

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

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

УДК 631.3

Кваліфікаційна робота на правах
рукопису

Гавриловський Євгеній Андрійович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Удосконалення конструкції вакуумного регулятора

208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, інформації результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело

(підпис)

(ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
асистент Тимків В.В.

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Гавриловський Є.А. Удосконалення конструкції вакуумного регулятора. Кваліфікаційна робота, що подається на захист виконана на правах рукопису. Робота здобувача ОКР бакалавр зі спеціальності 208 «Агроінженерія», Поліський національний університет Житомир – 2024. Факультет інженерії та енергетики. Робота розміщена на сторінках машинописного тексту і містить в собі: анотацію, зміст, вступ, конструктивну частину, висновки, список використаних джерел та графічну частину виконану на 3 листах формату А1.

Сутність роботи полягає в підборі потрібного обладнання для виробництва молока, впровадження сучасних енергозберігаючих технологій та удосконалення регулятора вакууму доїльної установки. Виконано конструктивні та технологічні розрахунки.

Ключові слова: молоко, ферма, вакуум, вакуум-регулятор, вакууметричний тиск, стабільність режиму, доїння, молоковіддача.

SUMMARY

Gavrilovsky E.A. Detailed construction of the vacuum regulator. A skilled robot, ready to attack a vicon on the right hand side. The robot is responsible for the construction of the OAKR tank at specialty 208 «Agroinzeneria»– Polissia National University, Zhytomyr - 2024. Faculty of Engineering and Energy. The robot is arranged on the pages of the machine text and mixes in the composition: annotation, memory, imagination, constructive characters, diagrams, lists of characters, graphics, etc. viconan plate on 3 sheets format A1.

The robot is located in a residential area for milk processing, where skilled energy scientists and a qualified regulator are involved vacuum sealing system. Visually impressive structural and technological advances.

Key words: milk, farm, vacuum, vacuum regulator, vacuum cleaner, vacuum chuck, stable mode, vacuum, milkshake, milkshake.

ЗМІСТ

Вступ.....	
РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Розрахунок процесу роздавання кормів.....	
1.2.Розрахунок процесу машинного доїння корів	
Висновки до розділу 1.....	
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СВІТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА	
2.1. Аналіз і оцінка технології виробництва тваринницької продукції в передових країнах світу.....	
2.2. Оцінка технічного рівня машин і обладнання передових країн світу.....	
Висновки до розділу 2.....	
3. УДОСКОНАЛЕННЯ ВАКУУМНОГО РЕГУЛЯТОРА	
3.1. Обґрунтування потреби.....	
3.2. Зоотехнічні вимоги до стабілізації вакууметричного тиску.....	
3.3. Оцінка відомих конструкцій вакуумних регуляторів.....	
3.3.1.Гравітаційні вакуумні регулятори.....	
3.3.2. Пружинні вакуумні регулятори.....	
3.3.3. Мембранні вакуумні регулятори.....	
3.4. Розробка конструкції регулятора вакууму.....	
3.5. Розрахунок клапанного механізму.....	
Висновки до розділу 3.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Молочна галузь є однією з найскладніших у тваринництві. Ланцюг "людина-машина-тварина" має працювати декілька разів на день протягом усього року з однаковими інтервалами часу протягом чотирьох-п'яти років продуктивного використання тварин. Навіть незначні порушення цього поєднання можуть викликати хвороби у тварин, знизити продуктивність і навіть призвести до летальних випадків.

Останніми роками в Україні та за кордоном проектується і будуються механізовані та автоматизовані ферми і комплекси, де утримується від 150 до кількох тисяч корів. Зі збільшенням поголів'я тварин підвищується культура землеробства, урожайність полів, покращується кормова база, зростає виробництво молока та знижується собівартість.

Аналіз витрат праці, палива та енергії на об'єктах з різним поголів'ям свідчить про те, що малі ферми до 400 голів нерентабельні. Якщо річні витрати виразити у грошових одиницях, то при річному надої 4000—5000 кг молока від корови механізована ферма буде прибутковою при утриманні 16—32 корів, а при надоях 3500—4000 кг — при утриманні 256 і більше корів.

На фермах у Німеччині, Данії, Бельгії та інших країнах, де утримують 16—32 корови, застосовують автоматизовані технологічні лінії доїння корів та роздавання кормів. При цьому показники продуктивності корів є вхідними параметрами для цих систем. Тому доїльні установки оснащені засобами автоматизованого обліку молока. Основним конструктивним елементом доїльного обладнання є вакуумна установка, що забезпечує роботу в цілому системи. Надійність та якість роботи обладнання залежить від точності регулювання вакуумного режиму. Тому в кваліфікаційній роботі буде приділено увагу саме удосконаленню вакуумного регулятора з метою підвищення надійності та керованості.

Об'єктом дослідження є механізація процесу виробництва молока.

Предмет дослідження – вакуумний регулятор.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності роботи вакуумної системи.

Завдання дослідження:

- 1.Розрахувати основні ПТЛ виробництва молока.
- 2.Проаналізувати рівень світових технологій в даному напрямку.
- 3.Розробити конструкцію вакуумного регулятора.

Практична цінність роботи полягає у тому, що на основі інформаційного пошуку, вивчення недоліків та переваг розроблено удосконалену конструкцію вакуумного регулятора.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Гавриловський Є.А.** Техніко-технологічні передумови розробки вакуумних регуляторів. *Студентські читання–2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 березня 2024 р.* Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 145-147.
2. **Гавриловський Є.А.** Технологічні вимоги до конструкцій вакуумних регуляторів. *Студентські читання–2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 травня 2024 р.* Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 30-32.

Результатом виконання роботи є розробка удосконаленого вакуум регулятора.

Кваліфікаційна робота має наступний склад: пояснювальна записка складається з стор. тексту та трьох листів креслень.

РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Розрахунок процесу роздавання кормів

Роздавання кормів є одним із найтрудомісткіших процесів на тваринницьких фермах, займаючи 30-40% від загальних затрат праці з обслуговування тварин.

Вибір типу кормороздавання залежить від місця і способу приготування кормів, кормового раціону і фізико-механічних властивостей складових раціону, архітектурно-планувальних рішень тваринницьких приміщень, способу і системи утримання тварин та техніко-економічних даних кормороздавача. Доцільним є мобільне кормороздавання кормороздавачем КТУ-10А в агрегаті з трактором МТЗ-80. Так, як висота і ширина кормових проходів відповідають габаритам кормороздавача, і кормороздавання можна проводити на дві сторони, що скорочує час роздавання.

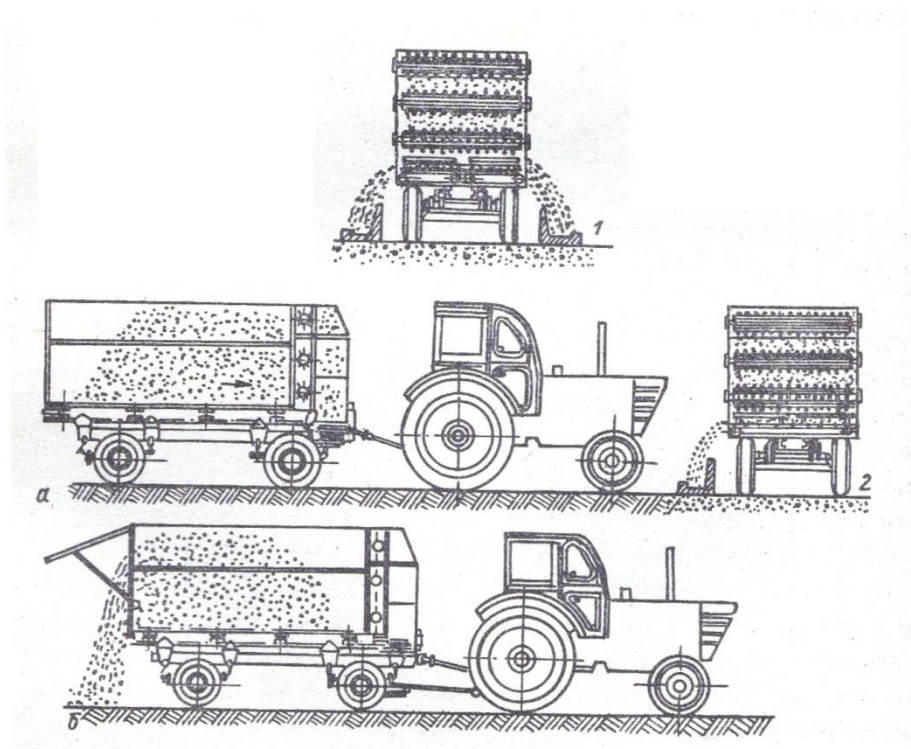


Рис.1.1. Схема роботи кормороздавача КТУ-10А при дво- (а 1) і однобічному (а 2) роздаванні, а також при розвантажуванні (б):

Виходячи із добового раціону тварин: [6] силосу – 25 кг, коренебульбоплодів – 5 кг, концкормів – 2 кг, сіна – 3 кг, соломи – 3 кг. Знаходимо добову необхідність в кормах [1]:

$$G_{\delta} = m \cdot a , \quad (1.1)$$

де m – кількість тварин, $m=200$ голів;

a – добова норма корму, $a=38$ кг. [6]

$$G_{\delta} = 200 \cdot 38 = 7600 \text{кг} = 7,6 \text{т} .$$

Враховуючи що при дворазовій даванці 50% від всього раціону видається ранком і 50% - ввечері, знаходимо максимальну разову даванку групі тварин:

$$G_p = G_{\delta} \cdot \delta , \quad (1.2)$$

де δ – доля разової даванки, $\delta = 0,5$;

$$G_p = 7,6 \cdot 0,5 = 3,8 \text{т} .$$

Допустима тривалість кормороздавання на фермі визначається із залежності:

$$T_{\text{доп}} = n_T T_{\text{ЗТВ}} \geq n_T T_P, \quad (1.3)$$

де n_T - число технологічних груп тварин на фермі;

$T_{\text{ЗТВ}}$ - тривалість кормороздавання відповідно до ЗТВ;

T_P - фактична (розрахункова) тривалість кормороздавання технологічній групі тварин, год.

Допустима тривалість разового кормороздавання на фермі обмежується

$$T_{\text{доп}} \leq 0,5 \text{ год} .$$

Питома видача кормів визначається:

$$a_n = \frac{m_k \cdot a_n}{l_{\phi}} , \quad (1.4)$$

де a_n – разова норма кормів на одну корову, $a_n=19$ кг/гол; [6]

m_k – кількість тварин на кормомісце, $m_k = 1$;

l_{ϕ} – фронт годівлі, $l_{\phi} = 1$ м.

$$a_n = \frac{1 \cdot 19}{1} = 19,0 \text{кг} / \text{м} .$$

Визначаємо подачу корму одним кормороздавачем:

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot n_F \cdot a_n \cdot \nu_a , \quad (1.5)$$

де n_p – кількість рядів годівниць, що одночасно обслуговуються одним кормороздавачем, $n_p=2$;

v_a – робоча швидкість кормороздавального агрегату, $v_a = 0,4$ м/с,

$$Q_n = 3,6 \cdot 2 \cdot 15,2 \cdot 0,4 = 43,7 \text{ т/год.}$$

Тривалість обслуговування тварин одним агрегатом складе [1]:

$$t_p = \frac{V \cdot \rho_c \cdot \varphi}{Q_n}, \quad (1.6)$$

де ρ_c – об'ємна маса суміші, $\rho_c = (0,7 + 0,6 + 0,7 + 0,12 + 0,27)/5 = 0,48$ т/м³ ;

φ – коефіцієнт використання кузова кормороздавача, $\varphi = 0,85$;

V – об'єм кузова кормороздавача, $V=10$ м³, то

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,48 \cdot 0,85}{43,7} = 0,1 \text{ год.}$$

Оцінюємо тривалість рейсу:

$$T_p = \frac{L}{v_x} + \frac{L}{v_p} + t_3 + t_p \quad (1.8)$$

де L – довжина їздки, $L= 0,3$ км;

v_x, v_p – швидкість транспортного засобу порожняком і з вантажем,

$v_x = 15$ км/год, $v_p = 10$ км/год;

t_3, t_p – час завантаження і розвантаження корму з транспортного засобу,

$$t_3 = \frac{V \cdot \rho \cdot \varphi}{Q_3}, \quad (1.9)$$

де Q_3 – продуктивність завантажувального засобу, $Q_3 = 40$ т/год.

$$t_3 = \frac{10 \cdot 0,48 \cdot 0,85}{10} = 0,1 \text{ год,}$$

тоді

$$T_p = \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} + 0,1 + 0,1 = 0,25 \text{ год.}$$

Знаходимо продуктивність кормороздавача:

$$Q_m = \frac{V \rho \cdot \varphi}{T_p}; \quad (1.10)$$

$$Q_m = \frac{10 \cdot 0,48 \cdot 0,85}{0,25} = 16,3 \text{ m / год.}$$

Знаходимо тривалість кормороздачі:

$$T_{кр} = \frac{G_p}{Q_m}, \quad (1.11)$$

$$T_{кр} = \frac{3,8}{16,3} = 0,23 \text{ год.}$$

Тоді необхідна кількість кормороздавачів:

$$n_a \geq \frac{T_{кр}}{n \cdot T_{дон}}, \quad (1.12)$$

$$n_a \geq \frac{0,42}{2 \cdot 0,5} \geq 0,42$$

Приймаємо 1 кормороздавач.

1.2 Розрахунок процесу машинного доїння корів

Доїння є найбільш відповідальним і трудомістким процесом у технології виробництва молока. Воно складається із двох фаз: молоковіддачі і молоковиведення

Серед машин, які застосовуються на фермах, доїльні машини посідають особливе місце. Це зумовлено складністю взаємодії ланок системи «людина – механізм – тварина». Порушення її призводить до чималих збитків.

Процес машинного доїння корів визначається наявністю “машинного” стада, станом кормової бази, архітектурно-планувальними рішеннями приміщень, системою і способом утримання тварин, наявністю робочої сили та рівнем інженерної служби господарства. Виходячи із наявного доцільним буде використання доїльної установки в доїльному залі.

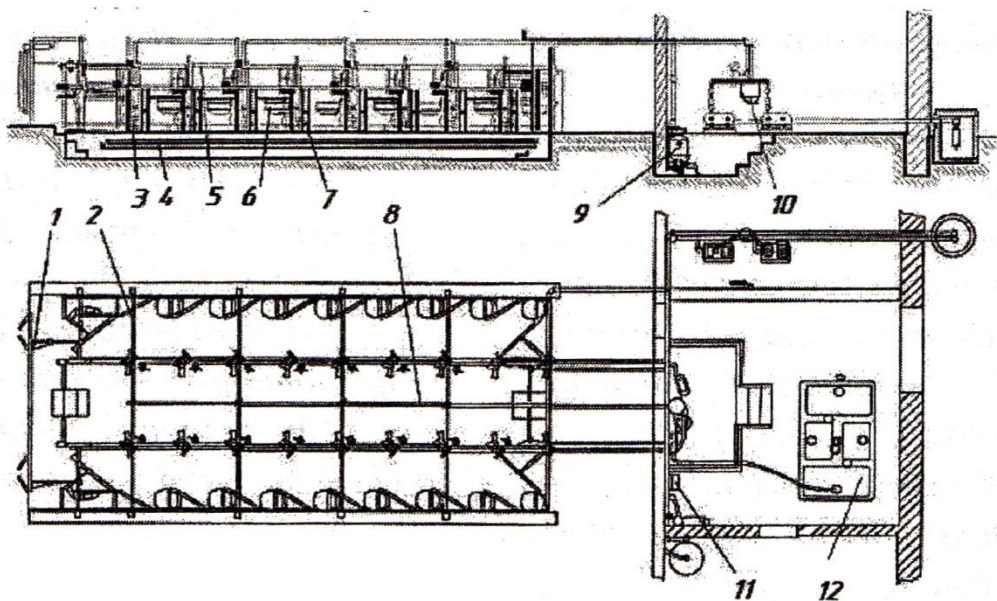


Рис. 1.2. Конструктивна схема доїльної установки УДА-16 «Ялинка»:

1 – привід воріт; 2 – груповий станок; 3 – маніпулятор доїння; 4 – молочна лінія; 5 – лінія промивання установки; 6 – годівниці; 7 – вакуум-провід; 8 – лінія підмивання вимені корів; 9 – молокозбірник; 10 – вакуумна установка; 11 – автомат промивання; 12 – танк-охолодник

Знаходимо фактичну продуктивність лінії машинного доїння корів [1,3]:

$$Q_{\Lambda} = \frac{\alpha_H (1 - \delta_C) \cdot m_K \cdot M_K}{D_{\Lambda} \cdot K_D \cdot T_{\text{доп}}}, \quad (1.13)$$

де α_H - коефіцієнт добової нерівномірності надою молока, $\alpha_H = 1,3$;

δ_C - доля сухостійності корів, $\delta_C = 0,15$;

m_K - поголів'я корів на фермі, $m_K = 200$ гол;

M_K - річний надій корови, $M_K = 5200$ кг;

D_{Λ} - тривалість лактації, $D_{\Lambda} = 305$ днів;

K_D - кратність процесу доїння, $K_D = 2$ рази/добу;

$T_{\text{доп}}$ - допустима тривалість процесу доїння m_K корів, $T_{\text{доп}} = 2$ год,

$$Q_{\Lambda} = \frac{1,3 \cdot (1 - 0,15) \cdot 200 \cdot 4500}{305 \cdot 2 \cdot 2} = 815,2 \text{ кг / год}$$

Висновки до 1 розділу. Таким чином, для забезпечення кормороздавання на фермі протягом 0,5 год необхідно мати один кормороздавач «Євромікс» в агрегаті з трактором

МТЗ-82.1. Для забезпечення процесу доїння використовуємо доїльну установку УДА-16А.

2.1. Аналіз і оцінка технології виробництва тваринницької продукції в передових країнах світу

Для виправлення існуючого критичного стану створення передумов розвитку галузі тваринництва необхідно провести системний аналіз і забезпечити реалізацію комплексу організаційно-технологічних, економічних, механіко-технологічних та інженерно-технічних раціональних принципів. Наведемо свої погляди на основні з них. Перший – стосується обґрунтування виробничого напрямку і типорозміру тваринницького підприємства. Тут, насамперед, слід виходити з можливостей кормової та наявної матеріально-технічної (в тому числі засобів механізації) бази; враховувати попит на ту чи іншу продукцію в районі розміщення господарства, можливості, шляхи та зручності реалізації виробленої продукції.

Аналіз досвіду товарного виробництва продукції за останні 10 років у розвинутих країнах (зокрема, Європи, США) свідчить про тенденції процесу тривалого, проте, неухильного перетворення малих сімейних ферм у крупні індустріалізовані підприємства. Так у молочному скотарстві дрібні ферми (до 20 корів), що виробляють менше 1000 центнерів молока за рік зазнають значних труднощів через слабку їх виробничу діяльність і, як нерентабельні та неконкурентоспроможні, припиняють своє існування. Переважає концентрація виробництва до рівня 200-2000 тон молока на господарство в рік [11].

При використанні сучасних технологій утримання спрощується прибирання гною, яке, в основному, виконується за допомогою мобільних засобів, скреперних установок або щилинної підлоги.



Рис. 2.1. Щілинна підлога для видалення гною.

Аналіз останніх міжнародних виставок і відвідування кращих зарубіжних молочних ферм свідчать, що за кордоном на фермах великої рогатої худоби такі технології застосовуються майже скрізь, а машинобудівними фірмами не виготовляються комплекти обладнання для кормоцехів. Для навантаження, подрібнення, змішування і роздавання кормів використовуються, в основному, мобільні засоби механізації.

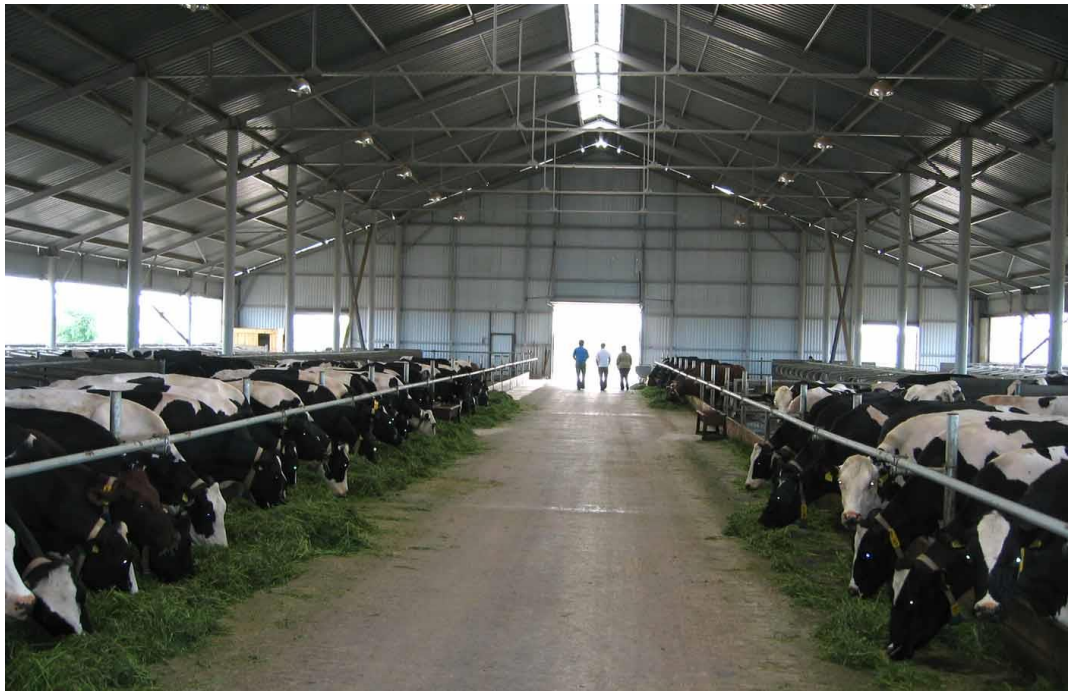


Рис. 2.2. Кормовий стіл

Для ветеринарного обслуговування тварин в європейських країнах розроблена також велика кількість різних за конструкцією стаціонарних і пересувних станків, які дають змогу зручно зафіксувати тварину і виконувати потрібні маніпуляції.

Для навантаження, подрібнення, дозування, змішування і роздавання кормів на скотарських фермах, замість універсальних навантажувачів, тракторних причепів, кормоцехів і простих кормороздавачів, використовують мобільні універсальні машини, які виконують усі перелічені вище операції. Їх застосування дає можливість удвічі-втричі зменшити трудо- і енергомісткість приготування і роздавання кормів. Для зниження затрат праці в процесі підгортання кормів на кормовому столі використовують спеціально розроблені пристрої, які агрегатуються з трактором і за лічені хвилини виконують цю операцію.

У зарубіжних країнах із розвинутим молочним скотарством у більшості корів утримання безприв'язне і доять у залах. Поширення доїльних залів із сучасним обладнанням швидко прогресує. Так, у Нідерландах понад 96 % корів утримують безприв'язно і доять у залах, у США – близько 80 %, Німеччині – 70%.

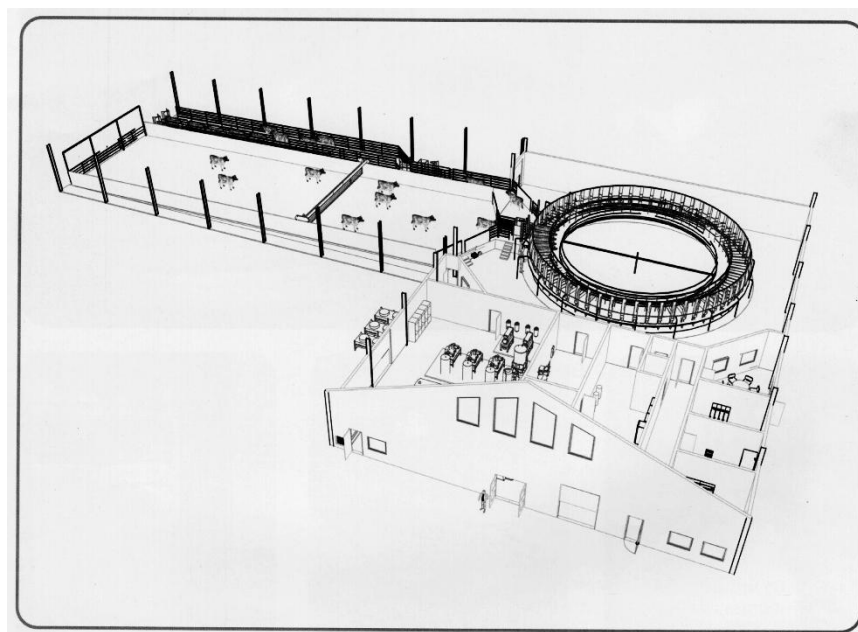


Рис. 2.3. Доїльна установка типу «Карусель» фірми DeLaval.



Рис. 2.4. Доїльний зал «Ялинка»

Переваги доїльних залів підтверджуються досвідом роботи УкрЦВТ та тих господарств різних регіонів України, які за останні п'ять років впровадили у себе сучасні зали. Доїльний зал дає реальну можливість одержати в теперішніх складних економічних умовах прибуткове молоко. У доїльному залі один оператор може обслуговувати, залежно від типу установки і рівня її автоматизації близько 200 корів, тобто у 6-10 разів більше від середнього показника по Україні. Молоко з доїльного

залу за якістю відповідає всім вимогам стандартів, що діють в Україні. Нові технології впроваджуються на основі сучасного вітчизняного та закордонного технологічного обладнання.

2.2.Оцінка технічного рівня машин і обладнання передових країн світу

Нині на фермах країни для навантаження, транспортування, підготовки до згодовування і роздавання кормів використовують універсальні навантажувачі типу СКУ-0,5, ПФ-0,5, ПЕ-0,8, кормоцехи типу КОРК-15 та КЦК-5 і роздавачі РММ-5 та КТУ-10. Така технологія несе великі затрати праці та енергії, ненадійна в роботі і металоємнісна.

Аналіз останніх міжнародних виставок і відвідування кращих зарубіжних молочних ферм свідчать, що за кордоном на фермах великої рогатої худоби такі технології не застосовуються, а машинобудівними фірмами не виготовляються комплекти обладнання для кормоцехів. Для навантаження, подрібнення, змішування і роздавання кормів використовуються, в основному, мобільні засоби механізації. Найбільш масово за кордоном виготовляються самохідні та причіпні фермські комбайни. Це – машини фірм “Секо”, “Фарезін”, “Агм” (Італія); “Логіфід” (Нідерланди); “Квернеленд” (Норвегія); “Альфа-Лаваль” (Швеція) та інші.



Рис. 2.5. Самохідний змішувач-кормороздавач фірми Siloking.

Проведений в УкрЦВТ техніко-економічний розрахунок показав, що застосування фермських комбайнів має суттєві переваги перед приготуванням кормосумішей в кормоцехах і роздаванням їх кормороздавачем типу КТУ-10 [15]:

- в 1,6 і 1,9 рази зменшуються відповідно питомі енергоємність і металомісткість 1 тонни приготовленої і розданої кормосуміші;
- в 3-3,5 рази зменшується кількість заблокованих машин, що значно підвищує надійність процесу своєчасного годування тварин;
- в 2 рази зменшується потреба в енергозасобах і в 3 рази в обслуговуючому персоналі;
- всього один працівник за короткий час за допомогою такої машини здійснює при мінімальних витратах корму його автономне завантаження, подрібнення, транспортування, дозування, змішування і роздавання тваринам.

В даний час в Україні, за ініціативою УкрЦВТ розроблена і реалізується програма створення вітчизняних моделей причіпного і самохідного варіантів фермських комбайнів. Але необхідно прискорити організацію їхнього виробництва з максимальним використанням нових організаційних форм (створення спільних виробництв) і їх впровадження.



Рис. 2.6. Активні чесалки і напувалки відкритого типу з підігрівом.

Висновок до другого розділу:

- проаналізувавши досвід зарубіжних країн вибираємо утримання тварин безприв'язним, що дає змогу значно знизити затрати праці і вийти на запланований рівень 0,9 люд.год/ц;
- доїння будемо проводити в доїльних залах з використанням сучасних доїльних установок типу (Європаралель) , що знизить затрати праці і покращить якість молока;
- кормороздавання будемо проводити використовуючи мобільні кормоприготувальні агрегати, які дозволяють одному транспортно-технологічному засобу виконати весь комплекс робіт пов'язаних з приготуванням та роздаванням кормів;
- водопостачання будемо здійснювати використовуючи підземні води, та напувалки з нержавіючої сталі, що забезпечить високу гігієну утримання;
- прибирання гною, оскільки в нас спосіб утримання безприв'язний, будемо здійснювати дельта скреперними установками.

При аналізі питань механізації доцільним є підвищення рівня механізованих робіт, що в свою чергу зменшить собівартість продукції і затрати праці на виробництво молока.

3.1. Обґрунтування потреби

Машинне доїння корів – складний біотехнологічний процес, головна мета якого полягає не тільки в тому, щоб досить швидко, достатньо повно вивести утворене у вимені корови молоко, але й створити належні умови для подальшої його секреції та сприяти підвищенню продуктивності тварин. В свою чергу, для забезпечення ефективного доїння недостатньо мати бажані технологічні показники доїльних установок, такі як експлуатаційна продуктивність, робочий вакуумметричний тиск, затрати праці, енергомісткість процесу доїння тощо.

Отже, резервом підвищення продуктивності та збереження здоров'я тварин є забезпечення стабільного вакуумметричного тиску. Встановлено, що за таких умов у тварин формується стабільний стереотип зовнішніх подразнень, які сприяють збільшенню швидкості доїння, та посилюються природні захисні функції організму корови.

Вакуумний регулятор призначений для встановлення та автоматичного підтримання заданої величини вакуумметричного тиску у вакуумному трубопроводі.

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

3.2. Зоотехнічні вимоги до стабілізації вакуумметричного тиску

Відомо, що система стабілізування вакуумметричного тиску в системі повинна задовольняти певні параметри. Саме тому до стабілізації вакуумметричного тиску ставляться такі зоотехнічні вимоги [11]:

- статичну помилку не більше $\pm 2,5$ %;
- динамічну помилку не більше 10 %;
- час регулювання не більше 5 с;

- діапазон зміни витрати повітря в доільній установці від 0,1 до 1,1 номінальної продуктивності;
- частоту зміни навантаження не більше 0,03 Гц;
- максимальне миттєве збільшення навантаження не більше 30 % номінальної продуктивності.

3.3. Оцінка відомих конструкцій вакуумних регуляторів

3.3.1. Гравітаційні вакуумні регулятори.

Такі регулятори складаються з корпусу, клапану і вантажу. Клапан і вантаж з'єднані між собою стрижнем. Переміщення клапана з вантажем здійснюється під дією сили, що виникає за рахунок різниці тисків (атмосферного і вакууметричного) над і під клапаном. При цьому у вакуум провід з навколишнього середовища крізь фільтр і зазор між клапаном і гніздом надходить повітря (рис 3.1)

Кількість повітря, що надходить у вакуумпровід, а отже, і величина вакууметричного тиску в ньому, залежить від маси вантажу, підвішеного до клапана.

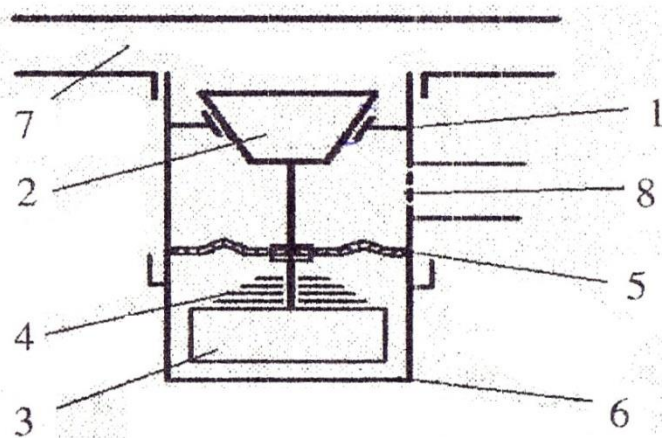


Рис. 3.1 Схема гравітаційного регулятора: 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – вантаж; 4 – диски регулювальні; 5 – мембрана; 6 – ковпак; 7 – вакуумний трубопровід; 8 – фільтр

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

Зменшенню коливань вакууметричного тиску у вакуум провіді, викликаних роботою вакуум регулятора, сприяє мембрана, завдяки якій в нижній частині корпусу створюється герметична демпферна камера.

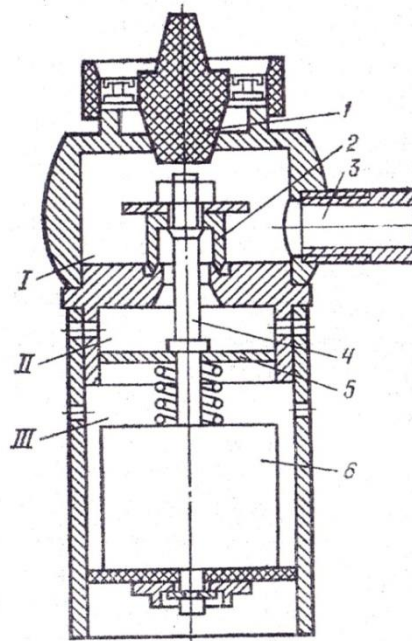


Рис. 3.2. Трирежимний швидкодіючий вакуум-регулятор

1 – пробка; 2 – клапан; 3 – трубопровід; 4 – шток; 5 – диск; 6 – вантаж; 7 – протидіючий вантаж; I, II і III – камери.

Трирежимний вакуумний регулятор (рис. 3.2) складається з трьох камер: верхньої I, вільно сполученої з вакуумним трубопроводом, середньої II та нижньої III, що сполучена з атмосферою. Клапан і диск регулятора змонтовані на штоку і відповідно розділяють верхню, середню і нижню камери. Протидіючий вантаж розташований внизу на штоці. Відношення діаметрів диска і клапана двократне. Компенсуюче повітря на всіх режимах роботи надходить в систему послідовно крізь атмосферні отвори, середню камеру і клапан. При малій зміні вакууму в системі незначна швидкість повітря не викликає помітних змін тиску в середній камері. Якщо вакуум в системі змінюється і швидкість проходження повітря в трубопроводі зростає, то в середній камері тиск різко падає і виникає різниця сил, що діють зверху та знизу на диску. В результаті цього між хвостовим отвором і кришкою утворюється коловий отвір, через нього повітря потрапляє в порожнину клапана, а звідти – в систему. По коливальних рухах пробки можна приблизно визначити значення вакууму в системі.

3.3.2. Пружинні вакуумні регулятори.

У пересувних вакуумних установках, де ускладнено застосування гравітаційних вакуум регуляторів, використовують пружинні регулятори.

Пружинні вакуум регулятори (рис.3.3), на відміну від гравітаційних, не вимагають чіткого просторового розміщення, оскільки їх працездатність зберігається в будь-якому положенні. Це обумовлено тим, що клапан притискується до свого сидла пружиною, дія якої на клапан практично не залежить від її просторового положення.

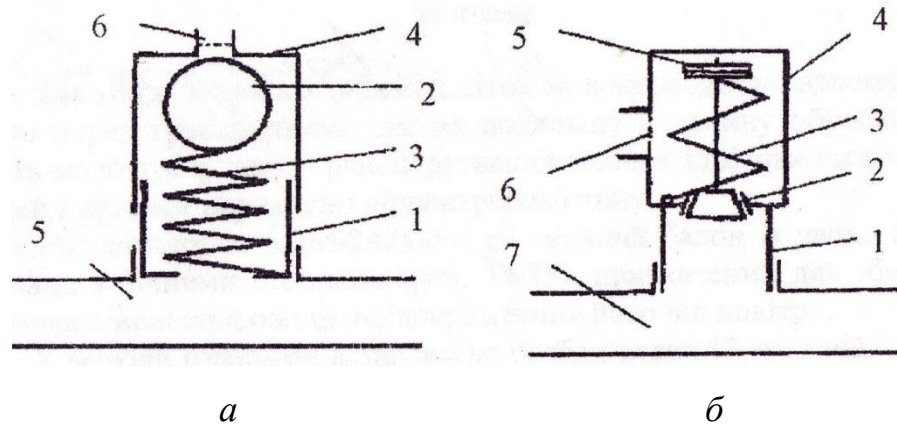


Рис. 3.3. Схеми пружинних регуляторів з кульковим клапаном (а) і з тарілчастим клапаном (б): 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – ковпак; 5 – гайки; 6 – фільтр; 7 – вакуумний трубопровід

Рівень вакууметричного тиску у вакуумпроводі 7 визначається величиною стиску пружини 3, яка регулюється гайками 5 (рис. 3.3, б) або положенням ковпака 4 (рис. 3.3, а). В конструкції гравітаційних і пружинних вакуум регуляторів суміщені одночасно датчик вакууметричного тиску і виконавчий механізм, реалізовані, відповідно, схемами клапан-тягар і клапан-пружина. Внаслідок цього чутливість таких вакуум регуляторів і стабільність вакууметричного тиску в вакуумпроводі нижчі ніж у серворегуляторів.

3.3.3. Мембранні вакуумні регулятори.

Мембранно-вакуумний регулятор (серворегулятор) вакууметричного тиску з дистанційним управлінням (рис. 3.4) складається з окремо розміщених датчика (а) та регулятора (б), які сполучені між собою повітряною трубкою 11. Датчик має камери постійного вакууметричного тиску 10, змінного тиску 8 і атмосферного тиску 4. Камери постійного вакууметричного тиску 10 та і змінного тиску 8 відокремлюються кульковим клапаном 2, який притискується до свого гнізда пружиною 3. Натяг пружини регулюють гайками 5. Камери атмосферного та змінного тисків з'єднані між собою каліброваним отвором.

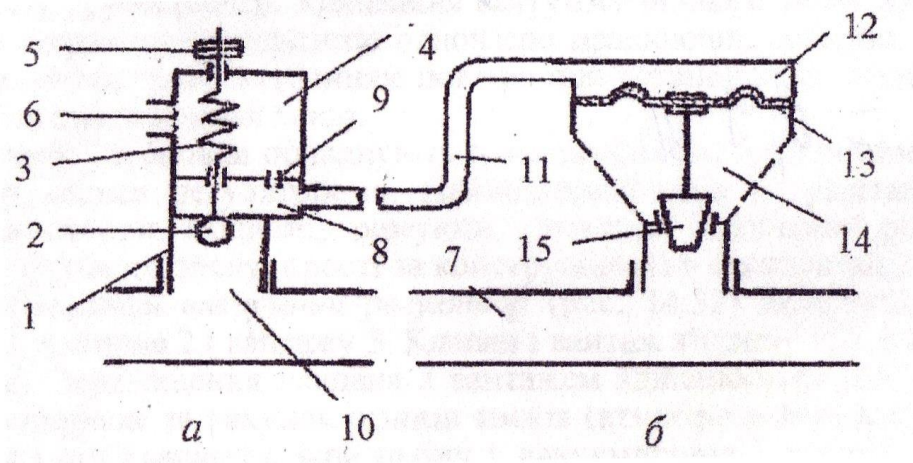


Рис. 3.4. Схема серворегулятора вакууметричного тиску: *а* – датчик; *б* – регулятор; 1 – корпус датчика; 2 – кульковий клапан; 3 – пружина; 4 – камера атмосферного тиску; 5 – гайки; 6 – фільтр; 7 – вакуумпровід; 8 – камера змінного тиску; 9 – отвір калібрований; 10 – камера постійного вакууметричного тиску; 11 – трубка з'єднувальна; 12 – камера змінного тиску; 13 – мембрана; 14 – камера атмосферного тиску; 15 – клапан

Регулятор включає камеру змінного тиску 12 і камеру атмосферного тиску 14, які розділені мембраною 13. Мембрана 13 зєднана з клапаном 15, який відокремлює камеру атмосферного тиску 14 від вакуумпроводу.⁷

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

Серворегулятор діє таким чином: при підвищенні вакууметричного тиску в камері 10, кульковий клапан 2, пересилюючи опір пружини 3, переміщується в камеру 10. Внаслідок цього камери 10, 8 і 12 сполучаються між собою, в камері 12 створюється розрідження. За рахунок різниці тисків в камерах 14 і 12 мембрана 13 прогинається в бік камери 12 і відкриває клапан 15. Після цього з камери 14 повітря надходить у вакуумпровід 7 і знижує вакууметричний тиск в ньому. При досягненні вакууметричного тиску у вакуум-проводі заданої величини кульковий клапан 2 датчика закривається і крізь калібрований отвір 9 з камери атмосферного тиску 4 у камери 8 та 12 надходить повітря і знижує в них тиск до атмосферного.

Внаслідок цього клапан 15 регулятора закриває доступ повітря у вакуум-провід.

Рівень вакуумметричного тиску, що автоматично підтримується таким чином у трубопроводі, буде пропорційним натягу пружини 3 датчика, який регулюють за допомогою гайок 5.

Деякі варіанти серворегуляторів мають датчик і регулятор в одному вузлі. При цьому функції їх не суміщаються.

Однією з характеристик вакуум регулятора є його пропускна здатність. Вона повинна бути більшою за продуктивність вакуумного насоса. У випадку меншої пропускної здатності одного вакуум-регулятора за продуктивність вакуумнасоса в установці необхідно використовувати кілька вакуум регуляторів дотримуючись умови, щоб їх сумарна пропускна здатність перевищувала продуктивність насоса. Деякі зарубіжні фірми-виробники вакуумних установок оснащують серворегулятори свистком, який спрацьовує при значному перевищенні вакуумметричного тиску.

Недоліками вище розглянутих регуляторів вакууму є їх низька чутливість, що не забезпечує високу точність регулювання вакуумного тиску у вакуумній магістралі. Низька чутливість вакуумного регулятора зумовлена жорсткістю пружин, пружність яких зростає при підніманні клапана, також під час роботи регулятора виникають коливання клапана, що призводить до пониження стабільності вакуумного тиску в вакуумній магістралі.

3.4. Розробка конструкції регулятора вакууму

Завданням розробки є вдосконалення конструкції для забезпечення високої чутливості, можливості плавного встановлення необхідної величини вакуумного тиску без розбирання та будь якого його просторового розміщення.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що в регуляторі вакууму (рис.3.5.), який в своєму корпусі містить сильфон постійного вакуумного тиску в середині якого розміщений сильфон атмосферного тиску, рухома робоча поверхня якого стержнем закріпленим на ньому постійним магнітом, з'єднана з клапаном подачі атмосферного повітря, різниця тисків (атмосферного і вакуумного) над і під клапаном врівноважується різницею тисків (атмосферного і вакуумного заданого) над і під робочою поверхнею

сильфона атмосферного тиску. Гасіння коливань клапана під час його роботи здійснюється магнітним демпфером до складу якого входить постійний магніт закріплений на стержні, що під'єднується до клапана та постійні магніти прикріплені з середини до корпуса регулятора і які знаходяться у магнітному зв'язку між собою. Встановлення необхідної величини вакуумного тиску з високою точністю забезпечується плавною зміною об'єму камери сильфона постійного вакуумного тиску переміщенням гвинта, під'єданого до робочої поверхні сильфона, шляхом обертання рукоятки.

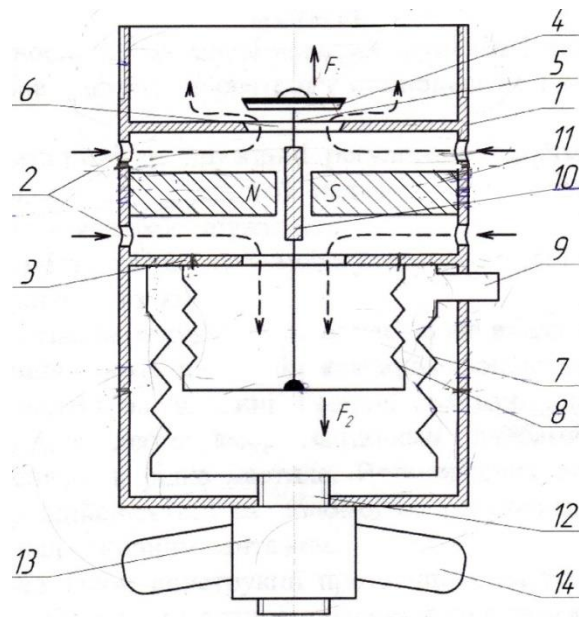


Рис. 3.5. Схема розробленого регулятора вакууму доїльної установки: 1 – корпус; 2 – бокові отвори; 3 – перемичка; 4 – клапанний механізм з клапаном; 5 – шток; 6 – сідло; 7, 8 – зовнішній та внутрішній сильфони; 9 – патрубок; 10 – пластини; 11 – постійні магніти; 12 – гвинт; 13 – гайка; 14 – рукоятка

Регулятор працює наступним чином:

Необхідне значення вакуумного тиску в камері сильфона постійного вакуумного тиску створюється при виготовленні регулятора відкачуванням повітря через патрубок з подальшим його герметичним закриттям.

Під час роботи вакуумного насоса, якщо вакуумний тиск у вакуум проводі відповідає заданому, клапан регулятора закритий. Це обумовлене тим, що сила F_1 , творена різницею тисків (атмосферного і вакуумного) над і під клапаном направленою на клапан знизу вверх врівноважується силою F_2 також врівноважується сила

пружності F_n пружних стінок сільфона атмосферного тиску, яка направляє знизу вгору.

$$F_2 = F_1 + F_n,$$

$$\text{де } F_1 = P_{в1} \times S_k; F_2 = P_{в2} \times S_c,$$

де $P_{в1}$ – вакууметричний тиск в вакуумпроводі; S_k – площа щілини каналу;

$P_{в2}$ – вакууметричний тиск в зовнішньому сільфоні;

S_c – площа робочої поверхні внутрішнього сільфона.

При перевищенні вакуумного тиску в камері змінного вакуумного тиску заданого значення рівновага вище наведених сил порушується і під дією надлишкового розрідження в цій камері клапан піднімається і впускає в систему атмосферне повітря.

Внаслідок цього вакуумний тиск в системі знижується, рівновага сил відновлюється, клапан опускається і доступ повітря в систему припиняється.

Гасіння коливань клапана, які виникають під час його закривання здійснюється магнітним демпфером. При коливаннях клапана сили магнітної взаємодії магніту закріпленого на стержні та магнітів закріплених на корпусі забезпечують їх ефективне гасіння внаслідок низької маси рухомих частин регулятора.

Встановлення необхідної величини вакуумного тиску в системі забезпечується шляхом обертання рукоятки розміщеної на корпусі регулятора. При її обертанні, гвинт прикріплений до робочої поверхні сільфона постійного вакууму переміщується у просторі, що призводить до зміни об'єму камери сільфона і відповідно до зміни величини вакуумного тиску в камері сільфона і в системі.

3.5. Розрахунок клапанного механізму

Розраховуємо розмір отвору сідла клапана.

Площа отвору клапана визначається за формулою:

$$A_{\text{отв}} = \frac{\pi d^2}{4}; \tag{3.1}$$

Для цього з формули:

$$U_{отв} = 160d^2; \frac{м^3}{с} \quad (3.2)$$

де $U_{отв}$ – провідність отвору ($\frac{м^3}{с}$), d – діаметр отвору (м), знаходимо діаметр отвору:

$$d = \sqrt{\frac{U_{отв}}{160}}; \quad (3.3)$$

У відомих на даний час доїльних установках величина підсосу повітря через регулятор вакууметричного тиску знаходиться в межах 3–7 $\frac{м^3}{год}$. Для розрахунків прийемо, що швидкість підсосу повітря становить:

$$U_{отв} = 5 \frac{м^3}{год} = 1,39 \times 10^3 \frac{см^3}{с}$$

Тоді:

$$d = \sqrt{\frac{1,39 \cdot 10^3}{160}} = \sqrt{8,68} = 2,95 \text{ см};$$

$$A_{отв} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,95^2}{4} = 6,83 \text{ см}^2,$$

Приймаємо: $A_{отв} = 7 \text{ см}^2$

Визначаємо діаметр сідла клапана:

$$A = A_2 - A_1; \quad (3.4)$$

$$\text{де: } A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}; \quad (3.5)$$

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}; \quad (3.6)$$

d_1 – діаметр клапана,

d_2 – діаметр сідла;

Таким чином:

$$A = \frac{\pi d_2^2}{4} - \frac{\pi d_1^2}{4}; \quad (3.7)$$

$$4A = \pi d_2^2 - \pi d_1^2; \quad (3.8)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4A + \pi d_1^2}{\pi}}; \quad (3.9)$$

Приймаємо $d_1 = 20 \text{ мм}$.

Тоді:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 7 + 3,14 \cdot 2^2}{3,14}} = \sqrt{\frac{28 + 12,56}{3,14}} = 36 \text{ мм};$$

Таким чином параметри клапана :

$$d_1 = 20 \text{ мм}$$

$$d_2 = 36 \text{ мм}$$

Висновки до 3 розділу. Таким чином застосування регулятора вакууму, що пропонується, забезпечить покращення динаміки стабілізації вакуумного тиску в системах стаціонарних та мобільних доїльних установок.

ВИСНОВКИ

Таким чином, у результаті виконання кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

- для забезпечення наявного поголів'я кормами обрано технологію, яка передбачає приготування та роздавання кормів за допомогою мобільного кормоприготувального агрегату типу «ЄВРОМІКС» з трактором МТЗ 82.1. Цей агрегат дозволяє виконувати повний комплекс приготування, розвантаження і завантаження кормів. Оскільки спосіб утримання безприв'язний, для доїння корів використовується доїльна установка типу УДА -16 А виробництва ВАТ «Брацлав» у кількості 1 штука.

- аналіз світового рівня технологій виробництва молока вказує на наступні напрями: використання безприв'язного способу утримання, доїння у спеціалізованих залах, приготування кормів із застосуванням комбінованих агрегатів, прибирання гною за допомогою скреперних установок або решітчастих підлог.

Застосування регулятора вакууму доїльної установки, що пропонується, дозволяє забезпечити наступний технічний результат:

- підвищується чутливість регулятора;
- забезпечується ефективно гасіння коливань клапана;
- з'являється можливість плавного встановлення необхідної величини вакуумного тиску в системі з високою точністю без розбирання регулятора;
- зменшується металоємність регулятора;
- повітря не забруднюється парами мастила;
- з'являється можливість будь якого просторового розміщення регулятора;
- з'являється можливість використання регулятора в умовах відсутності гравітації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічні карти з виробництва продукції тваринництва / За ред.. Д. І. Мазоренка, О. А. Науменка, Є. З. Петруші, І. Г. Бойка – Харків, ХНТУСГ – 2007. – 148 с.
2. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І. «Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств» - Київ: Урожай, 1999.-192с.
3. Ясенецький В. А., Єрмоленко В. О., Гаркавий А. Д. Зниження енергозатрат у тваринництві і кормовиробництві. – К.: Урожай, 1989. – 136 с.
4. Сайт: www.Google.ua De Laval.
5. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва. – Львів: Вид. «Магнолія плюс», 2004. – 201 с.
6. Сайт: www.Google.ua БРАЦЛАВ.
7. Ревенко І.І., Манько В.М., Зарайська С.С. та ін. «Посібник-практикум з механізації виробництва продукції т-ва» - К: Урожай ,1994. – 288 с.
8. Оцінка ресурсозберігання та екологічності технологічних систем (ТС) на підприємствах АПК. / Г. П. Водяницький, С. М. Герук, С. Й. Корсак та інші. Житомир – 2006. -29 с.
9. Охорона праці / Г. М. Граник, С. Д. Лехман, Д. А. Бутно та ін. – К.: Урожай, 1994. – 271 с.
10. Герук С. М., Обиход А. І., Сукманюк О. М. Інженерно – технічні вимоги до написання дипломних (курсівих) проектів і робіт. Житомир, ДАЕУ – 2006. – 255 с.
11. Нормоконтроль дипломних проектів: навч. посібник / Л.Г. Кравець, О.Д. Муляр; за ред. Л.Г. Кравця. – Житомир: ЖНАЕУ, 2013.- 112 с.
12. Методичні вказівки щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт . Для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія». Житомир- 2020. – 47с.
13. Механізація і автоматизація тваринництва І.І.Ревенко, А.І. Окоча , Є.Л. Жулай та ін.; За ред.. І.І. Ревенка. – К .: Вища освіта, 2004. – 399 с.

ДОДАТКИ