

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ МОЛОЧНОГО ПОТОКА И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ НАДоеВ МОЛОКА

Ю.А. ЦОЙ, доктор технических наук, чл.-корр. РАН

В.В. КИРСАНОВ, доктор технических наук

Д.Ю. ПАВКИН, аспирант*

ФГБНУ «Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства», г. Москва

Проведен анализ существующих способов и устройств, рассмотрены направления исследований и дальнейшего совершенствования камерных датчиков-счетчиков, совмещающих функции потокомера и измерителя индивидуальных надоев молока для управления доильным аппаратом и молочным поголовьем в целом.

Погрешность измерения, счетчик-датчик молока, молоковоздушная смесь, пенообразование, скорость молокоотдачи.

Доильный аппарат – единственный механизм, взаимодействующий в процессе доения с живым организмом на основе обратной связи, строящейся, как правило, на измерении интенсивности молокоотдачи животного. Поэтому задача совершенствования счетчиков-датчиков молока является актуальной в связи с растущим уровнем управления молочно-товарной фермой как сложной биотехнической системой, а также с появлением автоматов доения и необходимости настройки режимов их работы, адекватных физиологическому состоянию животных [2].

К потокомерам предъявляют достаточно жесткие требования: относительная погрешность измерения не более 5 %; устройство не должно влиять на вакуумный режим и хорошо очищаться при циркуляционной промывке; съем информации должен обеспечиваться электронным способом с возможностью цифровой обработки [3,6].

Анализ устройств для измерения количества жидкости, газа и пара в других отраслях производства [1, 4] показал, что ни один из известных классов учетных приборов не пригоден для использования в поточно-технологической линии доения в связи с особыми условиями: наличие двухфазных молоковоздушных потоков и случайный характер их изменения; интенсивное многократное механическое воздействие на молоко, сопровождающееся обильным пенообразованием [5].

Цель исследований – обоснование параметров устройства для измерения скорости молочного потока и индивидуальных надоев молока.

©* Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Ю.А. Цой
©Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, 2015

Материалы и методика исследований. Классификация современных типов оборудования включает следующие виды устройств регистрации молока.

1. Пропорциональные счетчики отбирают определенную порцию от всего надоя в измерительную колбу с визуальным контролем уровня молока или путем передачи через электроды на цифровой дисплей.

2. Счетчики, определяющие порции постоянной массы или объема, с помощью наклонных желобов обеспечивают разделение потока на элементарные порции и суммируют их на механическом или электронном дисплее.

Счетчики постоянного объема с одиночной или составной измерительной камерой измеряют уровень молока поплавком или сенсорными электродами, связанными с клапаном или электрическим мотором, отображая надой на цифровом дисплее.

3. Счетчики, определяющие порции переменного веса отражают скорость молокоотдачи, а количество молока подсчитывается измерением времени вытекания, при этом используются ассиметричные наклонные желоба.

4. Измерители скорости молокоотдачи основаны на измерении гравитационных сил, возникающих при изменении направления потока молока. Расчеты надоя основываются на вращательном моменте.

5. Измерители текущего уровня определяют скорость потока в соответствии с уровнем молока в разделительной камере, а количество молока получают интегрированием скорости потока по времени.

В настоящее время на отечественных доильных установках в основном применяются лотковые датчики-счетчики весового типа, имеющие значительную массу и габариты, к тому же их нельзя использовать на линейных доильных установках с переносными доильными аппаратами, что сдерживает модернизацию последних.

Некоторые фирмы (Де Лаваль, ГЕА ФАРМ Технолоджиз и др.) предлагают использовать переносные (передвижные) доильные аппараты с инфракрасными, электродными и другими устройствами, которые имеют малые габариты и не создают препятствий измеряемому потоку, однако значительная стоимость и высокая погрешность измерений (до 10...15 %) ограничивают эффективность их применения. К тому же большинство из них не измеряют поток, а сигнализируют о его предельном состоянии (да-нет) с последующим отключением доильных стаканов.

В доильных залах для получения более точной информации об индивидуальных надоях молока могут использоваться порционные камерные молокомеры, которые имеют более сложную конструкцию, большую массу и габариты, что не является критичным для данных систем доения.

Поэтому задача создания усовершенствованного камерного датчика-счетчика предполагает его актуализацию в части применения как в переносных автоматизированных доильных аппаратах для доения коров в стойлах, так и в доильных залах. При этом счетчик-датчик должен иметь

небольшую массу и габариты, приемлемую погрешность измерения потока молока для управления доильным аппаратом, а также регистрировать и передавать сведения по индивидуальным надоям в АСУ фермы.

В результате проведенного анализа счетчиков-датчиков молока, за основу для последующих исследований был выбран проточно-камерный преобразователь, используемый в доильном аппарате «Дуовак-300» или «Нурлат» отечественного производства с дальнейшей модернизацией под ранее разработанный нами алгоритм измерения (рис. 1).

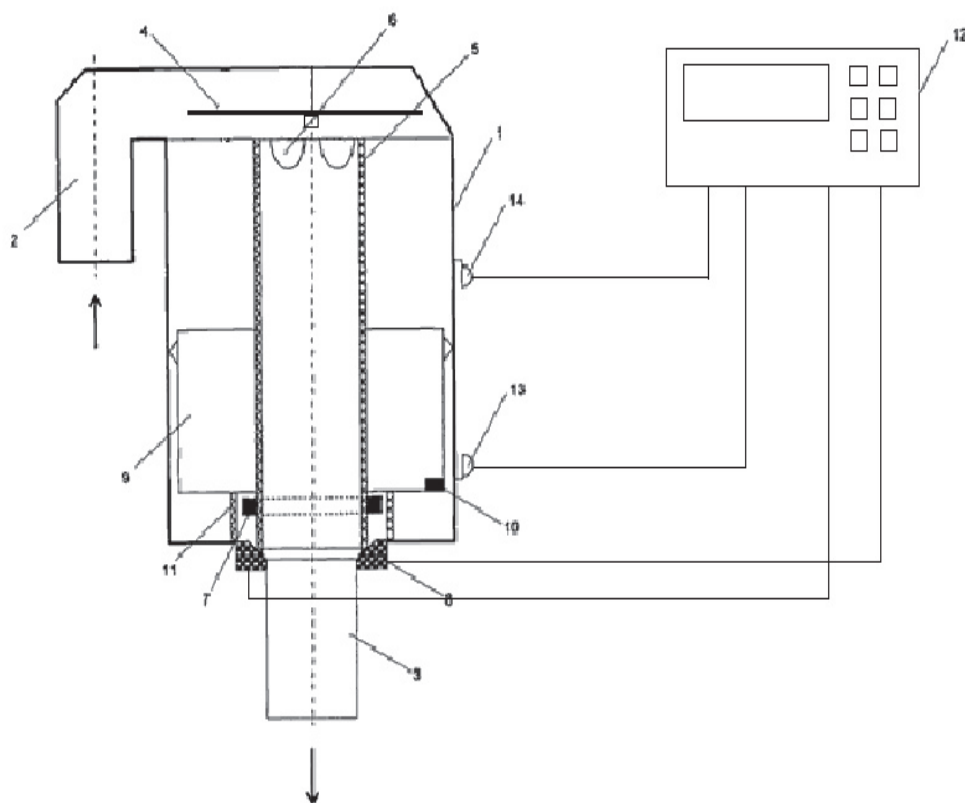


Рис.1. Камерный датчик-счетчик молока:

- 1 – корпус стакана; 2 – приемный патрубок; 3 – выходной патрубок;
- 4 – успокоитель потока; 5 – полый шток-клапан; 6 – пазы-проходы;
- 7 – кольцевой магнит; 8 – электромагнитная катушка; 9 – поплавков;
- 10 – плоский магнит; 11 – направляющие стойки; 12 – контроллер доения;
- 13 – нижний датчик Холла; 14 – верхний датчик Холла

Поэтому основными задачами являются:

- исследование и установление закономерностей динамики пульсирующих двухфазных молоковоздушных потоков в доильном аппарате и счетчике-датчике с разработкой методов, алгоритмов и технических средств их контроля, измерения и управления;

- разработка алгоритма управления процессом доения при изменяющихся текущих значениях величины молочного потока по отдельным четвертям вымени с разработкой алгоритма и мехатронных

средств его реализации на основе синхронизации физиологически безопасного выдаивания и отключения от вакуума отдельных долей вымени.



Рис. 2. Пенообразование при больших потоках

Результаты исследований. Были проведены лабораторные испытания для проверки погрешности измерений, которая по требованию ICAR не должна превышать 5 %. Измерения проводили на лабораторном стенде, включающем имитатор вымени, емкость, установленную на весы и фрагмент доильной установки с испытываемым устройством. Скорость молокоотдачи регулировали в пределах от 1 до 6 л/мин, определяя разность показаний весов в начале и конце и время опыта. Так же снимались показания по измерению количества молока с контроллера доения. Результаты исследований представлены на рис. 3. Из графика видно, что погрешность не превышает 5 %, при скорости потока 5 л/мин, что удовлетворяет предъявляемым требованиям.

Так же счетчик был проверен на колебания вакуумного режима (рис.4), из требований ICAR следует, что счетчик не должен влиять на вакуумный режим, допустимые колебания ± 3 kPa. При помощи прибора pulstest фирмы SAC были записаны колебания вакуума (максимальные и минимальные) за одну минуту, на разных скоростях молокоотдачи, которую регулировали дросселями разного диаметра, расхождения получились в пределах нормы.

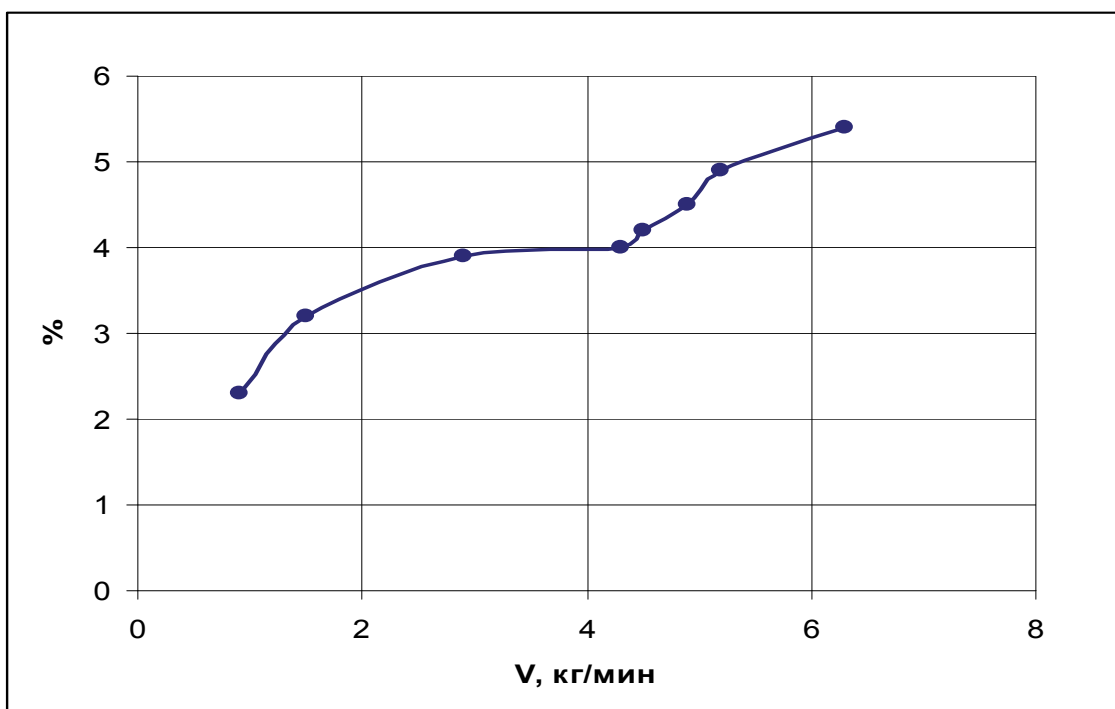


Рис.3. Зависимость погрешности от скорости молокоотдачи

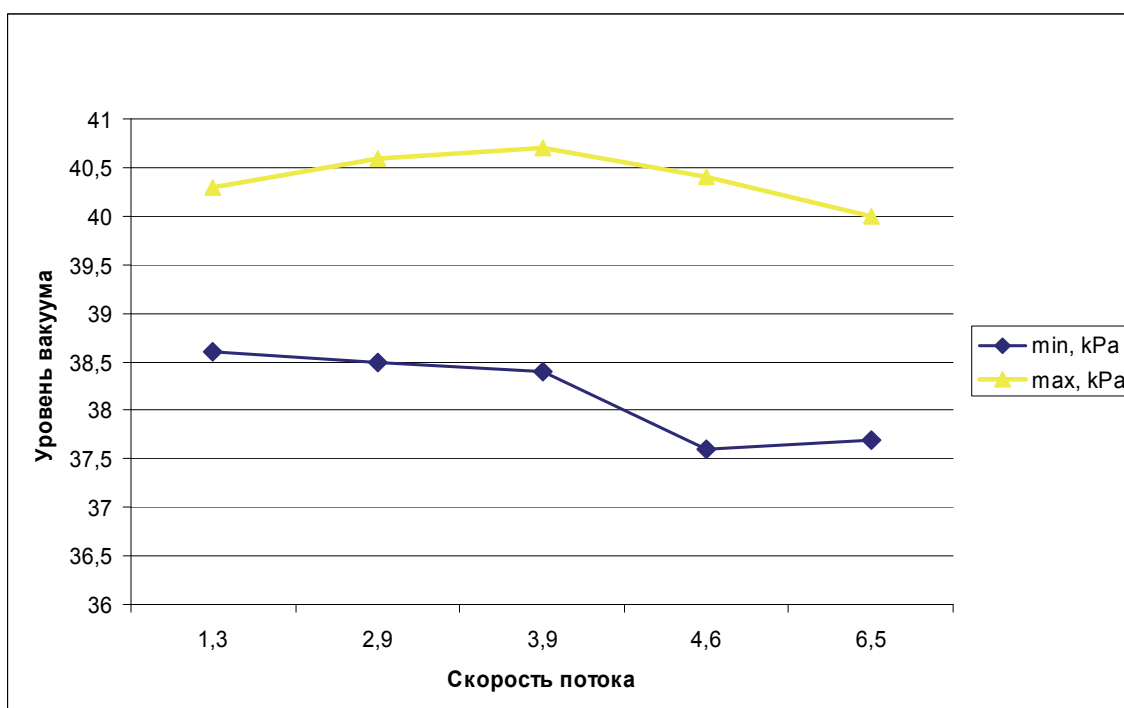


Рис.4. Изменение вакуумного режима в зависимости от скорости молокоотдачи

Выводы. Предлагаемый датчик-счетчик молока может использоваться для измерения потока и количества молока при управлении процессом доения на автоматизированных доильных установках как при доении в залах, так и на линейных установках в составе автоматизированных доильных аппаратов ввиду малых габаритов.

Список литературы

1. Залманзон Л.А. Микропроцессоры и управление потоками жидкости и газа / Л.А. Залманзон. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
2. Кирсанов В.В. Методы и модели создания новых типов автоматизированных и роботизированных доильных аппаратов / В.В. Кирсанов, В.Н. Легеза, С.И. Щукин // Энергосбережение и энергообеспечение в сельском хозяйстве: тр. междунар. науч.-техн. конф. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – Т.3. – С.8–15.
3. Кирсанов В.В. Устройство для очистки молокопроводов // В.В. Кирсанов, В.Ю. Матвеев // Сельский механизатор. – 2011. – №7. – С. 30–31.
4. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справ / П.П. Кремлевский. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1989. – С.309–311.
5. Пат. 2192126 Российская Федерация. Способ измерения количества молока в потоке / Цой Ю.А., Зеленцов А.И., Кирсанов В.В., Челноков В.В. – №2000117148/13; заявл. 03.07.2000; опубл. 10.11.2002, Бюл. №31.
6. Пат. 2048075 Российская Федерация. Счетчик молока вакууммированной молочной линии /Кирсанов В.В., Зеленцов А.И., Цой Ю.А. – №92009435/15; заявл. 03.12.1992; опубл. 20.11.1995, Бюл. №32.

Проведено аналіз існуючих способів і пристроїв, розглянуто напрями досліджень і подальшого вдосконалення камерних датчиків-лічильників, які суміщають функції потокоміра й вимірювача індивідуальних надоїв молока для управління доїльним апаратом і молочним поголів'ям у цілому.

Похибка вимірювання, лічильник-датчик молока, молоко-повітряна суміш, піноутворення, швидкість молоковіддачі.

The analysis of existing methods and devices are considered areas of research and further development of the sensor chamber counters, combines the functions of Flow meter and individual milk yields for managing the milking machine and dairy herd as a whole.

Measurement error, the meter-gauge milk, milk-air mixture, foaming, the speed of milk.