

УДК 631.363

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗМІНИ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ ВАКУУМНОГО НАСОСУ

В. С. Хмельовський, О. В. Сутковий

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: brnivl2020@gmail.com.

Історія статті: отримано – листопад 2020, акцептовано – грудень 2020.

Бібл. 12, рис. 7, табл. 1.

Анотація. Виробництво молока тісно пов'язане з технологічним процесом доїння. Операції, які задіяні у цьому процесі, потребують високої відповідальності та є досить трудомісткими. Економічна ефективність процесу доїння залежить не тільки від кваліфікації операторів, а в значній мірі визначається технічною досконалістю засобів механізації, що при цьому використовуються. Адже вакуумний насос, який входить до складу будь-якої доїльної установки, має вагомий вплив на продуктивність останньої. Від кількості забраного повітряного середовища залежить робота виконавчих елементів доїльних машин, а також транспортування видоеного молока. Досконалість конструкції вакуумного насоса має вплив на енергомісткість процесу доїння.

Зроблено аналіз вакуумних насосів, які використовуються у технологічному процесі машинного доїння. Проведені дослідження, і літературні джерела свідчать, що найбільшого поширення набули механічні ротаційні вакуумні насоси, це пояснюється рядом техніко-економічних показників. Питома енергоємність ротаційного пластинчатого вакуумного насоса залежить від величини встановленого робочого вакууму і частоти обертання ротора. У більшості ротаційно-пластинчатих вакуумних насосів конструкція корпусу передбачає рух повітря крізь впускний патрубок до впускного вікна та максимально не заповнює простір між двома лопатками. При виході повітря не забезпечується швидкий вихід крізь випускне вікно. Вказані недоліки усуваються тим, що в кінці (за напрямом руху ротора) впускного вікна розміщено поперечний паз. Для ефективного виведення повітря з насоса, випускне вікно, на початку (за напрямом руху ротора), має поперечний паз, розміри пазів становлять 4/5 від ширини корпусу вакуумного насоса та не менше 1/2 від ширини відповідного вікна.

Запропонована конструкція корпусу вакуумного насоса дає можливість підвищити продуктивність на 7-12 % та знизити споживану потужність на урухомлення 8-10 %, крім цього спостерігається зниження нагрівання корпусу до 67-74 °С.

Ключові слова: вакуумний насос, корпус, ротор, продуктивність, пластина, споживана потужність.

Постановка проблеми

У технології виробництва продукції тваринництва, а саме молока, процес доїння сільськогосподарських тварин є одним з найвідповідальніших і досить трудомістких. Економічна ефективність процесу доїння в значній мірі визначається технічною досконалістю засобів механізації, що при цьому використовуються [1, 2]. До складу будь-якої доїльної установки входить вакуумний насос, саме він має вагомий вплив на її продуктивність. Вакуумний насос має створювати вакуумметричний тиск повітря заданих параметрів, з можливістю їх регулювання, а контроль та стабілізацію покладають на вакуумметр і вакуумрегулятор. Саме від кількості забраного повітряного середовища залежить робота виконавчих елементів доїльних машин – доїльних апаратів, а також транспортування видоеного молока. Конструкційно-технологічна досконалість вакуумного насоса має вплив на енергомісткість процесу доїння та відновлення параметрів вакуумметричного тиску в молоко вакуумних магістралей.

Аналіз останніх досліджень

У доїльних установках застосовуються різноманітні схеми і конструкції вакуумних систем, основною складовою яких є вакуумні насоси.

Основним елементом будь-якої вакуумної установки, як правило, є механічний вакуумний насос.

Одним, мабуть, з найстаріших є поршневі вакуумні насоси рис. 1, а.

Насоси такого типу, тим не менш, до цих пір випускаються рядом західних фірм. Як правило, це машини малої продуктивності. Вони розвивають вакуум до 20 кПа. У секторі сільського господарства, для доїльних установок, такі вакуумні насоси нині не використовують.

Мембранні насоси рис. 1, б. відповідають вимогам безшумної роботи. У них переміщення робочого середовища відбувається за рахунок зміни обсягу робочої камери в результаті деформації пружної мембрани.

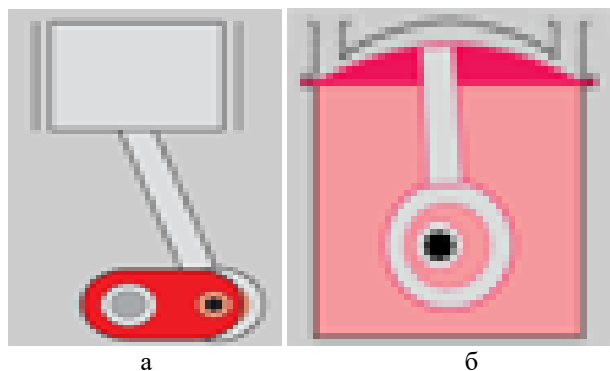


Рис. 1. Вакуумний насос: а – поршневий, б – мембранний.

Fig. 1. Vacuum pump: a – piston, b – diaphragm.

Внаслідок конструктивних особливостей цього виду насосів (мембрани великих розмірів важкі у виготовленні і неминуче ведуть до невиправданого збільшення габаритних розмірів машини, крім того неможливо уникнути внутрішніх перетоків між мембраною і стінкою робочої камери), вони обмежені в продуктивності до $15 \text{ м}^3/\text{год}$ і не можуть розвивати хороший вакуум, зазвичай, не більше 20 кПа, але, зате, прості в обслуговуванні та не мають деталей, що труться, відсутні мастила та мають високу корозійну стійкість.

Мембранні насоси знайшли застосування в конструкціях пересувних доїльних установок для подачі теплої води.

Переважаюча більшість доїльних установок укомплектовано вакуумними системами, в яких використовуються два типи насосів: пластинчатий ротаційний та водокільцевий вакуумні насоси. Ці насоси знайшли застосування в установках виробників молочно-доїльного обладнання «GEA Farm Technologies», «DeLaval», «Milkline», BAT «Брацлав». Ще один тип насосів, який заслуговує на увагу, є двороторний вакуумний насос, який знайшов використання в вакуумних системах доїльних установок компанії «BouMatic».

Водокільцеві вакуумні насоси рис. 2 за робоче середовище використовують воду.

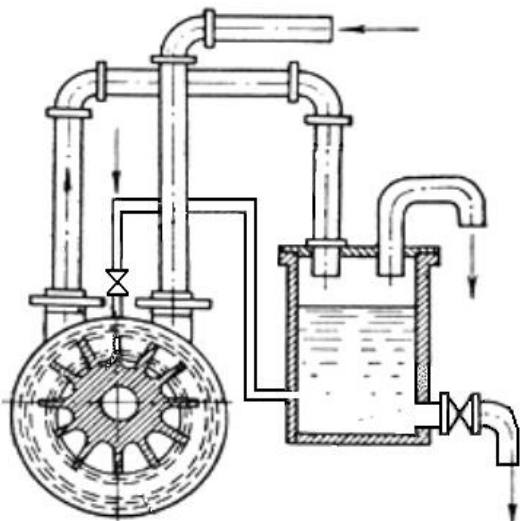


Рис. 2. Водокільцевий вакуумний насос.

Fig. 2. Water ring vacuum pump.

Ротор, обертаючись, створює рідинне кільце, яке спільно з лопатками ротора утворює окремі робочі осередки, обсяг яких циклічно змінюється по ходу обертання, що і забезпечує створення вакууму [3, 4].

Вакуумні насоси цього типу екологічно безпечні з низьким рівнем шуму, відзначаються значною об'ємною продуктивністю, простотою конструкції і надійністю в роботі та створюють вакуум - до 80 кПа.

У них відсутні металеві поверхні тертя та не потрібне мастило під час роботи. Проте, достатня надійність в роботі забезпечується лише за певних умов експлуатації. Зокрема, вони можуть працювати лише при плюсовій температурі навколишнього середовища та вимагають додаткових пристроїв для подачі робочої рідини.

До недоліків цих машин можна віднести не високий ККД, нестійкий режим роботи і високі експлуатаційні витрати на одиницю питомої продуктивності, вони мають високі витрати споживаної потужності – $0,33\text{--}1,22 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ [3, 4, 5] та необхідність обслуговування робочої рідини. Існує чотири схеми підключення робочої рідини: 1) Наскрізна. Рідина разом з відкачуванням повітрям подається на злив. 2) Сепарація. Рідина відділяється від повітря в сепараторі, встановленому на нагнітальному фланці вакуумного насоса. Рідина з сепаратора подається на злив, а повітря або газ - на вихлоп. 3) Часткова рециркуляція. Рідина з сепаратора направляється в насос, частково змішуючись, при цьому, свіжою порцією рідини з мережі. 4) Повна рециркуляція. Рідина з сепаратора проходить через фільтр, потім охолоджується в теплообміннику і знову надходить у вакуумний насос.

Схема підключення рідини визначається умовами виробництва, а також можливістю необмежено оновлювати робочу рідину.

У деяких установках знаходять застосування двороторні вакуумні насоси (рис. 3) [4, 6, 7, 8, 9].

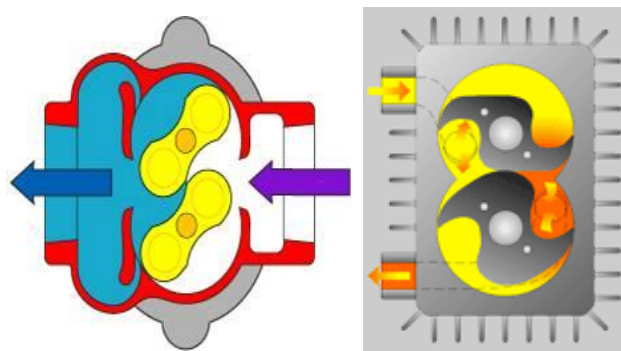


Рис. 3. Схема двороторного вакуумного насоса: а – ротори у формі вісімки, б – ротори кігтеподібної форми.

Fig. 3. The scheme of two-rotor vacuum pump: a – rotors in the form of eight, b – rotors of claw-shaped form.

Вони мають овальну камеру в середині якої розміщено два ротори, що обертаються назустріч один одному виконаними, як правило, у формі вісімки та переносять повітря від всмоктуючого до нагнітального вікна. До класичних двороторних насосів рис. 3,а можна віднести вакуумні насоси Рутса. Всмоктуючий і напірний патрубки у них виконані не на верхній і

нижній, а на торцевій стінці, а ротори мають складну кігтеподібну форму рис. 3, б. Різновидом двороторних вакуумних насосів є також гвинтові насоси. Істотним недоліком насосів цього типу є те, що вони не можуть працювати ефективно при високих тисках, через великі внутрішні перетікання повітря. Ці насоси енергоємні, оскільки на робочі органи постійно діє повний перепад тиску нагнітання, у них невеликий ККД і шум високої частоти, який викликається перервами в процесі всмоктування і нагнітання повітря.

В технологічному процесі машинного доїння найбільшого поширення набули механічні ротаційні вакуумні насоси, так як їх техніко-технологічні параметри відповідають техніко-економічним вимогам, які ставляться до доїльних установок [1, 2].

Проведені дослідження і літературні джерела свідчать [10, 11, 12], що з усіх типів ротаційних вакуумних насосів, призначених для доїльних установок, кращі показники (таблиця 1) мають ротаційні вакуумні насоси пластинчатого типу з ексцентричним розташуванням ротора (рис. 4). Це пояснюється досить високою продуктивністю, простотою конструкції, низькою вартістю насоса, незалежністю від природно-кліматичних умов.

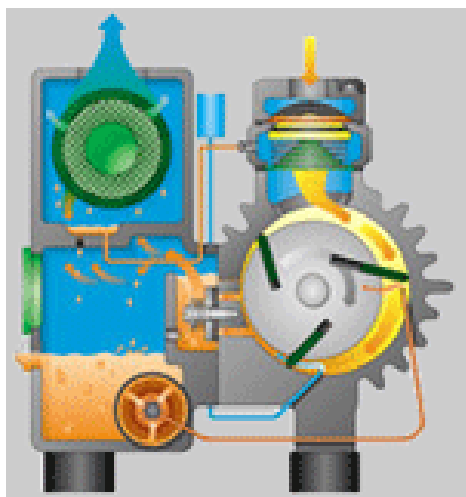


Рис. 4. Схема ротаційно-пластинчатого вакуумного насоса.

Fig. 4. Scheme of a rotary-plate vacuum pump.

Принцип роботи насоса цього типу базується на зміні об'єму робочої камери, що відсікається пластинами, які мають тангенціальне (похиле) розташування при обертанні ротора, який розташовано ексцентрично в корпусі насоса. Порівняно з іншими, пластинчаті ротаційні вакуумні насоси мають досить високий коефіцієнт корисної дії (0,8–0,9), низьку енергоємність (0,06–0,08 кВт год/м³), простоту конструкції і обслуговування, можливість безпосереднього з'єднання з електродвигуном. Питома енергоємність ротаційного пластинчатого вакуумного насоса залежить від величини встановленого робочого вакууму і частоти обертання ротора. Для усунення зазорів і внутрішніх перетоків, а також для зменшення тертя і охолодження в них можуть використовуватися різні типи олив. Залежно від використання оливи вакуумні насоси цього типу

поділяються на три групи: сухі (безоливні), оливозаливні, в яких олива потрапляє безпосередньо в робочу камеру і вакуумні насоси з рециркуляцією оливи. Насоси цього типу добре урівноважені, при досить великих обертах створюють менші пульсації вакууму і мають невеликі габаритні розміри і масу. Для пластинчатих ротаційних вакуумних насосів не потрібні масивні фундаменти, оскільки вони мають плавний, з мінімальною вібрацією, характер роботи. Ці насоси більш рівномірно відкачують повітря і більш швидкохідні.

Таблиця 1. Показники роботи вакуумних насосів.

Table 1. Performance indicators of vacuum pumps.

Тип вакуумного насоса	ККД насоса, який враховує втрати	Коефіцієнт подачі	Питома енергоємність при робочому вакуумі, кВт·год/м³
Ротаційний пластинчатий	0,80-0,90	0,3-0,4	0,06-0,08
Водокільцевий	0,48-0,52	0,4-0,7	0,33-1,22
Дватороторний (Рутса)	0,70-0,80	0,6-0,8	0,64-0,82

Враховуючи вищезазначене, для зменшення енерговитрат при роботі доїльних установок, доцільно використовувати ротаційні пластинчаті вакуумні насоси, споживану потужність урухомлення яких можна зменшити шляхом:

- збільшення об'єму камери впускного та випускного вікна на внутрішній поверхні корпусу вакуумного насоса;
- розміщення впускного та випускного патрубків в місцях, де сили, що діють на лопатку, забезпечують максимальне притискання її до корпусу ротора (за ходом обертання ротора в площині її поперечного перерізу);
- зменшення величини зони транспортування повітря та його стискування;
- встановлення сервоконтролю частоти обертання ротора вакуумного насоса.

Мета досліджень

Метою роботи є підвищення продуктивності та зниження енергомисткості вакуумного насоса шляхом вдосконалення корпусу вакуумного насоса, який сприяє підвищенню заповнення повітрям міжлопатевого простору та забезпечення виведення повітря крізь випускне вікно з мінімальним опором.

Під час дослідження використовувався ротаційно-пластинчатий вакуумний насос НВ-1, з удосконаленим корпусом, на якому проводились лабораторно-експериментальні дослідження.

Для визначення продуктивності, споживаної потужності на урухомлення вакуумного насоса, використовували вакуумметр КИ-4840 М, аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) та струмові кліщі. Дослідження проводились при температурі

навколишнього середовища від $+14^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$.

Результати досліджень

Відомий [2] ротаційно-пластинчатий вакуумний насос НВ-1, до складу якого входить корпус, який має впускний та випускний патрубки, впускне та випускне вікна. В середині корпусу, ексцентрично відносно корпусу, встановлено ротор в якому в пазах розміщені пластини.

Недолік відомого вакуумного насоса в тому, що у процесі створення вакууму повітря рухається крізь впускний патрубок до впускного вікна та максимально не заповнює простір між двома лопатками, а при переміщенні об'єму повітря між двома лопатками, не забезпечує швидкий вихід повітря, та повільно зменшує опір провертання ротора, при транспортуванні повітря в зоні випускного вікна. Це пов'язано з тим, що ширина впускного та випускного вікон становить $1/5$ від ширини корпусу вакуумного насоса, це приводить до часткового заповнення повітрям міжлопаткового простору та збільшення опору при його випуску.

Забезпечуючи мету досліджень вдосконалений корпус вакуумного насоса 1 має впускний та випускний патрубки, діаметри яких близькі до ширини відповідних вікон, впускне вікно 5, яке в кінці (за напрямом руху ротора) має поперечний паз 6, розміри якого становить $4/5$ від ширини корпусу вакуумного насоса та не менше $1/2$ від ширини впускного вікна рис. 5, та випускне вікно 9, яке на початку (за напрямом руху ротора) має поперечний паз 8, розміри якого становить $4/5$ від ширини корпусу вакуумного насоса та не менше $1/2$ від ширини випускного вікна рис. 6.

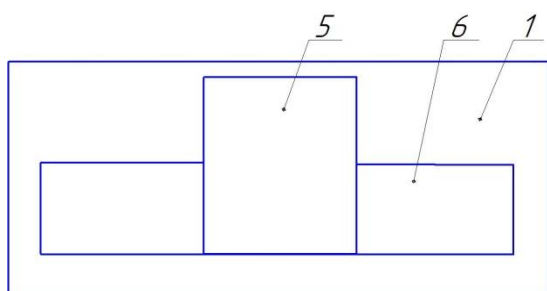


Рис. 5. Форма впускного вікна.

Fig. 5. The shape of the inlet window.

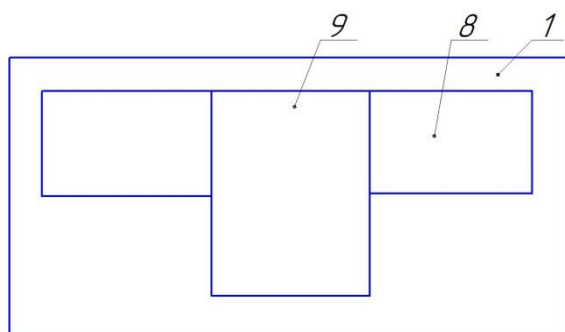


Рис. 6. Форма випускного вікна.

Fig. 6. The shape of the exhaust window.

Вакуумний насос рис. 7 з удосконаленим корпусом працює таким чином: в середині циліндричного корпусу 1, який має впускний 4 та випускний 10 патрубки, впускне 5 та випускне 9 вікна, поперечні пази впускного 6 та випускного 8 вікон, обертається ротор 2, який встановлено ексцентрично. Ротор має чотири тангенціально розміщені пази, в яких вільно переміщуються текстолітові лопатки 3.

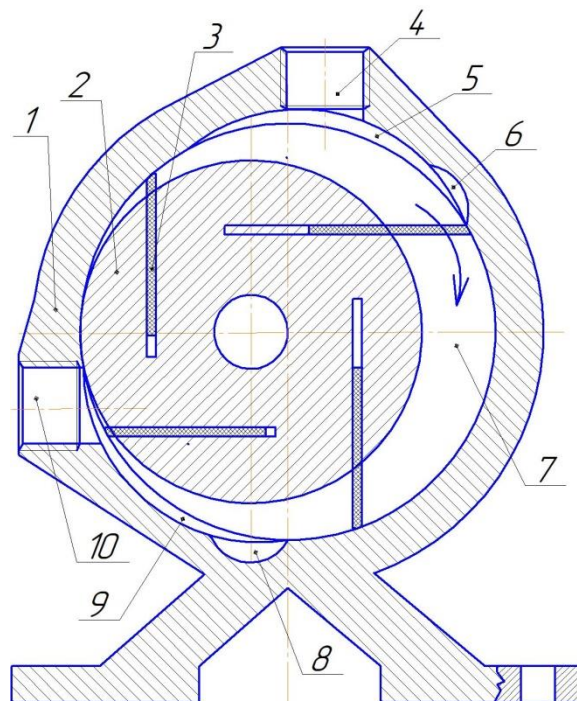


Рис. 7. Ротаційно-пластинчатий вакуумний насос з удосконаленим корпусом.

Fig. 7. Rotary-plate vacuum pump with advanced housing.

При обертанні ротора пластини 3 періодично занурюються в пази або виходять з них, змінюючи при цьому об'єм між двома суміжними лопатками. Цей об'єм (рахуючи від найменшого зазору між корпусом 1 і ротором 2) за один оберт ротора 2 при всмоктуванні збільшується, створюючи розрідження між лопатками 3, максимальному заповненню простору слугує поперечний паз впускного вікна 6, а потім перед випускним вікном 9 зменшується і повітря під тиском, потрапляє в поперечний паз випускного вікна 8, надходить до випускного патрубка 10 крізь фільтр в атмосферу.

Запропонована конструкція корпусу вакуумного насоса дає можливість підвищити продуктивність на 7-12 % та знизити споживану потужність на урухомлення 8-10 %, крім цього спостерігається зниження нагрівання корпусу до $67-74^{\circ}\text{C}$.

Висновки

1. Лабораторними дослідженнями на діючому фрагменті доільної установки було встановлено, що повітря рухається до впускного вікна, яке з'єднане із поперечним пазом та максимально заповнює простір між двома лопатками.

2. Переміщений об'єм повітря, який знаходиться між двома лопатями, до зони випускного поперечного паза та вікна, забезпечує швидкий вихід повітря, тим самим зменшує опір провертання ротора.

3. Змінена конструкція корпусу вакуумного насоса дає можливість підвищити продуктивність на 7-12 % та знизити споживану потужність на урухомлення 8-10 %, крім цього спостерігається зниження нагрівання корпусу до 67-74 °С.

Список літератури

1. Ревенко І.І., Ревенко Ю.І. Удосконалення вакуумної установки доїльних агрегатів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 212. Ч. 1. С. 108-113.
2. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Хмельовський В.С. Машины та обладнання для тваринництва. Київ. ТОВ «ЦП Компрінт». 2018. 567 с.
3. Алферов А.И. Исследование процесса повреждаемости крыльчатки водокольцевого вакуумного насоса доильного агрегата. Вісник Харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2007. Вип. 51. С. 246-252.
4. Алферов А.И., Гринченко А.С. Ресурсные испытания и оценка долговечности крыльчатки вакуумного насоса доильного агрегата. Вісник Харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. Харків. 2007. Вип. 61. С. 81-86.
5. Ревенко І.І., Медведський О.В. Оцінка стабільності технологічних характеристик вакуумної системи мобільної доїльної установки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2012. Вип. 170(1). С. 39-46.
6. Bjerring M., Rasmussen M.D. Vacuum fluctuations in the liner during automatic milking. Proceedings, First North American Conference on robotic milking. Toronto. Canada. 2002. P. 64-66.
7. Häussermann A.A., Hartung E. Field study on teat-end vacuum in different milking systems and its effect on teat condition. Proceedings, Precision Dairy Management. The First North American Conference on Robotic Milking. 02.-05.03.2010. Toronto. Canada. 2010. P. 226-227.
8. Shevchenko I., Aliev E. Automated control systems for technical processes in dairy farming. Annals of Warsaw University of Sciences – SGGW. – Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). 2013. № 61. P. 41-49.
9. Kubina L. Kováč Š. Decreasing energetic demands of vacuum pumps being used in machine milking with utilization of a frequency convertor. RES. AGR. ENG. 2002. № 48. P. 103-111.
10. Дудін В.Ю., Плотницький В.І., Алієв Е.Б. Експериментальні дослідження фаз розподілу повітря ротаційного пластинчатого вакуумного насоса. Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami 2013». Rolnictwo : Przemysł. Nauka i studia,

2013. Vol. 32. P. 24-27.

11. Дудін В. Ю. Фази розподілу повітря ротаційного вакуумного насоса з тангенційним розміщенням пластин. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ. 2008. Вип. 75. С. 254-258.

12. Линник Ю. О., Павленко С. І. Зниження енерговитрат ротаційних вакуумних насосів доїльних установок. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2014. Вип. 144. С. 145-151.

References

1. Revenko I. I., Revenko Y. I. (2015). Improvement of vacuum installation of milking units. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and energy of agro-industrial complex. 212(1). 108-113.
2. Revenko I. I., Braginets M. V., Khmelovsky V. S. (2018). Machinery and equipment for animal husbandry. Kyiv. TOV «TsP Komprint». 567.
3. Alferov A. I. (2007). Investigation of the process of damaging the impeller of a liquid ring vacuum pump of a milking unit. Bulletin of Petro Vasilenko Kharkiv National University of Agriculture. Kharkiv. 51. 246-252.
4. Alferov A. I., Grinchenko A. S. (2007). Service life tests and assessment of the durability of the milking machine vacuum pump impeller. Bulletin of Petro Vasilenko Kharkiv National University of Agriculture. Kharkiv. 61. 81-86.
5. Revenko I. I., Medvedsky O. V. (2012). Estimation of stability of technological characteristics of vacuum system of mobile milking installation. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Engineering and energy of agro-industrial complex. 170(1). 39-46.
6. Bjerring M., Rasmussen M.D. Vacuum fluctuations in the liner during automatic milking. Proceedings, First North American Conference on robotic milking, Toronto, Canada. 2002. P. 64-66.
7. Häussermann A.A., Hartung E. (2010). Field study on teat-end vacuum in different milking systems and its effect on teat condition. Proceedings, Precision Dairy Management. The First North American Conference on Robotic Milking. 02.-05.03.2010. Toronto. Canada. 226-227.
8. Shevchenko I., Aliev E. (2013). Automated control systems for technical processes in dairy farming. Annals of Warsaw University of Sciences – SGGW. – Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). 61. 41-49.
9. Kubina L. Kováč Š. Decreasing energetic demands of vacuum pumps being used in machine milking with utilization of a frequency convertor. RES. AGR. ENG. 2002. № 48. P. 103-111.
10. Dudin V. Y., Plotnitsky V. I., Aliyev E. B. (2013). Experimental studies of the air distribution phases of a rotary vane vacuum pump. Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Perspectives on Science and Technology 2013". Rolnictwo. Przemysł. Nauka i studia. 32. 24-27.
11. Dudin V. Yu. (2008). Phases of air distribution of the rotary vacuum pump with tangential arrangement of

plates. Geotechnical Mechanics: Interdepartmental. zb. Science. Proceedings of the Institute of Geotechnical Mechanics. MS Polyakova NAS of Ukraine. Dnepropetrovsk. 75. 254-258.

12. Linnik Y. O., Pavlenko S. I. (2014). Reduction of energy consumption of rotary vacuum pumps of milking installations. Technical systems and technologies of animal husbandry: Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture. Kharkiv. 144. 145-151.

ОБОСНОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ

В. С. Хмельовский, О. В. Сутковий

Аннотация. Производство молока тесно связано с технологическим процессом доения. Операции, которые задействованы в этом процессе требуют высокой ответственности и являются достаточно трудоемкими. Экономическая эффективность процесса доения зависит не только от квалификации операторов, а в значительной степени определяется техническим совершенством средств механизации, которые при этом используются.

Ведь вакуумный насос, который входит в состав любой доильной установки, имеет значительное влияние на производительность последней. От количества отобраного воздуха зависит работа исполнительных элементов доильных машин, а также транспортировки выдоенного молока. Совершенство конструкции вакуумного насоса влияет на энергоемкость процесса доения. Сделан анализ вакуумных насосов, используемых в технологическом процессе машинного доения. Проведенные исследования и литературные источники свидетельствуют, что наибольшее распространение получили механические ротационные вакуумные насосы, это объясняется рядом технико-экономических показателей. Удельная энергоемкость ротационного пластинчатого вакуумного насоса зависит от величины установленного рабочего вакуума и частоты вращения ротора. В большинстве ротационно-пластинчатых вакуумных насосов конструкция корпуса предусматривает движение воздуха через впускной патрубок к впускному окну и максимально не заполняет пространство между двумя лопатками. При выходе воздуха не обеспечивается быстрый выход через выпускное окно. Указанные недостатки устраняются тем, что в конце (по направлению движения ротора) впускного окна размещено поперечный паз. Для эффективного вывода воздуха из насоса выпускное окно, в начале, (по направлению движения ротора) имеет поперечный паз, размеры пазов составляют 4/5 от ширины корпуса вакуумного насоса и менее 1/2 от ширины соответствующего окна.

Предложенная конструкция корпуса вакуумного насоса дает возможность повысить производительность на 7-12% и снизить потребляемую мощность на привод 8-10%, кроме этого наблюдается снижение нагрева корпуса до 67-74 °С.

Ключевые слова: вакуумный насос, корпус, ротор, производительность, пластина, потребляемая мощность.

JUSTIFICATION OF CHANGE IN CASE OF VACUUM PUMPS

V. S. Khmelovsky, O. V. Sutkovyi

Abstract. Milk production is closely related to the milking process. The operations that are involved in this process require high responsibility and are quite laborious. The economic efficiency of the milking process depends not only on the qualifications of the operators, but to a large extent is determined by the technical perfection of the means of mechanization that are used.

After all, the vacuum pump, which is part of any milking installation, has a significant impact on the productivity of the latter. The operation of the executive elements of the milking machines, as well as the transportation of milked milk, depends on the amount of air taken. The perfect design of the vacuum pump affects the energy consumption of the milking process. The analysis of vacuum pumps used in the technological process of machine milking is made. Research and literary sources indicate that mechanical rotary vacuum pumps are most widely used, this is explained by a number of technical and economic indicators. The specific energy consumption of a rotary vane vacuum pump depends on the value of the set working vacuum and the rotor speed. In most rotary vane vacuum pumps, the housing design provides for the movement of air through the inlet pipe to the inlet port and does not fill the space between the two blades as much as possible. If the air is escaping, it cannot be quickly emitted through the outlet window. These disadvantages are eliminated by the fact that a transverse groove is located at the end (in the direction of movement of the rotor) of the inlet window. To effectively remove air from the pump, the outlet window, at the beginning (in the direction of the rotor movement), has a transverse groove, the dimensions of the grooves are 4/5 of the width of the vacuum pump housing and less than 1/2 of the width of the corresponding window. The proposed design of the body of the vacuum pump makes it possible to increase the productivity by 7-12% and reduce the power consumption for the drive by 8-10%, in addition, there is a decrease in the heating of the body to 67-74 °C.

Key words: vacuum pump, housing, rotor, productivity, plate, power consumption.

В. С. Хмельовский ORCID 0000-0002-6018-8821.

О. В. Сутковий ORCID 0000-0002-8252-9068.