

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ДЕВ'ЯТКО ОЛЕНА СЕРГІЇВНА

УДК 631.3:637.112/.115:636.2

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ МОЛОКА
ПРИ ДОЇННІ У ВІДРА**

05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2016

Дисертація є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Рубльов Владислав Іванович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Фененко Анатолій Іванович,
Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства» НААН,
головний науковий співробітник відділу біотехнічних
систем у тваринництві та заготівлі кормів

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Ясенецький Володимир Антонович,
Державна наукова установа «Український науково-
дослідний інститут прогнозування та випробування
техніки і технологій для сільськогосподарського
виробництва імені Леоніда Погорілого»,
провідний науковий співробітник лабораторії
наукового забезпечення підготовки кадрів
та пропаганди інноваційних розробок

Захист відбудеться «08» грудня 2016 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.06 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 19, навчальний корпус № 1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розісланий «07» листопада 2016 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

І. Л. Роговський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вступ України до Світової організації торгівлі та Європейського Союзу передбачає досягнення нового рівня якості вітчизняних продуктів харчування, особливо молочної продукції, що є головною умовою виходу їх на світовий ринок. За оцінками експертів Європейського Союзу продукція тільки третини українських молокопереробних заводів відповідає європейським вимогам і може експортуватися на їх ринок. При цьому, найбільші претензії експерти мають не до процесу переробки молока в Україні, а до якості і безпечності молочної сировини, так як із сировини незадовільної якості неможливо виготовити високоякісний біологічно цінний продукт.

Основною причиною низької якості молочної сировини є те, що близько 75 % (в західних регіонах до 90 %) її заготовлюється в невеликих за кількістю поголів'я виробників, де виробництво молока здійснюється за незадовільних технологічних і санітарно-гігієнічних умов. Так як доїння корів на більшості цих ферм здійснюється установками зі збором молока в відра з наступним ручним переливанням його з відра в молочний посуд, який після заповнення транспортується в молочне відділення.

При переливанні молока має місце контакт останнього з повітрям корівника та людиною, внаслідок чого здійснюється механічне та бактеріологічне забруднення, що знижує його якість.

Через це для збереження якості видоєного молока та підвищення ефективності використання існуючого доїльного обладнання необхідно розробити засоби транспортування молока з відра в молочний посуд без контакту з повітрям корівника та людиною. При цьому необхідно забезпечити можливість одержання готової продукції шляхом розливання молока без доступу повітря в посуд споживача.

Тому відповідні дослідження є досить своєчасними і актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою роботи є частиною науково-дослідних робіт «Обґрунтування і розробка технологічного забезпечення доїння при індивідуальному утриманні корів» (номер державної реєстрації 0109U007116) та «Обґрунтування і розробка технічних засобів для забезпечення технології доїння при індивідуальному утриманні корів» (номер державної реєстрації 0113U000958).

Мета та задачі дослідження. Метою досліджень є збереження якості видоєного молока при доїнні в відра, шляхом транспортування і розливу його в ємність.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити такі задачі:

- проаналізувати технічне забезпечення процесу доїння корів на фермах України та розробити раціональну структурну схему транспортування молока з відра до бідону і розливу в ємність;
- розробити аналітичну модель взаємозв'язку між процесами руху повітря через повітряний фільтр і відро та переміщенням молока молочним шлангом від відра до бідона та встановити затрати часу оператора машинного доїння при транспортуванні молока;

- встановити взаємозв'язок тривалості процесу транспортування молока з відра до бідону від загальної маси молока, діаметра шлангу і величини вакууметричного тиску та обґрунтувати їх раціональні величини;

- дослідити можливість забруднення молока при проходженні його від доїльних стаканів до відра та дати оцінку його стану при використанні захисного вузла для транспортування молока з відра до бідону;

- провести виробничу апробацію і дати техніко-економічну оцінку удосконалення конструкції засобів транспортування молока.

Об'єкт дослідження – процес транспортування молока від відра до бідону під час доїння корів у відра, конструкційно-технологічні параметри захисного вузла молока при його транспортуванні та показники якості видоєного молока.

Предмет дослідження – закономірності впливу основних параметрів процесу транспортування молока з відра до бідону на якість молока та ефективність роботи захисного вузла.

Методи дослідження. Загальна методика досліджень передбачала розроблення теоретичних передумов, експериментальну їх перевірку у виробничих умовах та економічну оцінку результатів дослідження. Теоретичні дослідження виконано з використанням загальних положень теорії досліджень (дедуктивний метод), законів і методів класичної гідравліки, математики та статистики. Експериментальні дослідження виконано в виробничих умовах. Розрахунки та оброблення результатів експериментальних досліджень виконано з використанням методів статистики та відповідних програмних продуктів (Excel, CurveExpert, Statistica 13). Дослідження виконувались із дотриманням національних і галузевих стандартів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- удосконалено математичну модель транспортування молока з допомогою захисного вузла, шляхом врахування його конструктивно-технологічних характеристик, що дозволяє максимальне використання об'єму та зниження піноутворення в процесі транспортування;

- отримано експериментальні залежності тривалості транспортування молока від вакууметричного тиску, діаметра молочного шлангу і маси молока, показників якості (загальної бактеріальної забрудненості, кількості соматичних клітин і кислотності) молока, що дозволило обґрунтувати раціональні параметри захисного вузла;

- уточнено методику розрахунків з урахуванням місцевих опорів на лініях повітря та молока і визначено величини коефіцієнту гідравлічного тертя для молочного шлангу захисного вузла молока при транспортуванні.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано схему і визначено раціональні параметри захисного вузла від впливу довкілля на молоко при транспортуванні з доїльного відра до бідону зі збереженням його якості. Розроблено методику розрахунку нормативів часу для процесу транспортування молока з використанням захисного вузла і без нього при доїнні у відра. Запропоновано та розроблено конструкцію пристрою для розливу та закупорювання свіжовидоєного молока у ємності для приватного

виробника без поєднання середовищ молока та повітря в відповідності міжнародним вимогам.

Результати досліджень використовуються в навчальному процесі підготовки здобувачів вищої освіти Полтавської державної аграрної академії в дисциплінах: «Технологія виробництва молока та яловичини», «Машини, обладнання та технології в тваринництві» (довідка від 14.12.2015 р.), і прийнято до впровадження Міністерством аграрної політики та продовольства України (акт від 17.04.2014 р.), апробовано ДП СП «Ювілейне» Полтавського району Полтавської області (акт від 22.01.2014 р.).

Технічна новизна розроблених конструкцій захисного вузла і пристрою для розливу та закупорювання свіжовидоєного молока підтверджена патентами на корисну модель України № 46575 і № 65144.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи отримано здобувачем самостійно. Визначено пріоритети технологічних процесів у виробництві продукції тваринництва України; проведено аналіз системи транспортування молока на стадії її розливу в мірні ємності; проаналізовано конструкції індивідуальних доїльних установок та їх показники під час виробництва молока; запропоновано конструктивні рішення для захисту молока в процесі транспортування та розливу в ємність; розроблено аналітичну модель роботи захисного вузла молока при транспортуванні; обґрунтовано параметри, транспортування молока під час доїння корів у відра; розроблено математичну модель виробництва молока з урахуванням системного підходу її реалізації; теоретично обґрунтовано конструкційні зміни доїльного обладнання та залежності зміни втрат тиску у разі транспортування молока з допомогою захисного вузла та визначено достовірність результатів досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на: Міжнародній науково-технічній конференції «Аграрна інженерія в умовах глобалізації» (м. Київ, 2008 р.); XII Всеукраїнській науковій конференції «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування» (м. Київ, 2012 р.); XXI Міжнародній науково-технічній конференції «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» (смт Глеваха, 2013 р.); IX Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» (м. Кіровоград, 2013 р.); Міжнародній науковій сесії «Інноваційні проекти в галузі технічного сервісу машин» (м. Харків, 2015 р.); XVI Міжнародній науковій конференції «Науково-технічні засади розробки, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій» (смт Дослідницьке, 2015 р.); XVI Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» (м. Київ, 2015 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток аграрної сфери» (м. Київ, 2016 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано у 16 наукових працях, з яких 6 статей у наукових фахових виданнях України, стаття у науковому виданні України, включеному до міжнародних

наукометричних баз даних, 2 статті в інших наукових виданнях України, 2 патенти України на корисну модель і 5 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Роботу викладено на 121 сторінці, на яких розміщено 41 рисунок, 20 таблиць, список використаних джерел складається з 156 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «**Стан технічного забезпечення доїння корів**» розглянуто питання взаємозв'язку технічного забезпечення процесу доїння корів і якості одержуваного молока.

Майже половина всіх виробників молока України (40,3 %) виробляє в рік до 100 т молока. При цьому найбільший відсоток (17,6 %) серед кількості виробників належить господарствам, які утримують від 100 до 200 корів. У 16,5 % господарств кількість корів налічується від 6 до 20 голів, а у 12,4 % – до 5 корів.

В основному в господарствах України застосовується технологія доїння за прив'язного утримання корів. На молочних фермах у стійлах доять біля 98 % усього поголів'я корів, з яких 80 % доять у відро, а решту в молокопровід. Така технологія не забезпечує належної якості отриманого молока. Так, найбільша кількість молока, яке виробляється в сільськогосподарських підприємствах, реалізується першим сортом, а в господарствах населення – другим сортом.

Розглянуто результати досліджень технології доїння, конструкції обладнання і якості одержаного на ньому молока таких учених як Є. І. Адмін, І. Д. Богдан, В. П. Савран, М. Л. Крейліс, М. М. Луценко, А. І. Фененко, Ю. А. Цой, В. Ф. Корольов, В. О. Дриго, Л. П. Карташов, І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Рубльов та інших.

Найбільш прогресивним методом є доїння корів у молокопровід, але на жаль такий вид доїння має недоліки, які полягають у зменшенні жирності молока порівняно з традиційним, великі витрати часу на перевірку негерметичності та неможливість діагностування окремих його ділянок та петель.

У структурі реалізації молока за категоріями господарств найбільша частка належить господарствам населення, де для доїння корів використовують установки зі збором молока у відра. Для вирішення проблеми якості та сортності молока в цих установках необхідно покращити основні процеси доїння, а саме:

- шлях транспортування молока до бідона (як для господарств населення, так і сільськогосподарських підприємств);
- шлях руху молока від доїльного відра до бідона, а потім до посуду споживача (лише для господарств населення).

Процес доїння корів на фермі у відра за традиційної технології потребує уточненого аналізу системи транспортування молока із відра до резервуара обліку й зберігання. Саме тому, задля поліпшення технології та захисту молока від зовнішнього середовища, ця робота спрямована на удосконалення процесу транспортування (рис. 1), тобто на шлях з відра до бідона.

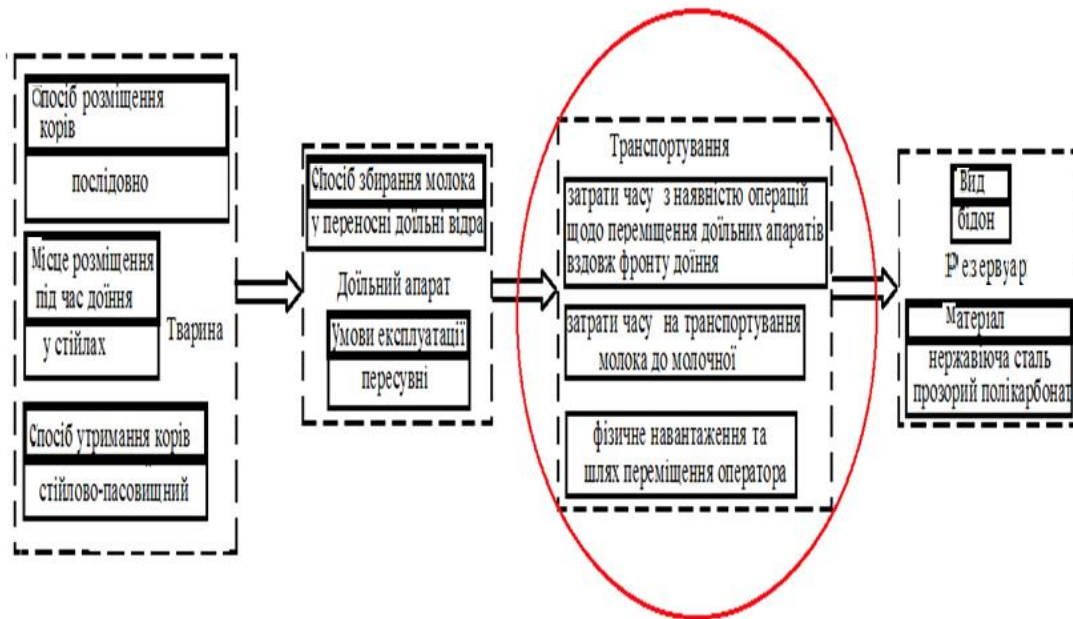


Рис. 1. Блок-схема процесу доїння корів у відра

Як відомо, тривалість доїння залежить від фізіологічних особливостей тварини, але всі операції, які виконують з молоком після зняття доїльних стаканів з дійок вимені, є досить значними за часом. Їх виконання, за базового процесу транспортування молока відрами, складається із затрат часу оператора машинного доїння на перенесення відра й відкриття його кришки, відкриття кришки бідона, переливання молока, закриття кришки відра, зняття марлевого фільтра з бідона, закриття кришки бідона, перехід до мийної кімнати, промивання фільтра, повернення до молочного майданчика, відкриття кришки бідона та повернення до доїльних апаратів. Виконання цих технологічних операцій вимагає від оператора значних фізичних навантажень та свідчить про відсутність захисту чистоти молока під час транспортування до бідона. Виконаний під час інформаційного пошуку аналіз дозволив уточнити показники, які впливають на якість молока впродовж його транспортування.

Другий розділ «**Теоретичні дослідження гідродинамічного процесу у захисному вузлі під час транспортування молока**». Використання системного підходу дозволило оцінити фактори впливу на транспортування після закінчення процесу виведення молока з вимені корови й визначитися з конструкторськими рішеннями забезпечення його якості, які впроваджено у приватному господарстві та на молочно-товарній фермі під час доїння у відра.

Основними показниками, які впливають на якість молока і процес транспортування під час доїння у відра є:

- час транспортування молока до бідону $\{Ч\}$, визначає термін зберігання та переробки і негативно впливає на смакові якості;
- забрудненість молока в процесі транспортування $\{З\}$, вона залежить перед доїнням від якості промивання доїльного обладнання та дійки тварини, дотримання гігієнічних норм оператором машинного доїння, а під час транспортування молока – від кількості повітря, яке надходить у процесі роботи;

- показники якості молока $\{Я\}$, залежать під час наповнення бідона від тривалості контакту з навколишнім середовищем за рахунок кількості мікроорганізмів та механічних домішок, які потрапляють до нього;
- розкриття закономірностей діяльності оператора машинного доїння визначається $\{Eз\}$ дотриманням ДСТУ 3662, а також вимоги безпеки, щодо технологічного обладнання та безпеки його показників;
- економічна ефективність $\{E\}$, визначається економічним ефектом від застосування технічного засобу та зміною об'єму сорту молока.

Систему показників удосконалення засобів транспортування молока можна описати з використанням теорії множин аналітичним виразом:

$$\{\Omega\} = \{Ч\} \cup \{З\} \cup \{Я\} \cup \{Eз\} \cup \{E\}. \quad (1)$$

З умов збереження якісних показників видоєного молока запропоновано схему його транспортування з відра у бідон (рис. 2) та розглянуто чотири перетини: 0–0, 1–1, 2–2, 3–3.

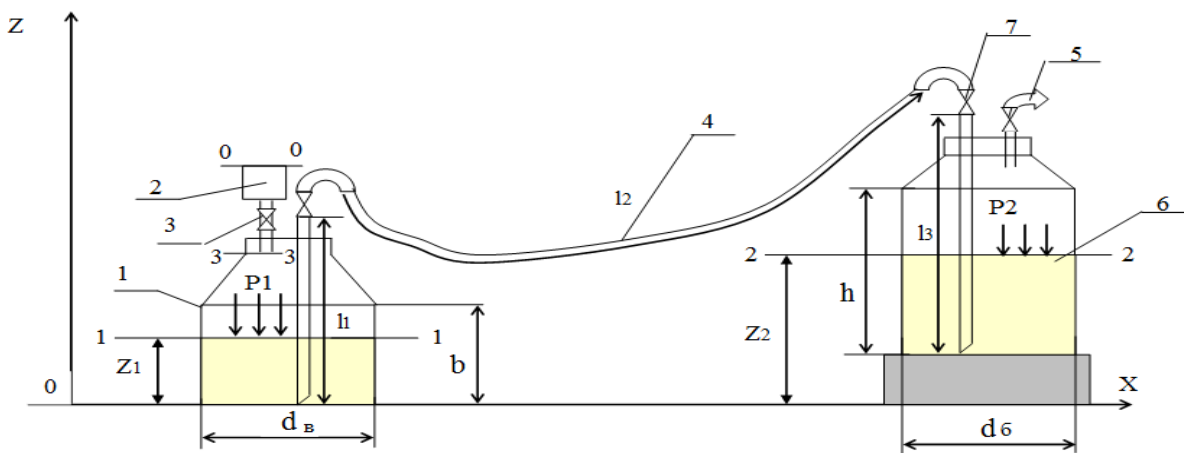


Рис. 2. Схема захисного вузла під час транспортування молока з відра в бідон: 1 – відро; 2 – повітряний фільтр; 3 – кульковий повітряний кран; 4 – молочний шланг з кульковим краном; 5 – вакуумний шланг з кульковим краном; 6 – бідон; 7 – кульковий кран для рідини.

Потік повітря, яке надходить у відро через повітряний фільтр і кульковий кран з урахуванням рівняння Д. Бернуллі в перетинах 0–0 і 3–3 можна записати так:

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

де ρ_{n0}, ρ_{n3} – густина повітря у перетинах 0–0 та 3–3, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, м/с²; z_0, z_3, z_1, z_2 – відстань від площини порівняння до межі відповідного перетину 0–0 і 3–3 та до межі розділу молоко – повітря в кожному з резервуарів 1–1 та 2–2, м; u_0, u_3, u_1, u_2 – середня швидкість руху повітря в перетинах 0–0 і 3–3 та 1–1 і 2–2, м/с; $\zeta_{n..ф.}$ – коефіцієнт місцевого опору для повітряного фільтра; $\zeta_{n..ш.к.}$ – коефіцієнт місцевого опору для повітряного кулькового крану; $\zeta_{вих.}$ – коефіцієнт місцевого опору для виходу з патрубку в відро.

На основі закону Паскаля тиск повітря у відрі p_1 зі зміною його густини від тиску біля кришки відра p_3 згідно із законом Бойля-Моріотта для перетину 3–3 та 1–1 визначатиметься:

$$p_1 = p_3 \left(1 + \frac{z_3 - z_1}{RT} \right), \quad (3)$$

де R – універсальна газова стала 287 Дж/(кг·К); T – абсолютна температура повітря, °К.

Враховуючи рівняння Д. Бернуллі потік молока, який перетікає з відра у бідон, для лінії руху молока в перетинах 1–1 і 2–2 можна описати рівнянням:

$$\rho_m g z_1 + p_1 + \frac{u_1^2}{2} \rho_m = \rho_m g z_2 + p_2 + \frac{u_2^2}{2} \rho_m + \sum_{i=1}^n \Delta P_{l,i} + \sum_{j=1}^k \Delta P_{m,j}, \quad (4)$$

де ρ_m – густина молока, кг/м³; p_1 , p_2 – тиск на вільній поверхні молока у

відрі і бідоні відповідно, Па; $\sum_{i=1}^n \Delta P_{l,i}$ – сума втрат тиску по довжині на відрізках

молочного шланга, Па; n – кількість відрізків молочного шланга (таких відрізків 3, l_1, l_2, l_3); l_1, l_2, l_3 – довжина молочного шланга у відрі, на ділянці між

відром і бідonom та бідоні, відповідно, $L = \sum_{i=1}^n l_i$, м; $\sum_{j=1}^k \Delta P_{m,j}$ – сума втрат тиску у

місцевих опорах по всій довжині шлангів, Па; k – кількість місцевих опорів у ланці транспортування (вхід з відра у трубу (молочний шланг); шарові крани – 2 шт.; поворот труби – 2 шт.; вихід з труби в бідон).

Отже на основі визначених рівнянь, які описують закони руху повітря і молока в захисному вузлі молока для транспортування встановлено функціональний зв'язок між такими параметрами: величиною вакуумметричного тиску в системі $p_{\text{вак}}$ (МПа), діаметром молочного шланга d (м), масою молока m (кг) та тривалістю його транспортування t , (с):

$$p_{\text{вак}} = -\rho_m g (z_1 - z_2) + \lambda \frac{L}{d^5} \frac{8m^2}{\pi^2 t^2 \rho_m} + (\zeta_{\text{вх}} + 2\zeta_{\text{ш.к}} + 2\zeta_{\text{пов}} + \zeta_{\text{вих}}) \frac{8m^2}{\pi^2 d^4 t^2 \rho_m}, \quad (5)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного тертя, коефіцієнт Дарсі.

Відносно п'ятого степеня діаметра необхідно зауважити таке: втрати тиску по довжині молочного шланга обернено пропорційні п'ятому степеню діаметра, а втрати тиску у місцевих опорах, обернено пропорційні діаметру у четвертому степені. Але коефіцієнти місцевих опорів можуть залежати від діаметрів та положення шланга, наприклад, поворот молочного шланга.

Звідси, час транспортування молока з доїльного відра до бідона визначається таким виразом:

$$t = \frac{2\sqrt{2} \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot \sqrt{\rho_m}} \sqrt{\frac{\lambda \frac{L}{d} + \sum \zeta}{(p_{\text{вак}} + \rho_m g (z_1 - z_2))}}. \quad (6)$$

Графічне рішення залежності часу транспортування молока за допомогою захисного вузла від маси молока, в межах надою від однієї тварини за різних

діаметрів молочного шланга за густини молока 1023 кг/м^3 та величини вакууму $0,0373 \text{ МПа}$, наведено на рис. 3.

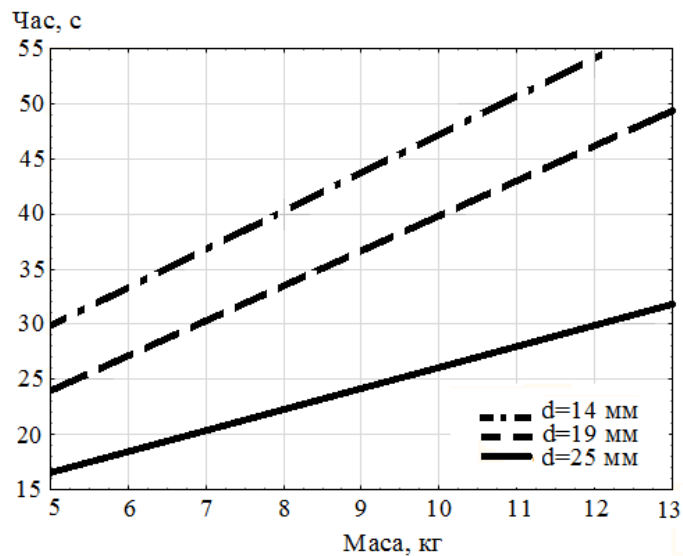


Рис. 3. Залежність часу транспортування молока від його маси для діаметрів молочного шланга 14 мм, 19 і 25 мм

Аналіз графічних залежностей свідчить, що чим більший об'єм молока в доїльному відрі, тим довший час його транспортування.

Отже, розроблено математичну модель з теорії множин та встановлено рівняння процесу транспортування молока за допомогою захисного вузла, які можуть бути використані для визначення діаметра молочного шланга залежно від програми транспортування. Не менш важливим є питання розливу молока у пляшки в приватних господарствах населення з максимальним дотриманням міжнародних стандартів. Як технічне рішення розроблено структурну схему пристрою для розливу та закупорювання свіжовидоєного молока (рис. 4).



Рис. 4. Структурна схема пристрою для розливу та закупорювання свіжовидоєного молока

Розроблена конструкція пристрою дає змогу захистити молоко від повітряного середовища приміщення та оператора машинного доїння під час розливу молока в посуд споживача.

У третьому розділі «Програма і методики експериментальних досліджень» викладено перелік програмних питань та описано методики їх

виконання. Програмою передбачали виконання досліджень з визначення: забрудненості молока в процесі транспортування; впливу параметрів захисного вузла молока на тривалість транспортування та коефіцієнт гідравлічного тертя молока; показників затрат часу процесів транспортування молока за базового та вдосконаленого способів; якості молока за використання розробленого захисного вузла молока; питомої ваги показника якості молока відповідно до сорту. Для проведення виробничих експериментальних досліджень було розроблено дослідний зразок захисного вузла під час транспортування молока (рис. 5), який включає доїльне відро, бідон і транспортний молочний шланг. Кришки відра та бідона конструктивно допрацьовано відповідно до схеми вузла рис. 2.



Рис. 5. Експериментальний зразок захисного вузла для транспортування молока: 1 – відро; 2 – бідон; 3 – транспортний молочний шланг.

Експериментальна установка дозволяла змінювати діаметр молочного шланга, величину вакууму, масу молока у відрі. Для реєстрації показників використовували відповідне обладнання.

Експериментальні дослідження проведено у виробничих умовах під час доїння корів установками УДБ-100 і УІД-10.

Методика визначення затрат часу під час транспортування молока проводилася методом хронометражних спостережень. Дослідження затрат часу на відкачування молока з відра під час порівняння операцій проводилися за базового та вдосконаленого процесу транспортування.

Загальні затрати часу, які визначали під час базового процесу транспортування (без урахування однакових дій), склалися з: перенесення доїльного відра t_1 ; відкриття кришки доїльного відра t_2 ; відкриття кришки бідона t_3 ; переливання молока t_4 ; закривання кришки доїльного відра t_5 ; зняття марлевого фільтра з бідона t_6 ; закривання кришки бідона t_7 ; перехід до мийної кімнати t_8 ; промивання фільтра t_9 ; повернення до місця доїння t_{10} ; відкриття кришки бідона t_{11} ; встановлення фільтра та прикривання кришкою бідона t_{12} ; повернення до доїльних апаратів t_{13} .

Під час використання запропонованого захисного вузла затрати часу визначалися на операціях приєднання бідона до вакууму t_{14} ; відкривання кранів на кришці доїльного відра t_{15} ; відкривання кранів на кришці бідона t_{16} ; транспортування молока t_{17} ; закривання кранів на кришці бідона t_{18} ; закривання кранів на кришці доїльного відра t_{19} ; від'єднання бідона від вакууму t_{20} .

Час транспортування молока з відра до бідона за різних величин вакууму, діаметра молочного шланга і маси молока фіксували за допомогою секундоміра.

Для визначення впливу місцевих опорів на процес транспортування проводили аналогічні дослідження з молочними шлангами різного діаметра за відсутності кулькових кранів 1, 2 на кришках відра та бідона (рис. 6).



Рис. 6. Фізична модель транспортування молока без впливу місцевих опорів

Програма досліджень передбачала визначення забрудненості молока в процесі транспортування, питомої ваги показника якості молока відповідно до сорту, затрат часу оператора під час транспортування молока, часу для встановлення впливу місцевих опорів на процес транспортування молока та розрахунок економічної ефективності.

Перевірку санітарного стану доїльного обладнання та молочного посуду, включаючи шланги і резервуари для молока та стан гігієни оператора здійснювали за допомогою санітарно-бактеріологічного контролю. Цей контроль проводили методом дослідження стану рідини, яка пройшла шлях від доїльних стаканів до доїльного відра під час роботи доїльного обладнання.

Дослідження зміни стану мікробіологічної забрудненості імітатора (дистильованої води) проводили шляхом порівняння відповідно до нормативного показника згідно ГОСТ 18963.

Методика визначення питомої ваги показника якості відповідно до сорту молока полягала в їх визначенні за показниками відібраних проб загальної бактеріальної забрудненості, кількості соматичних клітин та кислотності молока. Відбір проб проводили з бідона аналогічно до попередньої методики відбору. Перевірка на загальне бактеріальне забруднення проводили відповідно до ДСТУ ISO 4833:2006. Техніка підрахування колоній за температури 25 °C

(ISO 4833:2003, IDT)»; кількість соматичних клітин в молоці відповідно ГОСТ 23453 приладом Соматокс; кислотність молока відповідно ГОСТ 3624. За отриманими показниками згідно з методом В. А. Трапезникова визначали частку кожного сорту молока на відповідність ДСТУ 3662 базового та удосконаленого процесу транспортування під час доїння у відра та зведений показник рівня якості молока.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» проаналізовано основні показники процесу транспортування молока. За експериментально визначеними даними із застосуванням програми Statistica 13 встановлено залежність зміни часу транспортування t , с від величини вакуумметричного тиску $p_{\text{вак}}$, МПа, за якого відбувається удосконалений процес та маси молока m , кг яка переміщається до бідона (рис. 7).

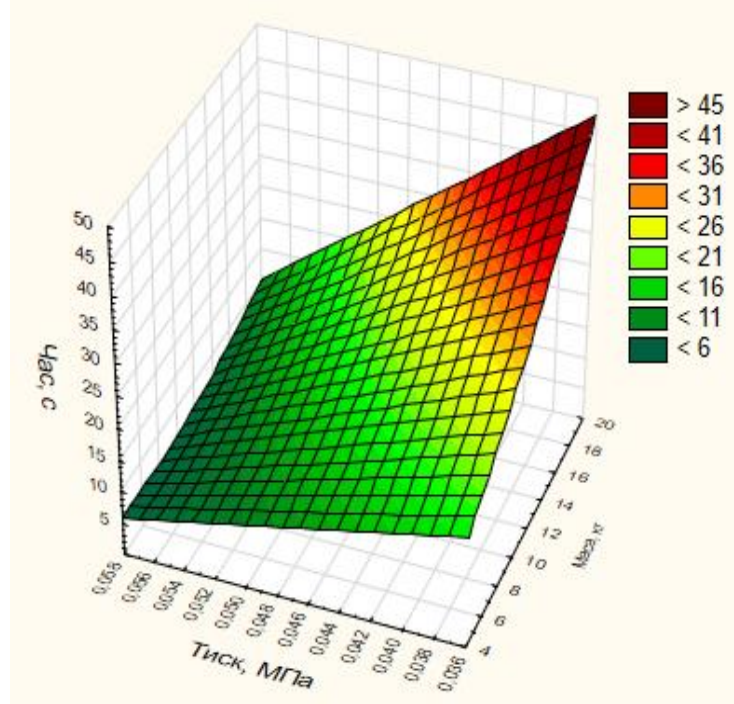


Рис. 7. Просторова залежність зміни величини часу транспортування (t) від вакуумметричного тиску ($p_{\text{вак}}$) та маси молока (m) для молочного шланга з внутрішнім діаметром 25 мм

Взаємодію названих факторів процесу транспортування молока (час транспортування, маса молока, величина вакуумметричного тиску) визначали шляхом проведення експериментів. Отримано також математичні моделі, для визначення величини затрат часу для молочних шлангів діаметром 14 мм (7) та 25 мм (8) від кодovаних параметрів: x – величина вакуумметричного тиску (МПа), y – маса транспортованого молока (кг):

$$z = 1771.6146 - 86901.2411x + 32.5565y + 1.1114 \cdot 10^6 x^2 - 1250.1432xy + 1.1422y^2. \quad (7)$$

$$z = 21.8203 - 296.1558x + 3.8456y + 778.7797x^2 - 73.9905xy + 0.0295y^2. \quad (8)$$

Встановлено (рис. 7), що найефективнішим є транспортування молока за тиску 0,046–0,050 МПа, а маса молока, яку доцільно транспортувати, повинна становити не менше 12 кг. За результатами показників для молочних шлангів з внутрішніми діаметрами 14 мм, 19 та 25 мм імовірність похибки критерію

F-Фішера перевищує 0,05, на основі чого можна зробити висновок про відсутність статистично значущої різниці між середніми значеннями затрат часу за теоретично розрахованою та експериментально визначеною вибіркою під час транспортування молока.

Величина вакуумметричного тиску дозволяє встановлювати швидкість транспортування, а та, в свою чергу, підібрати діаметр молочного шланга. Порівняння часу транспортування між теоретично визначеним та експериментально встановленим для молочних шлангів діаметрами 14 мм, 19 і 25 мм наведено на рис. 8.

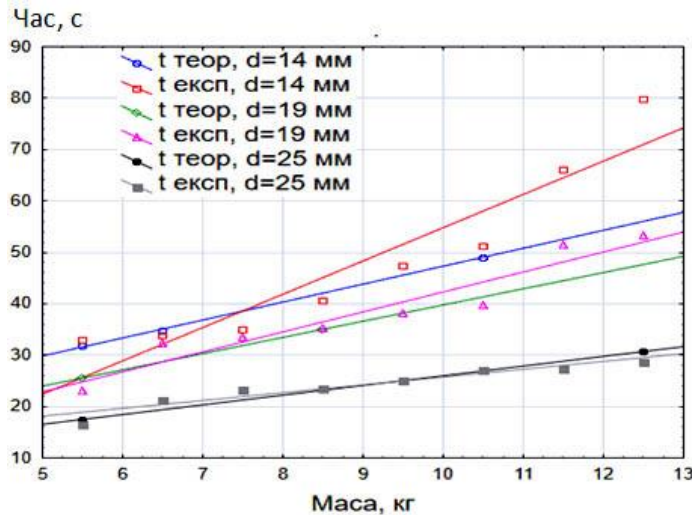


Рис. 8. Залежність зміни часу (теоретичного t_T та експериментального t_e) від маси молока, яке транспортується за допомогою захисного вузла

За результатами підрахунку середній час на транспортування молока змінної маси від 5,5 до 12,5 кг теоретично визначеного часу транспортування складає 39 с, а експериментальне транспортування склало – 48 с, середнє значення теоретично визначеного часу транспортування складає 38,6 с, а експериментальне – 48,3 с. Стандартне відхилення теоретичного часу складає 9,2 с, а експериментального – 16,9 с, значення F-критерію Фішера складає 3,37, при цьому ймовірність справедливості гіпотези про те, що дисперсії порівнюваних вибірок не розрізняються, становить 0,49. Імовірність справедливості про те, що порівнювані середні значення не розрізняються, складає $P=0,37 > 0,05$ з чого можна зробити висновок, що статистично значущі відмінності між теоретично визначеним та експериментально встановленим часом на транспортування молока відсутні за однакової кількості об'єму показників. Це пояснюється врахуванням впливу місцевих опорів, величини вакуумметричного тиску та коефіцієнта гідравлічного тертя в теоретичних розрахунках.

З аналітично встановленої формули коефіцієнта гідравлічного тертя для транспортування молока за результатами дослідних даних визначено залежність коефіцієнта Дарсі від числа Рейнольдса і діаметра молочного шланга, яку наведено на рис. 9.

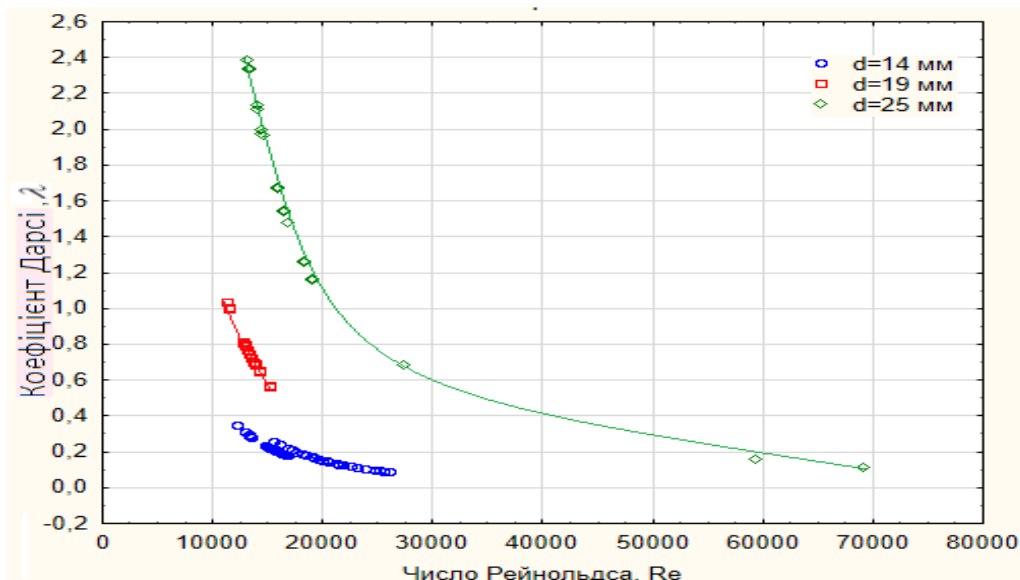


Рис. 9. Залежність коефіцієнта Дарсі, λ від числа Рейнольдса, Re та діаметра молочного шланга захисного транспортного вузла

Як впливає з графіка, коефіцієнт Дарсі різко зменшується в діапазоні чисел Рейнольдса від 11000 до 20000 і досить повільно знижується в діапазоні чисел Рейнольдса 40000–70000. Коефіцієнт кореляції дослідних та теоретичних даних залежно від діаметра молочного шланга рівний $r=0,7$.

Значний час за базовим процесом транспортування молока витрачається на виконання допоміжних операцій переливання молока 24 %, а також на промивання фільтра 20 % під час доїння на УДБ-100 за рахунок віддаленості об'єктів.

Для забезпечення транспортування молока і збереження його жирності необхідно мати залежність між масою молока за певного діаметра молочного шланга та швидкістю його потоку й величиною вакууметричного тиску. Ці фактори під час руху рідини є взаємопов'язаними. Величина вакууму дозволяє встановлювати швидкість транспортування, а та, в свою чергу, підібрати діаметр молочного шланга.

Як бачимо з рис. 10 швидкість потоку в молочному шлангові зростає зі збільшенням величини вакууметричного тиску. На рекомендованій швидкості для збереження показників жирності найкраще транспортувати молоко по молочному шлангові з діаметром 14 мм за величини вакууметричного тиску 0,048 МПа, та 25 мм – 0,052 МПа. Таким чином доведено теоретично встановлений взаємозв'язок параметрів лінії транспортування молока з відра у бідон. Зі збільшенням діаметра молочного шланга від 14 до 25 мм зменшується час транспортування молока.

Вплив механічної забрудненості молока шкідливими речовинами на показники проб дистильованої води показує, що зміна загальної бактеріальної забрудненості ($p < 0,1$) за кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) становить 48803 ± 14138 . Тобто у процесі транспортування змінюється ступінь нестабільності вмісту шкідливих речовин. Це доводить, що якість стану доїльного обладнання та роботи оператора машинного доїння впливають на сортність молока.

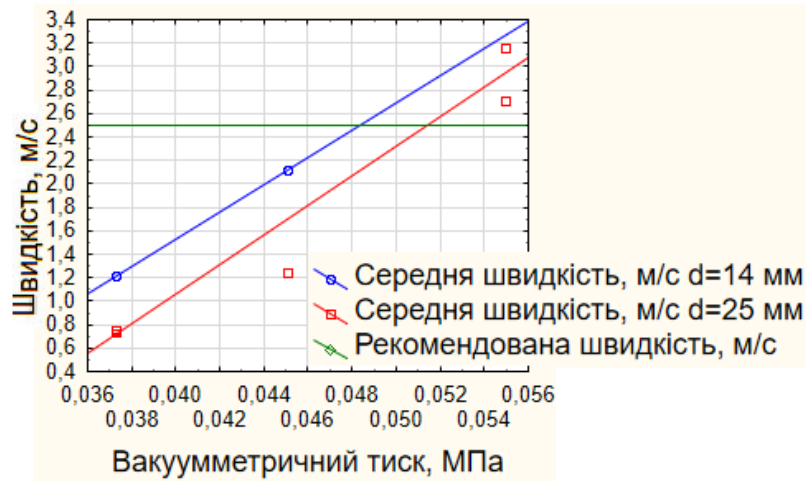


Рис. 10. Графік залежності швидкості потоку від величини вакуумметричного тиску

Результати зміни якості молока під час транспортування захисним вузлом за умов використання на установці для доїння корів в стійлах в переносні бідони УДБ-100 та на індивідуальній доїльній установці для доїння корів в бідони УІД-10 за базового та удосконаленого процесу наведено на рис. 11.

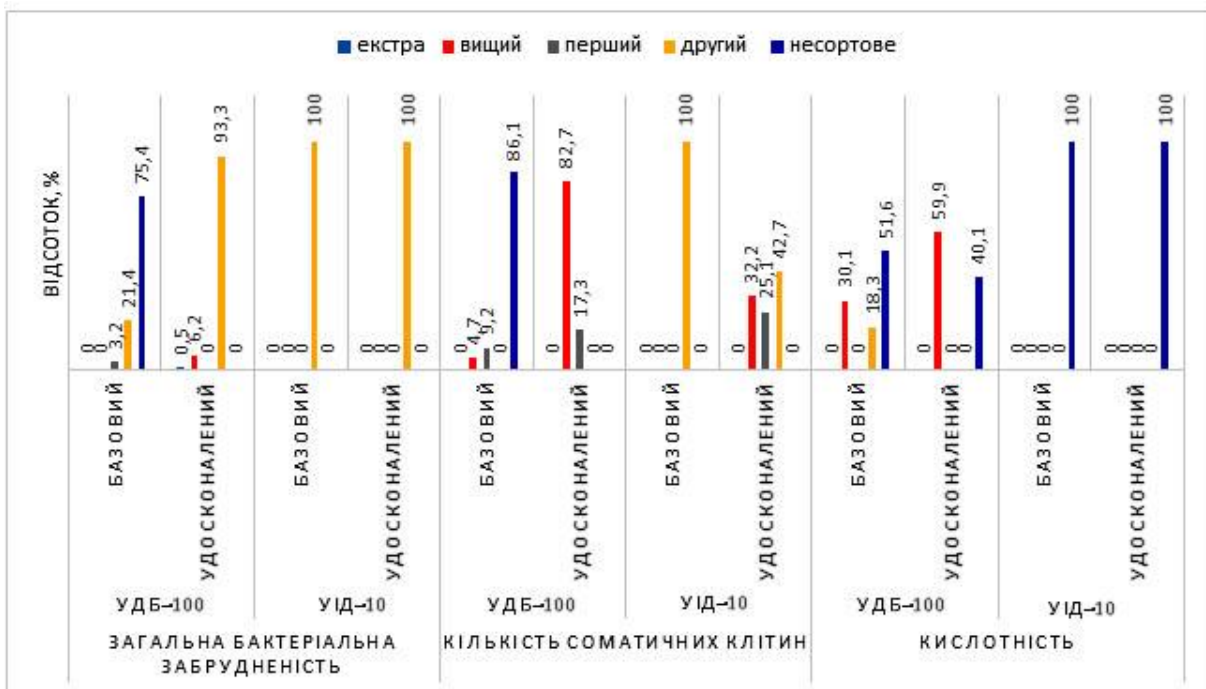


Рис. 11. Питова вага показників якості молока за сортирністю

Відповідно до критерію достовірності Стьюдента можна стверджувати, що під час доїння на УДБ-100 з достовірністю ($p < 0,1$) величина загальної бактеріальної забрудненості у всіх бідонах становитиме $742,5 \pm 144,14$ тис. КУО/см³ порівняно з базовою пробою та ймовірністю ($p < 0,001$) порівняно з теоретичними результатами. Кількість соматичних клітин складатиме 271 ± 28 тис/см³ та буде достовірною порівняно з базовою пробою ($p < 0,05$) та теоретичними результатами ($p < 0,001$).

За удосконаленого процесу транспортування молока на установці УІД-10 відповідно до критерію достовірності Стьюдента ($p < 0,001$) величина загальної

бактеріальної забрудненості у всіх бідонах становитиме 977 ± 51 тис. КУО/см³. Кількість соматичних клітин у всіх бідонах за удосконаленого процесу становитиме $407,25 \pm 115,25$ тис /см³ порівняно з базовим та теоретичними результатами розрахунку ($p < 0,1$). За кислотністю молока $20,6 \pm 0,6$ °Т зміна відбувається з імовірністю ($p < 0,05$) порівняно з теоретичними результатами розрахунку. Загальне покращення удосконаленого процесу транспортування порівняно з базовим за показниками якості молока складає 36,96 % на установці для доїння корів у стійлах у переносні бідони УДБ-100 та 9,7 % на індивідуальній доїльній установці УІД-10.

Відповідність розробленої конструкції захисного вузла граничним нормам підймання і переміщення важких речей показує, що запропоноване технічне рішення лежить в межах нормативних показників і не перевищує допустимих норм. Це свідчить, що завдяки запропонованому захисному вузлі під час транспортування молока підвищується ефективність процесу доїння та істотно зменшується кількість затрат часу й енергії.

У п'ятому розділі «**Виробнича перевірка та економічна ефективність**» наведено результати виконання технологічного процесу із застосуванням захисного вузла. Розрахунок економічної ефективності проводили відповідно до ДСТУ 4397:2005. Встановлено, що за рахунок скорочення кількості допоміжних операцій завдяки використанню розробленого захисного вузла річна економія затрат праці для установки для доїння корів в стійлах в переносні бідони УДБ-100 складає 315 год.

Річний економічний ефект за рахунок збереження якості молока від упровадження розробленої конструкції захисного вузла складає на установці УДБ-100 – 1885,72 грн, а на установці УІД-10 – 672 грн.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано та експериментально доведено покращення процесу транспортування молока з відра до бідона та збереження його якості шляхом створення захисного вузла.

1. Проведена оцінка процесу виробництва молока і його технічного забезпечення свідчить про велику кількість в господарствах України установок для доїння корів в стійлах в переносні бідони та установок індивідуального доїння, що приводить до зниження якості одержуваного молока і вказує на необхідність удосконалення системи транспортування молока з доїльного відра до місткості обліку. Раціональний варіант повинен передбачати захисний вузол транспортування молока з відра до бідону, що забезпечить його безконтактне з навколишнім середовищем транспортування.

2. Отримано аналітичні моделі, які встановлюють взаємозв'язок між лінією руху повітря через повітряний фільтр та лінією руху молока в молочному шланзі від відра до бідону. Втрати тиску по довжині молочного шлангу обернено пропорційні п'ятій степені діаметра, а втрати тиску у місцевих опорах, обернено пропорційні діаметру у четвертій степені. Коефіцієнти місцевих опорів залежать від діаметрів і орієнтації молочного шлангу. Розраховані за допомогою дослідних даних величини коефіцієнта

Дарсі лежать в межах для молочних шлангів діаметром 14 мм (0,08–0,35), 19 мм (0,56–1,03), 25 мм (0,08–2,40) і доводять, що процес транспортування залежить від просторового положення і стану поверхні молочного шлангу та числа Рейнольдса.

3. Аналіз тривалості процесу транспортування молока на установці УІД-10 за базового та удосконаленого показує, що між ними немає різниці, це обумовлено тим, що відстань переходів невелика і не займає багато часу. На установках УДБ-100 при існуючій технології відстань переходів більша ніж за вдосконаленого процесу і тому річна економія затрат часу складає 315 год.

4. Доведено, що за рекомендованої швидкості транспортування молока для збереження показників його якості та жирності раціональними параметрами захисного вузла будуть діаметр молочного шлангу 14 мм та величини вакуумметричного тиску 0,048 МПа.

5. Досліджено можливість забруднення молока при проходженні його від доїльних стаканів до відра. Встановлено, що зміни стану мікробіологічної забрудненості імітатору (дистильованої води) під час роботи доїльного апарата складають 48803 ± 14138 КУО і не перевищують норми 50000 КУО.

6. Оцінка стану молока за зведеним показником якості В. А. Трапезникова, що враховує загальну бактеріальну забрудненість, кількість соматичних клітин та кислотність показує, що при використанні розробленого захисного вузла даний показник знизився в 1,6 раза в порівнянні з існуючою технологією транспортування в установках УДБ-100, а в установках УІД-10 зменшення складає 1,1 раза. При цьому бактеріальне забруднення молока знижується в 3,5 раза.

7. Річний економічний ефект за рахунок впровадження розробленої конструкції захисного вузла складає на установці УДБ-100 – 1885,72 грн, а на установці УІД-10 – 672 грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Рубльов В. І. Визначення пріоритетів технологічних процесів при виробництві продукції тваринництва України / В. І. Рубльов, **О. С. Дев'ятко** // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2008. – Вип. 75. – Т. 2. – С. 328–334 *(Здобувач здійснила морфологічний аналіз пріоритетів технологічних процесів)*.

2. Рубльов В. І. До аналізу розробки стандартів ДСТУ ISO щодо виробництва молока / В. І. Рубльов, **О. С. Дев'ятко** // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2009. – Вип. 79. – С. 26–31. *(Здобувач проаналізувала чинні стандарти ДСТУ ISO щодо виробництва молока)*.

3. Рубльов В. І. Реалізація системи транспортування молока на стадії її розливу в мірні ємності / В. І. Рубльов, **О. С. Дев'ятко** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2013. – Вип. 185. – Ч. 1 – С. 207–212. *(Здобувач здійснила огляд наявних систем розливу молока в посуд)*.

4. Рубльов В. І. Аналіз конструкцій індивідуальних доїльних установок на відповідність забезпечення вимог виробництва молока / В. І. Рубльов, **О. С. Дев'ятко** // Конструювання, виробництво та експлуатація сільсько-господарських машин. – 2013. – Вип. 43 (2). – С. 241–246. *(Здобувач виконала аналіз конструкцій індивідуальних доїльних установок).*

5. Рубльов В. І. Оцінка технологій доїння великої рогатої худоби в умовах молочно-товарної ферми / В. І. Рубльов, **О. С. Дев'ятко** // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2014. – Вип. 18 (32). – Кн. 2. – С. 271–277. *(Здобувач виконала методика оцінки технологій доїння корів).*

6. Дев'ятко О. С. Технічне забезпечення транспортування молока під час доїння корів / О. С. Дев'ятко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – Вип. 157. – С. 152–156.

**Стаття у науковому виданні України,
включеному до міжнародних наукометричних баз даних:**

7. Дев'ятко О. С. Обґрунтування параметрів транспортування молока під час доїння корів в відра / О. С. Дев'ятко // Науковий огляд. – 2015. – Т. 10. – № 20. – С. 42–49.

Статті в інших наукових виданнях України:

8. Дев'ятко О. С. Аналітична модель роботи захисного вузла під час транспортування молока / О. С. Дев'ятко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2015. – Вип. 19 (33). – С. 481–485.

9. Дев'ятко О. С. Аналітичне визначення взаємозв'язку лінії руху повітря під час транспортування молока / О. С. Дев'ятко // Техніка і технології АПК. – 2016. – Вип. 6 (81). – С. 38–40.

Патенти на корисну модель:

10. Патент на корисну модель 46575 України, МПК (2009) А01J9/00 Удосконалений доїльний апарат / **О. С. Дев'ятко**, О. В. Дев'ятко, В. І. Рубльов, С. О. Ульянов, Н. С. Ульянов, Н. М. Ульянов; заявник і патентовласник О. С. Дев'ятко, О. В. Дев'ятко, В. І. Рубльов, С. О. Ульянов, Н. С. Ульянов, Н. М. Ульянов. – № u200907656; заявлено 27.07.2009; опубліковано 25.12.2009; Бюл. № 24. *(Здобувач запропонувала конструкцію удосконаленого доїльного апарата й обґрунтувала формулу винаходу).*

11. Патент на корисну модель 65144 Україна МПК (2009) А01J9/00 Машина для розливу та закупорювання свіжовидоеного молока / **О. С. Дев'ятко**, В. І. Рубльов, С. О. Ульянов, Н. С. Канівець; заявник і патентовласник О. С. Дев'ятко, В. І. Рубльов, С. О. Ульянов, Н. С. Канівець. – № u201106190; заявлено 17.05.2011; опубліковано 25.11.2011; Бюл. № 22. *(Здобувач здійснила патентний пошук та обґрунтувала формулу винаходу).*

Тези наукових доповідей:

12. Рублёв В. И. Математическая модель производства молока с учётом системного подхода его реализации / В. И. Рублёв, **Е. С. Дев'ятко** // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса в АПК: Международная научно-практическая конференция, посвященная 55-летию со дня образования Белорусского государственного аграрного технического университета и 100-летию со дня рождения первого ректора доктора технических наук, профессора Сулова Виктора Павловича, г. Минск, Республика Беларусь, 15–18 апреля 2009 года: тезисы доклада. – Минск, 2009. – С. 176–180. *(Здобувач розробила математичні моделі).*

13. Рубльов В. І. Аналіз конструкцій індивідуальних доїльних установок на відповідність забезпечення вимог виробництва молока / В. І. Рубльов, **О. С. Дев'ятко** // Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: IX Міжнародна науково-практична конференція, м. Кіровоград, 7–8 листопада 2013 року: тези доповіді. – Кіровоград, 2013. – Вип. 1. – С. 143–145. *(Здобувач виконала аналіз конструкцій індивідуальних доїльних установок).*

14. Дев'ятко О. С. Залежності зміни втрат тиску при транспортуванні молока / О. С. Дев'ятко // Сучасні проблеми землеробської механіки: XVI Міжнародна наукова конференція, присвячена 115-річчю з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, м. Київ, 17–19 жовтня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 33–35

15. Дев'ятко О. С. Аналіз забезпеченості господарств Полтавської області доїльним обладнанням / **О. С. Дев'ятко**, В. І. Рубльов // Перспективна техніка і технології – 2008: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів, м. Миколаїв, 24–26 вересня 2008 року: тези доповіді. – Полтава, 2008. – С. 284–288. *(Здобувач виконала збір інформації щодо забезпеченості господарств Полтавської області).*

16. Дев'ятко О. С. Стан технічного забезпечення та перспективи збереження якості молока при доїнні в відра / О. С. Дев'ятко // Інноваційний розвиток аграрної сфери: IV Міжнародна науково-практична конференція в рамках III Міжнародної спеціалізованої виставки «Київський технічний ярмарок – 2016», м. Київ, 29 березня 2016 року: тези доповіді. – К., 2016. – С. 93–95.

АНОТАЦІЯ

Дев'ятко О. С. Удосконалення засобів транспортування молока під час доїння у відра. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2016.

У дисертації вирішено наукове завдання підвищення технологічної ефективності процесу доїння великої рогатої худоби та якості отриманого молока шляхом удосконалення кришки доїльного відра та бідона й розроблення машини для розливу та закупорювання свіжовидоєного молока.

У роботі проведено оцінка процесу виробництва молока і його технічного забезпечення. Отримано аналітичні моделі, які встановлюють взаємозв'язок між лінією руху повітря через повітряний фільтр та лінією руху молока в молочному шланзі від відра до бідона. Виконано аналіз тривалості процесу транспортування молока та встановлено взаємозв'язок швидкості і жирності молока на відповідність раціональним параметрам захисного вузла. Досліджено можливість забруднення молока під час його проходження від доїльних стаканів до відра та виконана оцінка стану молока з використанням захисного вузла за показниками загальної бактеріальної забрудненості, кількості соматичних клітин та кислотності молока.

Викладено методику та порядок проведення досліджень.

Ключові слова: доїльна установка, конструкція, удосконалення, захисний вузол, технологія, молоко, транспортування, процес.

АННОТАЦІЯ

Девятко Е. С. Усовершенствование средств транспортировки молока при доении в ведра. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2016.

В диссертации решена научная задача повышения технологической эффективности процесса доения крупного рогатого скота и качества получаемого молока путем усовершенствования крышки доильного ведра. Существенным преимуществом является возможность бесконтактного доения крупного рогатого скота с уменьшением затрат труда и возможностью более точно контролировать процесс доения.

В работе определены основные параметры влияния факторов, вызывающих снижение качества молока и продуктивности крупного рогатого скота. Доказана возможность снижения затрат труда за счет сокращения количества переходов при переносе ведер, а также улучшение качества молока за счет уменьшения влияния по показателям общей бактериальной загрязненности, количества соматических клеток и кислотности молока. Экспериментально установлена область рациональных значений параметров доения крупного рогатого скота при транспортировке молока с помощью вакуума: наибольшие затраты времени при доении в ведра приходятся на операции переливания молока в бидон, а также на переходы для промывки фильтра. В этот период происходит наибольшее загрязнение молока от воздействия внешней среды.

При рассмотрении порядка выполнения операций для уменьшения затрат времени, было предложено усовершенствование используемых доильных аппаратов при доении в ведра путем установки дополнительных кранов, фильтра и шлангов на крышке доильного ведра и бидона что позволило назвать эту совокупность защитным транспортирующим узлом. Этот узел сокращает нагрузку на оператора машинного доения за счет уменьшения количества

переходов на переноску и отсутствия их на промывание фильтра. При этом уменьшается негативное влияние загрязнения молока от воздействия внешней среды. Все это приводит к снижению затрат труда во время эксплуатации усовершенствованной доильной установки по сравнению с базовой.

Производственными испытаниями подтверждена высокая эксплуатационная эффективность и надежность усовершенствованного доильного аппарата при доении крупного рогатого скота как в условиях фермы, где отсутствует молокопровод, так и в частном хозяйстве.

Ключевые слова: доильная установка, конструкция, усовершенствования, технология, молоко, транспортировка, процесс.

ANNOTATION

Devyatko O. S. Improvement of the ways of milk transportation during milking to buckets. – The Manuscript.

Dissertation for scientific degree of candidate of technical sciences for specialization 05.05.11 – Machines and Means of Mechanization of Agricultural Production. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

Dissertation solves a scientific task to increase technological effectiveness of the process during milking the cattle and quality of milk received, by means of improvement of the milking bucket and can lids, as well as development of the machine for pouring and bottling fresh milk.

Dissertation makes an assessment of the milk production process and its technological support. Author presents analytical models that define the correlation between the line of air flow through the air filter and the line of milk flow in the milking hose from the bucket to the can. The duration of milk transportation process is analyzed, and the correlation of the speed by the fat content in milk for compliance with rational parameters of protective transporting hub is established. Author researches the possibility of milk pollution on the way from the teat cups to the bucket, and makes an assessment of the milk quality when using protective transporting hub by indicators of general bacterial pollution, the number of somatic cells and milk acidity.

The methods and the procedure of research are described.

Key words: milking equipment, construction, improvement, protective transporting hub, technology, milk, transportation, process.

Підписано до друку 02.11.2016 р. Формат 60×80/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Обсяг 0,9 ум. друк. арк. Наклад. 100 прим. Зам. № 124.

Видання та друк – Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки»
03127, м. Київ-127, вул. Героїв оборони, 10.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2065 від 18.01.2005 р.