

УДК 631

АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ РОБОТИ ЗАХИСНОГО ВУЗЛА ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ МОЛОКА

О. Дев'ятко,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В конструкції кришки доїльного відра та бідона запропоновано зміни за рахунок встановлення на них додаткового обладнання (захисного вузла), що дозволить захистити молоко та скоротити витрати часу оператора.

Ключові слова: молоко, процес, транспортування, захисний вузол.

Суть проблеми. Для доїння корів за прив'язного утримання використовують доїльні агрегати з переносними відрами. Найбільше господарств, де утримується велика кількість поголів'я корів, – це фермерські господарства, де доїння виконується в доїльні відра. Тому проблема збереження якості молока є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями технології доїння та якості молока займалися такі вчені, як А. Фененко, С. Адмін, В. Рубльов, Д. Кабаладзе, М. Луценко, С. Мельников, Л. Карташов, Ю. Ушаков та інші.

Завдання дослідження – збереження якості молока.

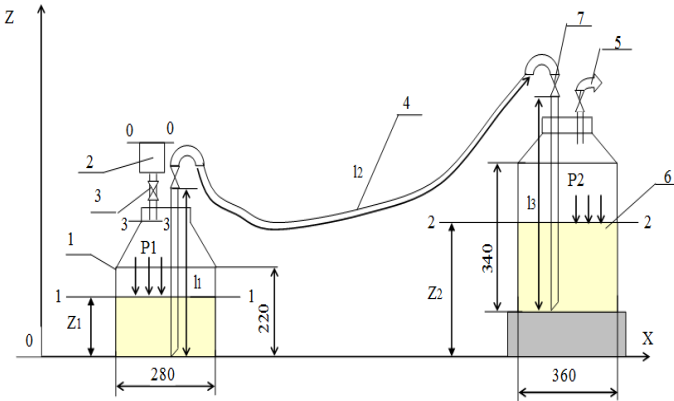
Отже, за рахунок встановлення на кришку доїльного відра та бідона захисного вузла можна зберегти стан молока на рівні його виходу з вим'я тварини.

Виклад основного матеріалу досліджень. Блок-схема захисного вузла наведена на рис 1.



Рисунок 1 - Блок-схема захисного вузла для транспортування молока

У захисному вузлі є молочний шланг з рідинними шаровими кранами для транспортування молока, повітряний шаровий кран і фільтр та повітряний шаровий кран, до якого кріпиться вакуумний шланг для створення вакууму. Молоко транспортується з доїльного відра у бідон за допомогою вакууму, який створюється у бідоні. Схема гідравлічної системи захисного вузла для транспортування молока з доїльного відра у бідон наведена на рис. 2.



- 1- доїльне відро; 2 – повітряний фільтр; 3 – шаровий повітряний крани;
4 – молочний шланг; 5 – вакуумний шланг з шаровим краном;
6 – молочний бідон; 7 – шаровий рідинний кран.

Рисунок 2 - Схема транспортування молока з молочного відра у бідон:

Виділимо на схемі (рис. 2) чотири перетини: 0-0, 1-1, 2-2, 3-3. Перетини 0-0 і 3-3 – на лінії повітря в доїльному відрі, і перетини 1-1 та 2-2 – на лінії розділу рідина-повітря у доїльному відрі та бідоні.

Для цих чотирьох перетинів запишемо систему рівнянь:

Перетини 0-0 і 3-3. Рівняння Д. Бернуллі для потоку повітря, яке надходить у молочне відро через повітряний фільтр і шаровий кран:

$$\rho_{n0}gz_0 + p_0 + \frac{u_0^2}{2}\rho_{n0} = \rho_{n3}gz_3 + p_3 + \frac{u_3^2}{2}\rho_{n3} + \zeta_{n..ф.} + \zeta_{n..ш.к.} + \zeta_{вих.} \frac{u_3^2}{2}\rho_{n3} \quad (1)$$

де ρ_{n0} , – щільність повітря у перетині 0-0, 1,2 кг/м³;

ρ_{n3} , – щільність повітря у перетині 3-3;

z_0, z_3 – відстань від площини порівняння до межі відповідного перетину;

P_0, P_3 – атмосферний тиск і тиск повітря у молочному відрі відповідно;

u_0, u_3 – середня швидкість руху повітря в перетинах 0-0 і 3-3;

$\zeta_{н.ф.}$ – коефіцієнт місцевого опору для повітряного фільтра;

$\zeta_{н.ш.к}$ – коефіцієнт місцевого опору для повітряного шарового крана;

$\zeta_{вих}$ – коефіцієнт місцевого опору для виходу з патрубку в молочне відро.

Приймаємо, що швидкість повітря у перетині 0-0 (на вході в фільтр) дорівнює $u_0 = u_3 \frac{d_3^2}{d_0^2}$ (з рівняння нерозривності потоку).

Середню швидкість руху повітря u_3 визначимо з рівняння нерозривності потоку. Повітря надходить у той об'єм у відрі, який звільнює молоко, перетікаючи з відра у молочний бідон:

$$u_3 = \frac{4 m_m}{\pi d_3^2 \rho_m t}, \quad (2)$$

де m_m – маса молока, що покачується за час t ;

ρ_m – щільність молока;

d_3 – діаметр трубопроводу у перетині 3-3.

При відкачуванні рівень молока у відрі буде знижуватись, і цей об'єм буде займати повітря, але щільність повітря буде залежати від тиску повітря згідно з законом Бойля-Моріотта. [1]

$$\rho_{n3} = \frac{P_3}{gRT}, \quad (3)$$

де ρ_{n3} – щільність повітря у перетині 3-3;

P_3 – тиск повітря у перетині 3-3;

R – універсальна газова стала [1];

T – абсолютна температура повітря.

Сумісне рішення (1), (2) та (3) дає можливість визначити тиск у перетині 3-3.

$$P_3 = \frac{P_0 + \rho_{n0} g z_0 + \frac{8m_m^2}{\pi^2 \rho_m^2 t^2 d_0^4} \rho_{n0}}{\left[1 + \frac{z_3}{RT} + \left(\zeta_{n.f.} + \zeta_{n..ш.к.} + \zeta_{вих.} \right) \frac{8m_m^2}{\pi^2 d_3^4 \rho_m^2 t^2 gRT} \right]}, \quad (4)$$

Тиск на вільній поверхні молока у молочному відрі буде дещо більший за P_3 і дорівнює:

$$P_1 = P_3 + \rho_{n3} g (z_3 - z_1) = P_3 \left(1 + \frac{z_3 - z_1}{RT} \right). \quad (5)$$

Отже, знаючи тиск у перетині 1-1, ми можемо перейти до розрахунку транспортування молока, який напряму залежить від величини вакууму. Після відповідних підрахунків маємо:

$$P_{вак} = -\rho_m g (z_1 - z_2) + \lambda \frac{L}{d^5} \frac{8m^2}{\pi^2 t^2 \rho_m} + (\zeta_{ex} + 2\zeta_{ш.к} + 2\zeta_{нов} + \zeta_{вих}) \frac{8m^2}{\pi^2 d^4 t^2 \rho_m}. \quad (6)$$

З рівняння (6) отримаємо час транспортування молока t :

$$t = \frac{2m\sqrt{2}}{\pi d^2 \sqrt{\rho_m}} \sqrt{\frac{\lambda \frac{L}{d} + \left(\zeta_{ex} + 2\zeta_{ш.к} + 2\zeta_{нов} + \zeta_{вих} \right)}{P_{вак} + \rho_m g (z_1 - z_2)}}. \quad (7)$$

Висновки. Таким чином, побудовано математичну модель роботи гідравлічної системи захисного вузла по лінії повітря і по лінії молока, яка дозволяє розраховувати гідравлічні параметри захисного вузла (час

транспортування молока, необхідний вакуум у системі або втрати тиску в молочному шланзі і місцевих опорах).

Література

1. Фененко А.І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: монографія. – К, 2008.
2. Справочник проектировщика. Вентиляция. –Ч. 3; под. ред. И. Г. Старовойта, 1990.
3. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам.
4. Патент на корисну модель № 46575 Україна МПК (2009) A01J9/00 Удосконалений доїльний апарат /Дев'ятко О.С., Дев'ятко О.В., Рубльов В.І., Ульянов С.О., Ульянов Н.С., Ульянов Н.М. Заявка U 2009 07656; заявл. 27.07.2009 / опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24.
5. Мельников С.В. 1985: Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов.–Л.: Агропромиздат. – 640 с.
6. Карташов Л.П, Колпаков А.В., Василевский Г.П., Ушаков Ю.А., Королев А.С., Панин А.А. 2010: Инженерные методы обеспечения качества молока// Механізація та електрифікація сільського господарства.– Вип. 84. – Глеваха, 2010. – 168 с.

Аннотация

В конструкции крышки доильного ведра и бидона предложены изменения за счет установки на них дополнительного оборудования (защитного узла), что позволит защитить молоко и сократить затраты времени на его транспортировку.

Summary

Changes in the design of milking bucket lid and the can by setting additional equipment (protective unit) on them which will protect milk and reduce the operator time are proposed.