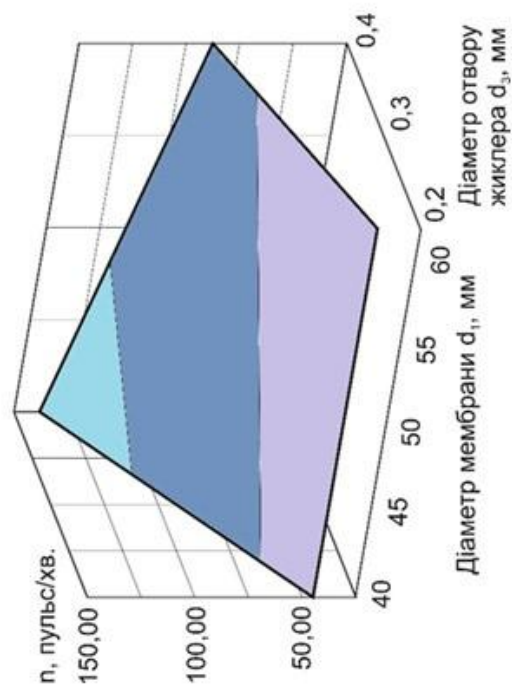


Рисунок 11 - Поверхня відлигу (а) і її переріз (б) варіювання діаметра мембрани  $d_1$  і діаметра отвору жиклера  $d_3$

Для забезпечення частоти пульсації пульсатора  $65 \pm 0,5$  пульсів на хвилину при вакуумметричному тиску  $P_{\text{вак}} = 48 \pm 0,1 \text{ кПа}$  (дойння в номінальному режимі), діаметр мембран гідропневматичного механізму пульсатора  $d_1$  має дорівнювати 50 мм, а діаметр отвору жиклера  $d_3$  має дорівнювати  $0,27 \pm 0,001$  мм. При цих конструктивних параметрах, зменшення вакуумметричного тиску до  $33 \pm 0,1 \text{ кПа}$  і перемикання пульсатора на співвідношення тактів пульсації на 44:56 забезпечує зниження частоти пульсації пульсатора до  $56 \pm 0,5$  пульсів на хвилину.



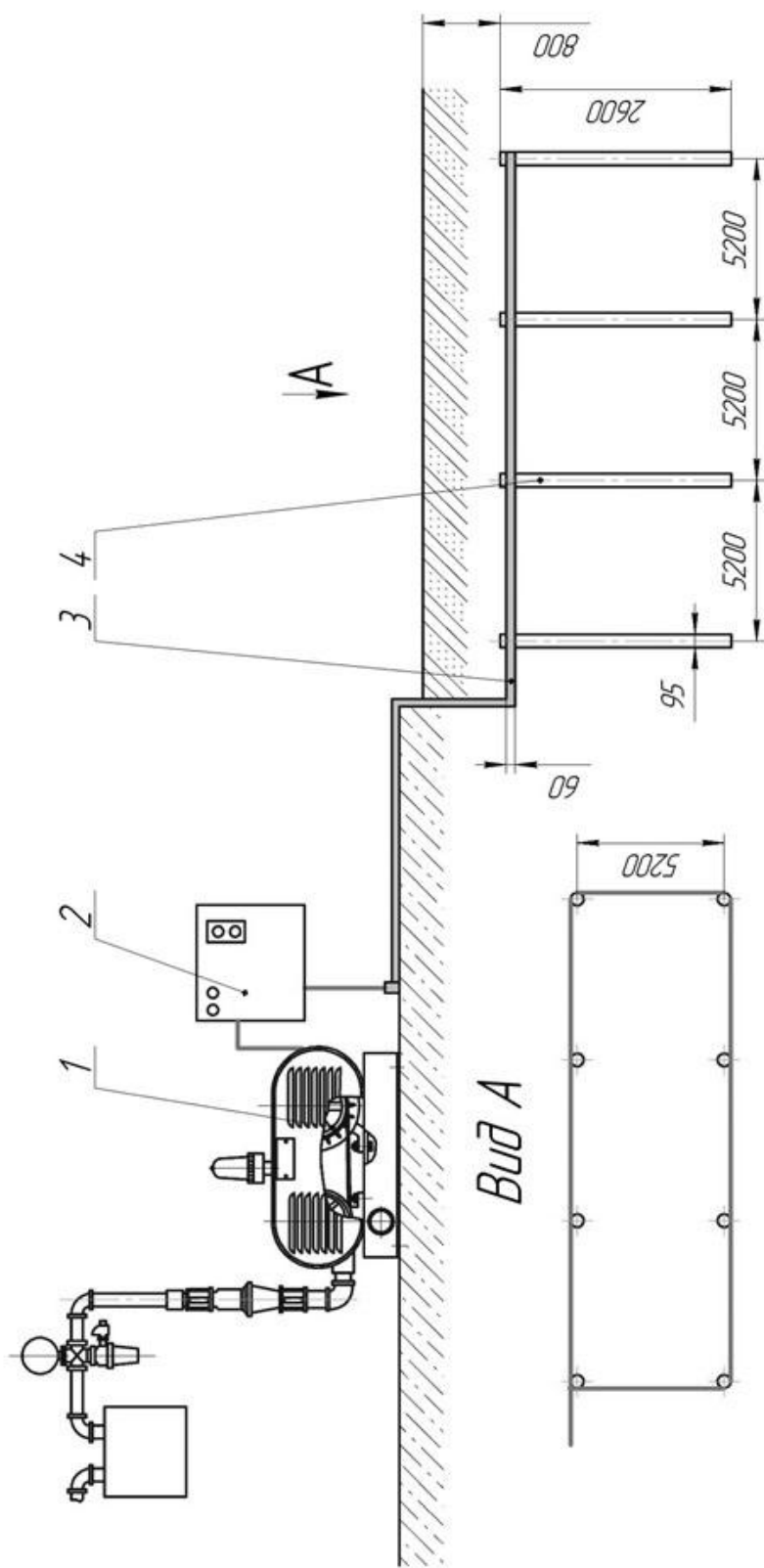


Рисунок 12 – Схема контурного захисного заземлення приводу доїльної установки: 1 – електродвигун приводу доїльної установки; 2 – блок керування; 3 – горизонтальна смуга; 4 – вертикальний заземлювач

## Показники економічної ефективності експериментального ДА

Вихідні дані	Варіанти		удосконалений у % до базового
	АД-100Б укомплектована стандартним ДА	АД-100Б укомплектована розробленим ДА	
Кількість корів на фермі, гол.	100	100	-
Середній разовий надій на корову, кг	11,3	11,9	105,3
Загальне річне виробництво молока, т	689,3	725,9	105,3
Тривалість машинного доїння на одну корову, хв.	5,8	5,2	89,7
Кількість операторів, чол.	4	4	-
Тривалість разового доїння стада, год.	2,42	2,17	89,7
Кількість доїнь на добу	2	2	-
Потужність приводу, кВт	4,0	4,0	-
Балансова вартість установки, грн.	152600	169700	111,2
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн./т	370,44	326,22	88,1
в т.ч.: витрати на електроенергію	17,56	14,95	85,1
витрати на ТО та ремонт	25,57	28,05	109,7
амортизаційні відрахування	22,14	23,38	105,6
заробітна плата	305,17	259,84	85,1
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	30480,85	-
Строк окупності капітальних вкладень, років	-	0,56	-

## Загальні висновки

1. Як свідчить аналіз стану питання, на сьогодні створено велику кількість доїльних апаратів з оригінальними технічними рішеннями того чи іншого завдання по вдосконаленню. Але, разом з тим, немає комплексного вирішення проблеми створення доїльного апарату в переносному варіанті, з максимальною відповідністю фізіології корів, або якщо є, то досить складні за конструкцією і дорого у виготовленні. Найбільш перспективними є доїльні апарати з регулюванням вакуумметричного і надлишкового тисків, частотою і співвідношенням тактів пульсатора, в яких зміна параметрів здійснюється в залежності від інтенсивності молоковіддачі, і зведено до мінімуму негативний вплив вакуумметричного тиску.
2. В результаті теоретичних досліджень гідропневматичного механізму пульсатора виявлено, що у міру збільшення діаметра мембрани спостерігається зменшення частоти пульсації пульсатора, і, навпаки, зі збільшенням діаметра отвору жиклера частота пульсації зростає. Так, при ході повзуна пульсатора 9,43 мм, що відповідає конструктивних розмірах елементів пневморозподільника, при яких забезпечується співвідношення тактів пульсатора  $K_1 = 0,8$  при доїнні в стимулюючому режимі і  $K_2 = 1,5$  при доїнні в номінальному режимі, тиск 48 кПа, інтервали варіювання діаметра отвору жиклера 0,2 ... 0,4 мм і діаметру мембрани 40 ... 60 мм, спостерігається частота пульсації в інтервалі від 13,29 до 136,69 пульс./хв., а при тиску 33 кПа - в інтервалі від 10,51 до 108,15. пульс./хв.
3. В результаті лабораторних випробувань доведено, що для забезпечення частоти пульсації пульсатора  $65 \pm 0,5$  пульсів на хвилину при вакуумметричному тиску  $P_{\text{зак}} = 48 \pm 0,1$  кПа (доїння в номінальному режимі), діаметр мембран гідропневматичного механізму пульсатора  $d_1$  має дорівнювати  $50 \pm 0,1$  мм, а діаметр отвору жиклера  $d_2$  має дорівнювати  $0,27 \pm 0,001$  мм. При цих конструктивних параметрах, зменшення вакуумметричного тиску до  $33 \pm 0,1$  кПа і перемикання пульсатора на співвідношення тактів пульсації на 44:56 забезпечує зниження частоти пульсації пульсатора до  $56 \pm 0,5$  пульсів на хвилину.
4. З використанням актуальної нормативної документації та згідно вимог охорони праці нами проведено обстеження розробленого доїльного апарата, встановлена дія безпечних та шкідливих факторів на оператора машинного доїння. Для їх уникнення запропоновано відповідні заходи та приведено правила безпечного виконання робіт.
5. Техніко-економічна оцінка обох варіантів свідчить, що застосування розробленого доїльного апарату у складі доїльної установки АД-100Б у порівнянні зі стандартним обладнанням має переваги за експлуатаційними витратами в основному за рахунок зменшення витрат праці та енергоносіїв. Строк окупності при впровадженні складе 0,56 роки, а річна економія експлуатаційних витрат становить 30480,85 грн.

**MATERIALS**  
**OF THE XIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND**  
**PRACTICAL CONFERENCE**

**CONDUCT OF MODERN SCIENCE -**  
**2020**

November 30 - December 7 , 2020

**Volume 14**

Construction and architecture  
Agriculture  
Modern information technology

SCIENCE AND EDUCATION LTD  
Registered in ENGLAND & WALES Registered Number: 08878342  
OFFICE 1, VELOCITY TOWER, 10 ST. MARY'S GATE,  
SHEFFIELD, S YORKSHIRE, ENGLAND, S1 4LR

Materials of the XIII International scientific and practical Conference  
Conduct of modern science - 2018 , November 30 - December 7 , 2020  
Construction and architecture. Agriculture. Modern information technology. :  
Sheffield. Science and education LTD -64 p.

Editor: Michael Wilson  
Manager: William Jones  
Technical worker: Daniel Brown

**Date signed for printing ,**  
For students, research workers.  
Price 3 euro

ISBN 978-966-8736-05-6

© Authors , 2020  
© SCIENCE AND EDUCATION LTD, 2020

SHEFFIELD  
SCIENCE AND EDUCATION LTD  
2020

## AGRICULTURE

### Mechanization of agriculture

к.т.н. Дудін В.Ю., магістранти Алексєєв О.С., Поляк Є.О.  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОІЛЬНОГО АПАРАТУ

Метою даних експериментальних досліджень була перевірка працездатності регулювально-розподільного вузла вакуумної системи доїльної установки. Програмою і задачами експериментальних досліджень передбачалося проведення досліджень впливу технологічних параметрів вакуумної системи (витрата повітря) на її характеристики в перехідних режимах роботи.

В ході реалізації програми досліджень для використовувалася спеціальна лабораторна установка. Лабораторна установка складається зі стєнда «доїльна установка УДМ-100» [1]. Джерело вакууму – вакуумний насос УВУ 60/45А, налаштований на продуктивність 45 м<sup>3</sup>/год. Схемою експериментальної установки передбачено також можливість зменшення, шляхом введення до базової схеми, спеціального шибєрного затвору, який дає зменшувати витрату повітря на вході до системи до 22 м<sup>3</sup>/год. В якості навантаження використовували 2 доїльних апарати – попарної дії, з колектором місткістю 150 мл та одночасної дії, з колектором 100 мл. Зазначені доїльні апарати під'єднувались до системи через вакуум-молочний кран. При цьому за допомогою датчиків тиску фіксувалася зміна вакууму в молокопроводі та вакуумі доїльника. Залиш зазначених показників здійснювали за допомогою аналогового-цифрового перетворювача NI-6008 та ПЕОМ, на якому було встановлено програмне забезпечення Power Graph. Отримані в результаті експерименту осцилограми приведені на рис. 1 та 2.

З рис. 1, а видно, що після виходу доїльної установки на робочий режим коливання вакууму в системі були в межах 1,3 кПа ( $\Delta P_1$ ), що цілком допустимо згідно зоотехнічних вимог. Під час під'єднання доїльного апарату одночасно до

молокопроводу та вакуумної мережі тиск спочатку збільшується, а потім зменшується до 54 кПа ( $\Delta t_1$ ).

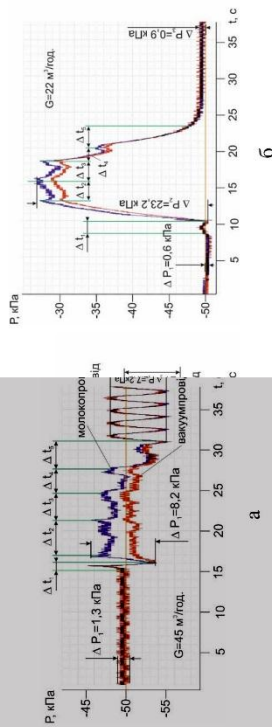


Рисунок 2 - Осцилограма зміни тиску в молокопроводі та вакуумі доїльної доїльної установки під час під'єднання доїльного апарату попарної дії за продуктивності насоса 45 (а) та 22 (б) м<sup>3</sup>/год

Піки на осцилограмі (початок відповідного моменту встановлення цього коливання вакууму у вакуумній мережі) збігаються з часом падіння вакууму в молокопроводі до рівня атмосферного тиску. Це пояснюється тим, що робоча рідина та відбувається «запірає» ділянку встановленого режиму циклічності та складають 8,2 кПа, що значно перевищує допустимі зоотехнічними вимогами межі. Ці коливання свідчать про розрівноваження системи виникає елементу.

Це пояснюється тим, що за витрати повітря 45 м<sup>3</sup>/год., мінімальному навантаженні (один доїльний апарат) та пульсаторна в системі виникає явище нестабільності встановленого вакууму. Частота коливань вакууму при цьому відповідає частоті пульсації доїльного апарату.

Зі зменшенням подачі насоса до 22 м<sup>3</sup>/год., осцилограма змінює характер (рис. 1, б). При цьому в холостому режимі роботи коливання вакууму складають 0,6 кПа, а в режимі машинного доїння система вже не входить в резонанс і всі складові працюють в режимі рівноваги, коливання вакууму при цьому складають 0,9 кПа і є цілком прийнятними. Що стосується перехідних режимів (підведення доїльного апарату), то тут, цілком закономірно, спостерігається різке зменшення рівня вакууму, яке пояснюється меншим рівнем запасу продуктивності насоса. Проте це зменшення не критичне, і триває всього біля 20 секунд, а вакуум 30 кПа достатній для утримання доїльних стаканів на дійках вимені корови.

Щодо доїльного апарату одночасної дії, то результати експериментальних досліджень з його використанням приведено на рис. 2.

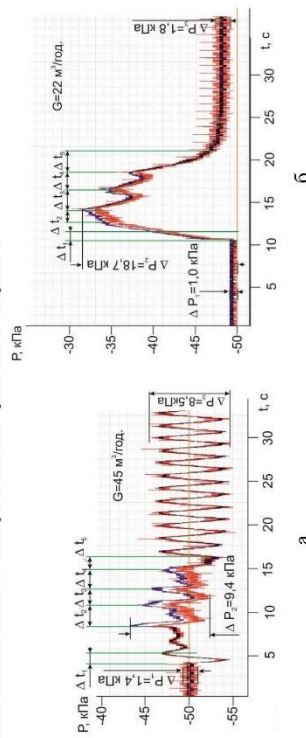


Рисунок 2 - Осцилограма зміни тиску в молокопроводі та вакуумпроводі лінійної доїльної установці під час під'єднання доїльного апарату одночасної дії за продуктивності насоса 45 (а) та 22 (б) м<sup>3</sup>/год

З аналізу рис. 2, а можна зробити наступні висновки – в холостому режимі роботи коливання вакууму залишаються в межах 1,3...1,4 кПа; під час під'єднання доїльного апарату до системи та до дійок вим'я характер коливань вакууму близький до доїльного апарату попарної дії; розбалансування системи схоже за характером та відрізняється за амплітудою та частотою. Останнє пояснюється тим, що потік робочої рідини не розподілений в часі, як у попередньому апараті – молоко відбирається одночасно з всіх чвертей, тому його потік інтенсивніший і ефект «запірання» більш яскраво виражений.

За продуктивності насоса 22 м<sup>3</sup>/год характер осцилограми також повторюється, основні відмінності це, по-перше, нижчий рівень падіння вакууму під час під'єднання доїльного апарату, що можна пояснити меншим об'ємом колектора апарату. По-друге, коливання вакууму після виходу на режим доїння вищі, ніж для попарного доїльного апарату, що пояснюється інтенсивнішим потоком молока, як і для попереднього випадку.

Таким чином можна стверджувати, що:

1. За витрати повітря 45 м<sup>3</sup>/год., мінімальному навантаженні (одни доїльний апарат) та зворотній дії на рівновагу системи з боку пульсатора в системі виникає явище резонансу і регулятор не може забезпечити стабільності встановленого вакууму. Частота коливань вакууму при цьому відповідає частоті пульсації доїльного апарата, а амплітуда сягає 8,2 кПа, що в три рази перевищує межі, встановлені зоотехнічними вимогами.

2. За витрати повітря 22 м<sup>3</sup>/год. осцилограма змінює характер, при цьому в холостому режимі роботи коливання вакууму складають 0,6 кПа, а в режимі машинного доїння система вже не входить в резонанс і всі складові працюють в режимі рівноваги, коливання вакууму при цьому складають 0,9 кПа і є цілком прийнятними.

Література:

1. Линник Ю.О. Экспериментальні дослідження процесу переміщення молочко-повітряної суміші в доїльній установці з верхнім молокопроводом/ Ю.О. Линник, В.Ю. Дулін, Е.Б. Алієв // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2015. – Вип. 157. – С. 146-152.

## CONTENTS

### CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

The architectural decision of objects construction and reconstruction Жаппарова А.К. ЭКОДИЗАЙНДАҒЫ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР .....	3
Modern construction technology, reconstruction and restoration Шаяматов Н.Г., Муздыбаева Т.К ҚҰРАСТЫРМАЛЫ ҚҰРЫЛЫСТЫҢ ТАРИХЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ .....	6
Modern construction materials Астахова Н.В., Ярема Р.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМИ КОМПЛЕКСАМИ .....	10
Коверніченко Л.М., Волкова В.А. УТРИМАННЯ ВОЛОГИ В БЕТОНІ .....	13
Шинкевич Е.С., Плит А.Д. ВЛИЯНИЕ ФМ НА ВОДУ ЗАТВОРЕНИЯ И ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ .....	16
Татаренко Н.Н., Альшанова В.В. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОНА .....	20
Татаренко М.М., Байбарак І.С., Татаренко А.М. ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ, ЯК ЗАПОРУКА БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРОМАДСЬКИХ І ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ .....	23
Хільченко О.П., Тороповська Ю.С. ВЛАСТИВОСТІ ПОРИСТОГО ЗАПВНЮВАЧА – СИЛУРОПОРОПОРИТУ ІЗ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ .....	26
Хільченко О.П., Токар А.В. ФИЗИКО-ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СИЛУРОПОРИТОБЕТОНІВ .....	29
Шишкіна О.О. ПІНОБЕТОНИ .....	32
Шишкіна А.А. ПРИНЦИПИ ПОЛУЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ МИНЕРАЛЬНО- ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ .....	35

### AGRICULTURE

Mechanization of agriculture Дудін В.Ю., Алексєєв О.С., Полях Є.О. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОІЛЬНОГО АПАРАТА .....	37
Дудін В.Ю., Колісник С.Ю., Калько І.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ КОРМІВ .....	41