

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

Бабин І. А., к.т.н.

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна.

Аналіз чинників зниження гатунку молока в наслідок бактеріального забруднення показав, що це є результатом неякісного виконання технологічної операції промивання доїльних установок та утворення молочних відкладень на внутрішніх поверхнях молокопровідної системи. В результаті аналізу існуючих конструкцій техніко-технологічного забезпечення промивання встановлено, що найбільш ефективними є циркуляційні системи промивання із регульованим утворенням пробкового режиму. Для підвищення ефективності і ресурсозбереження (зменшення споживання витрат повітря, гарячої води, енергії і експлуатаційних витрат) процес промивання доїльних установок повинен бути адаптивним на основі даних, отриманих із засобів контролю оцінки стану поверхонь молокопровідної системи і гідродинамічних параметрів руху двофазного мийного розчину [1].

Система очищення повинна бути розроблена і виготовлена так, щоб уникнути контакту миючих та дезінфікуючих розчинів із молоком, як це передбачено стандартами ISO 5707:2007 і ISO 6690:2007 [2].

Ефективність роботи циркуляційної системи промивання залежить від швидкості переміщення та тривалості дії миючих засобів, а також відповідної температури і концентрації, що відповідають типам використовуваних розчинів.

Бактеріальне забруднення молока є одним з основних чинників, що впливають на його якість як сировини для подальшої переробки. Цей показник визначається рівнем гігієни доїльного обладнання, своєчасністю охолодження молока та зовнішніми факторами. Під час доїння молоко контактує з різними компонентами системи, такими як доїльні апарати, молокопроводи, молозбірники та лічильники, які можуть стати джерелами бактеріального забруднення [3].

Для покращення якості молока рекомендується підвищити ефективність промивання доїльних систем шляхом збільшення тривалості процесу. Однак це призводить до підвищення витрат на воду, мийні засоби, електроенергію і, відповідно, зростання собівартості продукції. Тому актуальним завданням є розробка автоматизованих рішень для промивання доїльних установок, що дозволять оптимізувати процес без додаткових витрат, сприяючи підвищенню якості молока.

Згідно з завданнями досліджень на рисунку 1, представлено конструктивно-технологічну схему системи промивання молокопроводу доїльної установки, де до стандартної системи промивання додано такі компоненти: повітряні та гідроінжектори, а також фотодатчики для визначення рівня забруднення [4].

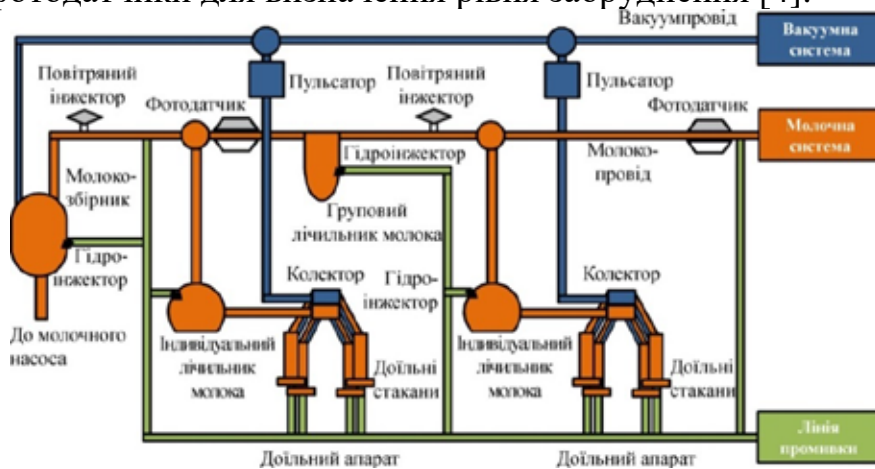


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема системи промивання молокопроводної лінії доїльних установок.

На основі математичних моделей промивання доїльних установок, що застосовують повітряні та гідроінжектори разом із фотодатчиками для виявлення забруднень у молокопроводах, була створена автоматизована система промивання з можливістю регулювання режимних параметрів. Цей винахід (патент № 140923 [6]) полягає у розробці системи автоматичного промивання молокопроводів доїльних установок. Завдяки додатковим елементам, система забезпечує швидке визначення ступеня забруднення та автоматичне коригування робочих режимів, що підвищує ефективність процесу та знижує витрати води та електроенергії. Принцип роботи цієї системи відображений на схемі, зображеній на рисунку 2.

Автоматизована система включає резервуар 1, оснащений поплавковим механізмом 2, датчиком рівня мийного розчину 3, клапанами для циркуляції та зливу 4, а також клапаном подачі рідини в молокопровід 5. Резервуар під'єднаний до трубопроводу 6, який через електромагнітний клапан 7 забезпечується холодною водою. Для подачі гарячої води система містить водонагрівач 9, підключений до трубопроводу через електромагнітний клапан 8.

До нижньої частини клапана 5 під'єднано початок молокопроводу, а до нижньої частини клапана 4 - його закінчення з відведенням у каналізацію. Ємність 11 для мийного розчину підключена до бака 1 через електромагнітний клапан 10. На баку також розташований температурний датчик 12 для контролю процесу промивання.

Ключові елементи, такі як датчик рівня мийного розчину 3, клапани циркуляції і зливу 4, клапан подачі рідини 5, електромагнітні клапани для холодної води 7 та гарячої води 8, водонагрівач 9, клапан подачі мийного розчину 10 та температурний датчик 12, підключені до блоку керування 13 через електропроводи (позначені пунктиром).

По молокопроводу через кожні 10 метрів розташовані електромагнітні клапани подачі повітря 14, вакуумні датчики 15, датчики температури 16 та фотодатчики 17. Фотодатчики складаються з фотодіодів 18 і фоторезисторів 19, розміщених на прозорих ділянках молокопроводу. Додатково, на молокозбірниках і лічильниках (групових та індивідуальних) встановлено гідроінжектори 20, які з'єднані з баком 1 через клапан подачі мийного розчину 21.

Усі ці елементи, включаючи електромагнітні клапани подачі повітря 14, вакуумні датчики 15, температурні датчики 16, фотодіоди 18, фоторезистори 19, гідроінжектори 20 та клапан 21 для подачі мийного розчину, з'єднані з блоком керування 13 за допомогою електропроводів.

Робота автоматизованої системи починається з того, що оператор задає параметри температури й концентрації мийного розчину через блок керування 13, після чого запускається процес промивання. Блок керування активує водонагрівач 9, отримуючи дані з температурного датчика 12 на баку 1, і регулює клапани 7 і 8 для подачі холодної й гарячої води, щоб досягти необхідної температури. Коли бак 1 наповнюється водою потрібної температури, система визначає рівень рідини за допомогою датчика 3 і відкриває клапан 10 для додавання мийного концентрату. Після досягнення заданого рівня поплавок 2 сигналізує про вимкнення клапанів подачі води 7, 8 і мийного концентрату 10.

Далі блок керування відкриває клапан 5 для всмоктування рідини в молокопровід і переключає клапан 4 у режим циркуляції. Це дозволяє мийному розчину циркулювати по всій системі. Дані з датчиків тиску 15 і температурних датчиків 16 передаються до блоку керування 13, де вони аналізуються. На основі цих даних система автоматично коригує температуру мийного розчину в баку 1 шляхом керування електромагнітними клапанами подачі холодної 7 і гарячої води 8.

Блок керування 13 активує фотодіоди 18 у складі фотодатчиків 17, що спричиняє зміну електричного опору фоторезисторів 19. Ця інформація передається до блоку керування, який оцінює рівень забруднення молокопроводу за величиною опору: чим він вищий, тим більше залишків молока у системі. Якщо опір перевищує допустиму межу, блок керування 13 активує електромагнітні клапани подачі повітря 14, що подають атмосферне повітря в молокопровід, викликаючи гідравлічний удар мийного розчину в трубопроводі. Цей процес контролюється вакуумними датчиками 15.

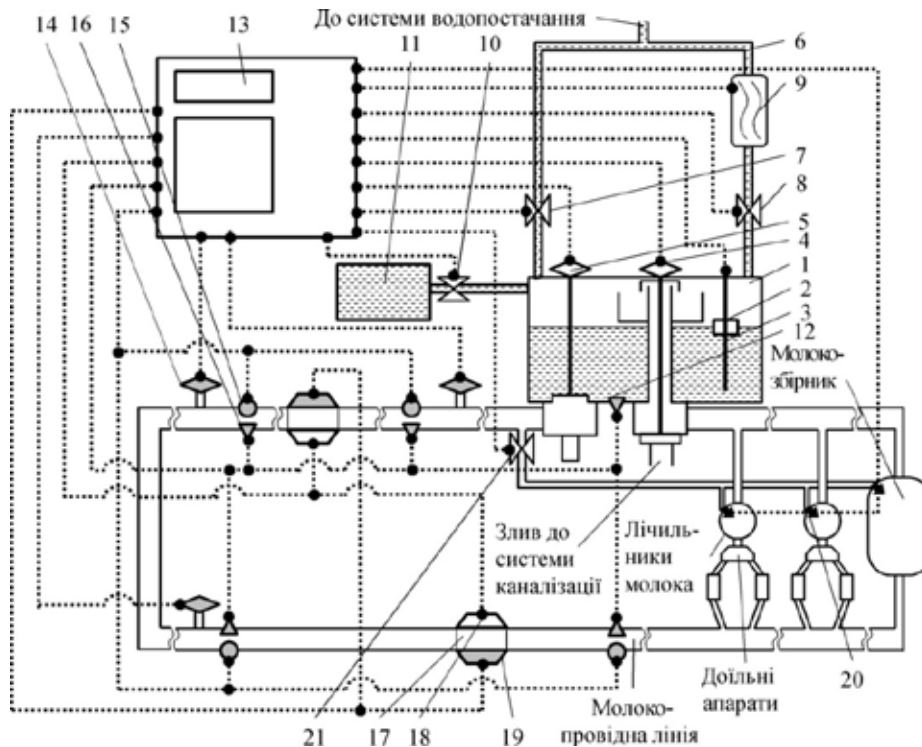


Рис. 2. Конструктивно-технологічна схема автоматизованої системи промивання молокопроводної лінії доїльних установок

Крім того, блок керування запускає клапан подачі мийного розчину 21 і гідроінжектори 20, розміщені на молокозбірниках і лічильниках, які під тиском впорскують мийний розчин, ефективно видаляючи молочний жир і залишки з їх поверхонь.

Після завершення очищення, про що свідчать дані від фоторезисторів 19, блок керування 13 переключає клапан циркуляції-зливу 4 у режим зливу. Це дозволяє відвести мийний розчин у каналізацію, а датчик рівня 3 фіксує повне спорожнення системи, показуючи значення 0. Далі блок керування закриває клапани подачі рідини в молокопровід 5, а також клапани для подачі холодної води 7, гарячої води 8, мийного розчину 10 і клапан циркуляції-зливу 4. За необхідності процес очищення може бути повторений.

Дослідження причин погіршення якості молока через бактеріальне забруднення показало, що основним фактором є недостатня ефективність очищення елементів доїльних установок, зокрема, через накопичення молочних відкладень у трубопроводах.

На основі аналізу існуючих методів промивання встановлено, що найефективнішими є циркуляційні системи з налаштованим "пробковим режимом". Для підвищення ефективності та зменшення витрат ресурсів, таких як повітря, гаряча вода й електроенергія, процес очищення повинен бути адаптивним. Це досягається за допомогою датчиків, які контролюють стан поверхонь та гідродинамічні параметри.

Використання автоматизованої системи промивання з датчиками тиску, температури, фотодіодами, фоторезисторами та електромагнітними клапанами для регулювання подачі повітря і мийних розчинів дозволяє значно покращити якість промивання, одночасно зменшуючи витрати на воду та енергію.

Список використаних джерел

1. Фененко А. І. Техніко-технологічні аспекти удосконалення молоковакуумних систем доїльних установок : дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Глеваха. ІМЕСГ УААН, 1997. 358 с.

2. ISO 5707: 2007. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 52 p.

1. Демчук М., Войтюк Л. Гігієна доїння корів та якість молока. *Ветеринарна медицина України*. 2007. № 4. С. 40–42.

3. Дмитрів В. Т. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності доїльних установок : дис. ... д-ра техн. наук : Глеваха. 2016. 467 с.

4. Шевченко, І. А., Алієв Е. Б. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. Запоріжжя. Акцент Інвест-трейд. 2013. 156 с.

5. Бабин І. А. Фізико-математичний апарат руху двофазного мийного розчину по молокопровідній лінії. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. Вінниця. 2019. Вип. 1 (104). С. 5–12.

6. Автоматична система промивання молокопровідної лінії доїльних установок : пат. 140923 Україна : МПК А01J 7/02. № а 2011 09738; заявл. 16.09.2019. Опубл. 11.03.2013, бюл. № 5.