

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**ШАГОВ ДАВИД ОЛЕГОВИЧ**

**УДК 637.11**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСІВ ФЕРМИ ВРХ З РОЗРОБКОЮ ПРИСТРОЮ ДЛЯ  
МАСАЖУ ВИМЕНІ НЕТЕЛІВ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Шагов Д.О.

**Керівник роботи**

Медведський О.В.

кандидат технічних наук, доцент

**Житомир – 2024**

## АНОТАЦІЯ

**Шагов Давид Олегович. Удосконалення механізації технологічних процесів ферми ВРХ з розробкою пристрою для масажу вимені нетелів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.**

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Дипломний проект спрямований на підвищення ефективності та продуктивності процесів на фермах великої рогатої худоби (ВРХ). Однією з ключових проблем, що впливають на здоров'я та продуктивність корів, є догляд за вим'ям, особливо у молодих тварин (нетелів). Запропоноване удосконалення технологічних процесів шляхом впровадження пристрою для масажу вимені нетелів має на меті зменшити ризик захворювань, покращити молочну продуктивність та забезпечити комфорт тварин.

Особливу увагу в кваліфікаційній роботі приділено розробці технології використання пристрою в умовах ферми.

На основі проведених розрахунків зроблено висновки щодо ефективності запропонованого пристрою для масажу вимені нетелів та розроблено рекомендації з його впровадження на фермах ВРХ. Впровадження даного пристрою дозволить підвищити ефективність технологічних процесів на фермах, знизити витрати на ветеринарні послуги та збільшити загальну продуктивність господарств.

*Ключові слова: механізація, ферма ВРХ, масаж вимені, нетелі, здоров'я тварин, продуктивність, удосконалення технологічних процесів.*

## *ANNOTATION*

*Shagov David Olegovich. Improvement of mechanization of technological processes of a cattle farm with the development of a device for udder massage of heifers. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The diploma project is aimed at improving the efficiency and productivity of processes on cattle farms. One of the key issues affecting the health and productivity of cows is udder care, especially in young animals (heifers). The proposed improvement of technological processes through the introduction of a device for udder massage of heifers aims to reduce the risk of disease, improve milk production and ensure animal comfort.

Particular attention in the qualification work is paid to the development of technology for using the device in farm conditions.

Based on the calculations made, conclusions were drawn about the effectiveness of the proposed device for udder massage of heifers and recommendations for its implementation on cattle farms were developed. The introduction of this device will increase the efficiency of technological processes on farms, reduce the cost of veterinary services and increase the overall productivity of farms.

Keywords: mechanization, cattle farm, udder massage, heifers, animal health, productivity, improvement of technological processes.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ДОЇННЯ КОРІВ І ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА.....	8
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	18
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** В умовах сучасного аграрного виробництва ферми великої рогатої худоби (ВРХ) стикаються з численними викликами, серед яких одними з найважливіших є підвищення продуктивності, збереження здоров'я тварин та забезпечення високої якості продукції. Одним із ключових аспектів, що впливають на ці показники, є догляд за вим'ям корів, особливо у молодих тварин – нетелів. Догляд за вим'ям нетелів є надзвичайно важливим, оскільки цей період визначає майбутню продуктивність тварин, їх здоров'я та комфорт.

Традиційні методи догляду за вим'ям нетелів часто є трудомісткими та недостатньо ефективними. Вони не завжди забезпечують належний рівень гігієни та профілактики захворювань. Крім того, ручний догляд може спричиняти додатковий стрес для тварин, що негативно впливає на їхнє здоров'я та продуктивність. Відтак, удосконалення механізації технологічних процесів на фермах ВРХ є нагальним завданням, що потребує впровадження нових технологічних рішень.

Одним з таких рішень є розробка пристрою для масажу вимені нетелів. Масаж вимені має позитивний вплив на кровообіг, зменшує ризик запальних процесів та підвищує загальний тонус шкіри. Використання автоматизованого пристрою для масажу дозволяє забезпечити стабільний та ефективний догляд за вим'ям, знижує витрати часу та зусиль обслуговуючого персоналу, а також мінімізує стрес для тварин.

**Метою даного дипломного проекту** є удосконалення механізації технологічних процесів на фермі ВРХ шляхом розробки та впровадження пристрою для масажу вимені нетелів. Досягнення цієї мети передбачає вирішення низки завдань, зокрема:

- аналіз існуючих методів та засобів догляду за вим'ям нетелів на фермах ВРХ;

- вивчення фізіологічних та гігієнічних аспектів масажу вимені та його впливу на здоров'я тварин;
- розробка конструкції та принципу дії пристрою для масажу вимені.

У рамках цього проекту будуть розглянуті всі аспекти від теоретичних обґрунтувань до практичного застосування та економічної оцінки. Особлива увага приділяється забезпеченню безпеки та комфорту тварин, а також ефективності використання розробленого пристрою в умовах реальної ферми.

Таким чином, впровадження пристрою для масажу вимені нетелів дозволить підвищити ефективність та продуктивність технологічних процесів на фермах ВРХ, покращити здоров'я та комфорт тварин, а також знизити витрати на ветеринарне обслуговування та збільшити рентабельність господарств.

**Об'єкт дослідження** є технологічні процеси догляду за вим'ям нетелів на фермах великої рогатої худоби (ВРХ). Ці процеси включають комплекс заходів, спрямованих на забезпечення гігієни, здоров'я та комфорту тварин, що впливає на їх продуктивність та загальний стан..

**Предмет дослідження** є розробка та впровадження пристрою для масажу вимені нетелів як засобу удосконалення механізації технологічних процесів на фермах ВРХ. Це включає вивчення конструкційних особливостей пристрою, принципів його дії, впливу на здоров'я та продуктивність тварин, а також економічну доцільність його використання в умовах сучасних ферм.

#### **Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Шагов Д.О. Стан питання механізації доїння корів і первинної обробки молока. Збірник тез VIII-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 6 квітня 2022 року. Житомир : ЖАТФК. С. 54-55.

2. Шагов Д.О. Стан молочного фермерства в Україні. Збірник тез IX всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції

розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 304-306.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє розроблений пристрій для масажу вимені нетелів

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 18 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 34 сторінки комп'ютерного тексту, містить 4 рисунків та 1 таблиці.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ДОЇННЯ КОРІВ І ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

Для машинного доїння корів промисловість країни випускає різні типи доїльних установок, які відрізняються між собою за техніко-економічними показниками, продуктивністю, а найголовніше – організацією праці агрегатів машинного доїння [1, 4, 6, 9, 10, 12].

Ці установки можна розділити на три основні типи:

- а) стаціонарні для доїння корів у стійлах (лінійні доїльні агрегати);
- б) стаціонарні для доїння корів у спеціальних доїльних приміщеннях;
- в) універсальні пересувні для доїння корів як на пасовищах, так і в доїльних приміщеннях або корівниках.

Нині налагоджено випуск автоматизованих доїльних установок.

За прив'язного утримання доять корів у стійлах доїльними установками з переносними відрами АД - 100А, ДАС - 2Б, ДАС - 2В або з молокоприводом АДМ - 8. Однак можна застосовувати і доїння в доїльних залах на установках із коротким молокоприводом, з урахуванням, що корови мають автоматизовану прив'язь [1, 4, 6, 9, 10, 12].

За безприв'язного (боксового) утримання корів доять у спеціальних приміщеннях на установках "Ялинка", "Тандем". На великих промислових молочних комплексах із поголів'ям понад 1200 корів - на "конвеєрних" установках типу "Карусель", УДА-100 [1, 4, 6, 9, 10, 12].

При табірному утриманні корів доять (на пасовищах і в таборах) пересувними доїльними установками УДС-3А, УДЛ-Ф-12.

Найкращі умови для праці доярки створюються при використанні доїльних установок у спеціалізованих доїльних залах [1, 4, 6, 9, 10, 12].

Практично, нове покоління доїльних установок укомплектованих новими доїльними апаратами типу АДУ-1 (апарат доїльний уніфікований) з



нерегульованою частотою пульсації. Ці апарати добре зарекомендували себе. До цієї ж серії входять апарати АДС [1, 4, 6, 9, 10, 12].

Нині з'явилися фермерські та сімейні ферми, які мають від 10 до 30-50 корів, тому промисловість випустила новий типаж агрегатів і установок. Технічна характеристика доїльних агрегатів і установок може слугувати прикладом АІД-І-01, АДМ-Ф-4, ФАС-Ф-3-20, УДМ-Ф-1 [2, 4, 6, 8, 10, 12].

При первинній або під первинною обробкою молока слід розуміти заходи, які не змінюють фізико-механічних властивостей молока. До них належать – фільтрація (або очищення молока), охолодження молока, нормалізація, пастеризація, сепарація молока [3, 4, 6, 9, 10, 14].

Під переробкою молока слід розуміти заходи, які в процесі обробки змінюють фізико-механічні властивості молока. До них належать: отримання сметани, кефіру, масла тощо, що набуло великого поширення у фермерських господарствах [1, 4, 6, 9, 10, 12].

Очищення молока від домішок (згорнутого білка, молочного цукру тощо) зазвичай здійснюється шляхом фільтрування. Фільтри виготовляють із різних тканин - серпянки, бязі, марлі, лавсану. Іноді застосовуються цедилки, виготовлені з ниток, матеріалом яких є нержавіюча сталь. Останнім часом на молокопроводах у циліндричному магістральному фільтрі - АДМ-0,9 застосовуються разові фільтри, виготовлені з матеріалу АНАНТ. Ці фільтри відповідають найвищим вимогам щодо якості очищення молока. Під час доїння в молочні відра застосовують відцентровий спосіб очищення. Для цього випускаються спеціальні молокоочисники, наприклад, ОМ-1А [1, 12].

Одним із найважливіших заходів запобігання молока є його своєчасне охолодження та зберігання в такому стані до відправки на підприємства. Свіжовидоєне молоко треба охолодити одразу після доїння, саме, завдяки охолодженню в молоці призупиняється розмноження мікроорганізмів, збільшується бактерицидний період, що сприяє тривалішому збереженню продукту [1, 12].

Молоко охолоджується в резервуарах - охолоджувачах двома способами:

- безпосереднім випаровуванням холодоагенту в сорочці резервуара;
- за допомогою проміжного холодоносія, тобто крижаної води.

До першого напрямку належать РНО-0,5, РНО-2,5, РПО-3,2, відповідно з холодильними установками: УВ-10, АВ-30, МКТ-14-2-0, МКТ-20-2-0.

Пастеризація молока необхідна для знезараження молока від хвороботворних мікробів-збудників на фермах, неблагополучних щодо інфекційних захворювань (ящуру, бруцельозу, лейкозу). Ефект пастеризації залежить від ступеня нагрівання і від часу, протягом якого витримується молоко, нагріте до температури пастеризації. Існує три види пастеризації [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

- тривала (нагрівання до  $63^{\circ}\text{C}$  з витримкою до 30 хв);
- короткочасна (нагрівання до  $72-76^{\circ}\text{C}$  з витримкою 15-20 секунд);
- миттєва (нагріванням до  $85-90^{\circ}\text{C}$  без витримки).

Останнім часом зарекомендував себе холодний спосіб пастеризації, що базується на дії ультрафіолетових променів. З'явилися установки промислового типу - УФН-1, УФН-2 тощо.

Доїння корів має бути суворо регламентоване за режимом і часом доїння.

Необхідно виконати всі правила машинного доїння за стадіями - підготовка корів до доїння 1 хв, доїння - 5-6 хв і обробка вимені після доїння - 1 хв [1, 4, 6, 9, 10, 12].

Молоко має бути чистим, тобто першого класу. Необхідно використовувати фільтрувальні елементи або відцентрові очищувачі.

Сепарація молока має бути одразу після доїння за  $t = 28 \dots 30^{\circ}\text{C}$ .

Термін дозрівання сметани 18...24 години.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Ферма на 50 дійних корів – господарство досить солідне. Щоб обслужити таку ферму, потрібно 7 працівників.

Ось як може виглядати склад ферми з урахуванням 25% щорічного вибраковування корів і власного відтворення стада:

- корови - 50 гол.
- телята до 20 днів - 5 гол.
- телята до 6 міс - 15 гол.
- телички від 6 до 12 місяців – 10 гол.
- нетелі від 12 до 24 місяців – 15 гол.
- нетелі за 2-3 місяці до отелення – 5 гол.

Разом 100 голів худоби. На догляд за ними потрібно 30 люд/год щодня. І кормів знадобиться чимало:

- сіна – 185 т
- зелених кормів – 400 т
- концентратів – 175 т
- кормових буряків – 200 т
- картоплі – 85 т

Що б усе це виростити треба не менше 85 га землі (зокрема 20 га ріллі)

Є в наявності корівник на 100 корів. Ширина корівника мінімальна – 10 м, прийнята з розрахунку застосування малогабаритної техніки для роздачі кормів самохідним шасі Т-16М, мотоблоком. Трактором Т-25 із причепом або гужовим возом за наявності коня.

Гній із корівника видаляється за допомогою транспортера ТСН-2Б у причіпний візок або безпосередньо на майданчик і потім вивозиться на поле.

Загальний вихід гною за рік – 1200 т.

Ділянка розташована в сухому незатоплюваному місці і має ухил, що забезпечує стік поверхневих вод. Вона розташовується поблизу джерел

електропостачання та природних водойм, що забезпечують достатню кількість води на фермі.

Ферма розташовується за рельєфом місцевості нижче житлового сектору на відстані не ближче 300 м. У межах ферми виробничі споруди розташовуються нижче допоміжних будівель і споруд. Одночасно гноєсховище має розташовуватися, але рельєфом місцевості нижче від усіх вищеназваних об'єктів. Уздовж меж території ферми створено зелену зону. До обраної ділянки є зручний під'їзд.

#### Техніко-економічні показники:

- розмір ферми – 50 корів;
- місткість тваринномісць – 100;
- кількість працюючих, осіб – 7;
- площа забудови, м<sup>2</sup> – 9820;
- витрата води, м<sup>3</sup> /добу - 8,5;
- витрата каналізаційних стоків, м<sup>3</sup> /добу – 3,7;
- витрата тепла, ккал/год – 9800;
- витрата електроенергії, тис. кВт.год – 99 на рік;
- споживча потужність, кВт – 40

#### Вибір вихідних даних

Кількість корів – 130 голів

у т.ч. дійних –  $130 \cdot 0,85 = 110$  голів

Продуктивність річна - 1787 кг/гол = 6 кг/гол на добу

Час доїння корів 1 раз = 1,5-2,5 год. Приймаємо 2 години.

Кратність доїння  $n=2$ . Режим доїння 1д - з 7 до 9 год, 2д - 16-18 год.

Доїння корів проводиться доїльним апаратом АДС.



$t_{\text{дод}}$  – час на підключення та відключення доїльних апаратів, транспортування апаратів і доїльного відра, хв.;  $t_{\text{всп}} = 3,5$  (хв.);

$t_{\text{тр}}$  – час на транспортування і переливання молока під час доїння у відра, хв.; під час доїння в молокопровід  $t_{\text{тр}} = 0$  (хв.);

$$t_p = 1,5 + 3,5 = 5 \text{ хв.}$$

визначаємо продуктивність праці оператора за виразом [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$Q = \frac{60}{t_p}, \text{ кор/год}$$

$$Q = \frac{60}{5} = 12 \text{ кор/год}$$

Визначення кількості операторів-доярів.

На обслуговування однієї установки необхідну кількість доярів визначаємо за формулою [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$Z_o = \frac{m_q'}{(Q_o \cdot T)} \quad (1.3)$$

де  $m_q'$  – кількість дійних корів, що обслуговується однією установкою.  
 $m_q' = 154$

$T$  – фактичний час доїння всього поголів'я.  $T = 2$ (год)

$$Z_o = \frac{154}{12 \cdot 2} = 7 \text{ доярів}$$

$Z_o$  округляємо в бік збільшення.

Визначаємо кількість апаратів, необхідних одному оператору [1, 10, 12].

$$Z_a = \frac{t}{t_p} = \frac{(t_m + t_p)}{t_p} = \frac{t_m}{t_p} + 1, \quad (2.4)$$

де  $t_m$  – тривалість машинного доїння корови апаратом без заключного масажу та машинного додоювання (4...5 хв.);

$t$  – загальний час доїння однієї корови, хв.

$$t = t_p + t_m, \text{ хв.} \quad (2.5)$$

$$Z_a = \frac{5}{5} + 1 = 2 \text{ шт}$$

$Z_a$  округляємо в бік зменшення. Це робиться з метою дотримання правил машинного доїння.

Правильність розрахунку перевіряємо за співвідношенням [1, 10, 12]:

$$(Z_{\text{а розр}} - Z_{\text{о розр}}) < (Z_{\text{а розр}} - Z_{\text{о окр}}) \quad (2.6)$$

Необхідна кількість усіх операторів на фермі [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{о}} \cdot Z_{\text{q.у.}}, \text{ осіб.} \quad (2.7)$$

$$Z_{\text{заг}} = 7 \cdot 1 = 7 \text{ операторів}$$

Визначення фактичної продуктивності доїльної установки.

$$Q_{\text{факт}} = Q_{\text{о}} \cdot Z_{\text{о}}, \text{ кор/год} \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{факт}} = 12 \cdot 7 = 84 \text{ (кор/год)}$$

Усе обладнання для первинної обробки та часткової переробки, зберігання і транспортування молока монтується в спеціальному приміщенні, яке називається прифермерським молочним відділенням. Це відділення може обслуговувати кілька молочних стад, що утримуються в різних корівниках ферми. Молочний цех може обслуговувати відразу кілька ферм.

За насиченістю механізмами, пристроями й апаратами, за енергонасиченістю молочне відділення великої ферми або комплексу не поступається кормоцеху. Тому проектуванню молочної, правильній експлуатації обладнання, ефективному використанню теплових апаратів і холодильних установок інженер повинен приділяти найсерйознішу увагу.

Розміри приміщення молочної та потребу в обладнанні визначають залежно від поголів'я корів та їхньої продуктивності, а також можливості приймання молока від колгоспників. Крім того, слід знати максимальну кількість молока, яка може надходити за зміну або за добу, і врахувати перспективи розвитку молочного господарства на найближчі 5...10 років.

Час первинної обробки молока залежить від організації роботи виробничої лінії. Мінімальний час витрачається при обробці молока потокової лінії.

Щоб здійснювався потік, необхідно узгодити годинну продуктивність усього обладнання потокової лінії.

Визначення годинної продуктивності потокової лінії.

Річна кількість молока, що надходить у молочну [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$M_{\text{річ}} = M \cdot m, \text{ кг} \quad (2.9)$$

де  $M_{\text{річ}}$  – річний удій на корову, кг.

$$M = 7,8 \cdot 300 = 2340 (\text{кг})$$

$$M_{\text{річ}} = 2340 \cdot 154 = 360360 \text{ кг}$$

Максимальний добовий збір молока [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$M_{\text{доб}} = \frac{(\alpha \cdot M_{\text{год}})}{365}, \text{ кг/добу} \quad (2.10)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт нерівномірності надою (приймають  $\alpha=1,2\dots2,5$ ).

$$M_{\text{сут}} = \frac{2 \cdot 360360}{365} = 1975 \text{ кг/добу}$$

Максимальний разовий надій молока [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$M_{\text{раз}} = \beta \cdot M_{\text{сут}}, \text{ кг} \quad (2.11)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт, що враховує максимальний надій молока за одне доїння (за 2-х кратного доїння  $\beta=0,65$ ).

$$M_{\text{раз}} = 0,65 \cdot 1975 = 1284 \text{ кг}$$

Максимальне значення годинної продуктивності [1, 4, 6, 9, 10, 12]:

$$M_{\text{год}} = \frac{M_{\text{р}}}{T}, \text{ кг/год}$$

де  $T$  - тривалість доїння стада, год.  $T=2$ (год)

$$M_{\text{ч}} = \frac{1284}{2} = 642 \text{ кг/год}$$

Отриману розрахунком годинну продуктивність зазвичай дещо округлюють, враховуючи каталожні дані технологічного обладнання.

Всі інші розрахунки проводимо за стандартною методикою. Результати розрахунків представлено в таблиці 2.1



Таблиця 2.1 – Відомість обраного обладнання

№	Найменування обраного обладнання	Кількість	Потужність, кВт	t <sub>ф</sub> годину	F <sub>i</sub> м <sup>2</sup>
1.	Ємність для збору молока ДФ - 0,65	1	-	-	1,2
2.	Очищувач молока ОМ-1	1	1,5	0,4	1,0
3.	Доїльні агрегати АІД-1	3	1,8	2	0,35
4.	Зрівняльна ємність	1	-	-	0,4
5.	Сепаратор ОСБ-450	1	3	1,5	0,4
6.	Охолоджувач вершків УФІ-160	1	3	1,5	0,35
7.	Фляги ФЛ-38	14	-	-	1,4
8.	Водонагрівач ВЕТ-200	1	7	14	0,4
9.	Молочні насоси МЦ 6×12	2	2,54	5	0,4

$$W_i = 2,4 \times 2 + 1,5 \times 1,2 + 1,2 \times 2,75 + 3 \times 1,5 = 14,4 \text{ кВт.год}$$

Отже, тільки на доїння і переробку молока витрачається на добу 28,8 кВт.год, а з урахуванням нагріву і подачі води та освітлення робітника і чергового витрата становитиме до 50 кВт.год на добу.

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Стан питання механізації підготовки нетелей до лактації

Одним із чинників повнішого виявлення потенційних можливостей рівня молочної продуктивності є масаж вимені нетелей у період підготовки до отелення та масажу первісток з моменту їх роздоювання. Практикою молочного скотарства та численними науковими дослідженнями доведено його позитивний вплив на розвиток залозистого апарату. Встановлено, що завчасне привчання нетелей до машинного доїння, масажу вимені, шуму вакуум-насоса підвищує продуктивність первісток від 4 % до 37 %, збільшується вміст жиру в молоці від 0,1 до 0,2 %, збільшуються розміри та поліпшується розвиток вимені.

Масаж вимені як технологічний прийом підготовки нетелей до отелення раніше широко використовувався в передових господарствах. Однак традиційний ручний масаж стримує зростання продуктивності праці операторів, а збільшення навантаження з 18-20 до 30-50 нетелей знижує якість масажу. Фізично масажисту неможливо виконувати таку роботу.

Невідповідність між сучасною технологією молочного скотарства і використанням ручної праці під час масажу викликає необхідність механізації цього трудомісткого процесу.

Проведений патентний пошук показує, що для найкращого масажу доцільніше використовувати простий за конструкцією пневмо-масажор.

Для використання цього масажора необхідно користуватися такою технологією:

1. У період п'ятимісячної тільності нетелей ставлять на прив'язь, і п'ять днів у години доїння привчають до оператора з масажу. Він звертається до кожної тварини на прізвисько, поглажуючи в області спини, попереку, вимені.

2. Два наступних дні привчають тварин до виду апарату: пересувають пристрої вздовж масажної лінії, зупиняють біля кожної нетелі, гукають тварину, погладжують поперек, спину, вим'я.

3. Потім три дні привчають тварин до робочого шуму апарата від 1 до хвилин на кожен сеанс щодня.

4. Протягом наступних 15-20 днів фіксують апарат на вимені й масажують поступово. Для цього підводять апарат під вим'я, не прибираючи руки з дуги кріплення, утримують його на вимені, вмикають вакуум і після одного стиснення робочих пальців відключають і відводять від вимені. Наступного сеансу повторюють те ж саме. З третього сеансу дають можливість стиснутися робочим пальцям на вимені два рази. При цьому оператор звертається до тварини на прізвисько, злегка погладжуючи вим'я рукою. Так поступово, з огляду на поведінку кожної тварини, збільшують кількість стискань робочих пальців до 45 на хвилину, а тривалість масажу до трьох хвилин.

5. За три тижні до отелення масаж припиняють і починають знову після закінчення двох тижнів після отелення. Далі масаж може тривати протягом місяця.

### **3.2 Будова і принцип дії**

Апарат складається (рис. 2.1) з масажних лап 11, які шарнірно закріплені на верхньому фланці 15. Штовхач вимені 10 закріплений на напрямних пальцях 16, які жорстко закріплені на нижньому фланці 13. До верхнього стрижня жорстко закріплені чотири напрямні пальці 19, якими переміщується нижній фланець, до якого приварені вуха 18.

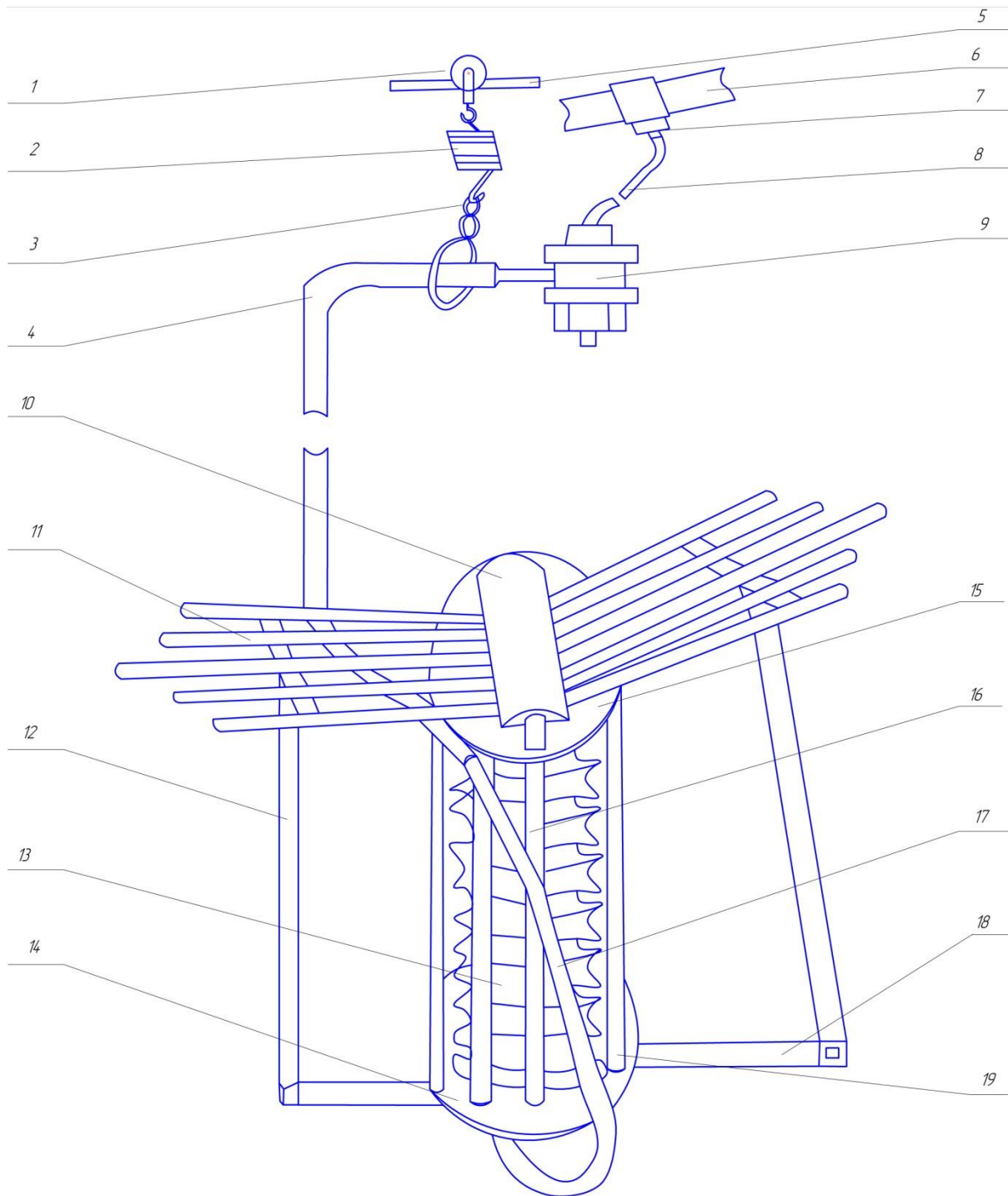


Рис. 3.1. Пристрій для масажу вимені нетелів: 1 – ролик; 2 – пружина; 3 – ланцюг; 4 – дуга підвіски; 5 – розтяжка масажної лінії; 6 – вакуумний дрiт; 7 – вакуумний шланг; 9 – пульсатор; 10 – штовхач вимені; 11 – масажна лапа; 12 – штанги; 13 – силова гофра; 14 – нижній фланець; 15 – верхній фланець; 16 – напрямна штовхача вимені; 17 – вакуумний шланг; 18 – вуха; 19 – напрямні нижнього фланця.

Зусилля до масажних лап передається через шарнірно закріплені на вухах 18 і масажних лапах штанги 12. Між фланцями за допомогою хомутів закріплена силова гофра 13.

Цей пристрій фіксується дугою кріплення 4, яка приварена до верхнього фланця. Дуга кріплення підвішена за допомогою ланцюга 3, пружини 2 до ролика 1, який зі свого боку переміщується по розтяжках масажної лінії 5.

Постійний вакуум із вакууму проводячи 6 через вакуумний кран 7 і вакуумний шланг 8 надходить у пульсатор 9, де перетворюється на пульсуючий. Далі вакуум через дугу підвіски, вакуумний шланг 17 і штуцер у нижньому фланці надходить у силову гофру, змушуючи її стискатися. Стискаючись, гофра піднімає вгору нижній фланець, який зі свого боку, діючи через вуха і штанги, змушує стискатися масажні лапи. Також через напрямні пальці 16 нижній фланець піднімає штовхач вимені.

Після зняття вакууму за рахунок пружності стисненого вимені і сил тяжіння силова гофра розпрямляється і звільняє вим'я. Оскільки пульсатор створює пульсуючий вакуум, то відбувається цикл поворотів тактів стиснення і розширення, за рахунок чого і відбувається безпосередньо масаж.

### 3.3 Технологічний розрахунок

У цей відділ входять такі етапи: призначення розмірів конструкції, силовий розрахунок гофри, визначення необхідного зусилля і перевірка обраної гофри. Для полегшення і більшої наочності розрахунку наведемо розрахункову схему рис. 3.2.

Визначення розмірів

Виходячи із середнього розміру вимені нетелі призначаємо такі конструктивні розміри:

$l_{\text{лап}}$  – довжина масажної лапи приймаємо 225 мм.

$U_{\text{лап}}$  – ширина масажної лапи приймаємо 145 мм.

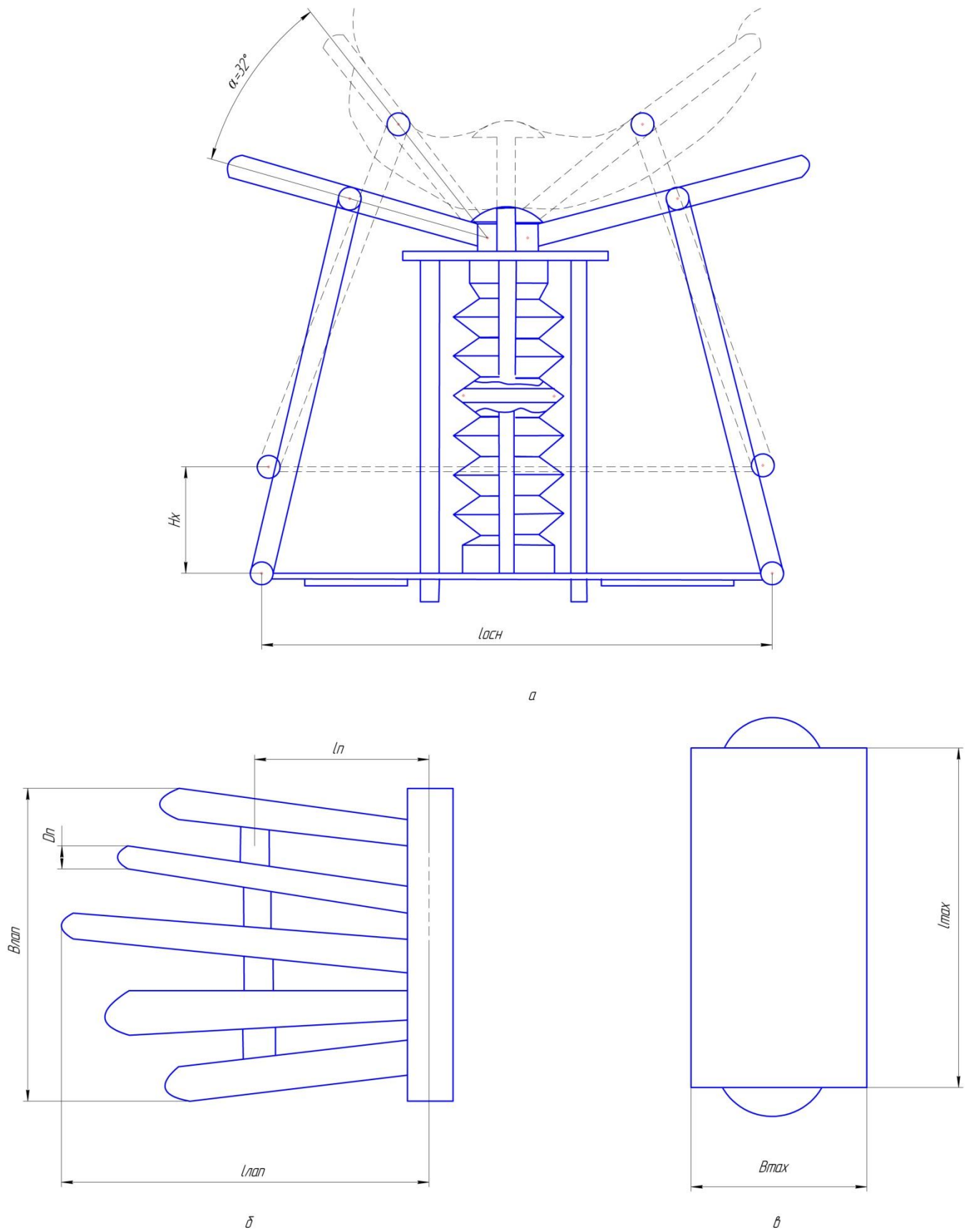


Рис. 3.2. Схема масажора (а), масажна лапа (б) та штовхач вимені (в).

$D_{\Pi}$  – діаметр пальця масажної лапи приймаємо 20 мм.

$l_{\text{толк}}$  – довжина штовхача вимені приймаємо 180 мм.

$U_{\text{толк}}$  - ширина штовхача вимені приймаємо 55 мм.

Ґрунтуючись на фізіології сільськогосподарських тварин, під час масажу вим'я повинне протискатися на 3-6 см, за тиску на нього в 17,5 кПа.

Таке протискання забезпечуватиметься під час повороту масажної лапи на кут  $\alpha = 32^\circ$ . Для того, щоб ця умова виконувалася, хід нижнього фланця відносно верхнього має дорівнювати  $H_x = 60$  мм. Хід штовхача вимені дорівнюватиме ходу нижнього фланця.

Для перетворення енергії вакууму в рух вибираємо попередньо гумову гофру  $D_r = 110$  мм, яка застосовується на льонокомбайнах як захисний чохол приводного вала. Щоб гофра під час роботи не зминалася з боків, необхідно помістити в неї металеві кільця діаметром  $D_k = 130$  мм.

Ґрунтуючись на вище викладених розмірах конструктивно приймаємо розміри, що залишилися:

$l_{\text{осн}}$  – довжина, на яку розставлені штанги приводу масажних лап, приймаємо 325 мм.

$l_{\text{л}}$  – довжина масажної лапи від кріплення до місця приводу 110 мм.

$D_{\text{ф}}$  - діаметр нижнього і верхнього фланців 210 мм.

$H_{\text{ф}}$  – товщина фланців приймаємо 4 мм.

$D_{\text{т}}$  – діаметр направляючої штовхача вимені 15 мм.

$D_{\text{н}}$  – діаметр напрямних нижнього фланця 15 мм.

$D_{\text{шт}}$  – діаметр штанги приводу масажних лап 15 мм.

$l_{\text{шт}}$  – довжина штанги 220 мм.

$l_{\text{напр}}$  - довжина напрямних 200 мм.

Розрахунок зусилля, що створюється силовою гофрою

Знаючи площу впливу вакууму і його величину, зусилля стиснення, що створюється гофрою, визначатиметься за формулою

$$F_r = P \times S_{\Pi} \quad (3.1)$$

де:  $P$  – розрядження вакууму, що підводиться. Розрядження приймаємо таким, що дорівнює розрядженню, створюваному вакуумним насосом доїльної установки, 48 кПа.

$S_{\Pi}$  – площа, на яку діє вакуум.

Площу, на яку діє вакуум, розрахуємо за формулою (2.2)

$$S_{\Pi} = 2\pi \times r_{\Gamma}^2 \times 10^{-6} \quad (3.2)$$

де:  $r_{\Gamma}$  – радіус гофри дорівнює 55 мм.

підставивши значення у формулу (2.1) отримаємо

$$F_{\Gamma} = 2P \times \pi \times r_{\Gamma}^2 \times 10^{-6} = 2 \times 48 \times 3,14 \times 3025 \times 10^{-6} = 0,912 \text{ кН.}$$

### 2.3.3. Перевірочний силовий розрахунок масажора

Визначаємо зусилля, необхідне для стиснення вимені масажними лапами. Оскільки лапи мають однакові геометричні розміри, то розрахунок провидимо лише для однієї лапи, а надалі значення збільшуємо вдвічі.

$$F_{\text{мл}} = P_{\text{в}} \times S_{\text{лап}} \quad (3.3)$$

де:  $P_{\text{в}}$  – тиск на вим'я необхідний для потиску.

$S_{\text{лап}}$  – площа масажної лапи.

Для спрощення розрахунків приймаємо, що масажні пальці виготовляються не з труби, а зі смуги. Тоді площу визначаємо за формулою:

$$S_{\text{лап}} = l_{\Pi} \times H_{\Pi} \quad (3.4)$$

де:  $l_{\Pi}$  – загальна довжина пальців однієї масажної лапи. Оскільки рис 3.2 у масштабі вимірюємо безпосередньо 0.945 м.

$H_{\Pi}$  – ширина пальців  $H_{\Pi} = D_{\Pi} = 20$  мм.

Підставивши значення у формулу (2.3), отримаємо:

$$F_{\text{мл}} = P_{\text{в}} \times l_{\text{об}} \times H_{\Pi} = 17,5 \times 0,945 \times 0,02 = 0,3 \text{ кН.}$$

Визначаємо необхідне зусилля потиску вимені штовхачем за формулою

$$F_{\text{тол}} = P_{\text{в}} \times S_{\text{тол}} \quad (3.5)$$

де:  $S_{\text{тол}}$  – площа штовхача вимені.



Визначаємо площу штовхача. Для спрощення розрахунку приймаємо, що штовхач виготовлений із пластини, а не із сегмента, тоді площу буде розраховувати таким чином:

$$S_{\text{тол}} = l_{\text{тол}} \times B_{\text{тол}} \quad (3.6)$$

де:  $l_{\text{тол}}$  – довжина штовхача 180 мм.

$U_{\text{тол}}$  – ширина штовхача 55 мм.

Підставивши значення у формулу (2.5), отримаємо:

$$F_{\text{тол}} = P_{\text{в}} \times l_{\text{тол}} \times B_{\text{тол}} = 17,5 \times 0,18 \times 0,055 = 0,175 \text{ кН.}$$

Знаючи розподіл сил в апараті рис. 2.3 і сили, необхідні для стиснення вимені, можна визначити зусилля, яке має розвивати силова гофра.

Це зусилля визначаємо з формули

$$F_{\text{г.расч}} = 2F_{\text{мл.г.}} + F_{\text{тл}} \quad (3.7)$$

де:  $F_{\text{мл.г.}}$  – зусилля, яке передає гофра через нижній фланець штангами масажних лап.

$F_{\text{тл}}$  – зусилля, що передається на направляючу штовхача.

Зусилля, що передається на штанги масажних лап, знаючи необхідне зусилля для стиснення вимені, визначаємо з формули

$$F_{\text{мл.г.}} = \frac{F_{\text{мл}}}{\text{Cos}\beta \times \text{Cos}\gamma} \quad (3.8)$$

де:  $\beta$  – розрахунковий кут, оскільки рис. 2.3 у масштабі вимірюється безпосередньо зі схеми і дорівнює  $29^{\circ}$ .

$\gamma$  – розрахунковий кут беремо зі схеми, дорівнює  $19^{\circ}$ .

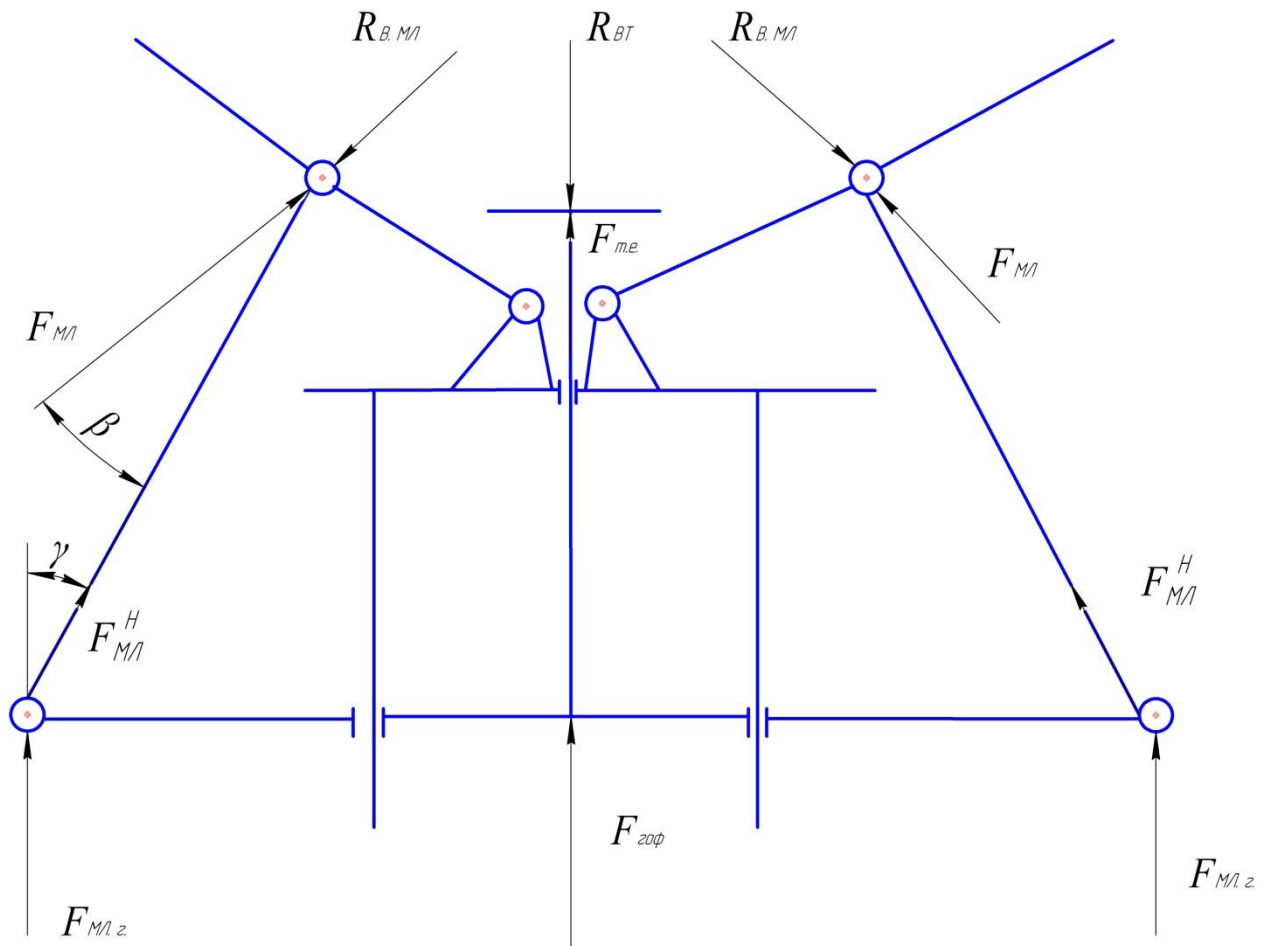


Рис. 3.3. Схема сил масажора.

Підставивши значення, у формулу 2.8 отримаємо:

$$F_{\text{мл.г.}} = \frac{0,3}{0,87 \times 0,95} = 0,36 \text{ кН.}$$

Визначивши сили, підставимо їх у формулу 2.7 і знайдемо зусилля, яке має розвивати силова гофра.

$$F_{\text{г.расч.}} = 2 \times 0,36 \times 0,175 = 0,895 \text{ кН.}$$

Порівняємо отримані значення  $F_{\text{г}} = 0,912 \text{ кН} > F_{\text{г. расч.}} = 0,895 \text{ кН}$ .

Отже, обрана нами гофра забезпечуватиме роботу цього апарату навіть за зниження на 2 %. Можливе і збільшення значення вакууму, що призведе до надмірного стиснення вимені, щоб уникнути цього, в конструкції масажора необхідно передбачити обмежувачі ходу нижнього фланця.

### 3.4. Розрахунок на міцність

Згідно з технологічним розрахунком, найбільше зусилля передається з вуха нижнього фланця через штифт на штангу масажної лапи. Тому, необхідно розрахувати цей з'єднувальний штифт на зріз.

Штифт на зріз розраховуємо за наступною методикою.

Знаючи зусилля і площу зрізу, визначаємо створюване напруження зрізу за формулою:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{мл.г}}}{S_{\text{ср}}} = [\tau_{\text{ср}}] \quad (3.9)$$

де:  $S_{\text{ср}}$  – площа зрізу,  $\text{м}^2$ .

$F_{\text{мл.г}}$  – сила зрізу дорівнює 360 Н.

Визначаємо площу зрізу. Оскільки штифт, що розраховується, є двозрізним, що видно з рис 2.3, то площу зрізу визначаємо за формулою:

$$S_{\text{ср}} = \frac{\pi d^2}{2} = \frac{3,14 \times 0,005^2}{2} = 39,3 \times 10^{-6} \text{ м}^2$$

де:  $d$  – діаметр штифта конструктивно приймаємо 5 мм.

Підставивши значення у формулу (2.9) отримаємо

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{360}{39,3 \times 10^{-6}} = 9,16 \text{ МПа.}$$

Оскільки для ст. 3 максимальне зусилля зрізу 140 МПа, то це з'єднання працюватиме з 15 кратним запасом міцності.

Перевіряємо міцність з'єднання на зминання.

Визначаємо напруження зминання, що виникають у з'єднанні, за формулою:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P}{2 \times d \times 10^{-6}} = [\sigma_{\text{см}}] \quad (3.10)$$

де:  $\delta$  – товщина стінки штанги дорівнює 2 мм.

Отримаємо

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{360}{2 \times 0,05 \times 0,002} = 18 \text{ МПа.}$$

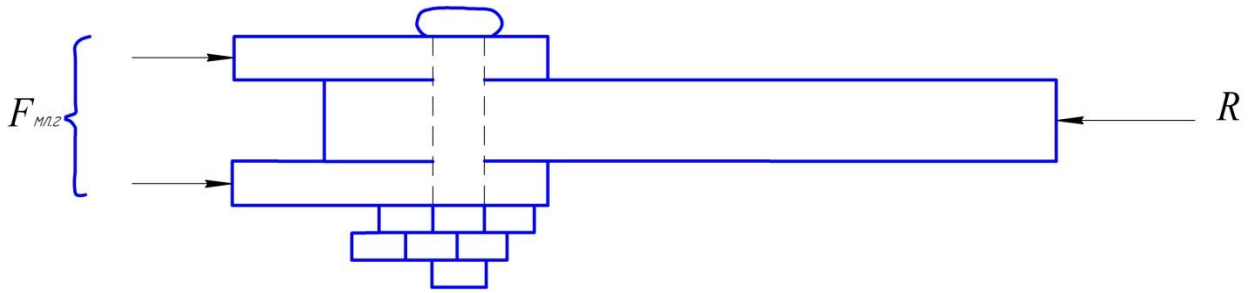


Рис. 3.3. Схема зрізу штифта.

У зв'язку з тим, що для ст. 3 максимальне зусилля змінання 320 МПа, то це з'єднання працюватиме з 18 кратним запасом міцності на змінання.

Провівши розрахунок міцності з'єднувального штифта, можна зазначити, що дане з'єднання працюватиме і має великий запас міцності.

Розрахунок штанги масажної лапи на стійкість.

Оскільки зусилля, що приводять у рух масажну лапу, передається через штангу, то необхідно розрахувати штангу рис. 3.4 на стійкість. Розрахунок на стійкість проводимо за наступною методикою.

Для того щоб визначити за якою формулою необхідно вести розрахунок, треба визначити гнучкість стрижня за формулою

$$\lambda = \frac{\mu \times l}{i_{min}} \quad (3.11)$$

де:  $\mu$  – коефіцієнт приведеної довжини, оскільки обидва кінця штанги шарнірно закріплені, то коефіцієнт дорівнює 15,1.

$l$  – довжина штанги 220 мм.

$i_{min}$  – мінімальний радіус інерції поперечного перерізу.

Визначаємо мінімальний радіус інерції поперечного перерізу за формулою.

$$i_{min} = \sqrt{\frac{J_{min}}{S}} \quad (3.12)$$

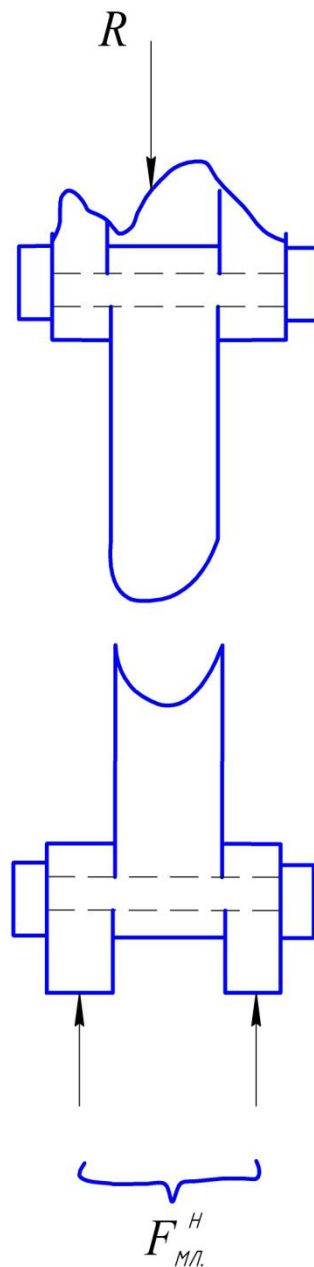


Рис. 3.4. Схема закріплення стиснутої штанги.

де:  $J_{\min}$  – мінімальний момент інерції поперечного перерізу стрижня для кільця  $0,05(D^2 - d^2)$ ;

$S$  – площа перерізу дорівнює:

$$S = \pi \times (R^2 - r^2) = 3,14 \times (15^2 - 11^2) = 81,6 \text{ мм}^2.$$

Підставивши значення у формулу (2.12) отримаємо

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{0,05(15^4 - 11^4)}{81,6}} = 4,7 \text{ мм.}$$

Визначаємо гнучкість стрижня:

$$\lambda \frac{1 \times 220}{4,7} = 47$$

Оскільки матеріал штанги ст.3, то для нього  $\lambda_{\text{пред.}} = 100$ . Оскільки умови застосовності формули Ейлера є  $\lambda$ ,  $\lambda_{\text{пред.}}$ , а в нас  $\lambda = 47$ ,  $\lambda_{\text{пред.}} = 100$ , то для розрахунку необхідно користуватися формулою Ясинського.

Обчислюємо критичне напруження за формулою:

$$\sigma_{\text{кр.}} = a - b\lambda - c\lambda^2 \quad (3.13)$$

де:  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – дослідні коефіцієнти, що залежать від матеріалу і мають розмірність напруження. Для дюралюмінію Д16Т:  $a = 406$  МПа,  $b = 2,83$  МПа,  $c = 0$ .

$$\sigma_{\text{кр.}} = 406 - 2,83 \times 47 = 273 \text{ МПа.}$$

Підставивши значення, знаходимо критичне напруження:

$$\sigma = \frac{F_{\text{мл.}}^{\text{H}}}{S} \quad (3.14)$$

Знаходимо дійсне напруження стиснення

$$F_{\text{мл.}}^{\text{H}} = F_{\text{мл.Г}} \times \text{Cos}\gamma = 360 \times \text{Cos}19^\circ = 340 \text{ Н.}$$

де:  $F_{\text{мл.}}^{\text{H}}$  – сила, що діє за нормаллю штанги, дорівнює 340 Н.

Підставимо, отримаємо

$$\sigma = \frac{340}{81,6 \times 10^{-6}} = 4,2 \text{ МПа.}$$

У зв'язку з тим, що чинні напруження набагато нижчі за критичні, то стійкість цієї штанги забезпечено.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту на тему "Удосконалення механізації технологічних процесів ферми ВРХ з розробкою пристрою для масажу вимені нетелів" було досягнуто значущих результатів, які підтверджують важливість і ефективність запропонованих рішень. Аналіз сучасного стану механізації технологічних процесів на фермах великої рогатої худоби показав, що догляд за вим'ям нетелів є ключовим елементом у забезпеченні здоров'я тварин та високої продуктивності. Існуючі методи догляду часто є недостатньо ефективними та трудомісткими, що обґрунтовує необхідність впровадження нових механізованих підходів.

Детальне вивчення фізіологічних та гігієнічних аспектів масажу вимені нетелів виявило його позитивний вплив на здоров'я тварин. Масаж покращує кровообіг у вимені, знижує ризик виникнення маститу та інших захворювань, сприяє підвищенню молочної продуктивності та загального комфорту тварин. Це підкреслює важливість застосування масажу як профілактичного заходу.

Розробка пристрою для масажу вимені включала визначення оптимальних конструкційних рішень та принципів дії. Запропонований пристрій має просту та надійну конструкцію, що забезпечує ефективне і безпечно проведення масажу без стресу для тварин.

Зниження витрат на ветеринарне обслуговування, підвищення продуктивності та покращення загального стану тварин забезпечують швидку окупність витрат на придбання та встановлення пристрою. Це робить впровадження пристрою привабливим з економічної точки зору для фермерських господарств.

Загалом, розробка та впровадження пристрою для масажу вимені нетелів є важливим кроком у напрямку удосконалення механізації технологічних процесів на фермах ВРХ. Це сприятиме підвищенню ефективності виробництва, збереженню здоров'я тварин та збільшенню економічної рентабельності

господарств. Важливою умовою успішного впровадження пристрою є навчання обслуговуючого персоналу щодо правил експлуатації та догляду за пристроєм, а також забезпечення регулярного технічного обслуговування для підтримання його у робочому стані. Таким чином, впровадження пристрою для масажу вимені нетелів дозволить значно підвищити ефективність та продуктивність фермерських господарств, забезпечуючи при цьому високу якість життя тварин.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванов П. І. Технології утримання великої рогатої худоби. Київ: Аграрна освіта, 2019. 256 с.
2. Петров В. О. Механізація тваринницьких ферм. Харків: Основа, 2018. 312 с.
3. Сидоренко М. М. Сучасні технології в молочному тваринництві. Львів: Агропром, 2020. 198 с.
4. Коваленко, Л. П. Інновації в аграрній техніці. Дніпро: АгроТех, 2017. 274 с.
5. Грищенко В. В. Технічне забезпечення тваринництва. Полтава: Агроексперт, 2016. 245 с.
6. Зайцев А. І. Ефективність використання механізованих засобів. Київ: Наукова думка, 2015. 183 с.
7. Лисенко О. О. Сучасні підходи до утримання ВРХ. Одеса: Агроосвіта, 2021. 299 с.
8. Мельник І. І. Техніка для обробки вимені. Харків: Промінь, 2018. 220 с.
9. Сергієнко П. П. Модернізація тваринницьких ферм. Львів: Технополіс, 2019. 315 с.
10. Василенко Н. М. Ефективність механізації ферм. Київ: Аграрний світ, 2017. 267 с.
11. Романенко Д. С. Пристрої для догляду за ВРХ. Харків: Агромаш, 2016. 189 с.
12. Ткаченко О. Г. Інновації в тваринництві. Дніпро: Наука і техніка, 2020. 245 с.
13. Бойко Ю. Ю. Технологічні процеси на фермах. Одеса: Агроексперт, 2018. 208 с.

14. Савченко В. В. Сучасні засоби для догляду за ВРХ. Полтава: Агропром, 2017. 277 с.
15. Мороз К. К. Техніка для тваринництва. Київ: Науковий світ, 2019. 231 с.
16. Федоренко І. І. Розробки в агротехніці. Харків: Промінь, 2016. 215 с.
17. Кравченко М. М. Інновації в тваринництві. Львів: Технополіс, 2021. 298 с.
18. Даниленко П. П. Машини для тваринництва. Київ: Агронаука, 2018. 243 с.