

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Механіко-технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
кафедра охорони ґрані та біотехнічних  
систем у тваринництві  
Хмельовський В.С.  
(підпис) (ПІБ)  
“ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Обґрунтування комплекту машин для МТФ з  
дослідження вакуумного насосу доїльної установки

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»  
Освітня програма – Агроінженерія  
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми  
Д.т.н., С.Н.С.  
(науковий ступінь та вчене звання)  
Братішко В.В.  
(підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської роботи  
К.Т.Н.  
(науковий ступінь та вчене звання)  
Потапова С.Є.  
(підпис) (ПІБ)

Виконав

..... (підпис)

Онопрієнко Олександр Олександрович  
(ПІБ студента)

КІЇВ – 2021

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

НУБІП України

д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПІБ)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

НУБІП України

на виконання магістерської роботи студенту

Онопрієнку Олександрю Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність:

208 «Агрінженерія»

(код і назва)

Тема магістерської роботи: Обґрунтування комплексу машин для МТФ з дослідження вакуумного насосу доїльної установки

НУБІП України

затверджена наказом ректора НУБІП України від "01" лютого 2021р. №189 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Перелік питань, які потрібно розробити

Перелік графічних документів (за потреби)

НУБІП України

Дата видачі завдання " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р.

НУБІП України

Керівник магістерської роботи

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Потапова С.Є.  
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Онопрієнко О.О.  
(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Обґрунтування комплексу машин для МТФ з дослідження вакуумного насосу доїльної установки».

Робота складається з вступу, 5 розділів, висновків та списку використаних літературних джерел. Викладена на 75 сторінках комп'ютерного тексту, містить 11 таблиць, 35 рисунків.

Мета роботи – підвищення ефективності процесу виробництва молока шляхом вибору оптимального комплексу машин та удосконалення існуючої технології доїння корів.

Об'єкт дослідження – двороторний вакуумний насос і його робочий процес.

Предмет дослідження – встановлення залежності стабільності вакуумного режиму малогабаритних доїльних установок від параметрів двороторного вакуумного насоса.

Розроблено генеральний план сімейної ферми, запропоновано комплекти машин для комплексної механізації основних технологічних процесів виробництва молока. Запропоновано схему двороторного двозубового вакуумного насоса з евольвентним профілем зубів і западин роторів та проведені дослідження процесу його роботи. Розроблено заходи з покращення стану охорони праці та техніки безпеки при роботі доїльної установки та проведено економічну оцінку.

**Ключові слова:** сімейна ферма, вакуумний насос, пересувна доїльна установка, вакуумний режим.

# НУБІП України

ВСТУП

8

## 1 ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

10

### ГОСПОДАРСТВА

# НУБІП України

1.1. Загальна характеристика господарства

10

1.2. Існуюча технологія виробництва тваринницької продукції

12

1.3. Обґрунтування теми роботи

13

# НУБІП України

## 2 ВИБІР КОМПЛЕКТУ МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

15

2.1. Розробка генерального плану ферми

15

2.2. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу  
водопостачання

20

# НУБІП України

2.3. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу  
прибирання гною

23

2.4. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу  
приготування кормів

24

# НУБІП України

2.5. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу  
роздавання кормів

26

2.6. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу  
доїння

28

2.7. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу  
первинної обробки молока

30

# НУБІП України

## 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМНОГО НАСОСУ

32

3.1. Аналіз конструкцій малогабаритних доїльних установок

32

3.2. Огляд конструкцій вакуумних насосів доїльних установок і їх  
класифікація

41

# НУБІП України

3.3. Обґрунтування конструктивно-функціональної схеми  
двороторного насоса

49

3.4. Дослідження двороторного вакуумного насоса

51

# НУБІП України

## **4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ** 59

4.1 Розрахунок капіталовкладень 60

4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань 62

4.3. Розрахунок експлуатаційних затрат 64

# НУБІП України

## **5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ** 66

5.1. Загальні положення 66

5.2. Аналіз небезпечних ситуацій 69

# НУБІП України

**ВИСНОВКИ** 71

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ** 72

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

В умовах поступового реформування аграрного сектору економіки України поряд з великотоварним виробництвом молока почали розвиватись малі ферми, які забезпечують не лише збільшення виробництва продукції, а й дозволяють вирішити соціально-економічні проблеми, зокрема підвищити рівень життя сільського населення та створити нові робочі місця на селі.

# НУБІП України

На практиці створення малих ферм з виробництва молока відбувається в умовах наявних можливостей господарств, які використовують різні типи старих тваринницьких будівель. У зв'язку з цим

# НУБІП України

ні технологія виробництва, ні системи утримання та годівлі корів і моподняку великої рогатої худоби не відповідають сучасним вимогам, що призводить до великих затрат праці та кормів на одиницю продукції. Крім того, робота на таких фермах є неprestижною, особливо для молоді.

# НУБІП України

У відповідності із заходами державної регуляторної політики та підтримки в Україні діє Національний проєкт «Відроджене скотаретво» [1], метою якого є забезпечення продовольчої безпеки держави в частині виробництва молочної продукції та яловичини, розвиток сільських територій,

# НУБІП України

збільшення експортного потенціалу галузі тваринництва. У ньому передбачено розвиток фермерських та особистих селянських господарств (ОСГ) насамперед за рахунок збільшення у 2,5 рази кількості ОСГ, в яких утримують три і більше корів, розробки типових проєктів малих ферм

# НУБІП України

родинного типу на 8-15 корів, реалізації пілотних проєктів молочних ферм на 20 і 50 корів.

У зв'язку з цим надзвичайно важливим на сьогодні є питання створення малих ферм з виробництва молока, які б відповідали сучасним вимогам та європейським нормам.

# НУБІП України

На часі — нарощування виробництва продукції тваринництва в Україні, де особливого значення набувають заходи з розроблення тваринницьких ферм сімейного типу для приватних селянських господарств, які в своїй

діяльності дотримуються принципів малого і середнього аграрного бізнесу.

Проектуючи сучасні тваринницькі будівлі, важливо забезпечити сприятливі умови для утримання молочної худоби.

Відомо, що у загальній структурі виробництва молока в Україні переважна більшість продукції припадає на приватні господарства населення.

Тому, поряд з розвитком великотоварного виробництва молока потрібно сприяти особистим селянським господарствам у створенні сімейних молочних ферм, а тут важлива як державна підтримка, так і залучення інвестицій.

З метою подальшого запровадження ефективних державних регуляторних механізмів аграрної галузі, підтримки малих і середніх виробників в Україні проводять здешевлення кредитів для фермерських господарств, здійснюють розроблення цільової програми підтримки фермерства [1], зроблено законодавчі кроки у напрямку розвитку сімейних ферм [2].

Останнім часом сімейні молочні ферми поступово набувають поширення в Україні. Крім Дніпропетровщини, де здійснено заходи з впровадження сучасних сімейних молочних ферм [3], активізувалась робота у цьому напрямку і в інших областях. На Полтавщині - в Оржицькому та Решетилівському районах - нещодавно відкрили дві сімейні ферми на 20 корів кожна за підтримки Міжнародного благодійного фонду «Добробут громад» [4], у Львівській області у кінці 2016 року введені в експлуатацію чотири сімейні молочні міні-ферми на 5-6 корів кожна за участю канадських інвесторів [5], відкриті перші сімейні молочні ферми в Запорізькій і Херсонській областях за підтримки фірми «Danone», певні заходи щодо створення малих молочних ферм проводять у Тернопільській, Волинській, Кіровоградській, Чернігівській областях.

# 1. ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

# НУБІП України

## 1.1. Загальна характеристика господарства

Сімейна ферма ПП «Зірка» знаходиться в центральній частині України у с. Хлистунівка, Городищенського району, Черкаської області. Віддаль до районного центру м. Городище - 10 км.

Віддаль до обласного центру м. Черкаси – 75 км.

Віддаль до залізничної станції м. Городище – 10 км.

Сільськогосподарські угіддя мають ґрунт, і відповідно до основних правил агротехніки можна отримати високоурожайні культури. Основними типами ґрунтів, які зустрічаються на землі Хлистунівського сільського комітету, є сіро-піщаний та зольний ґрунт.

Вигідне розташування господарства по відношенню до автомобільних і залізниць дозволяє здійснювати продаж сільськогосподарської продукції та забезпечувати при необхідності насіння, паливно-мастильні матеріали, добрива, засоби захисту рослин, експлуатаційні матеріали та запасні частини.

За кліматичними умовами господарство ПП «Зірка» Городищенського району Черкаської області відноситься до зони з помірно-континентальним кліматом. Середньомісячна і середньорічна температура повітря приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.- Середньомісячна і середньорічна температура повітря.

Середньомісячна і середньорічна температура повітря, ° С

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	за рік
-6,7	-4,4	-0,5	6,6	18,7	27,1	29,4	28,8	24,0	14,3	1,8	-3,1	6,9

Як видно із даних табл. 1.1. максимальна температура спостерігається в липні місяці - +29,4 °С, а мінімальна в січні -6,7 °С. Дані середньо-місячних



температур показують, що вегетаційний період розвитку рослин починається в квітні місяці і продовжується аж до листопада, тобто 210-215 днів, що забезпечує розвиток практично всіх сільськогосподарських культур, районованих в зоні господарства.

Весняно-польові роботи в господарстві починаються в перших числах квітня і проводяться до початку жовтня. Середньорічна кількість опадів - 580 мм. Аналіз даних, що характеризують опади за окремі роки і періоди, показує, що випадання їх проходить дуже нерівномірно, як по окремим рокам, так і по періодам року.

Кількість великої рогатої худоби на сімейній молочної фермі складає 30 гол., у тому числі 15 корів, що становить 50 % від загального поголів'я худоби. Структура поголів'я приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Структура стада сімейної молочної ферми на 15 корів

Вікова і технологічна група	Голів	%
Велика рогата худоба	30	100,0
Корови	15	50,0
В т. ч. за групами:		
сухостійні	1	3,3
отелення	2	6,7
роздоювання і штучного осіменіння	4	13,3
виробництва молока	8	26,7
нетелі	3	10,0
телиці старші 12 міс.	4	13,3
телиці до 12 міс.	8	26,7

Основний напрямок виробничої діяльності підприємства виробництво молока та яловичини (молодняк бичків, вибракувані тварини).

Реалізаційні ціни на продукцію: молоко - 900 грн/ц, яловичина - 3500 грн/ц. Вартість закупки одної голови нетелей - 52000 грн (1800 Євро) за умов

постачання імпортного поголів'я, з Франції чи Німеччини. Для відтворення поголів'я тварин стада на сімейній фермі використовують штучне осіменіння.

На сімейній фермі ПП «Зірка» працює 3 чол.

## 1.2. Існуюча технологія виробництва тваринницької продукції

На території сімейної молочної ферми ПП «Зірка» знаходяться: тваринницьку будівлю для утримання корів і молодняка великої рогатої худоби; кормовий майданчик; гноєвоиральний майданчик; підсобне приміщення для зберігання техніки та інвентарю; свердловину; захисну смугу дерев і кущів навколо тваринницького об'єкта.

Продуктивність молочної стада 8000 кг молока на корову за рік. Отриманий приплід телиць з розрахунку 14 телят на 15 корів використовують для власного відтворення стада, новонароджених бичків реалізують. Середньодобові прирости ремонтних телиць віком до одного року становлять 780 г, а старших одного року - 700 г. Вік першого осіменіння телиць - 16-18 міс. Жива маса телиць під час першого осіменіння - 390-410 кг. Бракування і замін основного стада корів протягом року - 20 %. Збереження поголів'я - 98 %. Продукція ферми: молоко; яловичина (молодняк бичків, вибракувані тварини). Норми впоювання незбираного

молока для ремонтних телиць - 200 кг, замінників незбираного молока - 250 кг. Витрати кормів на виробництво одної ц продукції: молоко - 1 ц к. од., приріст живої маси молодняка - 7,6 ц к. од.

Загальна річна потреба в кормах для функціонування сімейної молочної ферми становить 1627,3 ц од., для їх виробництва необхідно 24 га земельні угідь. В таблиці 1.3 приведено раціон для годівлі тварин.

Для первинної обробки молока на сімейній фермі використовують танк-охолоджувач молока місткістю 450 л. Корм тваринам роздають з використанням енергетичного засобу (міні-трактора), агреатованого відповідними знаряддями. Види кормів: сіно, солома, силос, сінаж, концентрати.

Напувають тварин з групових напувалок з можливістю підігрівання води. Вода до напувалок надходить зі свердловини.

Доять корів у доїльному залі у двох доїльних станках індивідуальними доїльною установкою УІД-20.

Таблиця 1.3. - Добовий раціон годівлі ВРХ

Корми	Вікові групи тварин	
	Корови	Нетелі
Сіно	6	5
Солома	1	1
Силос	30	20
Сінаж	4	4
Концкорми	3,5	2
Сіль кухонна, г	100	50

Для обмивання вимені корів використовують розбризкувач води.

Теплу воду температурою 40 - 45 °С до траншеї для оператора в доїльному залі подають по водонепровідній мережі від водонагрівача, розміщеного з молочному відділенні. Доїльний зал і молочне відділення мають окрему від системи видалення гною каналізаційну систему для відведення й утилізації стічних вод.

Для прибирання гною з тваринницької будівлі використовують скреперну установку, поперечний і вивантажувальний транспортери. Для підстилки використовують подрібнену соломку з розрахунку 1,0 кг/гол. на добу.

Для підстилки використовують соломку з розрахунку 0,5 кг/гол. на добу. Для внесення підстилки, а також для інших господарських потреб на фермі використовують енергетичний засіб (міні-трактор), агрегований

відповідними знаряддями.

# НУБІП України

## 1.3 Обґрунтування теми роботи

НУБІП України

У підвищенні обсягів виробництва молока значне місце відводиться вдосконаленню машинного доїння корів. В даний час більша його частина

виробляється на малими господарськими структурами, сімейними та особистими селянськими господарствами. В майбутньому їх значимість в молочному тваринництві залишиться досить високою.

НУБІП України

Однак в малих господарських формуваннях існує ряд проблем, серед яких недостатня механізація машинного доїння корів і засобів створення вакууму в них.

НУБІП України

Стабільність рівня вакууму в технологічних лініях доїльних установок різних конструкцій визначає ефективність роботи доїльного обладнання та процесу машинного доїння в цілому.

НУБІП України

Існуючі малогабаритні доїльні установки для ферм таких господарств оснащені в основному ротаційними пластинчастими вакуумними насосами, що мають обмежений ресурс роботи через конструктивні недоліки і створюють значний шум при доїнні.

НУБІП України

У зв'язку з цим дослідження щодо використання в машинному доїнні малогабаритних вакуумних насосів, що забезпечують більш стабільний вакуумний режим в доїльних установках, є досить актуальними.

НУБІП України

## 2. ВИБІР КОМПЛЕКТУ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

### 2.1. Розробка генерального плану ферми

Сімейна молочна ферма на 15 корів - це сучасно обладнана ферма замкнутого циклу виробництва продукції з інфраструктурою та використанням міні-техніки для виконання окремих технологічних операцій.

Для формування стада корів з продуктивністю 8 тисяч кг молока за рік необхідна закупівля нетелей у кількості 15 голів з високим генетичним потенціалом. Після завершення формування стада його відтворення здійснюється за рахунок власного ремонтного молодняка.

На території сімейної молочної ферми слід передбачити: тваринницьку будівлю для утримання корів і молодняка великої рогатої худоби, кормовий майданчик, гноєзбиральний майданчик, підсобне приміщення для зберігання техніки та інвентарю, свердловину, захисну смугу дерев і кущів навколо тваринницького об'єкта. Загальний вигляд розміщення об'єктів на території молочної ферми наведений на рис. 2.1.

Відомо, що мала молочна ферма, як і інші ферми, вимагає наявності інфраструктури, тобто додаткових споруд, зокрема для заготівлі і зберігання силосу, сінажу, сіна, соломи тощо. У зв'язку з цим, нами запропоновано на території молочної ферми додатково до основного приміщення розмістити траншею для силосу, сінажу, ангар для сіна, соломи, гноєзбиральний майданчик тощо.

Заїзд на ферму можливий з чотирьох боків. Всі проїзди і площадки мають тверде покриття, вільна від будівель і доріг територія обсаджена деревами і кущами. Всі будівлі мають під своєю основою фундамент, що забезпечує стіни приміщень від вологи та осідання.

Тваринницькі приміщення мають відповідати зоотехнічним вимогам по утриманню тварин. Вони мають бути обладнані системами вентиляції, штучного

освітлення, автоматичної подачі води до напувалок, видалення гною механічними засобами.

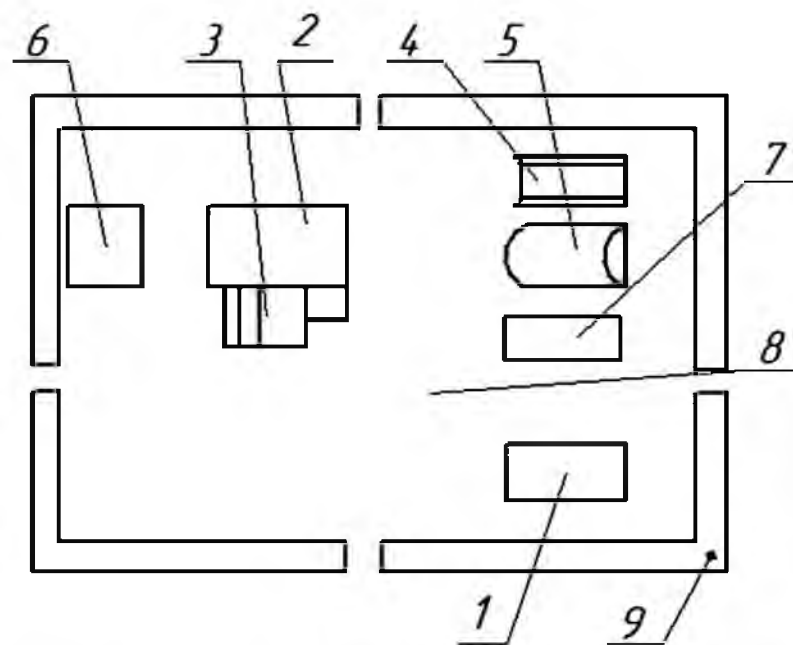


Рис. 21. - План ферми для утримання 15 корів (загальний вигляд).

1 - житловий будинок фермера; 2 - тваринницька будівля для утримання корів і молодняка великої рогатої худоби; 3 - вигульні майданчики для тварин; 4 - траншея для силосу, сінажу; 5 - ангар для сіна, соломи; 6 - майданчик для збирання гною; 7 - підсобне приміщення для зберігання техніки, інвентарю, концентрованих кормів тощо; 8 - свердловина; 9 - смуга дерев та кущів навколо тваринницького об'єкта.

Тваринницька будівля галерейного типу має такі розміри: ширина - 15 м, довжина - 30,6 м, висота - 5 м. Це досить компактна легкозбірна тваринницька будівля на залізобетонному фундаменті, каркас якої складається з металевих та дерев'яних конструкцій. Торці будівлі покриті сендвіч-панелями, стіни зведені з шлакоблоків, обладнані боковими вентиляційними шторами у верхній третині та вікнами з можливістю провітрювання приміщення. Для каркасу даху зі світло-вентиляційним гребенем використовують конструкції з дерева з додатковими металевими опорами дах покривають профнастилом.

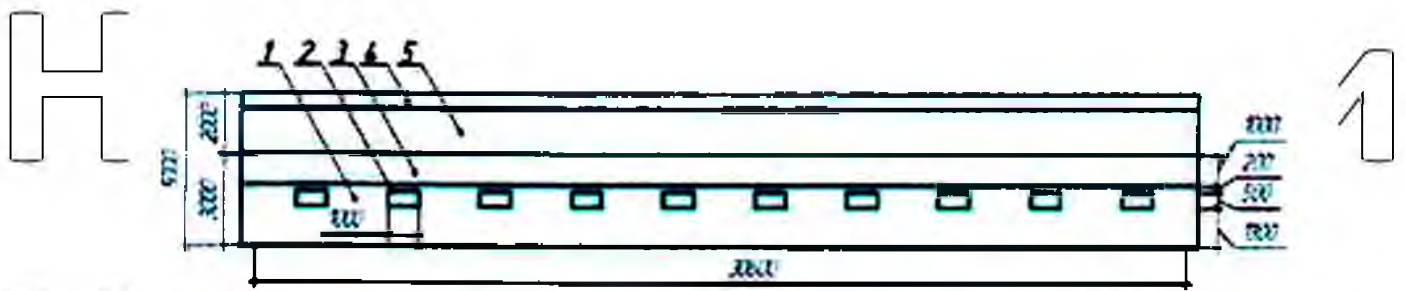


Рис. 2.2. - Корівник для утримання 15 корів (фасад);

1 - стіна з шлакоблоків; 2 - вікна металопластикові з можливістю вентиляції повітря в приміщенні; 3 - штори бокові вентиляційні у верхній третині площі стіни; 4 - світло-вентиляційний гребінь; 5 - перекриття даху з металевих і дерев'яних конструкцій, покрівля з профнастилу

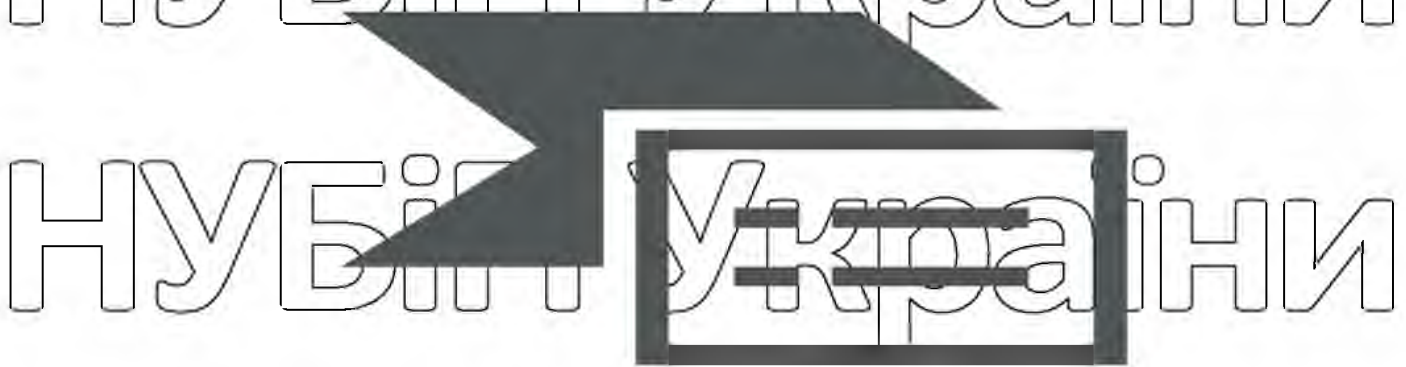


Рис. 2.3. - Корівник для утримання 15 корів (торець)

1 - покриття із сендвіч-панелей; 2 - ворота-ролетти; 3 - світло-вентиляційний гребінь; 4 - перекриття даху з металевих і дерев'яних конструкцій, покрівля з профнастилу

Висота воріт-ролетів на в'їзді в корівник - 3,0 м. У приміщенні повинно бути передбачене штучне освітлення, оскільки згідно з вимогами директиви Ради ЄС 98/58 не допускається утримання тварин постійно в темряві.

Належний мікроклімат у тваринницькій будівлі підтримують боковими вентиляційними шторами верхній третині площі стіни, вікнами з можливістю провітрювання приміщення та світловентиляційним гребенем

Спосіб утримання корів і молодняка великої рогатої худоби - безприв'язний.



Рис. 2.4. - Корівник для утримання 15 корів (поперечний переріз)

1 - галерея; 2 - кормовий стіл; 3 - бокс для відпочинку корів; 4 - огороження боксу для відпочинку корів; 5 - кормо-гноювий прохід; 6 - гноювий прохід; 7 - стіна з шлакоблоків; 8 - вікна металопластикові з можливістю вентиляції повітря в приміщенні; 9 - штори бокові вентиляційні у верхній третині площі стіни; 10 - світловентиляційний гребінь; 11 - терекриття даху з металевих і дерев'яних конструкцій, покрівля з профнастилу; 12 - стовпи опорні металеві

Розміри технологічних площ для утримання тварин наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. - Розміри технологічних площ для утримання тварин

Вікова і технологічна група	Розміри технологічних площ для утримання та обслуговування молочної худоби			
	довжина, м	ширина, м	площа, м <sup>2</sup>	площа на 1 гол., м <sup>2</sup>
Корови (15 гол.)	14,6	10,3	150,3	10,0
у тому числі: бокс для відпочинку корів	2,3	1,2	2,8	2,8
Нетелі (3 гол.) і телиці віком старші 12 міс. (4 гол.)	4,5	11,0	49,5	7,0
Телиці віком до 12 міс. (8 гол)	3,0	11,0	33,0	4,1
Клітка для новонароджених	1,0	0,5	0,5	0,5



телят

У тваринницькій будівлі передбачені такі секції: для утримання корів, для утримання нетелей і телиць віком старших 12 міс., для телиць віком до 12 міс.

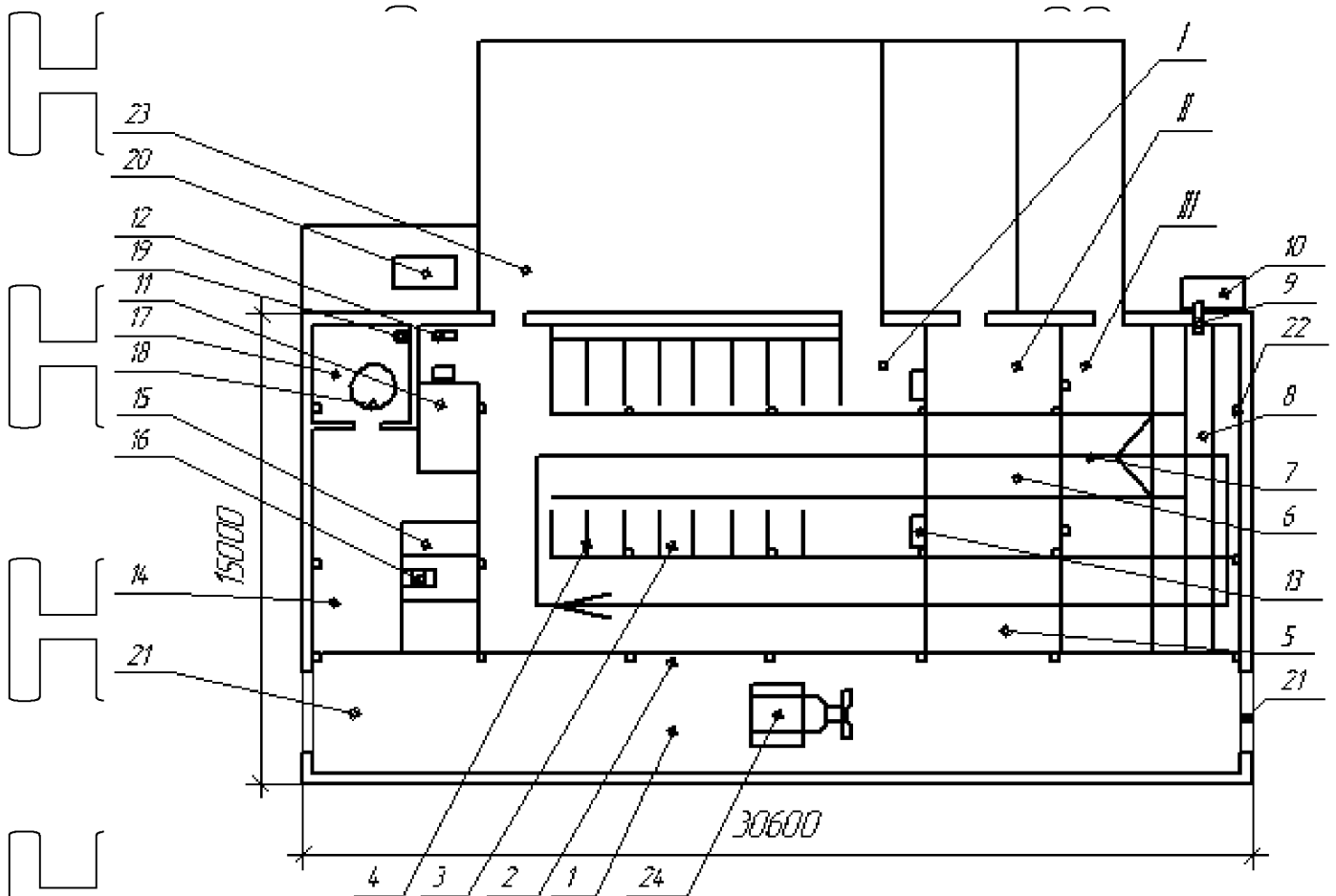


Рис. 2.5. План корівника для утримання 15 корів. I - секція для утримання корів; II - секція для утримання нетелей і телиць старших одного року; III - секція для утримання телиць віком до одного року; 1 - галерея; 2 - кормовий стіл; 3 - бокс для відпочинку корів; 4 - огороження боксу для відпочинку корів; 5 - кормо-гнойовий прохід; 6 - гнойовий прохід; 7 - екреперна установка для прибирання гною; 8 - поперечний транспортер для видалення гною; 9 - вивантажувальний транспортер для гною; 10 - причіп тракторний; 11 - денник для отелення корів; 12 - клітка для новонароджених телят; 13 - напувалка групова; 14 - доїльний зал; 15 - етанок доїльний; 16 - граншея для оператора машинного доїння корів; 17 - молочне відділення; 18 - танк-

охолоджувач молока; 19 - водонагрівач; 20 - станок ветеринарний; 21 - ворота-ролети; 22 - стовпи опорні металеві; 23 - вигульні майданчики для тварин; 24 - енергетичний засіб (міні-трактор) агрегатований відповідними знаряддями.

У приміщенні також розташовані: денник для отелення корів, дві клітки для новонароджених телят, доїльний зал з двома доїльними станками, молочне відділення. Розміри денника для отелення корів і нетелей: довжина 3,0 м ширина 2,0 м, площа 6,0 м<sup>2</sup>; ширина галереї з кормовим столом - 4,0 м; ширина кормо-гнойового проходу - 3,0 м; ширина гнойового проходу - 2,7 м.

Розміри вигульних майданчиків з твердим покриттям біля тваринницької будівлі розраховують, виходячи з норми в середньому 7,8 м<sup>2</sup> на одну корову, 3,9 - 5,7 м<sup>2</sup> на одну голову молодняка великої рогатої худоби.

Біля вигульного майданчика під навісом розташований ветеринарний станок.

На кормовому майданчику передбачають траншеї для силосу та сінажу, а також ангар для сіна і соломи.

Гній з ферми накопичують на гнойовому майданчику.

## 2.2. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу

### водопостачання

Щоб корова могла дати 1 літр якісного молока, вона повинна випити не менше 3 літрів чистої свіжої води. Добова норма для тварини становить до 90 літрів води. У зв'язку з цим корисною функцією обладнання для напування ВРХ є автоматизація такого процесу. Тварини будуть своєчасно отримувати воду і збагачувати свій організм корисними елементами.

Основні елементи лінії водопостачання та напування – насос, водонапірна споруда та напувалки. Розрахунок системи водопостачання проводять виходячи з добової потреби води на фермі.

$$Q_{доб} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m_i \quad (2.1)$$

де  $g_i$  - середньодобова норма витрат води одним споживачем  $i$ -ї групи (для дійних корів приймаємо  $g_1 = 90$  л на 1 голову для дійних корів та  $g_2 = 50$  л на 1 голову для нетелей);  $m_i$  - кількість споживачів  $i$ -ї групи;  $n$  - кількість груп споживачів з однаковими нормами водоспоживання.

$$Q_{доб} = 90 \cdot 15 + 50 \cdot 15 = 2100 \text{ л}$$

У зв'язку з тим, що вода на протязі доби витрачається нерівномірно, визначають її максимальну добову витрату:

$$Q_{доб.маx} = Q_{доб} \cdot \alpha_d \quad (2.2)$$

де  $\alpha_d$  - коефіцієнт добової нерівномірності витрати води, приймаємо  $\alpha_d = 1,3$ ;

$$Q_{доб.маx} = 2100 \cdot 1,3 = 2730 \text{ л}$$

Максимальна годинна витрата води:

$$Q_{год.маx} = \frac{Q_{доб.маx} \cdot \alpha_r}{24} \quad (2.3)$$

де  $\alpha_r$  - коефіцієнт годинної нерівномірності витрати води,  $\alpha_r = 2 \dots 2,5$ .

$$Q_{г\ddot{a}.маx} = \frac{2730 \cdot 2,2}{24} = 250,25 \text{ л}$$

Спрощено водонапірну башту визначаємо за місткістю резервуара:

$$V_{рез} = (0,15 \dots 0,2) \cdot Q_{доб.маx} \quad (2.6)$$

$$V_{рез} = 0,2 \cdot 2730 = 546 \text{ л} \approx 0,5 \text{ м}^3$$

Приймаємо збірно-блокову башту БР-15У з місткістю резервуара 15 м<sup>3</sup>.

Вода на ферму буде надходити з свердловини, тому що таке джерело має мінімальне коливання рівня та забезпечує високу якість води.

Продуктивність насоса визначають за максимальними витратами води на фермі.

$$Q_n = \frac{Q_{\text{доб. max}}}{T_n}, \quad (2.7)$$

де  $T_n$  - тривалість роботи насоса протягом доби. Рекомендується приймати не більше 14-16 год.

$$Q_i = \frac{2,734}{2} = 1,365 \approx 1,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибираємо заливний відцентровий насос ЕЦВ 5-4-75 (подача 0,74-0,45 м<sup>3</sup>/год, повний напір 0,74-0,45 МПа, потужність електродвигуна 0,75 кВт).

Для напування тварин обираємо поплавкову напувалку SUEVIA 6523 (рис. 2.6).

- Двостінна термо-ванна з високоякісного поліетилену, стійкого до ультрафіолету, для монтажу на підлозі
- Довжина 2,3 м, ємність 160 л.
- Міцна конструкція і надійна термоізоляція поїлки забезпечує прохолодну воду влітку і запобігає замерзанню води взимку
- Ванна з похилим дном і великим зливним створом забезпечує швидкий злив і очищення поїлки. Зливний отвір закривається пробкою.



Рис. 2.6. Поплавкова напувалка з електро-підігрівом SUEVIA 6523

Напувалка оснащена поплавковим клапаном, що забезпечує високу швидкість подачі води - до 40 л/хв

Підключення до електромережі здійснюється через понижуючий трансформатор SUEVIA 230/24 В. Для захисту від замерзання водопровідних труб гупикового водопроводу їх обмотують термошнуром 24В: довжина 2 м (20 Вт).

Напувалка розрахована на 10-15 тварин.

Необхідну кількість напувалок розраховують за формулою [33]:

$$n = \frac{m}{m_1}, \quad (2.8)$$

де  $m$  - кількість тварин даної групи, голів;  $m_1$  - кількість голів, що обслуговується однією напувалкою.

$$n = \frac{30}{15} = 2 \text{ напувалки.}$$

### 2.3. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу

#### прибирання гною

Видалення гною з корівника є одним з найбільш трудомістких процесів при утриманні ВРХ. Дана робота займає майже 50% від трудових витрат. Крім цього, видаляти гній з корівника необхідно регулярно. У зв'язку з цим багато тваринницьких ферм переходять на гносприбиральні транспортери.

У випадку прив'язного утримання корів із застосуванням підстилки добовий вихід гною на фермі складає [33]:

$$W_d = m(g_r + g_p + g_n), \quad (2.9)$$

Де  $t$  – кількість тварин у приміщенні,  $g_r$  – добовий вихід гною від однієї тварини, кг;  $g_p$  – добовий вихід рідини від однієї тварини, кг  $g_n$  – добова норма підстилки на одну тварину, кг.

Кількість транспортерів в одному приміщенні визначається

типовим проектом. У даному випадку використовують скреперну установку типу УС. Загальна кількість установок на фермі визначається з виразу:

$$n = n_1 L, \quad (2.11)$$

де  $n_1$  – кількість конвеєрів у одному приміщенні,  $L$  – кількість тваринницьких приміщень на фермі.

$$n = 1 \cdot 1 = 1 \text{ конвеєр.}$$

Отже, для даної ферми потрібна одна скреперна установка типу УС.

## 2.4. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу приготування кормів

Виходячи з існуючого поголів'я тварин і прийнятих добових раціонів кормів приводимо розрахунок потреби їх для корів на протязі доби.

Добова потреба в кормах кожного виду визначається за формулою [33]:

$$G_1 = m_1 \times a_1 + m_2 \times a_2 + \dots + m_n \times a_n, \text{ кг} \quad (2.12)$$

де  $m_1, m_2, \dots, m_n$  – кількість тварин кожного виду та вікової групи;

$a_1, a_2, \dots, a_n$  – добова норма корму на одну голову відповідної групи, кг.

За цією формулою визначаємо кількість кормів кожного виду.

Результати підрахунків приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3.

## Добова потреба в кормах

Поголів'я тварин	голів	Види кормів					Всього
		Комбікорми, кг	Сіно, кг	Силос, кг	Стіж, кг	Солома, кг	
Корови дійні	160	960	800	4000	2400	160	8320
Корови сухостійні	32	160	160	640	480	32	1472
Нетелі	8	28	24	160	80	8	300
<b>ВСЬОГО</b>	200	1148	984	4800	2960	200	10092

Загальна потреба в кормах визначається за формулою:

$$G_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n G_i \quad (2.13)$$

де  $G_i$  – добова норма  $i$ -го виду корму,  $i = 1 \dots n$ .

$$G_{\text{сум}} = 1148 \text{ кг} + 984 \text{ кг} + 4800 \text{ кг} + 2960 \text{ кг} + 200 \text{ кг} + 19,84 \text{ кг} = 10111,84 \text{ кг}.$$

Залежно від кратності роздавання кормів  $K$  (за розпорядком дня ферми) чи максимальної частини  $\beta$  разової видачі того або іншого корму розраховують разову потребу підготовки кормів [33]:

$$G_{\text{рази}} = G_{\text{доб}} / K, \quad (2.14)$$

$$G_{\text{рази}} = \beta G_{\text{доб}} \quad (2.14a)$$

Приймаємо дворазову годівлю  $K=2$ .

Разові норми кормових компонентів приведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4.

Поголів'я тварин	Види кормів					Всього
	комбі-корми, кг	сіно, кг	силос, кг	сінаж, кг	солома, кг	
Корови дійні	480	400	2000	1200	80	4160
Корови сухостійні	80	80	320	240	16	736
Нетелі	14	12	80	40	4	150
<b>ВСЬОГО</b>	574	492	2400	1480	100	5046

## 2.5. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу роздавання кормів

Для забезпечення виконання операцій змішування і роздавання кормів на фермі пропонуємо використовувати комбінований агрегат SHOCKING Smart. Це – ідеальна машина для невеликих ферм, що починають використовувати змішані раціони в годівлі.

Моделі Smart оснащені турбошнеком з широкими витками, міцною рамою, ребристим бункером з високоякісної сталі з тензодатчиками вагової системи, планетарним редуктором з вбудованим кріпленням шнеку. Ребристий бункер і два протиріза забезпечують більш ефективне змішування. За одну роздачу обслуговує 10 - 35 корів.





Рис.2.4. Змішувач-роздавач Siloking Smart

Вантажопідъемність роздавача обчислюється за формулою [33]:

$$B = V_p \gamma k_3, \quad (2.15)$$

де  $V_p$  – об'єм бункера роздавача,  $m^3$ ,  $\gamma$  – щільність корму,  $kg/m^3$ ,  $k_3$  – коефіцієнт заповнення бункера,  $k_3 = 0,8 \dots 1$

$$B = 6 \cdot 670 \cdot 0,9 = 3618 \text{ кг.}$$

Тривалість роздавання кормів  $t_p$ , дорівнює:

$$t_p = \frac{B}{Q_p} \quad (2.16)$$

де  $Q_p$  – продуктивність кормороздавача при роздаванні кормів у годівниці,  $kg/год$ .

Необхідна продуктивність кормороздавача становить:

$$Q_p = g v_p$$

де  $v_p$  – швидкість агрегату під час роздавання кормів у годівниці,

$m/год$

Погойну норму видачі корму  $g$   $kg/m$ , визначають за формулою:

$$g = \frac{g_0 K}{b},$$

де  $g_0$  – разова норма видачі на одну голову (встановлюється залежно, добового кормового раціону (кратності годівлі),  $kg$ ;  $K$  – змінність годівлі з одного головоміся;  $b$  – ширина фронту годівлі однієї тварини (0,8-1,1 м для корів).

$$g = \frac{52 \cdot 1}{1} = 52 \text{ кг/м.}$$

Тоді необхідна продуктивність кормороздавача становитиме:

$$Q_p = 52 \cdot 1800 = 93600 \text{ кг/год.}$$

Отже, тривалість роздавання кормів  $t_p$  дорівнює:

$$t_p = \frac{3618}{93600} = 0,039 \text{ год.}$$

Тоді, тривалість одного циклу роздавання становитиме:

$$t_{\text{ц}} = (0,04 + 0,24 + 0,05 + 0,039) \cdot 1,1 = 0,41 \text{ год}$$

Тепер ми можемо розрахувати кількість циклів  $i_{\text{ц}}$ , що може

виконати один комороздавач за час роздавання:

$$i_{\text{ц}} = \frac{T_p}{t_{\text{ц}}}$$

де  $T_p$  – допустимий час роздавання кормів, год. Відповідно до

зоотехнічних вимог час, що відводиться на роздавання кормів, не повинен

перевищувати 1,5-2 год.

$$i_{\text{ц}} = \frac{1}{0,41} = 2,43 \text{ циклів.}$$

Потрібна кількість комороздавачів становить:

$$n_p = \frac{i_{\text{ц}}}{k_p}$$

тоді

$$n_p = \frac{1,4}{2,43} = 0,57$$

Отже, приймаємо 1 роздавач Siloking Smart.

## 2.6. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу доїння

Для доїння корів на фермі вибираємо пересувну малогабаритну установку УД-10 фірми «Брацлав» (рис 2.5). Така установка призначена для індивідуальних і невеликих (до 20 голів худоби) фермерських господарств.



Рис. 2.5 Пересувна малогабаритна установка УІД-10

Таблиця 2.7. Технічна характеристика пересувної доїльної установки

Назва показника	УІД-10
Обслуговує корів	1-15
Продуктивність за 1 год, корів	4-6
Робочий вакуум метричний тиск, кПа	47
Напруга в мережі, В	220
Встановлена потужність, кВт	0,55
Маса, кг	57

Визначаємо необхідну кількість доїльних установок для ферми [33]:

$$K = \frac{M(100 - \epsilon)}{100T_d Q_y},$$

де  $M$  – загальна кількість корів на фермі, гол;  $T_d$  – допустимий час доїння всього стада, год;  $Q_y$  – продуктивність доїльної установки, гол/год;  
 $\epsilon$  – процент сухостійних корів,  $\epsilon = 10-15\%$ .

$$K = \frac{15(100 - 10)}{100 \cdot 1,5 \cdot 60} = 1$$

Приймаємо 1 доїльну установку.

## 2.7. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу первинної обробки молока

На малих фермах первинна обробка молока здійснюється в такій послідовності. Видоєне молоко у відрах або бідонах ручними візками доставляють у фермську молочну і насосом перекачують в резервуар-охолодник (рис. 2.7) Очищення здійснюється шляхом фільтрування при переливанні молока з доїльних вдер у бідони та за допомогою фільтра-цідилки у горловині резервуара-охолодника. В більшості випадків видоєне молоко, одержане від здорових корів, проходить первинну обробку на фермі за спрощеною схемою "очищення – охолодження".



Рис. 2.7. схема лінії первинної обробки молока.

1 – візок для переміщення бідонів; 2 – бідон; 3 – платформні ваги; 4 – молочний насос; 5 – резервуар-охолодник; 6 – молочна цистерна; 7 – резервуар-термос; 8 – очищувально-охолодний агрегат;

Для охолодження і тимчасового зберігання молока вибираємо танк-охолодник молока закритого типу Milkplan модель IC.



Рис.2.8. Танк-охолодник молока

• Циліндрична ємність горизонтального типу, регульовані ніжки для легкого і правильного виставлення ємності.

• Холодильний агрегат: Компресор холодильного агрегату закритого типу (Maneurop, Copeland). Газ-хладогент R-404 відповідно до вимог стандартів ISO 5708, EN 13732.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

### 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМНОГО НАСОСУ

#### 3.1. Аналіз конструкцій малогабаритних доїльних установок

Рівень ефективності виробництва продукції тваринництва в дрібних господарствах до теперішнього часу досить низький. І причин цьому кілька: слабкий рівень розвитку тваринницьких галузей, недостатньо фінансових коштів та різних матеріальних ресурсів. Загальновідомо, що рівень виробництва молочної продукції, ступінь продуктивності праці в малих господарських формуваннях залежить в значній мірі від рівня механізації і автоматизації доїння корів, якості доїльного обладнання, а також забезпечення молочних ферм ефективними комплексами обладнання для первинної обробки та зберігання молока до його реалізації.

Порівняння систем доїння корів в умовах малих форм господарювання показало, що в малогабаритних доїльних установках є деякі загальні технологічні риси з лінійними (стаціонарними). При рівній кількості доїльних апаратів пересувні системи доїння мають високу продуктивність, менші витрати праці, а також питомі енерго- і металоємність.

В останні кілька років все більшу кількість молока, як уже зазначалося вище, проводиться в фермерських господарствах та в господарствах населення. Для задоволення потреб даного сегмента виробників пропонуються системи доїння різних типів. При виборі технічних засобів машинного доїння на перший план виходять питання відносної їх вартості і технологічної придатності. Для дрібного товаровиробника в цьому сенсі найбільш привабливими можна вважати малогабаритні доїльні установки. Основна перевага обладнання такого типу в тому, що його можна використовувати для доїння корів, як в приміщеннях, так і на пасовищах.

До його складу входять змонтовані на візку вакуумний насос (з електроприводом або двигуном внутрішнього згорання), рама якого одночасно може служити і вакуумним балоном, і один або кілька доїльних

апаратів з доїльними відрами. У технологічному відношенні таку систему доїння можна класифікувати як доїння в пересувну ємність з автономним джерелом вакуумметричного тиску. Такі малогабаритні доїльні установки орієнтовані на дрібного товаровиробника, але залишаються найменш дослідженими з точки зору експлуатаційних особливостей і технологічних параметрів стосовно до конкретних умов виробництва.

Незважаючи на те, що відомі малогабаритні доїльні установки мають спільні ознаки за конструктивним виконанням та технологічними показниками, в них існують і певні відмінності.

Так, шведська фірма DeLaval пропонує виробникам молока малогабаритні доїльні установки Carrello і Bosio (рис. 3.1 і 3.2). Сучасна установка Bosio призначена для обслуговування значно більшого поголів'я, хоча у них є і дещо спільне: обома установками можна доїти корів за допомогою одного або двох доїльних апаратів зі збором молока в одне або два доїльні відра однакової ємності, встановлені на візку. Відмінність тільки в конструктивному виконанні, зокрема, в установці Carrello немає вакуумного балона (обов'язковий елемент лінійних доїльних установок).



Рис. 3.1.- Малогабаритна доїльна установка DeLaval Carrello



Рис. 3.2.- Малогабаритна доїльна установка DeLaval Bosio

Малогабаритна доїльна установка MobiMelk фірми GEA має аналогічне призначення, але молоко від двох доїльних апаратів збирається в одну,

встановлену на візку ємність збільшеного об'єму - (40 л або 33 л) з алюмінію або нержавіючої сталі. Для приводу вакуумного насоса може використовуватися як електродвигун, так і двигун внутрішнього згоряння.

Зокрема, її можна використовувати в умовах, де немає електропостачання, наприклад на пасовищах. Наявність однієї ємності, а не двох доїльних відер, як в обладнанні фірми DeLaval, і компактне розміщення вакуумного насоса на вакуумному балоні (ресивері) зменшує габарити установки, позитивно впливає на її маневреність в корівнику і на пасовищах.



Рис. 3.3. – Пересувна доїльна установка MobiMelk GEA

ВАТ "Брацлав" пропонує установки для індивідуального доїння: УІД-10 (з одним доїльним апаратом зі збором молока в одне доїльне відро) та УІД-20 (з двома доїльними апаратами зі збором молока в два доїльних відра). Їх конструктивна особливість - специфічна форма вакуумного балона, який



виконує функцію рами візка. Це обладнання по конструкції аналогічно мобільним установкам Bosio. Деякі відмінності між ними є в технологічних показниках. Так, втчизняне обладнання поступається за пропускнуою спроможністю і продуктивності оператора машинного доїння в варіанті з двома доїльними апаратами.

Пересувні установки УІД-10 та ЦДІ-1 виробництва АТ „Брацлав” і ВАТ „Новатор”, призначені для індивідуальних і невеликих (до 20 голів худоби) фермерських господарств.

Все обладнання (вакуумний насос з електроприводом, вакуумний бачок, вакуумметр, вакуумрегулятор, доїльний апарат із відром, пусковий пристрій) розміщене на візку (рис. 3.11), який легко переміщати вручну. Під'єднується до однофазної електромережі за допомогою електрошнурка.

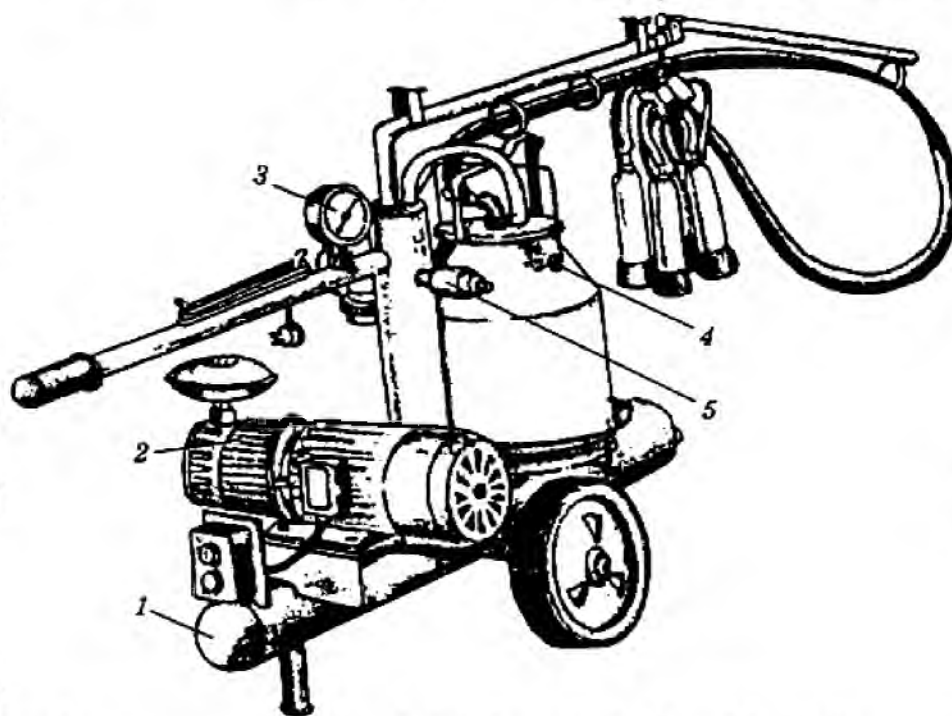


Рис. 3.4. - Загальний вигляд пересувної установки індивідуального доїння корів: 1 – рама візка; 2 – вакуумний насос з електроприводом; 3 – вакуумметр; 4 – доїльний апарат із переносним відром; 5 – вакуум регулятор

Технічні дані стосовно індивідуальних пересувних доїльних установок подані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Технічна характеристика пересувних індивідуальних доїльних установок

Назва показника	УІД-10	УІД-20
Обслуговує корів	1-15	4-20
Пропускна здатність за 1 год, корів	4-6	8-12
Робочий вакуум метричний тиск, кПа	47	47
Напруга в мережі, В	220	220
Встановлена потужність, кВт	0,55	0,55
Маса, кг	57	65

Робота доїльного агрегату заснована на принципі відсмоктування молока доїльним апаратом з цистерни дійки під дією розрідження (вакууму), що створюється в системі вакуумним насосом.

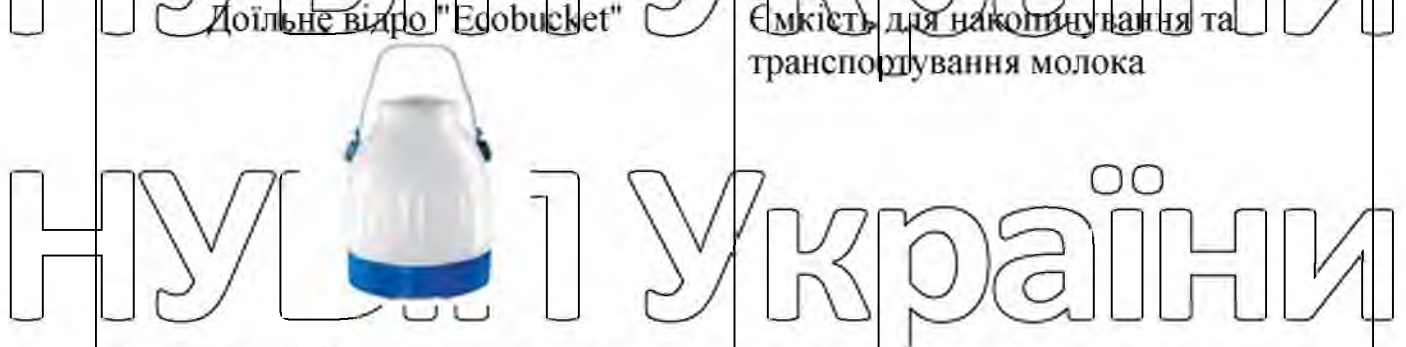
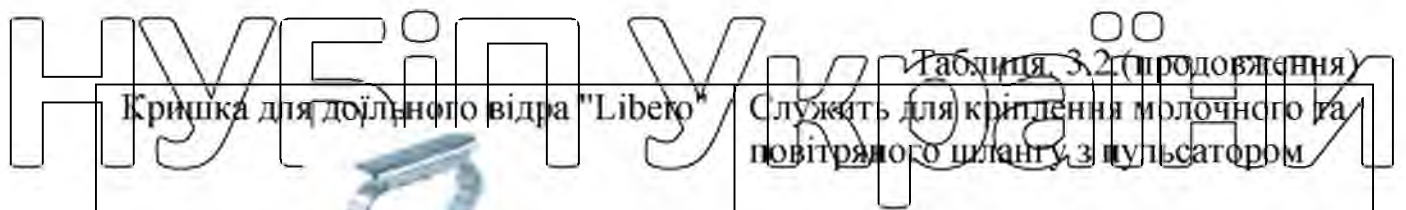
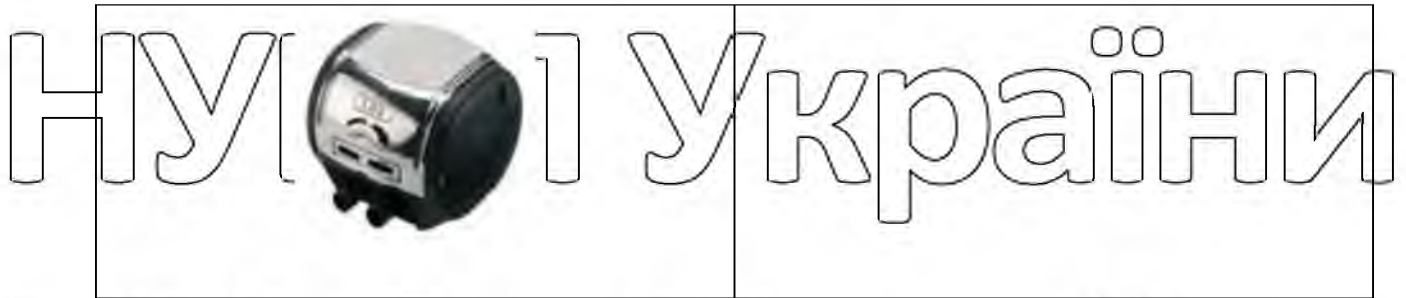
Доїльний апарат працює за двотактним принципом з підсмоктуванням повітря в колектор, з частотою пульсацій  $60 \pm 3$  пульсів за хвилину. Кожна пульсація складається з такту ссання і такту слиску. При з'єднанні доїльного апарату з вакуумпроводом в доїльному відрі, в молочному шлангу і піддійкових камерах доїльних стаканів, одягнутих на дійки, створюється вакуумметричний тиск.



Рис. 3.5. Індивідуальна доїльна установка

Таблиця. 3.2. -Складові установки

<p>Ресивер (вакуумний балон)</p> 	<p>Захищає вакуумний насос від попадання ззовні сторонніх предметів і рідин Оснащений кришкою Служить для підтримки стабільного рівня вакууму в установці</p>
<p>Електродвигун</p> 	<p>Урухомлює вакуумний насос</p>
<p>Вакуумний насос</p> 	<p>ротаційний з графітовими лопатками, не вимагає змащування</p>
<p>Вакуумрегулятор</p> 	<p>призначений для регулювання вакууму вакуумметр забезпечує візуальний контроль рівня вакууму</p>
<p>Вакуумметр</p> 	<p>забезпечує візуальний контроль рівня вакууму</p>
<p>Пульсатор</p>	<p>пневматичний попарного доіння частота пульсацій - 60 rpm співвідношення тактів - 60:40%</p>



Кришка для доїльного відра "Libero"

Таблиця 3.2 (продовження)  
Служать для криплення молочного та повітряного шлангу з пульсатором

Доїльне відро "Ecobucket"

Ємкість для накопичування та транспортування молока

Таблиця 3.3. Технічна характеристика індивідуальної доїльної установки

Встановлена потужність	500 Вт
Напруга в мережі	220±10% В
клас захисту	IP54
частота	50 Гц
Двигун	
Обертання ротора двигуна	1430 об/мин
Ємність конденсаторів МкФ (В)	25 (400V)
Продуктивність вакуумного насоса, не менше	100 л/мин
Робочий вакуумметричний тиск	44-46 кПа
Маса установки без доїльного апарату, не більше	50 кг

Стационарна установка УІД-10С (рис. 3.6) розрахована на обслуговування стада до 15 корів і призначена для індивідуальних та невеликих фермерських господарств, її можна монтувати в корівнику чи пристосованому приміщенні.

Установка оснащена вакуумним насосом з однофазним електропроводом потужністю 0,55 кВт, вакуумпроводом, вакуумметром, вакуум-регулятором, доїльним відром і пусковим пристроєм. Комплектується уніфікованим апаратом АДУ-1. Пропускна здатність до 8-10 корів за годину.

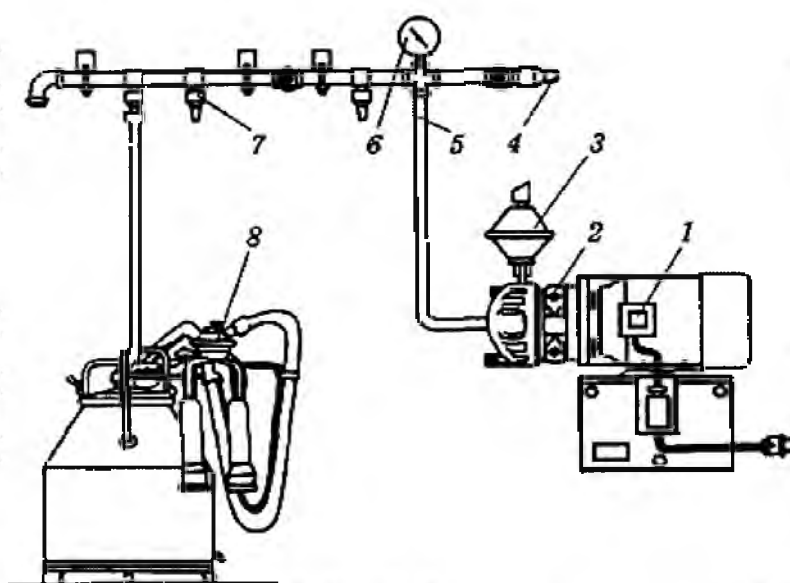


Рис. 3.6. Схеми установки індивідуального доїння УІД-10С:

- 1 – електропривід із пусковим пристроєм; 2 – вакуумний насос; 3 – фільтр;  
4 – вакуум-регулятор; 5 – вакуумпровід; 6 – вакуумметр; 7 – кран;  
8 – доїльний апарат з переносним відром

Доїльна установка УДВ-Ф-15 забезпечує обслуговування 30 корів. Доїльна установка (рис. 3.7) призначена для машинного доїння корів, подачі води на ферму з відкритих джерел водопостачання та підігріву її для напування корів або технологічних потреб ферми.

Працює доїльна установка УДВ-Ф-15 таким чином: для доїння корів включають водокільцевий вакуумний насос 10 і відкривають вентиль 4,

вентиль 11 закритий. Установка працює в звичайному режимі доїння корів на лінійній доїльній установці. Після видоювання корів і промивання доїльної апаратури вентиль 4 закривають, та відкривають вентиль 11. У баку 14 водокільцевий вакуумний насос створює розрідження (вакуум) до 95 кПа і вода по трубі 15 засмоктується в бак під дією цього вакууму. Рівень води в баку 14 контролюють за допомогою оглядового скла.

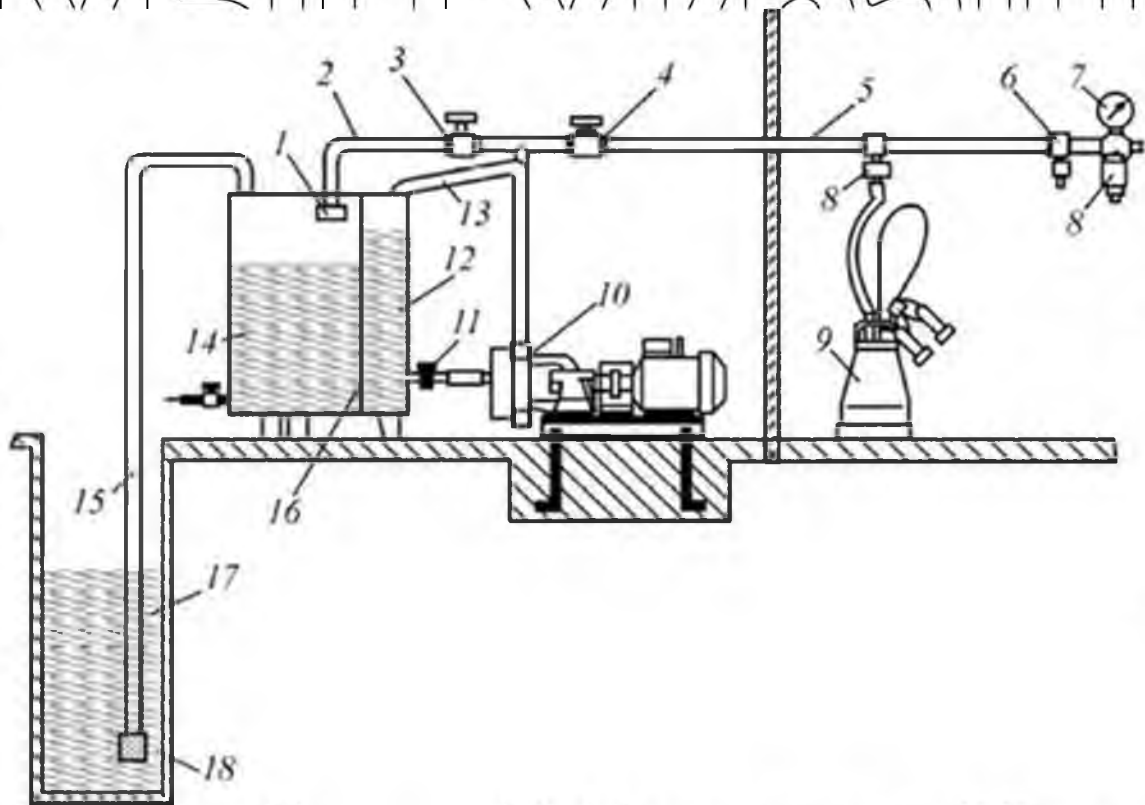


Рис. 3.7 доїльна установка УДВ-Ф-15.

1 - зворотний клапан; 2 - трубопровід для підйому води; 3, 4 - вентилі; 5 - трубопровід; 6 - вакуумний кран; 7 - вакуумметр; 8 - вакуумрегулятор; 9 - доїльний апарат; 10 - вакуумний насос; 11 - вентиль регулювання подачі води до вакуумного насосу; 12 - бачок для живлення водою насоса; 13 - вихідна труба насоса; 14 - бак для води; 15 - труба від джерела водопостачання; 16 - проміжна стінка; 17 - вода; 18 - фільтр.

Після наповнення бака 14 водою вимикають вакуумний насос і закривають вентиль 11.

Як при доїнні корів, так і заповненні бака вода в бачку 12 при роботі насоса нагрівається і тепло через проміжну металеву стінку 16 підігріває

воду в баку 14, скорочуючи витрати енергії на підгрів води для технологічних потреб або напування тварин.

На основі проведеного аналізу для нашої ферми вибираємо доїльну установку УІД-10.

### 3.2. Огляд конструкцій вакуумних насосів доїльних установок і їх класифікація

На тваринницьких фермах ВРХ за допомогою вакуумних насосів, крім доїння, виконуються багато інших технологічних операцій: приводяться в дію заслінки дозаторів при годуванні тварин, фіксуються тварини в станку доїльної установки, піднімаються або опускаються поперечні дуги молокопроводів в корівниках і т.д. За допомогою вакуумних насосів здійснюється подача концентрованих кормів до місця годування.

Використовується вакуум і при силосуванні кормів в силосних бантах з пластмасовою плівкою, при транспортуванні гною з стійла в гноєсховище і в інших випадках [4].

Сучасні вакуумні насоси за способом створення вакууму поділяються

на чотири великі групи:

1. Механічні вакуумні насоси, в яких процес відкачування заснований на механічному всмоктуванні газу внаслідок періодичного збільшення і зменшення обсягу робочої камери.

2. Молекулярні насоси, в яких процес відкачування здійснюється шляхом збільшення обсягу молекул газу безперервно рухаються твердими поверхнями.

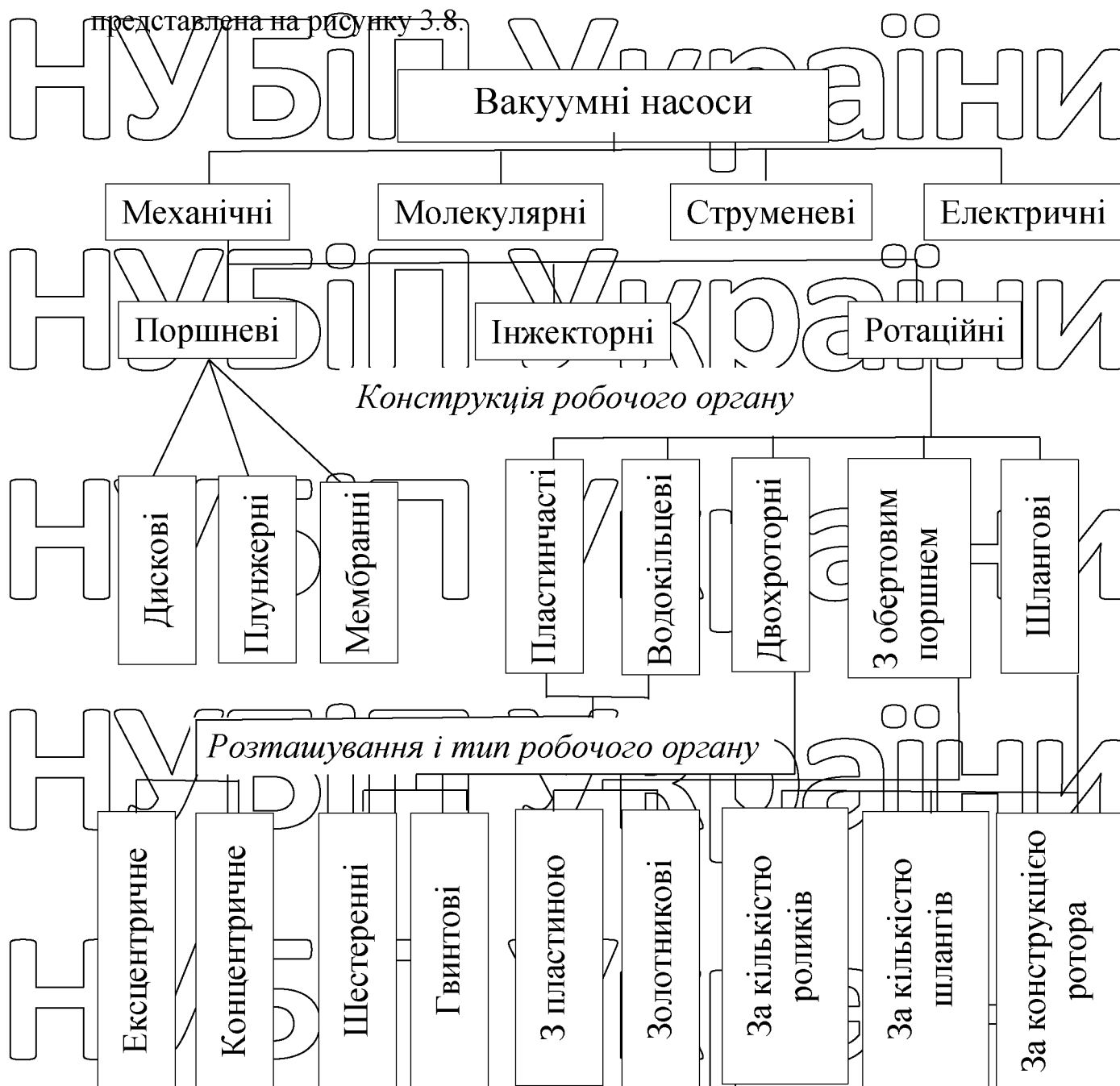
3. Струменеві насоси, в яких процес відкачування здійснюється безперервно що минає струменем рідини, пари або газу.

4. "Електричні" (іонні) насоси, відкачуючі дію яких, засновано на русі іонізованого газу в напрямку градієнта потенціалу.

У сільськогосподарському виробництві, а конкретно, в доїнні корів використовуються переважно механічні вакуумні насоси. Дану категорію представляють як ротаційні так і насоси поршневого типу. Поршнєві насоси в залежності від конструкції робочого органу поділяються на мембранні, плунжерні і дискові. У більшості країн більш широке використання отримали вакуумні насоси ротаційного типу.

Залежно від конструкції, ці насоси можна розділити на пластинчасті, з перекочувальним поршнем, водокільцеві, двохроторні і перистальтичні.

Виходячи з вищесказаного, класифікаційна схема вакуумних насосів представлена на рисунку 3.8.





# НУБІП УКРАЇНИ

Рис. 3.8. Класифікація вакуумних насосів

Вакуумні насоси, виконуючи одну і ту ж функцію, мають різні конструкції, принцип дії і умови для їх роботи.

До 1952 року доільне обладнання в нашій країні укомплектовувалося вакуумними насосами поршневого типу (рисунок 3.9) [5]. Ці насоси за типом робочого органу діляться на мембранні, плунжерні і дискові.

Їх відрізняють великі геометричні розміри, металоємність і вельми низька частота обертання вихідного вала. При установці таких насосів необхідно створювати потужні фундаменти, а при їх експлуатації потрібно пильний догляд і багато мастила.

У зв'язку з цим вони часто виходять з ладу, на їх ремонт і відновлення необхідні значні витрати. Неврівноваженість рухомих деталей насоса викликає значний шум при його роботі і негативно позначається на ресурсі роботи деталей. Поршневі насоси нерівномірно відкачують повітря і тому необхідна установка додаткових пристроїв для вирівнювання тиску.

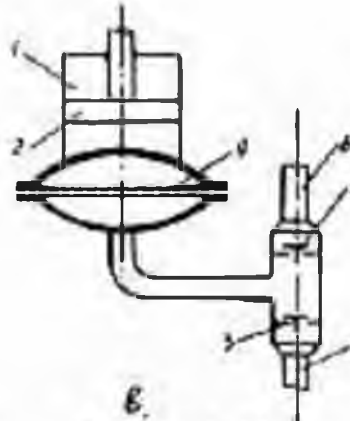
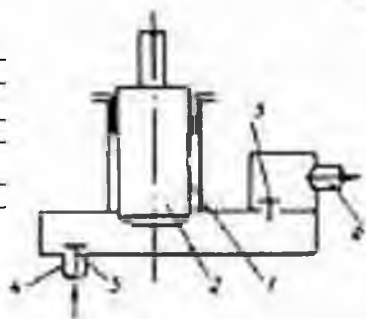
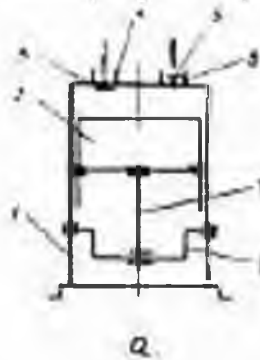


Рис. 3.9 - Вакуумний насос поршневого типу: а) дисковий; б) плунжерний; в) мембранний, 1 - корпус; 2 - поршень; 3,4 і 5,6 - всмоктуючий, нагнітальні клапани і патрубки; 7 - шатун; 8 - колінчастий вал; 9 - мембрана.

Оскільки вакуумні насоси поршневого типу мають стільки недоліків, довелося відмовитися від їх виробництва і знайти інші джерела створення вакууму. Виняток становлять зразки деяких зарубіжних фірм: "Манус" (Великобританія), "Мілько" (Німеччина) і "Хрістенсен" (Данія) [64].

На зміну їм прийняті далі насоси ротаційні і пластинчастого типу.

Великий діапазон тисків, на який розраховуються ротаційні насоси, вимагає виробництва насосів різних конструкцій відповідного призначення.

За рівнем створюваного розрідження ротаційні насоси можна розділити на насоси з високим, середнім і низьким вакуумом.

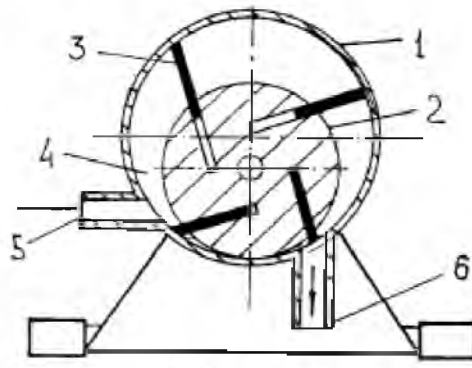
Дія ротаційних вакуумних насосів (РВН) пластинчастого типу (рисунок 3.10) базується на зміні обсягу робочої камери внаслідок обертального руху ротора з пластинами, розташованими ексцентрично всередині насоса.

Коли ротор повертається, всі частини камери виходять з контакту з всмоктуючим отвором і збільшуються в обсязі, а потім поступово зменшуючись, здійснюють послідовне стиснення газоподібної речовини і її нагнітання.

За допомогою насосів цього типу можна отримати вакуум порядку 97,0 ... 99,7%. Коефіцієнт подачі може змінюватися в межах 0,3 ... 0,9. У насосах, корпус яких заповнений маслом, він досягає 0,95. Відношення потужності вала до індикаторної потужності характеризується механічним К.К.Д., і знаходиться в межах 0,8 ... 0,9.

НУБІ

їїни



НУБІ

їїни

Рис. 3.10 - Схема пластинчастого вакуумного насоса з ексцентричним розташуванням ротора: 1 - корпус; 2 - ротор; 3 - пластина; 4 - камера всмоктування; 5 - всмоктуючий патрубок; 6 - вихлопна труба.

Насоси даного типу досить непогано врівноважені і мають відносно невеликі габаритні розміри і масу. До основних переваг цих насосів можна віднести високу надійність в роботі і простоту в обслуговуванні.

Їх конструкції мають менше деталей, в них немає клапанів всмоктування і нагнітання, а також кривошипно-шатунного механізму. Ці насоси мають спрощену систему розподілу повітря.

Серед недоліків можна відзначити низький рівень К.К.Д. і високу чутливість до зміни нормальних зазорів.

Починаючи з 1952 року, доільне обладнання серійного виробництва комплектувалося ротаційними насосами пластинчастого типу різної продуктивності.

Вакуумні насоси з перекочувальним ротором також використовуються в установках для машинного доїння (рисунки 3.10, 3.11).

Основна різниця між пластинчато-статорних від пластинчато-роторних насосів полягає в тому, що в пластинчато-статорних насосах конструкція передбачає зміщення ротора щодо статора і обертання походить навколо осі, що збігається з його геометричністю.

Представником іншої конструкції є насос золотникового типу, в якому ротор не стикається з корпусом, а укладений в обойму, яка охоплює ексцентрик і являє собою суцільний циліндр.

їїни

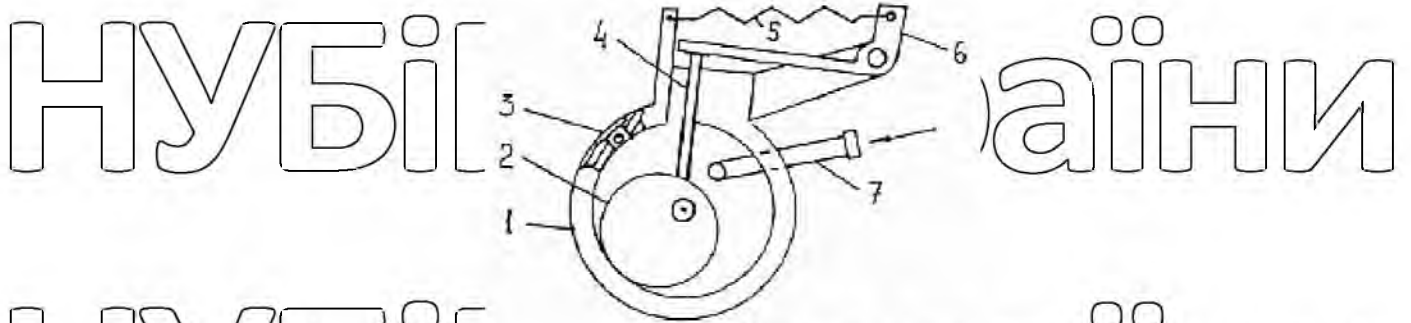


Рис. 3.11. - Схема вакуумного насоса з переколювальним ротором: 1 - корпус; 2 - ротор; 3 - вихлопний клапан; 4 - пластина; 5 - пружина; 6 - важіль; 7 - всмоктувальний патрубок.

Невеликий розмір зазорів, через які повітря надходить у вакуумну систему є основною перевагою насоса з переколювальним поршнем. Але вони мають складну конструкцію і вимагають велику точність виготовлення. Наявність швидкозношуваних деталей, знижує надійність цих насосів і вимагає великої кількості мастила.

У водокільцевих вакуумних насосів з рідинним поршнем (рисунок 1.7) немає всмоктувального і випускного клапанів, і в зв'язку з цим немає механізму розподілу. У них відсутні металеві поверхні, що труться і тому не потрібно застосування мастильного матеріалу [9].

Робоча рідина здійснює ущільнення обертових і нерухомих частин і відкидається при обертанні ротора лопатками до периферії, утворюючи всередині насоса рухається рідинне кільце, яке виконує роль поршня.

Гідравлічне ущільнення таких насосів може знизити механічне зношування контактуючих деталей. У водокільцеві насоси не потрібно заповнення рідиною перед початком роботи.

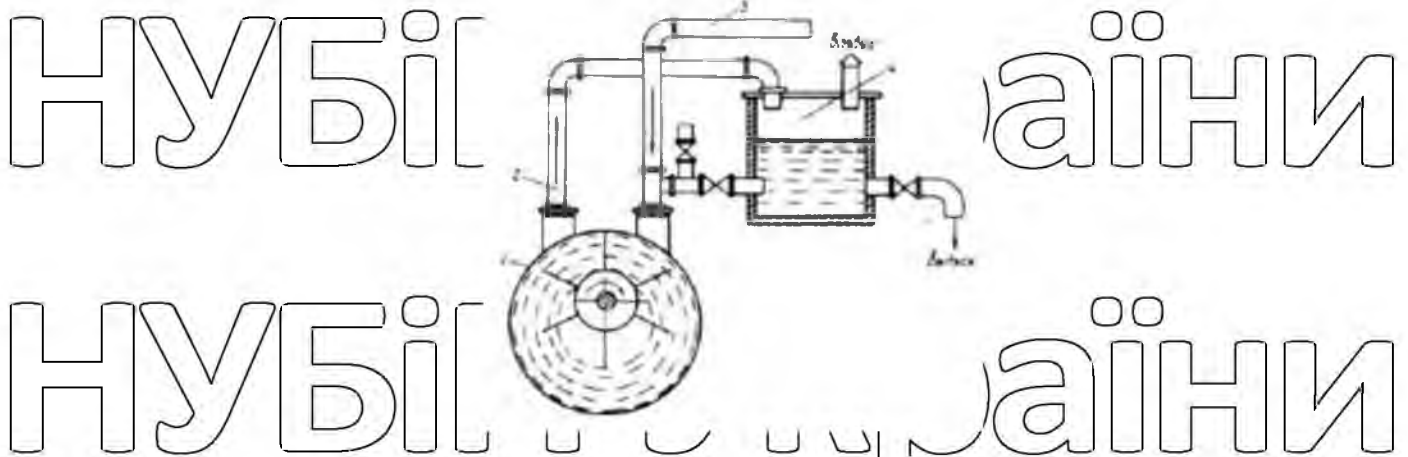


Рис.3.12 - Схема водокільцевого вакуумного насоса: 1 - вакуумний насос; 2,3 - нагнітальний і всмоктуючий трубопровід; 4 - приймальний бак.

В такому насосі може створюватися розрядження близько 92 ... 99,9%. Але ККД не перевищує 0,48 ... 0,52. Вакуумні насоси цієї конструкції можуть працювати тільки при плюсовій температурі. Їм необхідні додаткові пристрої, для транспортування рідини всередину насоса, і вони відрізняються жорсткістю в роботі. У порівнянні з ротаційними насосами пластинчастого типу мають менш стійкий режим роботи, високий витрата потужності при вакуумі до 60 кПа, а також більш високі експлуатаційні витрати на одиницю питомої продуктивності.

На молочних комплексах встановлюють водокільцеві вакуумні насоси промислового типу. Один такий насос може обслуговувати ферму на 800 ... 1000 корів і має досить високу надійність і довговічність.

У конструкції двошторних вакуумних насосів (рутс) передбачено два обертових поршня з декількома ущільнюючими лопатями, які переносять повітря від всмоктуючого вікна до нагнітаючого між двома сусідніми циліндрами (рисунок 3.13, а).

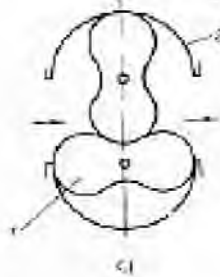
Поверхня поршня такого насоса ретельно обробляється, зазор між поршнями і стінками корпусу насоса повинен складати близько 0,1 ... 0,2 мм.

При високому тиску, ефективність роботи таких насосів знижується, так як відбувається проникнення газу в корпус насоса одночасно з його виштовхуванням в сторону випускного отвору через зазори між деталями.

Ефективність роботи такого насоса досягається в тому випадку, коли тиск на стороні всмоктування знижується до декількох міліметрів ртутного стовпа.

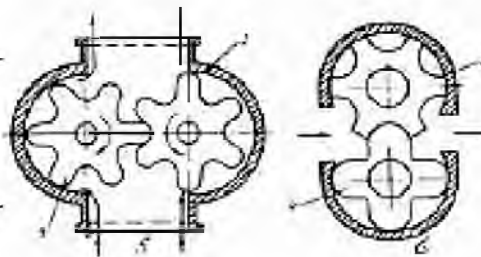
НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП



аїни

НУБІП



аїни

Рис. 3.13 - Схеми двокамерних вакуумних насосів: а) типу рутс; б) шестеренчатого; в) гвинтового; 1 - ротор; 2 - корпус; 3 - гвинт; 4 - шестерня.

НУБІП УКРАЇНИ

Постійний вплив псвного тиску нагнітання є одним з недоліків таких насосів, тоді як у пластинчастих і поршневих насосів тиск на поршень зростає поступово. Механічний К.К.Д. таких насосів досягає 0,94, а коефіцієнт подачі 0,6 ... 0,8. Даний коефіцієнт залежить не тільки від тиску нагнітання але і від частоти обертання ротора: чим вище частота обертання, тим більше коефіцієнт подачі.

НУБІП УКРАЇНИ

Гвинтові (рисунок. 3.13, б) і шестеренні (рисунок 3.13, в) насоси є різновидом двокамерних вакуумних насосів. Ці насоси відрізняються поступовим стисненням повітря. У порівнянні з насосами типу рутс, відрізняються економією масла, спокійним ходом, відсутністю зносу циліндра, і їм потрібно для установки невеликий фундамент. Висока потужність на одиницю швидкості відкачки, а також маленький адіабатичний ККД і великий шум високої частоти є великими недоліками таких насосів.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Робота ротаційних вакуумних насосів перистальтичного типу (рисунок 3.14) заснована на зміні обсягу перекоується роликом основного

робочого органу – шланга, який кріпиться на внутрішній стороні корпусу насоса, що грає роль статора.

Ротарний вакуумний насос шлангового типу – відносно проста конструкція. У нього немає клапанів, а відповідно і розподільного механізму.

В такому насосі є тільки тертя кочення, що знижує його залежність від мастила. На фізіологічний стан тварин сприятливо впливає низький рівень шуму такого насоса. Внаслідок цього збільшується їх молочна продуктивність, а також забезпечується комфорт роботи обслуговуючого персоналу.

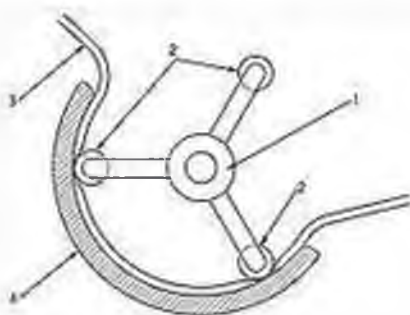


Рис. 3.15. Схематична будова перистальтичних насосів

Конструкція перистальтичних насосів дуже проста. Її особливість дозволяє їм працювати без необхідних деталей для інших типів насосів (клапанів, крильчаток, золотників і т.д.).

До вакуумних насосів, що входять до складу доїльного обладнання, висуваються такі вимоги:

- стабільна робота доїльного обладнання можлива при робочому розрядженні у вакуумній системі не нижче 34,6 кПа і не вище 53,3 кПа, а його коливання не повинні перевищувати 2,66 ... 6,65 кПа;
- нагрів деталей насоса, не повинен впливати на подачу насосу, і вона не повинна змінюватися протягом одного доїння;
- надійний запуск в роботу насоса, незалежно від температури навколишнього середовища, повинен забезпечуватися його конструкцією;
- в насосі не повинні перебувати швидкозношувані деталі, що вимагають частої заміни;

- мастило деталей насоса повинна бути простою і надійною, а краще, коли вона взагалі не потрібна;

- при роботі насоси не повинні створювати великий шум, і внаслідок цього мати низьку металоемність;

- при номінальному розрядженні насос повинен забезпечувати оптимальні показники роботи допільної установки і мати запас подачі.

### 3.3. Обґрунтування конструктивно-функціональної схеми двороторного насосу

З метою удосконалення робочого процесу розроблено дослідний зразок двозубового двозубового вакуумного насоса з внутрішнім стиском (рис. 3.16). Двороторний вакуумний насос має ведучий двозубовий ротор 2 і

ведений з двома западинами 3. Технічну новизну представляє те, що зуби та западини робочих поверхонь роторів мають евольвентний профіль, що дозволяє при вході зуба у западину витримувати мінімальні зазори.

Всмоктуюче вікно 4 спрямовано по дотичній до основного кола, що сприяє зниженню втрат енергії на всмоктуванні. Для узгодженого обертання роторів їх привод здійснюється зубчастими колесами, що знаходяться в масляній

кімнаті.

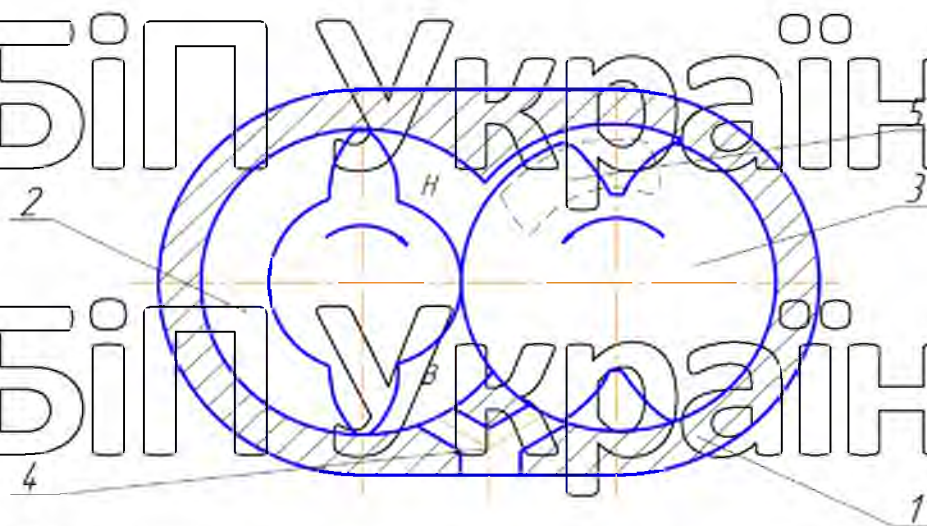


Рисунок 3.16. Схема двороторного двозубового вакуумного насоса

1 – корпус насоса; 2 – ведучий ротор; 3 – ведений ротор; 4 – всмоктувальне вікно; 5 – нагнітальне вікно



Загальний вигляд дослідного двороторного двозубового вакуумного насоса з евольвентним профілем зубів і западини роторів представлений на рис. 3.17.

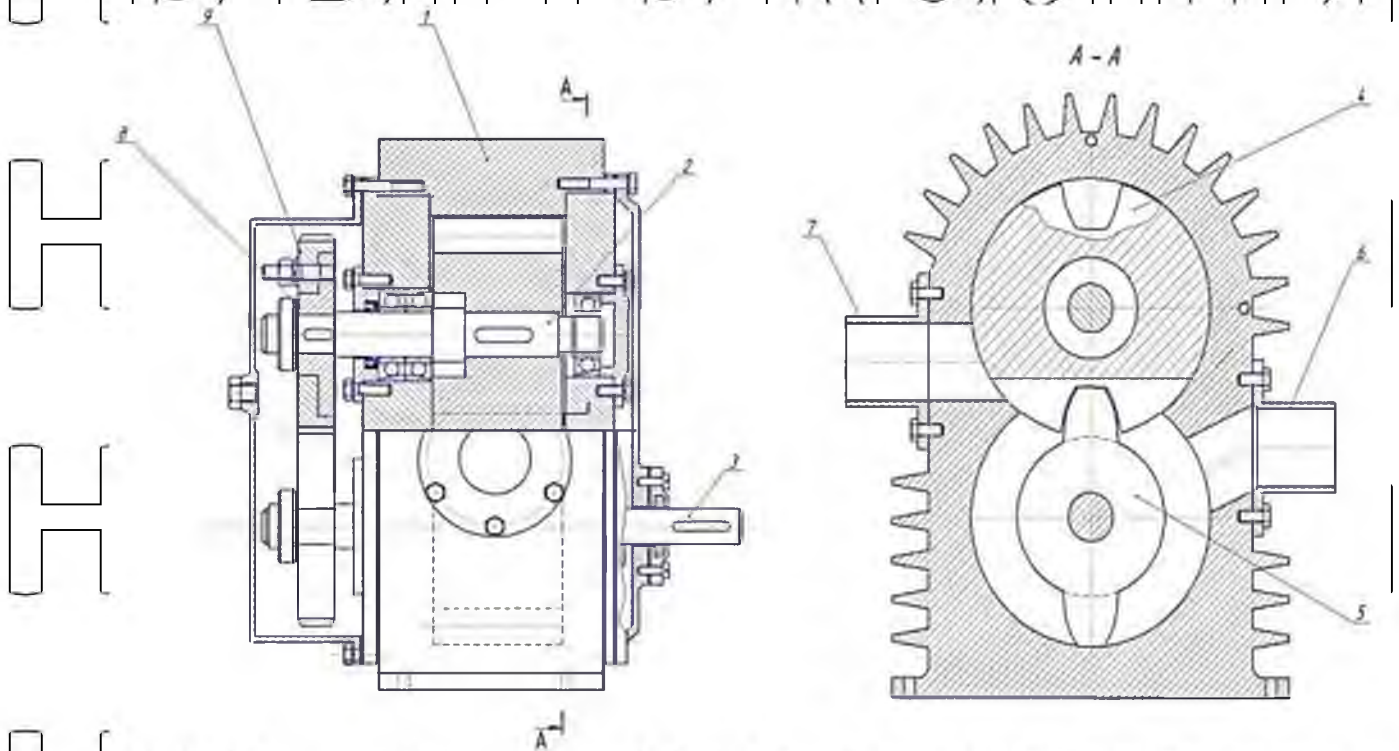


Рис. 3.17. Двороторний двозубовий вакуумний насос: 1 – корпус насоса; 2 – ведений вал; 3 – провідний вал; 4 – ведений ротор; 5 – провідний ротор; 6 – всмоктувальне вікно; 7 – нагнітальне вікно; 8 – маховик; 9 – вінець маховика

Робочий процес відбувається таким чином. При обертанні роторів газ переноситься із порожнини всмоктування в порожнину нагнітання западинами, що знаходяться на ведучому та веденому роторах. При вході зуба у западину об'єм газу витісняється шляхом перекошування евольвентних поверхонь.

У зоні веденого ротора, що має западини з евольвентним профілем, виконано вікно нагнітання певної конфігурації. Для узгодженого обертання роторів встановлено механізм синхронізації, що складається з кількох дрібномодульних зубчастих коліс. У корпусі в зоні нагнітання виточений перепускний канал. Стиснення газу здійснюється у період, коли нагнітальне вікно закрито радіальним профілем веденого ротора. При збігу западини веденого ротора з нагнітальним вікном відбувається нагнітання стисненого

повітря, яке витіснення здійснюється через вікно, виконане в зоні веденого ротора.

# НУБІП УКРАЇНИ

### 3.4. Дослідження двороторного вакуумного насоса

Для визначення площі нагнітального вікна приймаємо, що верхня і нижня межі описується відповідно радіусом  $R_{max}$  і  $R_{min}$ , а бічні грані радіусом  $r$  (рис. 3.18).

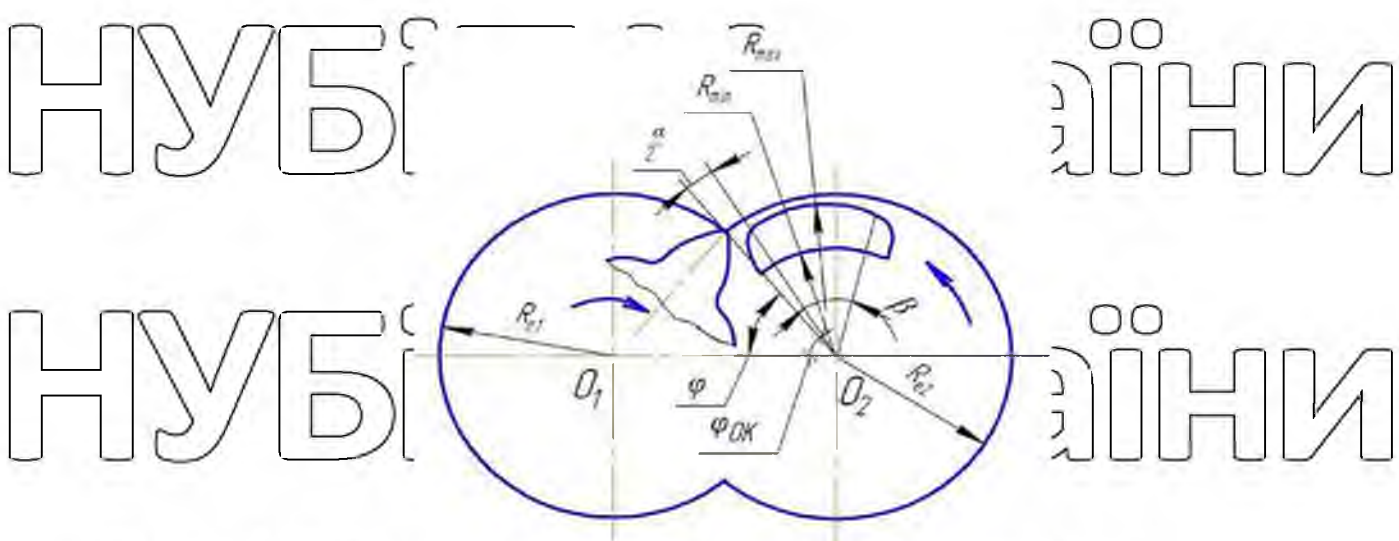


Рисунок 3.18. Схема для розрахунку площі нагнітального вікна

Тоді площа нагнітального вікна визначається за такою формулою:

$$S_{ок} = \frac{3}{2} (R_{max}^2 - R_{min}^2) \cdot \beta + \pi \cdot r^2, \text{ м}^2 \quad (3.1)$$

де  $\beta$  – кут, що характеризує довжину дуги вікна за мінімальним радіусом, рад. Він визначається залежно від ступеня внутрішнього стиску.

Виразивши радіус  $r$  через радіуси  $R_{max}$  та  $R_{min}$  остаточно отримаємо:

$$S_{ок} = \frac{1}{2} [(R_{max}^2 - R_{min}^2) \cdot \beta + \frac{\pi}{2} (R_{max} - R_{min})^2], \text{ м}^2 \quad (3.2)$$

Корисну площу нагнітального вікна можна збільшити, якщо бічні грані виконати за профілем западини ротора. В даному випадку, якщо бічні грані виконуються за евольвентом, площа нагнітального вікна (рис. 3.18) визначатиметься за формулою:

# НУБІП УКРАЇНИ

$$S = \frac{1}{2} (R_{max}^2 - R_{min}^2) \cdot \beta + R_i^2 \left[ \frac{(\gamma_e + inv\gamma_e)^3}{3} - inv\gamma_e \right], \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

де  $R_o$  - радіус основного кола, м;  $\gamma_e$  - кут радіус-вектора евольвенти у вершині зуба, радий;  $\gamma_e = tg\gamma_e - \gamma_e$  - евольвентна функція кута  $\gamma_e$ .

На рисунку 3.19 представлені теоретичні залежності площі вікна

нагнітального  $S_{ог}$  від конструктивних параметрів  $\beta$ ,  $R_{max}$  і  $R_{min}$  для модуля зуба  $m = 12$  мм.

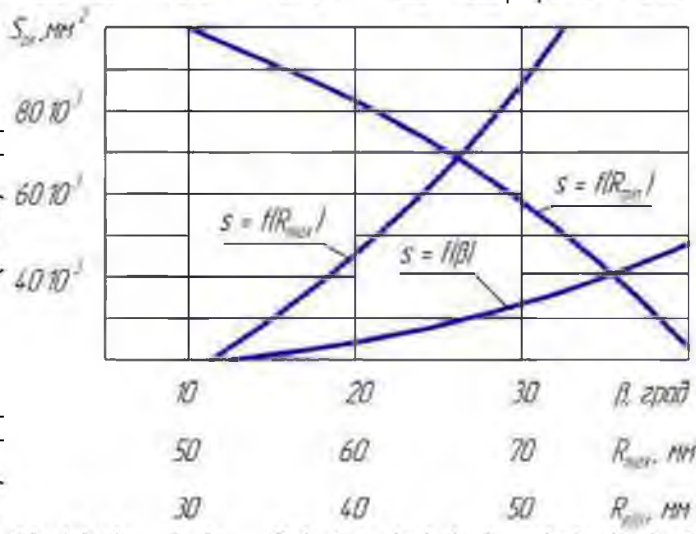


Рис. 3.19. Теоретична залежність площі нагнітального вікна від конструктивних параметрів для модуля  $m = 12$  мм

Зауважимо, що граничними значеннями для радіусів  $R_o$  та  $R_i$ :

$$R_{max} \leq R_e \quad \text{і} \quad R_{min} \geq R_i$$

де  $R_e$  і  $R_i$  - радіуси скруглості виступів і западини веденого ротора, відповідно.

Таким чином, використовуючи отримані залежності, можна визначити площу нагнітального вікна цієї конфігурації



зацеплення передачі у градусах;  $\gamma_e$  кут радіусвектора евольвенти у вершині зуба, у градусах;  
 $\operatorname{inv} \alpha = \operatorname{tg} \alpha - \alpha$  евольвентна функція кута  $\alpha$ , у радіанах;  $\operatorname{inv} \gamma_e = \operatorname{tg} \gamma_e - \gamma_e$  евольвентна функція кута  $\gamma_e$ , у радіанах.

Підставляючи залежності (3.5) та (3.6) у формулу (3.4), отримаємо подачу насоса на всмоктуванні:

$$Q_T \cong 2 \cdot L \cdot n \cdot \left(1 - \frac{\Delta P}{P_H}\right) \left[ (R_e^2 - R_i^2) \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2z} \frac{\varphi}{2} - \operatorname{inv} \alpha \right) - R_i^2 \frac{(\gamma_e + \operatorname{inv} \gamma_e)^3}{3} \right], \quad (3.7)$$

де  $n$  - частота обертання роторів,  $\text{хв}^{-1}$ ,

$\Delta P = P_H - P_B$  - середнє значення перепаду тиску на профілі ротора, Па;

На рисунку 3.21 представлені залежності теоретичної подачі  $Q_T$  від ширини роторів  $L$  при їх різній частоті обертання  $n$ . На рисунку 3.22 наведено залежність теоретичної подачі від величини вакууму  $H$  при різній частоті обертання роторів  $n$ .

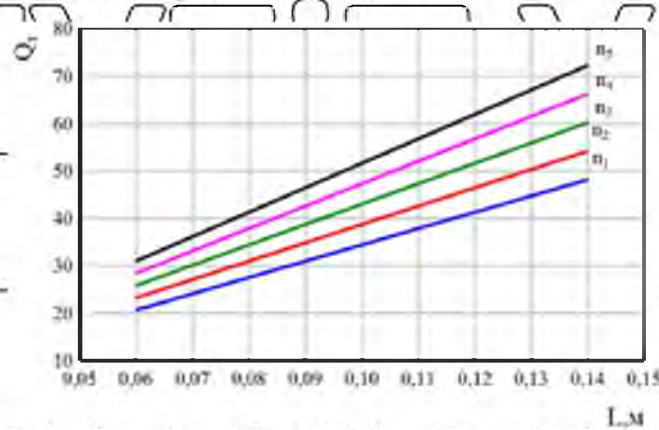


Рисунок 3.21 Залежність теоретичної подачі  $Q_T$  від ширини роторів  $L$  при різній їх частоті обертання  $n$  та вакуумі  $H=50$  кПа

$n_1=2000 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_2=2250 \text{ мин}^{-1}$ ;  
 $n_3=2500 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_4=2750 \text{ мин}^{-1}$ ;  
 $n_5=3000 \text{ мин}^{-1}$

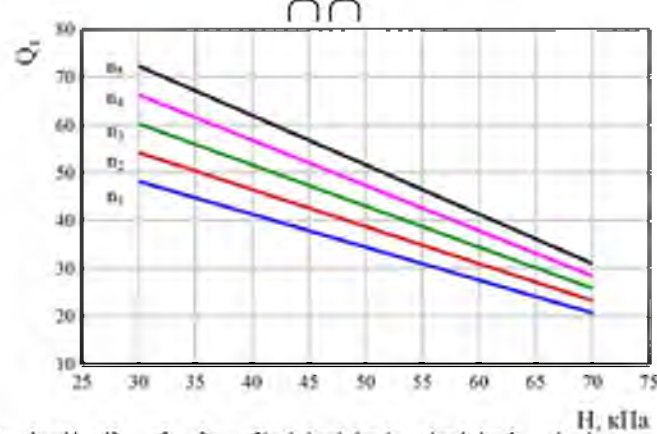


Рисунок 3.22. Залежність теоретичної подачі  $Q_T$  від величини вакууму  $H$  при різній частоті обертання роторів  $n$

$n_1=2000 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_2=2250 \text{ мин}^{-1}$ ;  
 $n_3=2500 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_4=2750 \text{ мин}^{-1}$ ;  
 $n_5=3000 \text{ мин}^{-1}$

Таким чином, на підставі отриманих залежностей та наведених графіків можна попередньо обґрунтувати основні параметри роторів і

досить точно розрахувати теоретичну подачу двороторного двозубового вакуумного насоса з евольвентним профілем зубів і западин роторів.

Повна потужність двороторного двозубового вакуумного насоса, що використовується, визначається за формулою:

$$N = N_i + N_{мех}, Вт, \quad (3.8)$$

де  $N_i$  - внутрішня (індикаторна) потужність двороторного двозубового вакуумного насоса, Вт;  $N_{мех}$  - механічна потужність, Вт.

З метою визначення теоретичного моменту опору двороторного двозубового вакуумного насоса скористалися методикою, що враховує

граничні умови.

$$M_{\epsilon} = P_B \left( \frac{m-1}{m} \sqrt{\frac{T_H}{T_B}} - 1 \right) L \left\{ R_e^2 - R_i^2 - \frac{3t_0 - B}{2t_0} \left[ R_H^2 - R_i^2 + \frac{t_0^3 + (2t_0 - B)^3}{12(3t_0 - B)} \right] \right\}$$

$$- \frac{L(B-t_0)}{2t_0} \left\{ \left( P_B \frac{m-1}{m} \sqrt{\frac{T_H}{T_B}} - P_H \right) \left[ R_H^2 - R_i^2 + \frac{t_0^3 - (2t_0 - B)^3}{12(B-t_0)} \right] - (P_H - P_B) \left[ R_H^2 - R_i^2 + \frac{B^2 + Bt_0 + t_0^2}{12} \right] \right\}, \quad (3.9)$$

де  $B$  - величина, що враховує конструктивні особливості двороторного двозубового вакуумного насоса, яка визначається за такою формулою:

$$B = (2\sqrt{R_e^2 - R_o^2} + A_d \sin \alpha), м, \quad (3.10)$$

де  $R_e$  - радіус кола виступів провідного та веденого роторів, м;  $R_o$  - радіус основного кола, м;  $A_d$  - дійсна міжосьова відстань, м;  $t_0$  - основний крок, м.т.

Потужність двороторного двозубового вакуумного насоса визначається далі за класичною формулою:

$$N_{\epsilon} = M_{\epsilon} \omega, Вт, \quad (3.11)$$

де  $\omega$  - швидкість обертання роторів,  $c^{-1}$ .

На рисунках 3.23 і 3.24 представлені залежність і поверхню відгуку фактичної подачі двороторного двозубового вакуумного насоса від частоти

обертання роторів та величини вакууму без коригування та з коригуванням западин роторів.

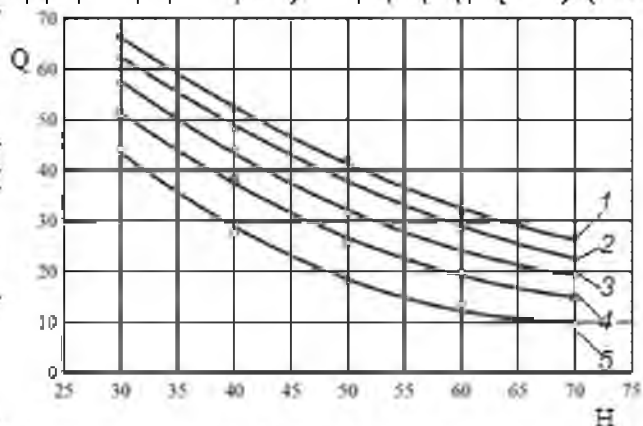
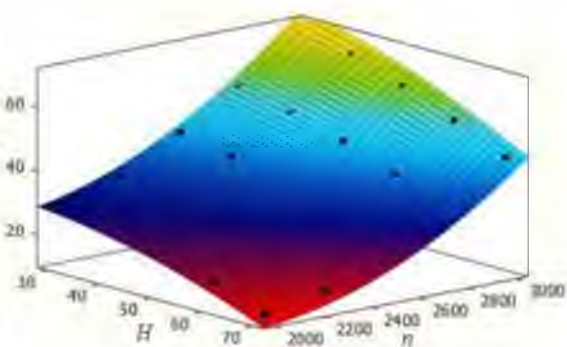


Рис. 3.23. Залежність подачі  $Q$  насоса від величини вакууму  $H$  при різних частоті обертання роторів  $n$ .

$n_1=3000 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_2=2750 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_3=2500 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_4=2250 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_5=2000 \text{ мин}^{-1}$ ;



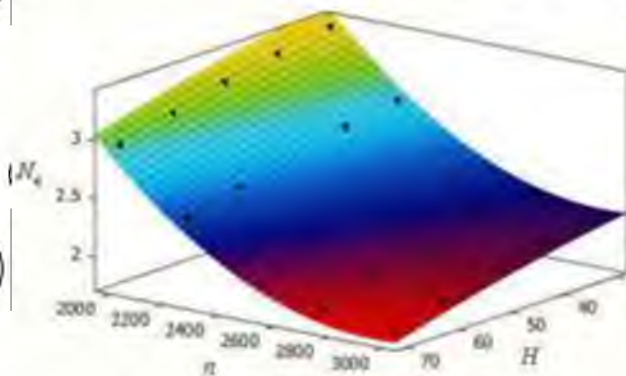
$$Q = 86,38 + 0,523 \cdot H - 0,078 \cdot n - 0,006 \cdot H^2 - 0,00018 \cdot H \cdot n + 2,496 \cdot n^2$$

Рис. 3.24. Поверхня відгуку подачі ( $Q$ ) вакуумного насоса від величини вакууму ( $H$ ) при різних частоті обертання роторів ( $n$ )

Аналізуючи результати дослідження технологічних параметрів вакуумного насоса, слід зазначити, що зі збільшенням частоти обертання роторів та зниженням вакууму подача вакуумного насоса збільшується.

Як видно із залежностей, при коригованих западинах веденого ротора подача вакуумного насоса збільшується в середньому на 10%. Це також дозволило зменшити перетікання стисненого повітря з порошки нагнітання в порожнину всмоктування. На рис. 3.25 представлена

поверхня відгуку потужності вакуумного насоса від вакууму при різній частоті обертання роторів з коригуванням закладки веденого ротора.



$$N_e = 13,19 - 0,003 \cdot H - 0,0073 \cdot n - 7,571 \cdot H^2 + 1,2 \cdot H \cdot n + 1,23 \cdot n^2$$

Рис. 3.24. Поверхня відгуку потужності ( $N_e$ ) вакуумного насоса від величини вакуума ( $H$ ) при різній частоті обертання роторів ( $n$ )

Залежність питомих енергетичних витрат від величини вакууму, що створюється двороторним вакуумним насосом представлена на рис. 3.25

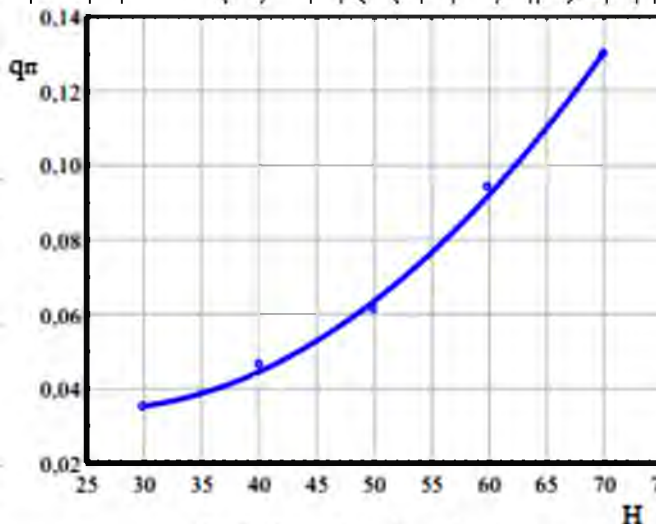


Рис. 3.25. Залежність питомих енерговитрат  $q_n$  від величини  $H$  вакууметричного тиску

Розроблений двороторний вакуумний насос має такі конструктивні параметри

- радіус кола вершин  $R_e = 66$  мм,
- радіус основного кола  $R_0 = 45$  мм,



• ширина робочої частини роторів  $L = 100$  мм.

Розроблений двороторний двозубовий вакуумний насос дає можливість знизити питомі енерговитрати до 39% за рахунок усунення тертя роторів та вдосконалення термодинамічного процесу стиснення повітря, підвищити довговічність.

При частоті обертання роторів  $3000 \text{ хв}^{-1}$  дозволяє знизити питомі енергетичні витрати до  $0,054 \text{ кВт год/м}^3$  при забезпеченні стабільного вакууму  $50 \text{ кПа}$ .

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

#### 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

#### ДОСЛІДЖЕННЯ

Економічна ефективність від використання вдосконаленого вакуумного насоса перистальтичного типу проведена на підставі діючих стандартів, нормативних документів і методик, [20, 21, 22]. Враховувався також і середньорічний рівень інфляції. Ефективність застосування вакуумного насоса перистальтичного типу в малогабаритних доїльних установках оцінювалася за показниками роботи в цілому їх вакуумних ліній.

Таблиця 4.1. Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Базовий варіант	Пропонований варіант
Поголів'я, гол.	10	10
Потужність приводу насоса, кВт	0,6	0,5
Кратність доїння	2	2
Термін роботи роликів і еластичних оболонок до заміни	1 раз в 6 міс	1 раз на рік
Ціна пересувного доїльного апарату, грн.	20800	17300
Балансова вартість вакуумного насоса, грн.	4200	1925
Кількість вакуумних насосів, шт	1	1
Подача вакуумного насоса, м <sup>3</sup> / год	4,5	3
Ціна 1кВт·год електроенергії, грн	4,5	4,5
Годинна ставка оплати за обслуговування та догляду за насосом, грн.	45,68	45,68
Річна норма ремонтних відрахувань,%	18	18
Термін служби машин, років	7	7
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Число обслуговуваних корів на годину, гол. / Год	10	10
Річний удій корови, кг	6500	6500
Маса доїльного апарату, кг	42	40
Річна норма амортизаційних відрахувань,%	14,28	14,28

Спираючись на методику розрахунку економічної ефективності використання нової техніки, винаходів і інноваційних пропозицій в

сільському виробництві, основним показником ефективності її є річний економічний ефект. Визначаючи цей ефект, за базу порівняння було прийнято агрегат індивідуального доїння корів УИД-1, яка обслуговує поголів'я в 15 корів з річною продуктивністю 6500 кг молока, до складу якого входить один доїльний апарат [23]. Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності порівнюваних варіантів представлені в таблиці 4.1

У розрахунках умови експлуатації приймалися ідентичними в базовому і експериментальному варіантах. В обох випадках передбачалося використання базового і пропонованого обладнання. Основними джерелами економічної ефективності застосування вакуумного насоса перистальтичного типу є зниження впливу на еластичні оболонки, збільшення терміну їх служби та підвищення подачі насоса, а також зниження експлуатаційних витрат. Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності використання вдосконаленого вакуумного насоса показники

#### 4.1 Розрахунок капітальних вкладень

Балансова вартість сільськогосподарських машин, що випускаються промисловістю, визначається за формулою:

$$K_u = C \cdot K, \quad (4.1)$$

де  $K_u$  - балансова вартість машини-еталона;

$C$  - ціна придбання машини, грн .;

$K$  - коефіцієнт, що враховує додаткові витрати на транспортування, монтажні та постачальницько-торговельні витрати.

Капіталовкладення в експериментальну машину (шланговий вакуумний насос на базі АИД-2) включають витрати на придбання матеріалів, доставку і монтаж, які розраховуються за формулою [86]:

$$K_u = C_d + TЗ + C_z + ОП + ОХ, \quad (4.2)$$

де  $C_d$  - вартість деталей і покупних виробів, грн .;

$TЗ$  - транспортно-заготівельні витрати, грн .;

$C_z$  - витрати на оплату праці при виготовленні насоса, грн .;

$ОП$  - загальновиробничі витрати, грн .;

ОХ - загальногосподарські витрати, грн.

Транспортно-заготівельні витрати визначаються у відсотках від вартості покупних матеріалів і виробів:

$$ТЗ = \frac{C_u \cdot \mu_{np}}{100}, \quad (4.3)$$

$\mu_{np}$  - відсоток транспортно-заготівельних витрат (за фактичними даними підприємства, становить 20%).

Витрати на оплату праці при виготовленні насоса визначаються за формулою:

$$C_t = OT_{осн} \cdot \alpha_n \cdot \alpha_{доп} \cdot \alpha_{отч}, \quad (4.4)$$

де  $OT_{осн}$  - основна оплата праці, грн.;

$\alpha_n$  - коефіцієнт, що враховує премії з фонду оплати праці, приймається в розмірі 1,2 ... 1,4;

$\alpha_{доп}$  - коефіцієнт, що враховує розміри додаткової оплати праці, приймається в розмірі 1,12 ... 1,16;

$\alpha_{отч}$  - коефіцієнт, що враховує відрахування на всі види страхування, приймається 1,3.

Основна оплата праці залежить від трудомісткості робіт і годинної тарифної ставки відповідних розрядів персоналу:

$$OT_{осн} = T_{експ} \cdot \tau_{час}, \quad (4.5)$$

де  $T_{експ}$  - трудомісткість робіт, необхідних для виготовлення

експериментального насоса, люд.-год.;

$\tau_{час}$  - годинна основна ставка, відповідно певним кваліфікаційним рівнем працівника, грн.

Загальновиробничі і загальногосподарські витрати визначаються у відсотках від основної зарплати на виготовлення установки:

$$ОП = \frac{OT_{осн} \cdot \mu_{оп}}{100}, \quad (4.6)$$

де  $\mu_{оп}$  - відсоток загальновиробничих витрат (за даними підприємства становить 25%).

$$\mu_{ox} = \frac{OT_{осн} \cdot \mu_{ox}}{100}, \quad (4.7)$$

де  $\mu_{ox}$  - відсоток загальногосподарських витрат (за даними підприємства становить 41%).

#### 4.2. Розрахунок амортизаційних відрахувань.

Витрати праці на 1 тону молока визначаються за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{W}, \quad (4.8)$$

де  $T_0$  - трудомісткість операції, люд-год. / т;

$W$  - продуктивність за годину змінного часу, т / год;

$L$  - кількість обслуговуючого персоналу, чол.

Ступінь зниження трудомісткості:

$$C_{\gamma} = \frac{T_{0и} - T_{0м}}{T_{0х}} \cdot 100\%, \quad (4.9)$$

де  $C_{\gamma}$  - ступінь зниження трудомісткості, %

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$I_{уд} = (O_{\tau} + A + P_{\gamma} + E_{mat} + E_{ee}) \cdot \Pi, \quad (4.10)$$

де  $I_{уд}$  - прямі експлуатаційні витрати, грн. / т;

$O_{\tau}$  - оплата праці з відрахуванням на соціальні потреби, грн. / Т;

$A$  - амортизаційні відрахування, грн. / Т;

$P_{\gamma}$  - витрати на ремонти і техобслуговування, грн. / Т;

$E_{mat}$  - витрати на матеріали, грн. / Т;

$E_{ee}$  - витрати на електроенергію, грн. / Т;

$\Pi$  - коефіцієнт, що враховує інші прямі витрати,  $\Pi = 1,05$ .

Оплата праці з відрахуваннями на соціальні потреби визначається за формулою:

$$O_{\gamma} = (T_0 \cdot \tau_{год}), \quad (4.11)$$

де  $T_0$  - трудомісткість операції, люд.-год./ т

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$A = \frac{B \cdot \alpha\%}{W_{год} \cdot 100}, \quad (4.12)$$

де  $A$  - амортизаційні відрахування, грн. / т.

$B$  - балансова вартість машини, грн.

$a\%$  - норма щорічних амортизаційних відрахувань, %.

Витрати на ремонт і техобслуговування визначаються за формулою:

$$P_{\tau} = \frac{B \cdot p\%}{W_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (4.13)$$

де  $P_{\tau}$  - витрати на ремонт і техобслуговування, грн. / т,

$B$  - балансова вартість машини, грн. ;

$p\%$  - норма щорічних відрахувань на ремонти, %.

$W_{\text{год}}$  - річний обсяг роботи.

Витрати на електроенергію визначаються по формулі:

$$E = \frac{N \cdot S_{\tau}}{W}, \quad (4.14)$$

де  $E$  - витрати на електроенергію, грн. / т;

$N$  - встановлена потужність двигуна, кВт;

$S_{\tau}$  - відпускний тариф 1 кВт · год, грн.

Питома економія експлуатаційних витрат визначається за виразом:

$$E_3 = I_1^{\text{п}} - I_n^{\text{п}}, \quad (4.15)$$

де  $E_3$  - питома економія експлуатаційних витрат, грн. / т;

$I_1^{\text{п}} - I_n^{\text{п}}$  - прями експлуатаційні витрати в вихідному і проєктованому варіантах відповідно, грн. / т;

Ступінь зниження питомих експлуатаційних витрат:

$$C_3 = \frac{I_1^{\text{п}} - I_n^{\text{п}}}{I_n^{\text{уд}}} \cdot 100, \quad (4.16)$$

де  $C_3$  - ступінь зниження експлуатаційних витрат, %.

Питома матеріаломісткість операції визначається за формулою:

$$M_y = \frac{\sigma}{W_{\text{год}}}, \quad (4.17)$$

де  $M_y$  - питома матеріаломісткість операції, кг / т;

$W_{\text{год}}$  - річний обсяг роботи, т;

$\sigma$  - маса машини, кг.

Ступінь зниження матеріаломісткості:

$$C_M = \frac{M_{ya} - M_{yn}}{M_{yn}} \cdot 100, \quad (4.23)$$

де  $C_M$  - ступінь зниження матеріаломісткості, %;

$M_{ya} - M_{yn}$  - питома матеріаломісткість операції у вихідному і

проектованому варіантах відповідно, кг / т.

Питома енергоємність операції визначається за формулою:

$$F_y = \frac{F_r}{W_{год}}, \quad (4.24)$$

де  $F_y$  - питома енергоємність операції, кВт. · год / т;

$F_r$  - річне споживання енергії, кВт. · Год.

Ступінь зниження енергоємності операції:

$$C_F = \frac{F_{yn} - F_{yn}}{F_{yn}} \cdot 100, \quad (4.25)$$

де  $C_F$  - ступінь зниження енергоємності, %;

$F_{yn} - F_{yn}$  - питома енергоємність операцій у вихідному і проектованому

варіантах відповідно, кВт. · год / т.

### 4.3. Розрахунок експлуатаційних затрат

Річна економія від скорочення експлуатаційних витрат:

$$E_r = E_s \cdot W_{год}, \quad (4.26)$$

де  $E_r$  - річна економія витрат, грн.

Порівняльні показники економічної ефективності розглянутих варіантів приведені в таблиці 4.2.

За результатами розрахунку можна дійти такого висновку: за

економічними показниками доцільно використовувати вакуумні насоси

перистальтичного типу, встановлені на доільні агрегати УИД-1 і пересувні

доільні установки, що використовуються в сільському господарстві, сімейних

і особистих підсобних господарствах

1. Використання вакуумного насоса перистальтичного типу в

малогабаритній доільній установці продуктивністю 10 гол / год дозволить

отримати річну економію експлуатаційних витрат 3554,59 грн. При цьому

річна економія питомих експлуатаційних витрат складе 15,47 грн на центнер молока.

2. Термін окупності, пропонуваного вдосконаленого вакуумного насоса становить 0,56 року. Насос може монтуватися на базі пересувного доїльного агрегату типу АИД.

Таблиця 5.2 Порівняльні показники економічної ефективності

Показники	УІД-10	Експериментальна доїльна установка
Сумарні капіталовкладення в систему	24960	20760
в тому числі: в вакуумний насос	5040	2310
Годинна продуктивність агрегату	10	10
Продуктивність праці	10	10
Річні експлуатаційні витрати	160218,81	124679,91
в тому числі:		
· Оплата праці з нарахуваннями на соціальні потреби	67973,30	67973,30
· амортизаційні відрахування	3564,29	2964,53
· Витрати на ремонти і технічне обслуговування	4492,80	3736,80
· Витрати на споживану електроенергію	2053,13	1710,94
· Витрати на матеріали	72	36
Річний вихід молока	650	650
Питоми експлуатаційні витрати	246,49	241,02
Річна економія питомих експлуатаційних витрат	-	5,47
Ступінь зниження питомих експлуатаційних витрат%	-	2,22
Річна економія експлуатаційних витрат	-	35545,9



Питома матеріаломісткість	4,2	4,0
Ступінь зниження матеріаломісткості%		5,0
Термін окупності системи доіння років		0,56

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

### 5.1. Загальні положення

В умовах високої технологічної забезпеченості тваринництва, використання нових технологій, конструкцій та механізмів, збільшення потужності виробництва великого значення набуває охорона праці та безпека виробництва. Охорона праці система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Правовою основою законодавства, щодо охорони праці в господарстві є:

Конституція України,

Закон України «Про охорону праці»,

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне

страхування від нещасних випадків на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»,

Закон України «Про охорону здоров'я»,

Закон України «Про пожежну безпеку»,

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»,

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»,

Закон України «Про колективні договори і угоди», Закон України «Про дорожній рух»,

Кодекс законів про працю України,

Положенням про організацію роботи з охорони праці.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державний нагляд за додержанням вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів щодо безпеки, гігієни праці та виробничого середовища здійснює

Комітет по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної

політики України, органи державного пожежного нагляду управління

пожежної охорони Міністерства охорони здоров'я України, органи та

заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я

України.

Згідно існуючих положень про організацію охорони праці на підприємстві керівник є відповідальною особою за охорону праці. Через нього і повинна надходити вся нормативна інформація з охорони праці, всі вимоги щодо окремих виробництв відносно стану безпеки. Далі інформація

від керівника поступає до головних спеціалістів та служби з охорони праці в

господарстві, а потім до керівників виробничих дільниць, які доводять інформацію працівникам на робочих місцях.

Керівники господарств, спеціалісти, інші службові особи повинні

бути підготовленими з питань управління охороною праці, вміти проводити

аналіз стану умов праці в галузі, у господарстві, обґрунтовувати заходи щодо їх поліпшення, знати правила безпеки при проведенні робіт у тваринництві.

З метою попередження виникнення захворювання у тварин в

приміщеннях ферм створені нормальні умови для життєдіяльності організму

тварин, тобто сприятливий мікроклімат. При цьому велике значення

надається щільності розміщення тварин. Для забезпечення нормального

мікроклімату в сараях використовують припливно-витяжну вентиляцію.

Велике значення в профілактиці захворювань великої рогатої худоби

надають активному моціону. Проводиться своєчасне видалення гною із корівників. На фермах більша частина приміщень освітлюється лампами денного світла, решта внутрішнього і зовнішнього освітлення – електроліхтарі з герметично прозорими плафонами.

В господарстві встановлений спеціальний пожежний щит, де розташовані первинні засоби пожежегасіння. Але їх замало.

Розповсюдження пожеж сприяють захламленість території ферм сіном, підстилкою, гноєм, брудом, а також необережне поводження з легко займистими засобами виробництва.

Для попередження і успішної боротьби з пожежами, працівникам с-г підприємства у господарстві проводять інструктажі з причини їх виникнення, виконання правил пожежної безпеки, а також проводяться навчання з приводу поводження під час гасіння пожежі. На молочнотоварній фермі відповідальність за організацію охорони праці та протипожежну безпеку покладається на завідуючого фермою.

Майстри машинного доїння, оператори, слюсарі-наладчики та лаборанти-обліковці повинні мати спецодяг. Під час приготування мийних розчинів робітники одягають запобіжні і обладнання забороняється очищати, змащувати, підтягувати гвинтові з'єднання і виконувати ремонтні роботи. Регулювання і ремонт починають тільки після повної зупинки машини.

Шланги гарячої води і пари надійно закріплюють хомутами для запобігання їх зіскакуванню з штуцера або в місцях з'єднання. Перегинати шланги не допускається.

Все обладнання, що працює від електропривода, повинне бути надійно заземленим. Між вакуумним насосом і вакуум-проводом необхідно встановити ізоляційну вставку [3, 4, 21-24].

Електричний водонагрівач треба сполучати із забірною водопровідною трубою/петлею з двох гумових трубок.

При визначенні жирності молока особливої уваги слід надавати центрифугі, яку закріплюють на з пусковим пристроєм. Слід уважно

слідкувати за жиромірами. Для їх струшування необхідно використовувати штатив із запобіжними футлярами [3, 4, 21-24].

Проходи біля машин повинні бути вільні, а підлога мати похил у бік зливних трапів. Забороняється зберігати в машинному відділенні гас, бензин та інші легкозаймисті речовини. Машинне відділення слід обладнувати надійною вентиляцією.

Всі працівники молочної ферми повинні вміти надавати першу лікарську допомогу. При задусі, що виникла через нестачу кисню в приміщенні, заповненому газоподібним фреоном або аміаком, необхідно негайно винести потерпілого на свіже повітря, викликати лікаря. В разі припинення дихання слід негайно починати робити штучне дихання [3, 4, 21-24].

## 5.2. Аналіз небезпечних ситуацій

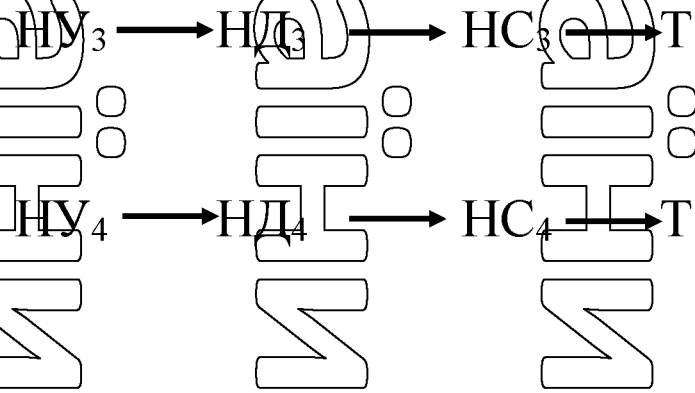
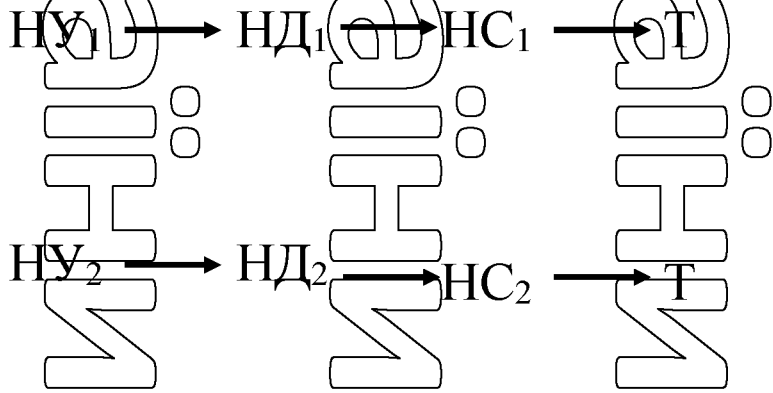
У структурному зображенні процесів формування, виникнення аварій та виробничих трав усі випадкові дії (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [4, 24].

Початкові події (НУ, НД) виявляють у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Метод логічного моделювання потенціальних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності прийняті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій.

У логічній таблиці після кожного описання НУ, НД, НС наводиться логічна модель процесу (табл. 5.1).

Назва технологічного процесу, стан агрегату	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки	Заходи по усуненню небезпеки
Запуск обладнання лінії	Несправна сигналізація пуску машин	Техогляд обладнання	Людина знаходиться в зоні дії машини	травма	Усунути несправності
Запуск вакуумного насоса	Відсутня діелектрична вставка	Дотик людини до машини під час роботи	Пораження струмом	травма	Надійно закріпити
Заземлення машин	Обірваний провід	Дотик людини до машини під час роботи	Пораження струмом	травма	Надійно закріпити провід
Клинпасова передача	Немає захисних щитків	Обслуговування під час роботи	Захват одягу працівника	травма	Встановити захисні щитки



Таблиця 5.1

## ВИСНОВКИ

НУБІП України

1. Відповідно до проведеного аналізу виробничої діяльності ПП «Зірка» та огляду наукових літературних та електронних інформаційних джерел були розроблені інженерно-технологічні рішення для забезпечення виконання технологічних процесів на фермі.

НУБІП України

2. Обґрунтовано доцільність використання в малогабаритних доільних установках двороторного вакуумного насосів.

НУБІП України

3. Розроблений двороторний двозубовий вакуумний насос дає можливість знизити питомі енерговитрати до 39% за рахунок усунення тертя роторів та вдосконалення термодинамічного процесу стиснення повітря, підвищити довговічність.

НУБІП України

При частоті обертання роторів  $3000 \text{ хв}^{-1}$  дозволяє знизити питомі енергетичні витрати до  $0,054 \text{ кВт год/м}^3$  при забезпеченні стабільного вакууму  $50 \text{ кПа}$ .

НУБІП України

4. Впровадження вдосконаленого вакуумного насоса шлангового типу дозволить одержати річний економічний ефект  $65545,9 \text{ грн}$ . Строк окупності складе  $0,56$  року.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про фермерське господарство» щодо стимулювання створення та діяльності сімейних фермерських господарств», 31 березня 2016 року, № 1067-VIII
2. Зубенко М. В., Ейснер Ф. Ф. Молочне скотарство. - К.: Урожай, 1988 – 240 с.
3. Кравчук В. Актуальний репортаж: розвиток родинних ферм на Дніпропетровщині / В. Кравчук, і Постельга, В. Смоляр // Техніка і технології АПК. 2013. - № 11. - С. 44-45; № 12. - С. 40-42.
4. Луценко М. М. Перспективні технології виробництва молока / М. М. Луценко, В. В. Іванишин, В. І. Смоляр: Монографія. – К.: Видавничий центр „Академія”, 2006. – 192 с.
5. Машини та обладнання для тваринництва / О. А. Науменко, І. Г. Бойко, О. В. Напка [та ін.]; за ред. І. Г. Бойко. – Х.: Харків. нац. техн. ун-т с.г., 2006. – 225 с.
6. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник./ Ревенко І.І., Брагінець М.В, Ребенко В.І. - К.: «Кондор» 2012. - 735 с.
7. Машини та обладнання для тваринництва: посібник-практикум / Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. [та ін.]. – Вид. 2-ге, – К.: Кондор, 2012. – 562 с.
8. Машиновикористання у тваринництві: Підручник для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / І.І.Ревенко, О.О. Заболотько, В.С. Хмельовський. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 260 с.
9. Монтаж і пусконаладження фермської техніки / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.Д. Роговий та ін. ; За ред. І.І. Ревенка. - К.: Кондор, 2004. - 400 с.
10. Національний проект «Відроджене скотарство». – К.: ДІА, 2011. – 44 с.
11. Охорона праці. Методичні вказівки щодо виконання розділу "Охорона праці" у дипломних проектах студентів факультету МОГ НАУ. – К.: 2008. – 342с.

12. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / Под ред. Клецкина М.И. - т. 3. - М.: Машиностроение, 2006. - 342 с.

13. Сыроватка В.И. Механизация приготовления кормов. - Справочник. - М.: Агропромиздат, 2007. - 421 с.

14. Ясенецький В.А. Єрмоленко В.О. Зниження енергозатрат у тваринництві кормовиробництві. - К.: Урожай, - 2007. - 136 с.

15. Національний проект «Відроджене скотарство» / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України // [Текст, таблиці, додатки]. - К.: ДІА, 2011. - 44 с.

16. Шевченко І.А. Науково-методичні рекомендації з багатовимірного виробничого контролю доїльних установок / І.А. Шевченко, Е.Б. Алієв / За редакцією доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка - Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 2013 - 156 с. - ISBN 978-966-2602-41-VIII.

17. ISO 3918. Milking machine installations - Vocabulary. - Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. - 42 p.

18. ISO 5707. Milking machine installations - Construction and performance. - Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. -

52 p.  
19. ISO 6690. Milking machine installations - Mechanical tests. - Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. - 46 p.

20. Карташов Л.П. О контролируемых параметрах вакуумной системы доильной установки / Л.П. Карташов, Ю.А. Ушаков // Вестник Оренбургского государственного университета. - № 8 (127). - Оренбург: ОГУ, 2011. - С. 220-223.

21. Фененко А.І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: Монографія / А. І. Фененко - К., 2008. - 198 с.

22. Подолько Н.М. Некоторые вопросы повышения стабильности вакуума в вакуумных системах доильных машин / Н.М. Подолько, А.В. Ильин // Совершенствование электромеханизации и техногенные факторы в



агропромышленном производстве Приморского края: сб. науч. тр. / ПГСХА. – Уссурийск, 2008. – С. 68-75.

23. Китиков В.О. Моделирование физических процессов в доильной установке при стабилизации разрежения / В.О. Китиков, Е.В. Тернов, М.М. Чуйко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2010. – Вып. 44. – Т. 2. – С. 61-65

24. Алиев Э.Б. Новый подход к техническому сервису доильных установок / Э.Б. Алиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2011. – № 45. – С. 271-277.

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

26. Алиев Э.Б. Технические средства диагностики доильных установок / Э.Б. Алиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – № 47. – Том 2. – С. 38-43.

27. Дмитрів В. Т. Комплекс для діагностики і дослідження доїльного обладнання / В. Т. Дмитрів // Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інновац. розр. ЛНАУ / за заг. ред. В. В. Снітинського, В. І. Лопушняка. – Львів : Львів. нац. агроуніверситет, 2011. – Вип. 11. – С. 6.

28. Дмитрів В. Т. Насос вакуумний енергоощадний / В. Т. Дмитрів, В. М. Сиротюк, Д. І. Федорина // Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву : каталог інновац. розр. ЛНАУ / за заг. ред. В. В. Снітинського, В. І. Лопушняка. – Львів : Львів. нац. агроуніверситет, 2011. – Вип. 11. – С. 16.

29. Патент на корисну модель № 64081, Україна, МПК А 01 J 5/04. Спосіб машинного доїння корів / В. Т. Дмитрів, Ю. М. Лаврик, Є. М. Кондур;

заявник та патентовласник Львівський національний аграрний університет. –

№ u201104708; заявл. 18.04.11; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

30. Кузьменко І. І. Технологічні і конструктивні підходи до розробки доїльного апарата з автоматичною зміною режиму роботи / І. І. Кузьменко //

Матеріали XII Міжнар. (І Українського) сим поз. з пит. маш. доїння корів, 11-14 травня 2004 року – Глеваха : ННЦ “ІМЕСГ” – 2005. – С. 121-126.

31. Дмитрів В.Г. Модель відкачування повітря з камер змінного вакуумметричного тиску доїльного апарата / В.Г. Дмитрів, І.В. Дмитрів //

Вісник Харківського національного технічного університету с.г. ім. П.

Василенка. – Вип. 132 “Технічні системи і технології тваринництва”. – Харків, 2013. – С. 207-212.

32. ДСТУ ISO 5707:2012. Установки доїльні. Конструкція і технічні характеристики (ISO 5707:2007, IDT). На заміну ГОСТ 28545-90 ; введ. 01-05-2013. – К. : Вид-во стандартів. – 2012. – 55 с.

33. Дмитрів В. Дослідження інтенсивності молоковіддачі при різних режимах роботи доїльних апаратів / В. Дмитрів, Р. Ткачишин // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2006. – № 10. – С. 226-230.

34. Адамчук В. Адаптивний доїльний апарат с пневмоелектромагнітним пульсатором / В. Адамчук, В. Дмитрів, І.

Дмитрів // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin-Rzeszow, 2015. – Vol 17, № 9. – P. 83-87.

35. Дмитрів В. Аналіз конструкцій вакуумних насосів для доїльних установок / В. Дмитрів, Д. Федорина // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2008. – № 12, т. 2. – С. 439-445.

36. Фененко А. Аналіз розвитку молоковакуумних систем доїльних установок / А. Фененко, В. Дмитрів // Теорія і практика розвитку АПК :

Міжнар. наук.-практ. форум, 19-20 вересня 2006 р. – Т. 2. – Львів : Львів держ. агроуніверситет, 2006. – С. 80-90

37. Кучерук В.Ю. Статистичні моделі тривалості машинного доїння на групових доїльних установках / В.Ю. Кучерук, Є.А. Паламарчук, П.І. Кулаков // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т.4, № 4(70). – С. 13-17.

38. Москаленко С. П. Про взаємодію ланок системи “людина-машина-тварина” при машинному доїнні корів // С. П. Москаленко // Матеріали XII Міжнар. (I Українського) симп. з пит. маш. доїння корів, 11-14 травня 2004 р. – Глеваха, 2005. – Вип. 84. – С. 292-298.

39. Лищинский С. П. Оценка оборудования для доения и охлаждения молока / С. П. Лищинский, О. А. Заболотко // Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха, 2010. – Вип. 84. – С. 88-94.

40. Фененко А. І. Конструктивно-технологічні параметри ланки “людина-машина-тварина” / А. І. Фененко // Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха, 2008. – Вип. 92. – С. 196-203

41. Свиридов А. Г. Распределение давления в гидравлическом контуре автоматизированных доильных установок / А. Г. Свиридов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М., 2007. – № 11. – С. 140

42. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва / О. Ю. Науменко, І. Г. Бойко, В. І. Грідасов [та ін.] ; за ред. Скорика О. П., Полупанова В. М. – Харків : ХНТУСГ, 2009. – 426 с.

43. Линник Ю. О. Обґрунтування режимів роботи молочно-вакуумних систем доїльних установок : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Ю. О. Линник; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ, 2016

44. Сиротюк В. М. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посібник / В. М. Сиротюк. – Львів : Магнолія плюс, 2004. – 200 с.

45. Режимні характеристики уніфікованих доїльних апаратів для доїльної техніки нового покоління / А. І. Фененко, Д. О. Римар, В.П. Савран [та ін.] //

матеріали XII Міжнар. (І Українського) симп. з пит. маш. доїння корів 11-14 травня 2004 р. – Глеваха : ННЦ “ІМЕСУ”, 2005. – С. 32-36.

46. Фененко А. И. Биотехническая система производства молока: теория и практика : монография / А. И. Фененко; ред.: В. В. Адамчук; НААН Украины, Нац. науч. центр "Ин-т механизации и электрификации сельского хозяйства". – Глеваха : Лысенко Н.М., 2014. – 190 с.

47. Дмитрів І. В. Аналіз режимних характеристик доїльних апаратів при машинному доїнні корів / І. В. Дмитрів // Механізація та електрифікація сільського господарства // Міжвід. темат. наук. зб. – 2013. – Вип. 97. – Глеваха, 2013. – С. 576-581.

48. Медведський О. В. Інтенсифікація процесу та удосконалення засобів доїння корів в умовах фермерського виробництва : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / О. В. Медведський, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ, 2016. - 24 с. .

49. Магац М. І. Обґрунтування параметрів енергоощадного доїльного апарата : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / М. І. Магац; Львів. нац. аграр. ун-т. - Львів, 2015. - 20 с. - укр.

50. Бригас О. В. Обґрунтування конструкційних параметрів і режимних характеристик молокопровідної лінії доїльної установки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / О. В. Бригас; Вінниц. нац. аграр. ун-т. – Вінниця, 2016. – 20 с. – укр.