

**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

ВЕЧІР Денис В'ячеславович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМНОГО НАСОСУ
ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**

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

(підпис)

(ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
асистент Тимків В.В.

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Вечір Д.В. Удосконалення конструкції вакуумного насосу доїльної установки. Кваліфікаційна робота на правах рукопису . Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 «Агроінженерія», Поліський національний університет м.Житомир – 2023р. Роботу викладено на сторінках машинописного тексту і містить в собі: вступ, основну частину , висновки, список використаних джерел та 3 аркуші графічної частини формату А1.

Сутність роботи полягає в розробці технологічного процесу доїння корів та удосконаленні вакуумної установки. Виконано конструктивний розрахунок ротаційного вакуумного насосу, а також виконана оцінка економічної ефективності проектних рішень.

Ключові слова: тваринництво, тварина, вакуумна установка, ферма, ротор, лопатка, процеси.

SUMMARY

Vechir D.V. Improvement of the design of the vacuum pump of the milking plant. Qualification work on manuscript rights. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 "Agroengineering", Polish National University in Zhytomyr - 2023. The work is laid out on pages of typewritten text and contains: an introduction, the main part, conclusions, a list of used sources and 3 sheets of the graphic part of A1 format. The essence of the work consists in the development of the technological process of milking cows and the improvement of the vacuum installation. The design calculation of the rotary vacuum pump was performed, as well as the evaluation of the economic efficiency of the project solutions was performed.

Key words: animal husbandry, animal, vacuum installation, farm, rotor, blade, processes.

ЗМІСТ

ВСТУП	
РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ...	
1.1. Обґрунтування технології доїння корів.....	
1.2. Технологічний розрахунок процесу доїння корів.....	
Висновки до розділу 1	
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ.....	
2.1. Зоотехнічні вимоги до процесу доїння	
2.2. Аналіз конструкцій вакуумних насосів	
Висновки до розділу 2	
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМНОГО НАСОСУ	
3.1. Розробка удосконаленої конструкції вакуумного насосу.....	
3.2. Розрахунок основних параметрів ротаційного вакуумного насосу сухого тертя.....	
3.3. Техніка безпеки при роботі з вакуумними насосами.....	
Висновки до розділу 3	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Забезпечення населення високоякісними продуктами харчування, зокрема молоком та продуктами його переробки, є важливою задачею сільськогосподарського виробництва. Сучасні молочнотоварні ферми – це підприємства з досить високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів. Проте, ручна праця ліквідована не повністю, деякі види обладнання малопродуктивні та енергозатратні. Все це суттєво впливає на собівартість продукції. Тому **актуальним питанням** є комплексна механізація тваринницьких ферм та комплексів на основі сучасних новітніх технологій та впровадження високопродуктивних та енергозберігаючих технічних засобів.

Збільшення виробництва й поліпшення якості молока – одне з найвідповідальніших і найскладніших завдань, поставлених перед працівниками агропромислового комплексу.

Виробництвом молока на Україні займаються комплекси по виробництву молока, середні і дрібні сільськогосподарські підприємства, а також окремі громадяни у своїх підсобних господарствах.

З молока виробляють більше десяти видів продукції, які є незамінними в раціоні людини.

Основним конструктивним елементом доїльної установки є вакуумний насос, від його технічного стану залежать якісні показники роботи, які в цілому впливають на технологічний процес доїння.

Мета роботи: підвищення надійності роботи, зниження затрат на обслуговування та ремонт, підвищення екологічних показників.

Об'єкт досліджень: технологічний процес доїння корів .

Предмет досліджень: вакуумний насос доїльної установки .

Методи досліджень: при виконанні даної роботи використовувався збір та аналіз інформації по конструкціях вакуумних насосів доїльних установок, систематизація даних та перевірка достовірності прийнятих конструктивних рішень математичними

розрахунками.

За матеріалами виконаної роботи є дві публікації в збірнику наукових праць «Наукові читання – 2023» від 19 квітня 2023 р.:

1.Тимків В.В., Вечір Д.В., Вакуумний насос сухого тертя. С. 114-116.

2. Тимків В.В., Вечір Д.В Удосконалення конструкції вакуумного насосу доїльної установки. С.112-114.

Результатом виконання цієї роботи є підвищення надійності вакуумного насосу, висока ремонтпридатність та екологічність при експлуатації.

Структура та зміст роботи відповідає основним вимогам згідно *«Методичних вказівок щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт»* для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 *«Агроінженерія»*.

Пояснювальна записка роботи має наступну архітектоніку:

- титульний аркуш;
- анотація;
- зміст;
- основна частина;
- список використаних джерел.

Обсяг пояснювальної записки становить стор. машинописного тексту та 3 листів графічної частини.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ

1.1. Обґрунтування технології доїння корів

Процес машинного доїння корів на сучасних тваринницьких комплексах визначається наявністю “машинного” стада, тобто підбором корів, які придатні до доїння за допомогою обладнання, станом кормової бази, архітектурно-планувальними рішеннями приміщень, системою і способом утримання тварин, наявністю робочої сили та рівнем інженерної служби господарства.

Найсучаснішим напрямом доїння корів є їх обслуговування в спеціальних доїльних залах за допомогою доїльної установки типу «Ялинка».

1.2 Технологічний розрахунок процесу доїння корів

Розрахунок процесу доїння проведемо для поголів'я 200 корів, продуктивністю 6500 кг.

Знаходимо фактичну продуктивність лінії машинного доїння корів:

$$Q_{\Lambda} = \frac{\alpha_H (1 - \delta_C) \cdot m_K \cdot M_K}{D_{\Lambda} \cdot K_{\partial} \cdot T_{\text{дон}}}, \quad (1.1)$$

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, $m_K = 400$ гол;

M_K - річний надій корови, $M_K = 6500$ кг;

D_L - тривалість лактації, $D_L = 305$ днів;

K_D - кратність процесу доїння, $K_D = 3$ рази/добу;

$T_{дон}$ - допустима тривалість процесу доїння m_K корів, $T_{дон} = 2$ год,

$$Q_{\Delta} = \frac{1,3 \cdot (1 - 0,15) \cdot 400 \cdot 6500}{305 \cdot 3 \cdot 2} = 966 \text{ \u0442\u0430\u043d\u043d\u0438\u0432/\u0434\u043e\u0431}$$

Середня тривалість обслуговування однієї корови:

$$T = T_P + T_M + T_X, \quad (1.2)$$

де T_P - тривалість виконання ручних операцій з обслуговування корови ,

$$T_P = 1,2 \text{ хв};$$

T_M - тривалість молоковіддачі, корови, яка обумовлюється пропуском:

$$T_M = 4,5 \text{ хв};$$

T_X - тривалість переходів майстра машинного доїння при обслуговуванні корів,

$$T_X = 0,06 \text{ хв} - \text{для доїльних установок "Ялинка"}.$$

$$T = 1,2 + 4,5 + 0,06 = 5,76 \text{ хв}$$

Навантаження (доїльних апаратів на чоловіка) на майстра машинного доїння корів:

$$n_{\Delta A} = \frac{T_M}{T_P + T_X}. \quad (1.3)$$

$$n_{\Delta\Lambda} = \frac{4,5}{1,2 + 0,06} = 3,6.$$

Приймаємо 4 шт.

Кількість доїльних апаратів, необхідних для обслуговування

технологічної групи корів ($m_{\text{тц}} = 200$ голів):

$$n_{m\text{ц}} = \frac{m_{m\text{ц}} \cdot T}{60 \cdot T_{\text{дон}}} \quad (1.4)$$

$$n_{m\text{ц}} = \frac{200 \cdot 5,76}{60 \cdot 2} = 9,6$$

Приймаємо 10 доїльних апаратів

Кількість майстрів машинного доїння, потрібних для обслуговування $m_{\text{тц}}$ тварин:

$$n_{\text{м}} = \frac{n_{m\text{ц}}}{n_{\text{да}}} \quad (1.5)$$

$$n_{\text{и}} = \frac{10}{4} \approx 2 \div \hat{\text{и}}.$$

Враховуючи те, що розрахункові значення $n_{\text{да}}$, $n_{\text{тц}}$ і $n_{\text{м}}$ заокруглюють до цілого числа, то умови (2.40, 2.41, 2.42) будуть порушені і може мати місце, в умовах виробництва, “сухе доїння”. Щоб уникнути цього, необхідно перевірити і забезпечити умови, що викликають “сухе доїння” із-за передержування доїльних стаканів на дійках корови,

$$n_{\Delta\Lambda}^{\text{РОЗР}} \cdot n_{\text{М}}^{\text{РОЗР}} \leq n_{\Delta\Lambda}^{\text{ОКР}} \cdot n_{\text{М}}^{\text{ОКР}}, \quad (1.6)$$

$$3,6 \cdot 2,5 \leq 4 \cdot 3$$

$$9 \leq 12$$

Умова виконується.

Ритм ПТЛ машинного доїння, (хв/гол) визначається:

$$r = \frac{60 \cdot T_{\text{дон}} - T}{m_{\text{мц}} / (n_{\text{м}} - 1)}, \quad (1.7)$$

$$r = \frac{60 \cdot 2 - 5,76}{200 / (3 - 1)} = 0,57 \text{ хв/гол.}$$

Фронт роботи (кількість одночасно обслуговуваних корів чи кількість

одночасно працюючих доїльних апаратів) розраховують:

$$Z = \frac{T}{r}, \quad (1.8)$$

$$Z = \frac{5,76}{0,57} = 10 \text{ гол.}$$

Продуктивність майстра машинного доїння корів (гол/люд · год) за годину чистої роботи:

$$W_{\text{м}} = \frac{60}{T_{\text{р}} + T_{\text{х}}}, \quad (1.9)$$

$$W_{\text{м}} = \frac{60}{1,2 + 0,06} = 47,6 \text{ гол/люд} \cdot \text{год.}$$

Пропускную здатність доїльної установки розраховують (гол/год) із залежності:

$$Q_{\text{ду}} = \frac{60}{r}, \quad (1.10)$$

$$Q_{\text{доу}} = \frac{60}{0,57} = 105,3 \text{ гол / год.}$$

Кількість доїльних установок для обслуговування технологічної групи корів:

$$n_{\text{доу}} = \frac{n_{\text{мц}}}{n_n}, \quad (1.11)$$

де n_n - паспортна кількість доїльних апаратів вибраної доїльної установки,

$$n_n = 16 \text{ шт.}$$

$$n_{\text{доу}} = \frac{10}{16} = 0,6.$$

Приймаємо 1 доїльну установку.

При розрахунку кількості доїльних установок типу “Ялинка” округлюють розрахункову кількість до більшого значення.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1. У зарубіжних країнах із розвинутим молочним скотарством у більшості корівників утримання безприв’язне і доять у залах. Розповсюдження доїльних залів із сучасним обладнанням швидко розвивається. Так, у Нідерландах понад 96 % корів утримують безприв’язно і доять у залах, у США – близько 80 %, Німеччині – 70%.

Безприв’язне утримання знижує затрати праці до 1,5-2 люд.-год. на 1 центнер молока (що у 6-8 разів менше від показника по Україні), зменшується захворювань корів маститами та дає можливість отримати якісне молоко при менших вкладеннях, проводити племінну роботу на достатньому рівні, покращити умови праці оператору машинного доїння. Основним козирем цих технологій є те, що вони дають змогу автоматизувати процес доїння, роздавання концентратів, зоотехнічного та вет. догляду за тваринами [10].

Для доїння корів за кордоном використовують сучасні високотехнологічні доїльні установки “Тандем”, “Ялинка”, “Карусель”, “Тригон”, “Полігон”, “Бік об бік” та доїльні роботи. У Нідерландах на молочних фермах уже працює понад 100 роботизованих доїльних систем. Найширше на молочних фермах Західної Європи

використовують установки “Тандем” і “Ялинка”. Великого поширення набувають найсучасніші доїльні установки “Ялинка” і “Бік об бік” із рухомими передніми захисними конструкціями. Ці установки порівняно з традиційними мають вищу продуктивність, спрощену конструкцію, надійніші, заощаджують площу доїльного залу, різко знижують собівартість виробленої продукції [9].

РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ

2.1. Зоотехнічні вимоги до процесу доїння

Згідно фізіологічних явищ, під час доїння, що проводиться на основі технологічного документу «Правила машинного доїння», що регламентує здійснення всіх технологічних операцій при доїнні корів. Сюди входить оцінка придатності корів до машинного доїння, технологія та організація доїння, санітарна обробка та технічне обслуговування доїльного обладнання, вимоги до конструкцій доїльних залів, гігієна обслуговуючого персоналу і правила доїння та техніки безпеки [8].

Основними технологічними операціями, що передбачають доїння, для забезпечення проведення процесу є перш за все перевірка тех. стану доїльної апаратури, в холодну пору року для нагріву доїльних апаратів у гарячій воді; обмив вимені теплою (40-45 °С) водою; обтирання його чистими серветками; масаж дійок та вимя ; здоювання перших цівок молока; огляд стану вимені і дійок; підєднання і вмикання доїльних апаратів; контроль за процесом доїння; здійснення машинного додоювання; зняття доїльних апаратів. Видоювання молока має здійснюватися без ручного додоювання [10].

Під час доїння потрібно дотримуватись таких основних вимог: стабільність виконання всіх потрібних операцій; час перебування корів на підготовчих майданчиках не повинна бути більше 20 хв.; тривалість підготовки вимені до доїння не менше 40 і не більше 60 с, сам процес доїння не більше 4-6 хв., а додоювання 30 с.; доїльні мають вимикатися, при зниженні молоковіддачі до 200 мл/хв.; перетримування доїльних апаратів після закінчення молоковіддачі – не більше 1 хв[11].

Співвідношення тактів і вакуумний режим доїльного апарата має бути незмінним у процесі доїння або автоматично пристосовуватись до умов доїння.

Основним фактором, що може гальмувати процес молоковіддачі є незадовільний стан як доїльного апарата так і вакуумного режиму. Тому актуальним питанням є розробка вакуумних установок які мають підвищену експлуатаційну надійність та

високу ремонтнопридатність.

2.2. Аналіз конструкцій вакуумних насосів.

Основною вакуумною установкою є вакуумний насос, який поділяється на поршневі, ротаційні, шестеренні, водно кільцеві, діафрагмові, ежекторні (рис. 2.1)[9].

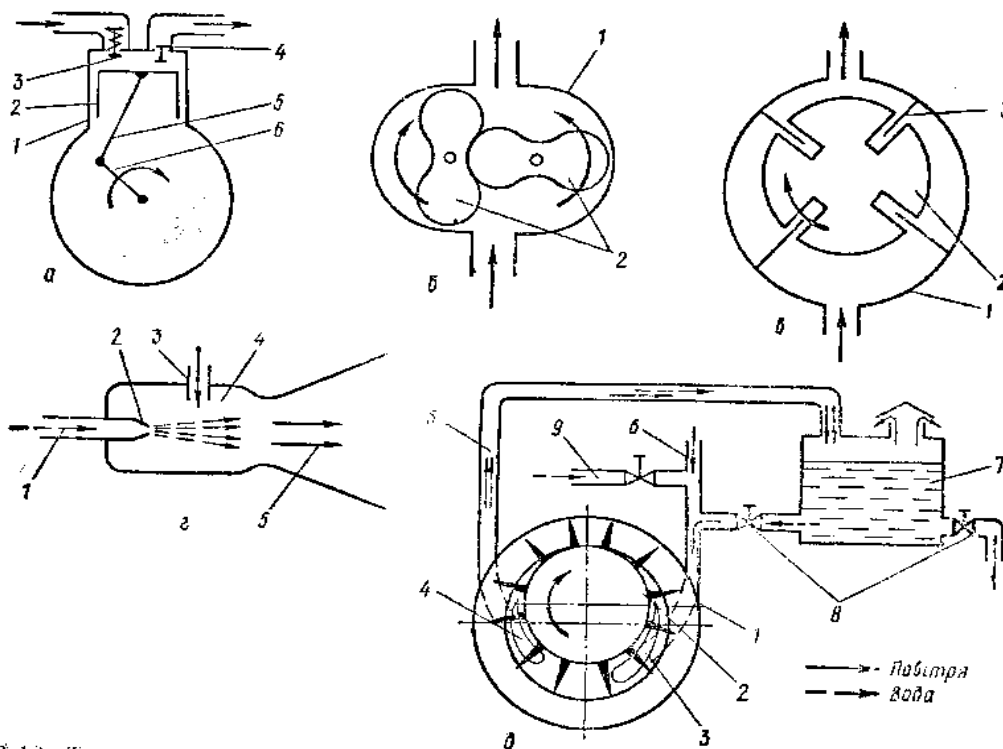


Рис. 2.1. Типи вакуумних насосів:

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

Вакуумний насос, який об'єднано з установкою (електродвигуном чи ДВЗ), є вакуумною станцією або установкою.

Найпоширенішими є ротаційні лопатеві насоси. Вони відзначаються простою

за будовою, мають низьку металоємкість і мають в будові статор, всередині якого ексцентрично вставлено ротор. У пази ротора, що виконані радіально або тангенціально, вкладені лопатки, що разом із ротором і статором мають робочі камери. У статорі де зменшується вікна їх об'єму – випускні вікна. До впускних вікон приєднано вакуумний провід, а до впускного – пристрої що зменшують акустичних шумів (глушники).[11].



Рис. 2.2 Вакуумний насос RPA AquaSilent

Основними недоліками ротаційних насосів є нагрів під час роботи, оскільки за рахунок тертя лопаток по статору і торцевих частинах насоса та незначний ресурс внаслідок зносу деталей, підвищені шуми під час роботи, забруднення мастилом НПС яке використовується для мащення робочих поверхней [9].

Воднокільцеві вакуумні насоси мають значні переваги в порівнянні з ротаційними: основне це відсутність сухого тертя між ротором та статором, що призводить до підвищення ресурсу насоса та виключає необхідність мащення[10].

До суттєвих недоліків воднокільцевих насосів можна віднести можливість замерзання води у холодну пору року.

Поршневі вакуумні насоси не мають широкого використання в доїльних установках через складність конструкції (присутність кривошипно-шатунного і клапанного механізмів) [9].

ВИСНОВОКИ ДО РОЗДІЛУ 2. Аналіз існуючих конструкцій вказує на те що найбільше розповсюдження отримали ротаційні вакуумні насоси. Основним недоліком даної конструкції є підвищений шум, екологічний тиск на НПС складність та дороговартість проведення ремонтних робіт.

Для ліквідації вище вказаних недоліків пропонується розробка вакуумного насосу сухого тертя, що не передбачає використання мастила та в конструкції має ремонтну гільзу.

РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМНОГО НАСОСУ

3.1. Розробка функціональної та конструктивної схеми

удосконаленого вакуумного насосу

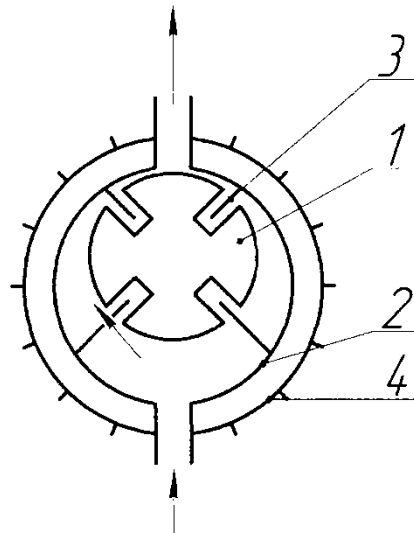


Рис.3.1 . Принципова схема ротаційного вакуумного насосу

1- ротор; 2 – статор-гільза; 3 – мідно-графітова лопатка; 4 – корпус.

Конструкція розробляемого вакуумного насосу являє собою чотирьох-елементну будову. Основою якої є ротор – 1, а статор-гільза – 2 виготовляється з легованого чавуну, який володіє високими антифрикційними властивостями. Вона запресовується в корпус – 4, який виготовляється з алюмінію з метою підвищення тепловіддачі, поверхня його робиться ребристою. В пазах ротора знаходяться мідно-графітові лопатки, які під дією відцентрової сили прижимаються до поверхні гільзи.

Принцип роботи насосу базується на наступному: при обертанні ротора – 1 лопатки – 3 під дією відцентрової сили притискаються до поверхні гільзи. За рахунок ексцентриситету ротор зміщений в бік вихідного патрубку, що забезпечує збільшення об'єму всмоктування повітря проти впускного патрубку. За рахунок цього повітря захоплюється лопатками, стискається і при сполученні камери з випускним патрубком викидається в оточуюче середовище.

Таким чином дана конструкція є оригінальною з точки зору ремонтпридатності. Оскільки при зношуванні гільзи її випресовують замінюючи новою номінального розміру. Крім того дана конструкція не потребує наявності мастила, що запобігає забрудненню НПС.

3.2 Розрахунок основних параметрів ротаційного вакуумного насосу сухого тертя

У переважній більшості доільних установок для створення необхідного вакууму використовують ротаційні лопатеві насоси. Для розрахунку теоретичної подачі таких насосів скористаємося розрахунковою схемою, зображеною на рис. 3.2.

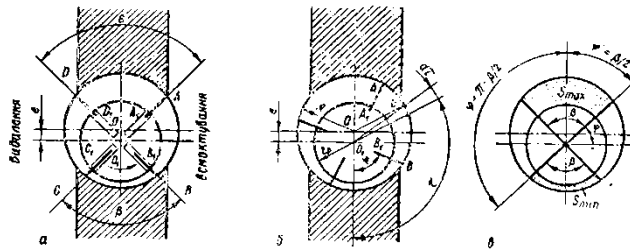


Рис. 3.2. Схеми роботи (а) вакуумного насоса і визначення його подачі (б) та площі (в) порожнин

Питома подача, що випадає на одиницю довжини ротора, пропорційна площі фігури ABV^1A^1 і частоті обертання ротора. Якщо розглянути цю фігуру у полярній системі координат з початком в точці O^1 , то її площу можна розрахувати як різницю секторів AO^1B і $A^1O^1B^1$. Сектор AO^1B має змінний радіус-вектор, який з $\triangle O^1AO$, дорівнюватиме:

$$\rho = e \cos \varphi + \sqrt{R^2 - e^2 + e^2 \cos^2 \varphi}, \quad (3.1)$$

де e – ексцентриситет; R – радіус статора; φ – кут між лопаттю ротора і вертикальним діаметром (кут повороту).

Площа фігури ABB^1A^1 , що лежить між двома суміжними лопатками з центральним кутом β , можна визначити так:

$$S = 0,5 \left(\int_{\varphi}^{\varphi+\beta} \rho^2 d\varphi + \int_{\varphi}^{\varphi+\beta} r^2 d\varphi \right), \quad (3.2)$$

де r – радіус ротора.

Із аналізу виразу (3.1) після його інтегрування випливає, що максимального значення площа поперечного перерізу камери всмоктування набуває, якщо кут φ дорівнює $\frac{1}{2}\beta$, а мінімального, якщо $\varphi = \pi - (\beta/2)$. Корисний об'єм насоса:

$$V_k = 2eDL \sin \frac{\beta}{2}, \quad (3.3)$$

де D – діаметр циліндра; L – довжина ротора.

$$V_k = 2 \cdot 0,02 \cdot 0,12 \cdot 0,215 \cdot \sin \frac{90}{2} = 0,0007 \text{ м}^3$$

З урахуванням цього дійсна об'ємна подача чотирилопатевого вакуумного насоса:

$$Q_d = 0,9DL\omega\eta_k k, \quad (3.4)$$

де k – коефіцієнт заповнення (0,3 – 0,9); η_k – манометричний коефіцієнт, що враховує приведення об'ємної подачі до умов вакууму в системі

$\eta_k = (A - P_v)/A$. Для вакуумних насосів доїльних установок $\eta_k = 0,5 - 0,32$.

$$Q_d = 0,9 \cdot 0,12 \cdot 0,215 \cdot 0,020 \cdot 151,8 \cdot 0,5 \cdot 0,6 = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}$$

Кутова швидкість:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \quad (3.5)$$

де n – кутова швидкість ($n=1450$ об/хв).

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1450}{30} = 151,8 \text{ М/с}$$

Потужність, необхідна для привода вакуумного насоса:

$$N = M_{MAX} \omega / \eta, \quad (3.6)$$

де M – максимальний момент, необхідний для обертання ротора, Н·м:

$M = P_B D e r_{пр}$; P_B - розрахунковий вакуум; η – ККД привода (0,75 – 0,85);

$r_{пр}$ - приведений радіус лопаток, м.

$$M = 80000 \cdot 0,12 \cdot 0,02 \cdot 0,055 = 11 \text{ Н·м}$$

$$N = 11 \cdot 151,8 / 0,8 = 2,1 \text{ кВт.}$$

3.3. Техніка безпеки при роботі з вакуумними насосами

Вакуумний насос, електродвигун (двигун) і розподільчий щит розміщують у спеціальному відділенні. В цьому відділенні забороняється зберігати паливно-мастильні матеріали та інше обладнання. Вакуумні установки і пускове обладнання монтують у спеціальному приміщенні або в ізоляційній зоні. Привод насоса має огороження, а пускова апаратура – закритий корпус. Щоб уникнути ураження струмом на вакууммагістралі після насосу є вставка з пластику або гуми, в яку вмонтовано клапан, що запобігає реверсному обертанню ротора насоса[9].

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3 Таким чином при аналізі конструкції вакуумних насосів доїльних установок віддано перевагу ротаційним вакуумним насосам, які мають просту конструкцію, не потребують технічного обслуговування та мастил, що є безпечним для НПС. Рез

є наступні показники:

- корисний об'єм насоса $V_k = 0,0007 \text{ м}^3$;
- дійсна об'ємна подача $Q_d = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}$;
- кутова швидкість $\omega = 151,8 \text{ М/с}$;
- максимальний момент, необхідний для обертання ротора $M = 11 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

потужність для привода вакуумного насоса $N = 2,1 \text{ кВт}$;

довжина лопатки $L = 215 \text{ мм}$;

висота лопатки $H = 40 \text{ мм}$;

ширина лопатки $B = 8 \text{ мм}$;

діаметр ротора $D_r = 120 \text{ мм}$;

діаметр статора $D = 150 \text{ мм}$;

подача вакуумного насоса $V = 45 \text{ м}^3$;

діаметр вікон $d = 62 \text{ мм}$;

ексцентриситет $e = 20 \text{ мм}$.

ВИСНОВКИ

Таким чином в результаті виконання кваліфікаційної роботи вирішенні наступні завдання:

в технологічній частині прийняли спосіб утримання безприв'язний для доїння корів використовуємо доїльну установку типу УДЯ-16А в кількості 1 шт. основним конструктивним елементом доїльної установки є вакуумний насос, який призначений для створення розрідження і приведення в роботу доїльних апаратів, забезпечення транспортування молока.

На сьогоднішній день в доїльних установках використовуються в основному 2 типи насосів: ротаційні та водокільцеві. Воднокільцеві вакуумні насоси мають переваги порівняно з ротаційними: відсутність сухого тертя між ротором і статором, що веде до збільшення ресурсу насоса і виключає необхідність мащення [10].

Ущільнення ротора зі статором у водокільцевому насосі здійснюється за рахунок води, яка під час роботи обертається разом з ротором у вигляді кільця. Циркуляція води сприяє також охолодженню насоса. До недоліків воднокільцевих насосів слід віднести можливість замерзання води у холодну пору року. Найчастіше використовуються ротаційні лопатеві насоси [9].

Вони прості за будовою, мають малу металоємкість і складаються із статора, всередині якого ексцентрично встановлено ротор. Основними недоліками ротаційних насосів є підвищення нагрівання під час роботи за рахунок тертя лопаток по статору і торцевих кришках насоса та незначний ресурс внаслідок спрацювання тертям деталей, підвищений шум під час роботи, забруднення навколишнього середовища мастилом яке використовується для мащення робочих поверхню[12].

Крім того ротаційні вакуумні насоси мають порівняно невеликий міжремонтний ресурс напрацювання, складну систему мащення, яке недостатньо надійна. Тому для ліквідації вказаних недоліків запропонована конструкція ротаційного

вакуумного насосу підвищеного тертя з мідно графітовими пластинами, який має збірно-блочну конструкцію, а саме корпус алюмінієвий, а гільза з відбіленого чавуну, розроблені заходи з техніки безпеки та охорони довкілля при експлуатації технологічного обладнання [13].

Розроблений вакуумний насос має такі основні параметри:

технологічні

$$V=45 \text{ м}^3, N=2,1 \text{ кВт};$$

конструктивні параметри: довжина лопатки $L=215$ мм; висота лопатки $H=40$ мм; товщина лопатки $B=8$ мм; діаметр ротора $D_r=120$ мм; діаметр статора $D=150$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Водяницький Г. П. Методичні вказівки з курсового і дипломного проектування“ Проектування і розрахунок технологічних процесів тваринницьких підприємств промислового типу”. Житомир – 2005 – 195 с.
2. Герук С. М., Обиход А. І., Сукманюк О. М. Інженерно – технічні вимоги до написання дипломних (курскових) проектів і робіт. Житомир, ДАЕУ – 2006. – 255 с.
3. Машинне доїння корів і первинна обробка молока/ А.І. Фененко, С.П. Москаленко, В.Д. Роговий та ін.; за ред. І.І. Фененка. – К.: Урожай, 1990, - 214 с.
4. Методичні вказівки щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт . Для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія». Житомир- 2020. – 47с.
5. 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.
6. Нормоконтроль дипломних проектів: навч. посібник / Л.Г. Кравець, О.Д. Муляр; за ред. Л.Г. Кравця. – Житомир: ЖНАЕУ, 2013.- 112 с.
7. Охорона праці / Г. М. Граник, С. Д. Лехман, Д. А. Бутно та ін. – К.: Урожай, 1994. – 271 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. Ревенко І.І., Манько В.М., Зарайська С.С. та ін. «Посібник-практикум з механізації виробництва продукції т-ва» - К: Урожай ,1994. – 288 с.
10. Ревенко І.І., Манько В.М., Зарайська С.С. та інші. «Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва» - К: Урожай , 1994. – 288 с.
- 11.Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І. «Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств» - Київ: Урожай, 1999.- 192с.

12. Сайт: www.Google.ru De Laval.
13. Сайт: www.Google.ru БРАЦЛІАВ.
14. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва. – Львів: Вид. «Магнолія плюс», 2004. – 201 с.
15. 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.
16. Ясенцький В. А., Єрмоленко В. О., Гаркавий А. Д. Зниження енергозатрат у тваринництві і кормовиробництві. – К.: Урожай, 1989. – 136 с.

ДОДАТКИ