

УДК 637.11

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН КОЛИВАНЬ ВАКУУММЕТРИЧНОГО ТИСКУ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ ДОЇЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ

Линник Юрій Олександрович ст. викладач

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Павленко Сергій Іванович к.т.н., доцент

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Грицун Анатолій Васильович к.с.г.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет

Linnik Y.

Dnepropetrovsk State Agrarian Economics University

Pavlenko S.

National Scientific Center «Institute of Mechanization and Electrification

Gritsun A.

Vinnitsa National Agrarian University

Анотація: з урахуванням розрахованої тривалості технологічного процесу машинного доїння на одне доїльне місце побудована циклограма робочого процесу на автоматизованій доїльній установці типу «Ялинка 2×6». З урахуванням циклограми технологічного процесу машинного доїння встановлена динаміка зміни витрат повітря, вакуумметричного тиску в вакуум- і молокопроводі автоматизованої доїльної установки типу «Ялинка 2×6».

Ключові слова: доїльна установка, циклограма, вакуумметричний тиск, вакуумпровід, молокопровід, витрати повітря.

Постановка проблеми

Автоматизовані доїльні установки проектується з урахуванням використання номінального вакуумметричного тиску. Установка буде працювати в заданому режимі, якщо підтримується номінальний вакуум в системі. При зміні вакуумметричного тиску в системі режим роботи доїльної установки може вийти за межі допустимого. При цьому відбувається відмова системи, хоча вона продовжуватиме доїти, а підвісна частина доїльних апаратів може спадати з вимені. У зв'язку з цим дослідження динаміки змін коливань вакуумметричного тиску в автоматизованій доїльній установці дадуть змогу розробити методи і технічні засоби для стабілізації її вакуумного режиму.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основними конструктивними параметрами, що визначають коливання вакуумметричного тиску в доїльній установці, є діаметри труб вакуум- і молокопроводів, продуктивність вакуумного насоса і якісне регулювання величини вакууму. Крім конструктивних параметрів, вплив на величину вакууму в системі надають експлуатаційні чинники – підсмоктування повітря, засмічення трубопроводів.

Труби вакуум- і молокопроводів розраховуються в залежності від довжини вакуумної і молочної магістралі, діаметра труб і кількості доїльних апаратів згідно з міжнародним

стандартом [1]. Перепад вакуумметричного тиску між вакуумною установкою і вакуумним регулятором, а також між вакуум-регулятором і будь-якою точкою в вакуум- і молокопроводом не повинен перевищувати 2,5 кПа.

Мета досліджень

Метою досліджень є визначення динаміки змін коливань вакуумметричного тиску в автоматизованій доїльній установці.

Основні результати дослідження

Для аналізу роботи доїльної установки «Ялинка» із 12 доїльними місцями, розглянемо роботу кожного місця окремо. Технологічний процес машинного доїння корови передбачає виконання наступних операцій: підготовка доїльної установки, впуск корів, очікування підготовки до доїння, підготовку корів до доїння, автоматична робота доїльного апарата, заключна операція доїння, очікування заключної операції доїння, впуск корів. Операція підготовки доїльної установки до процесу доїння кожною череди корів займає в середньому 90 с. Операція впуску і впуску корів в доїльний зал залежить від його довжини і для доїльної установки «Ялинка 2×6» продовжується протягом 45 с. При підготовці корів до доїння виконується підготовка вимені, надягання доїльних стаканів і запуск доїльного апарата. Час виконання зазначеної операції складає в середньому 60 с. Заключна операція доїння передбачає обробку дійок корови спеціальним розчином і виконується протягом 15 с. Основна операція – автоматична робота доїльного апарата, яка включає безпосередньо процес доїння, стимуляції, додоювання і зняття підвісної частини із використанням маніпулятора. Тривалість даної операції залежить індивідуально від кожної корови. Так хронометричні дослідження [2] із визначення тривалості виконання зазначеної операції показують, що її модель підпорядковується логарифмічно-нормальному закону розподілу (рисунок 1):

$$f(x) = -\frac{1}{\sigma(x-\varepsilon)\sqrt{2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln(x-\varepsilon)-\mu)^2\right] \quad (1)$$

де μ , σ – середнє значення і середнє квадратичне відхилення логарифму випадкової величини;

ε – нижня межа випадкової величини.

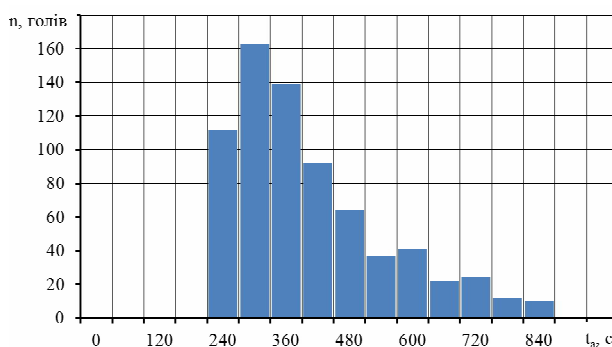


Рис. 1. Розподіл тривалості виконання операції автоматичної роботи доїльного апарата

Загальні витрати часу на технологічний процес машинного доїння на одне доїльне місце розраховується за формулою:

$$t = t_0 + t_{\text{вп}} + t_{\text{о.п.}} + t_{\text{п}} + t_{\text{а}} + t_{\text{з}} + t_{\text{о.з.}} + t_{\text{вип}} \quad (2)$$

де t_0 – тривалість підготовки доїльної установки, с;
 $t_{\text{вп}}$ – тривалість впуск корів, с;
 $t_{\text{о.п.}}$ – тривалість очікування підготовки до доїння, с;
 $t_{\text{п}}$ – тривалість підготовки корів до доїння, с;
 $t_{\text{а}}$ – тривалість автоматичної роботи доїльного апарата, с;
 $t_{\text{з}}$ – тривалість заключної операції доїння, с;
 $t_{\text{о.з.}}$ – тривалість очікування заключної операції доїння, с;
 $t_{\text{вип}}$ – тривалість випуску корів, с.

З урахуванням розрахованої тривалості технологічного процесу машинного доїння на одне доїльне місце побудована циклограма робочого процесу на автоматизованій доїльній установці типу «Ялинка 2×6» (рисунок 2).

З циклограми робочого процесу машинного доїння на автоматизованій доїльній установці типу «Ялинка 2×6» видно, що доїльні апарати підключаються поступова згідно із послідовністю операцій. Тому витрати повітря доїльної установки постійно змінюються. Згідно [3] витрати повітря доїльної установки розраховуються за формулою:

$$Q = Q_0 + n(Q_k + Q_{\text{п}} + Q_c) \quad (3)$$

де Q_0 – витрати повітря доїльної установки із відключеним доїльними апаратами, $Q_0 = 400$ л/хв. [3];

Q_k – витрати повітря колектором доїльного апарата, $Q_k = 10$ л/хв. [3];

$Q_{\text{п}}$ – витрати повітря пульсатора доїльного апарата, $Q_{\text{п}} = 25$ л/хв. [3];

Q_c – витрати повітря доїльними стаканами, $Q_c = 10$ л/хв. [3];

n – кількість підключених доїльних апаратів.

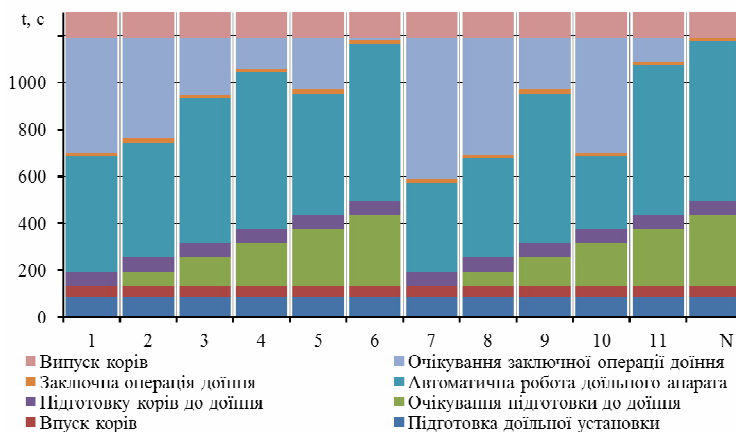


Рис. 2. Циклограма робочого процесу на автоматизованій доїльній установці типу «Ялинка 2×6»

Враховуючи циклограму на рисунку 2 і формулу (3) розрахуємо динаміку зміни витрат повітря доїльної установки в процесі машинного доїння (рисунок 3).

Падіння вакуумметричного тиску в гладких вакуумпроводах, що зазвичай виготовляються з пластмаси або нержавіючої сталі, можна розрахувати таким чином [3]:

$$\Delta P_{\text{в}} = 27,8 \cdot L_{\text{в}} \frac{Q_{\text{п}}^{1,75}}{d_{\text{в}}^{4,75}} \quad (4)$$

де ΔP_B – падіння вакуумметричного тиску в вакуумпроводі, кПа;
 L_B – довжина вакуумпровода, $L_B = 30$ м;
 Q_n – витрати повітря в вакуумпроводі, л/хв;
 d_B – внутрішній діаметр труби, $d_B = 50$ мм.

В результаті розрахунку падіння вакуумметричного тиску в гладких вакуумпроводах (рисунок 3) встановлено його максимальне значення – 1,13 кПа, що не перевищує вимог [1] $\Delta P_B < 2,5$ кПа.

Падіння вакуумметричного тиску в молокопроводі, що зазвичай виготовляються нержавіючої сталі, можна розрахувати таким чином [4]:

$$\Delta P_M = 0,000811 \cdot \lambda_M L_M \rho_M \frac{(nQ_M)^2}{d_M^5} \quad (4)$$

де ΔP_M – падіння вакуумметричного тиску в молокопроводі, кПа;
 λ_M – коефіцієнт втрат на тертя по довжині, $\lambda_M = 0,091$ м [5];
 L_M – довжина молокопровода, $L_M = 30$ м;
 ρ_M – густина молока, $\rho_M = 1030$ кг/м³;
 n – кількість підключених доїльних апаратів;
 Q_M – середні витрати молока на один доїльний апарат, $Q_M = 0,000025$ м³/с;
 d_M – внутрішній діаметр труби, $d_M = 0,05$ м.

В результаті розрахунку падіння вакуумметричного тиску в молокопроводі (рисунок 3) встановлено його максимальне значення – 0,65 кПа, що не перевищує вимог [3] $\Delta P_M < 2,5$ кПа.

Загальне падіння вакуумметричного тиску в доїльній установці складає 1,78 кПа, що не перевищує вимог [3] $\Delta P_M < 2,5$ кПа.

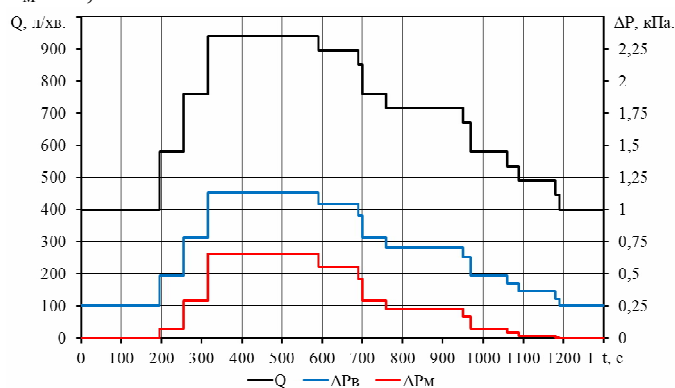


Рис. 3. Динаміка зміни витрат повітря Q , вакуумметричного тиску в вакуумпроводі ΔP_B і молокопроводі ΔP_M доїльної установки в процесі машинного доїння

Висновки

1. З урахуванням розрахованої тривалості технологічного процесу машинного доїння на одне доїльне місце побудована циклограма робочого процесу на автоматизованій доїльній установці типу «Ялинка 2×6».

2. З урахуванням циклограми технологічного процесу машинного доїння встановлена динаміка зміни витрат повітря Q , вакуумметричного тиску в вакуумпроводі ΔP_B і молокопроводі ΔP_M автоматизованої доїльної установки типу «Ялинка 2×6»

3. Загальне падіння вакуумметричного тиску в доїльній установці складає 1,78 кПа, що не перевищує міжнародних вимог $\Delta P_M < 2,5$ кПа.

Список літератури

1. ISO 5707. *Milking machine installations – Construction and performance.* – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.
2. Цой Ю.А. Молочные линии животноводческих ферм и комплексов / Ю.А. Цой – М.: Колос, 1982. – 222 с.
3. Шевченко І.А. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок / І.А. Шевченко, Е.Б. Алієв / За редакцією доктора технічних наук, професора, член-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка – Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 2013 – 156 с. – ISBN 978-966-2602-41-VIII.
4. Фененко А.І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: Монографія / А. І. Фененко – К., 2008. – 198 с.
5. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 464 с.
6. Павленко С.І. Оптимізація конструктивно-режимних параметрів ротаційного вакуумного насосу індивідуальної доїльної установки / С.І. Павленко, В.Ю. Дудін, Е.Б. Алієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 1(7). – С. 133-144. –ISSN 2075-1591.

References

1. ISO 5707. *Milking machine installations – Construction and performance.* – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.
2. Coj Ju.A. *Molochnye linii zhivotnovodcheskih ferm i kompleksov* / Ju.A. Coj – М.: Kolos, 1982. – 222 s.
3. Shevchenko I.A. *Naukovo-metodychni rekomendatsiyi z bahatokryterial'noho vyrobnychoho kontrolyu doyl'nykh ustanovok* / I.A. Shevchenko, E.B. Aliyev / *Za redaktsiyeyu doktora tekhnichnykh nauk, profesora, chlen-korespondenta NAAN Ukrayiny, I.A. Shevchenka – Zaporizhzhya: Aktsent Invest-treyd, 2013 – 156 s.* – ISBN 978-966-2602-41-VIII.
4. Fenenko A.I. *Mekhanizatsiya doyinnya koriv. Teoriya i praktyka: Monohrafiya* / A. I. Fenenko – К., 2008. – 198 s.
5. Idel'chik, I.E. *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivlenijam* / I.E. Idel'chik. – М.: Gosjenergoizdat, 1960. – 464 s.
6. Pavlenko S.I. *Optymizatsiya konstruktivno-rezhymnykh parametriv rotatsiynoho vakuumnoho nasosu indyvidual'noyi doyl'noyi ustanovky* / S.I. Pavlenko, V.Yu. Dudin, E.B. Aliyev // *Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny v tvarynnytstvi: zb. nauk. prats' / In-t mekh. tvarynnytstva NAAN. – Zaporizhzhya, 2011. – Vyp. 1(7). – S. 133-144. –ISSN 2075-1591.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Аннотация: с учетом рассчитанной продолжительности технологического процесса машинного доения на одно доильное место построена циклограмма рабочего процесса на автоматизированной доильной установке типа «Елочка 2×6». С учетом циклограммы технологического процесса машинного доения установлена динамика изменения расхода воздуха, вакуумметрического давления в вакуум- и молокопроводе автоматизированной доильной установки типа «Елочка 2×6».

Ключевые слова: доильная установка, циклограмма, вакуумметрическое давление, вакуумпровод, молокопровод, расхода воздуха.

INVESTIGATION OF THE DYNAMICS CHANGE VACUUM FLUCTUATIONS IN AUTOMATED MILKING INSTALLATIONS

Summari: taking into account the calculated length of the process of machine milking per milking place built cyclogram workflow automated milking parlor type "Herringbone 2×6". Given cyclogram process milking the dynamics of changes of air flow, vacuum pressure in the vacuum and a milk automatic milking system type "Herringbone 2×6".

Keywords: milking machine, the sequence diagram, vacuum pressure, milk, air flow.