

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УЧЕТА ПОТОКОВ МОЛОКА НА ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

О. А. Тареева, преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Создание корректирующего алгоритма и соответствующей программы для блоков измерения процесса доения в карусельных доильных установках позволит оптимизировать работу данных установок за счет сокращения времени дойки.

Ключевые слова. Карусельные доильной установки, поток молока, блок-схема, алгоритм, способ учета молока, кривые надоя, потокомер.

На современном этапе развития сельскохозяйственной техники повышение точности получения исходной информации может быть достигнуто двумя путями: созданием новых или совершенствованием существующих первичных преобразователей информации (датчиков); использованием существующих датчиков в сочетании с разработкой и применением специальных корректирующих первичную исходную информацию алгоритмов и программ.

Анализ тенденций развития сельскохозяйственной техники, в том числе и для молочного животноводства, показывает, что в связи с дальнейшим развитием и ростом потенциальных возможностей микропроцессорной техники превалирующую роль должно играть второе направление [8].

В зависимости от типа и производительности

доильной установки, числа одновременно работающих доильных аппаратов, места их подключения, конструктивных размеров и особенностей молочных коммуникаций, продуктивности и индивидуальных характеристик молокоотдачи коров, организации труда на доильной установке и многих других факторов величина потока молока, поступающего из молокопровода в молокоприемник, может быть различной.

По вышеуказанным причинам принято считать поток молока в молокопроводе случайным [5]. Для того, чтобы компенсировать случайный характера потока молока и эвакуации молока из вакуумированного молокопровода, в большинстве доильных установок согласно стандарту ISO 5707-2007 предусматривают молоко приемник воздухоразделитель. Поскольку действие этих факторов во всех реализациях остается постоянным, то и среднее значение и характер колебаний также не обнаруживает существенных изменений. Принятые допущения о стационарности и эргодичности случайной функции, описывающей процесс поступления молока, позволяет достаточно просто определить статистические характеристики по известным характеристикам.

Результаты анализа экспериментальных данных, полученных Ю. А. Цоем и аспирантом В. Л. Моисеевым, подтверждают выдвинутую гипотезу о случайности, стационарности и эргодичности процесса поступления молока в пределах одной и той же группы доек в течение суток.

Система эвакуации молока на доильных установках представляет собой простейший импульсный элемент, в котором происходит преобразование непрерывного входного сигнала (поток молока) в дискретный. Амплитуда импульсов численно равна

производительности молочного насоса, работу которого без ущерба можно принять постоянной.

В рассматриваемой системе импульс на выходе вырабатывается после заполнения молокоприемника на величину V_p , которое, в свою очередь, происходит в течение некоторого времени. Поэтому в данном случае было применено не мгновенное значение входного потока при $t=t_n$, а некоторое среднее значение входного потока молока, определяемого в интервале между двумя соседними импульсами. Тогда можно записать следующее выражение:

$$T_{nj} = \frac{V_p}{q_{мсп}^n(t_i)} \quad (1)$$

где $q_{мсп}^n(t_i)$ среднее значение входного потока $q_m(t)$ на j -ом интервале.

Проведя подстановку необходимых данных, получим:

$$\sum_0^{\tau_j} Q_{ji} = \int_0^{\tau_j} q_{mj}(t) dt = \theta_{спj} \tau_j \quad (2)$$

где $\theta_{спj}$ - среднее значение $q_{mj}(t)$ на интервале от 0 до τ_j .

К аналогичному результату можно прийти при принятии допущения о стационарности и эргодичности случайного процесса поступления молока с доильной установки в молокоприемник. Для стационарной эргодической случайной функции, как известно [3], одна реализация достаточно большой продолжительности эквивалентна множеству реализаций той же продолжительности. В данном случае математическое ожидание $\overline{Q_{ji}}$ при большом T приближенно будет равно:

$$\overline{q_n} \approx Q_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T q_n(t) dt. \quad (3)$$

Откуда получают выражение:

$$\overline{q_n} T \approx Q_{cp} T = \int_0^T q_n(t) dt. \quad (4)$$

Подставляя (2) в (4), получим:

$$Q = nV_p + \sum_1^n \theta_{cpj} \tau_{nj}. \quad (5)$$

Второй член (5) представляет собой суммарное количество молока, поступившего в молокоприемник при включенном насосе за n циклов. Выразив указанную величину через среднее значение Q_{cp} за n циклов работы насоса, получим:

$$\sum_1^n \theta_{cpj} \tau_{nj} = Q_{cp} T_n, \quad (6)$$

где T_n - суммарная продолжительность работы насоса за n циклов.

В данном случае численные значения $\theta_{.i}$ и θ_{cp} в любой момент времени можно считать независимыми друг от друга.

Характеризуя поток любой жидкости или газа, в том числе и молока, базовым параметром является его суммарный расход, как за заданный промежуток времени, так и за единицу [7]. Особенно эти параметры важны в молочном скотоводстве, т.к. величина надоя является главным критерием эффективности функционирования системы «человек - машина — животное». Поэтому большую актуальность приобретает проблема повышения точности при получении количественных характеристик базового параметра. Трудность возникает в том, что в

молоке очень легко развиваются микроорганизмы, что обуславливает необходимость качественной мойки и санитарной обработки молочных коммуникаций. Кроме того, в целях сохранения качественных свойств молоко не должно подвергаться сильным механическим воздействиям и воздухом насыщению [6].

На основе использования зависимостей, приведенных выше, российскими учеными был предложен и запатентован новый способ учета молока на доильных установках [1]. В процессе доения измеряются число циклов n , продолжительность заполнения и откачки молокоприемника. В память вычислительного устройства вводится значение V_p и в конце процесса или после каждого цикла вычисляется общее количество молока и результат выводился на жидкокристаллический индикатор. В дальнейшем было предложено учитывать в каждом цикле время между импульсом запуска и моментом срабатывания блока запуска электродвигателя молочного насоса, время достижения им номинальной частоты вращения, время между импульсом останова и моментом отключения блока запуска электродвигателя и временем выбега молочного насоса до полного останова. Объем молока за один цикл можно определить из соотношения:

$$V = V_0 \cdot \left[(t_p - t_0 - 0,5t_1) \cdot (t_p + 0,5(t_2 - t_1)) - (t_p + t_B - t_0) \cdot (t_p + t_n) \right]$$

где V - объем молока, выводимый за один цикл;

L - время работы молочного насоса;

t_n - время паузы в работе молочного насоса;

t_B - время срабатывания блока запуска;

t_0 - время отключения блока запуска;

t_1 - время достижения молочным насосом номинального числа оборотов;

t_2 - время остановки молочного насоса;

V_0 - вместимость мерной камеры.

Алгоритм, положенный в основу многофункционального блока-счетчика «Фематроник-С», с незначительными корректировками был использован при создании установки для приема и внутривладельческого учета молока в прифермских молочных, центральных молокоприемных пунктах, приемных отделениях линии молокозаводов и участков по переработке молока. В целях повышения точности измерения был разработан специальный корректирующий алгоритм, учитывающий истечение молока через клапан-отсекатель в период от начала до полного закрытия. На предложенный программно-алгоритмический способ повышения точности измерения потока молока получен патент РФ [1].

Блок-схема алгоритма приведена на рис. 1. Экспериментальные исследования показали, что погрешность измерения количества молока составляет менее 1%. По сравнению с вариантами, предусматривающими использование традиционных устройств для измерения количества молока, предлагаемый способ не требует воздуходелительных камер, не зависит от температуры и электропроводности исходного молока, не требует введения в технологическую схему дополнительных элементов, требующих промывки.

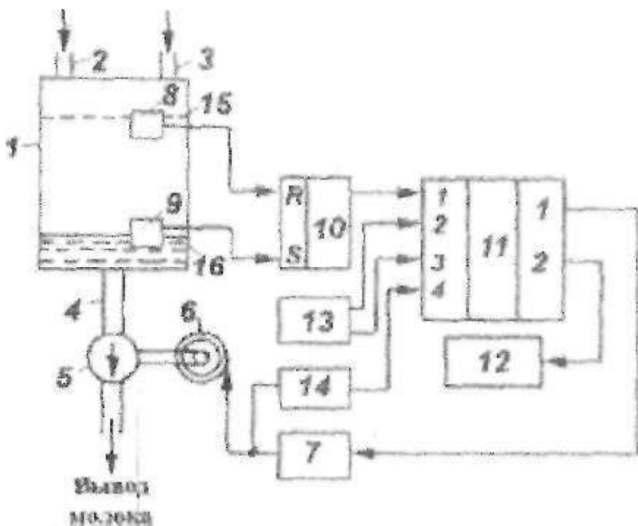


Рис. 1. Принципиальная схема усовершенствованного способа группового учета молока на доильных установках

По проведенным наблюдениям такие параметры импульсной модуляции, как ширина импульсов и пауз, по своей величине достаточно устойчивы для нормально работающей доильной установки. Ширина импульсов или, что то же самое - продолжительность работы молочного насоса однозначно определяется только производительностью последнего. В свою очередь производительность молочного насоса зависит от характеристик и технического состояния звеньев и коммуникации напорной линии, в частности от герметичности коммуникации на участке от молокоприемника до насоса, гидравлического сопротивления фильтров и пластинчатого охладителя, исправности обратного клапана. Влияние каждого из перечисленных факторов носит эксклюзивный характер и достаточно легко может быть идентифицировано.

Например, из практики известно, что внезапное падение производительности молочного насоса происходит, как правило, из-за попадания воздуха в систему. Уменьшение производительности насоса из-за увеличения гидравлического сопротивления фильтра и охладителя носит во времени достаточно плавный характер. Внезапного снижения производительности по этим принципам не происходит, т.е. продолжительности заполнения молокоприемника происходит, как правило, из-за организационных причин, связанных с простым шильной установки (8).

Как было указано выше, одним из наиболее перспективных направлений повышения точности получения исходной информации является использование первичных преобразователей в сочетании с корректирующими алгоритмами. Разработка последних, в свою очередь, требует глубокого изучения процесса, с целью анализа и разработки мероприятий по повышению эффективности использования станочных доильных установок в ГНУ ВИЭСХе был предложен программно-алгоритмический способ и устройство хронометража технологических операций [2].

На рис. 2 изображены устройство и временная диаграмма его работы.

Устройство для хронометража технологических операций на доильных установках (рис. 3) состоит из клапана управления с открытием-закрытием входной двери, пневмоцилиндра 2 для входной двери, датчика 3 вакуума, входной двери 4, доильного станка 5, клапана 6 управления открытием-закрытием входной двери, пневмоцилиндра 7 для выходной двери, датчика 8 вакуума, выходной двери 9, датчика 10 потока воды на трубопроводе, кнопки 11 подачи воды для обмыва вымени, распылителя 12 воды для обмыва вымени, доильных

стаканов 13, датчика 14 температуры, установленного в коллекторе 15 доильного аппарата, пульсатора 16 доильного аппарата, датчика 17 вакуума, клапана 18 окончания доения, клапана 19 включения доильного аппарата, вычислительного блока 20 и регистрирующего блока 20, выполненного в виде графического регистратора.

Благодаря такому устройству можно повысить информативность хронометража и его автоматизацию.

Из модели, описывающей импульсное моделирование случайного потока молока на доильных установках (1), видно, что точность воспроизведения динамики потока будет ограничиваться величиной V_0 . Иначе говоря, в интервале времени заполнения V_0 рассматриваемый способ не позволяет судить о характере изменения потока молока на входе. Особенно это важно при измерении потока молока непосредственно в процессе доения животного, так как именно по этому показателю осуществляют автоматическое управление процессом доения. Одним из путей повышения точности измерения потока молока, как следует из выражения, может быть уменьшение величины V_0 и принятие допущения о том, что в пределах времени заполнения этого объекта скорость поступления молока постоянна. По смыслу такой подход аналогичен известным в математике методам приближенного вычисления интегралов [8].

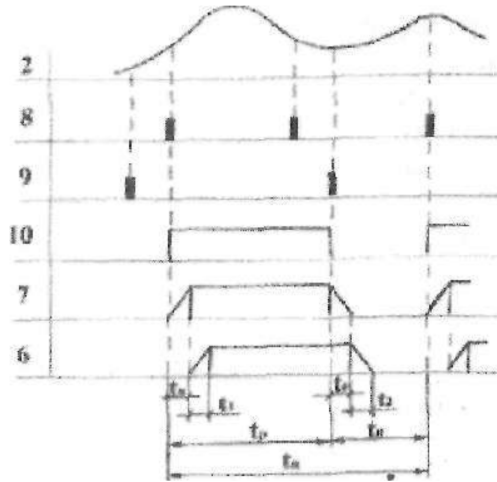


Рис. 2. Временная диаграмма работы устройства группового учета молока

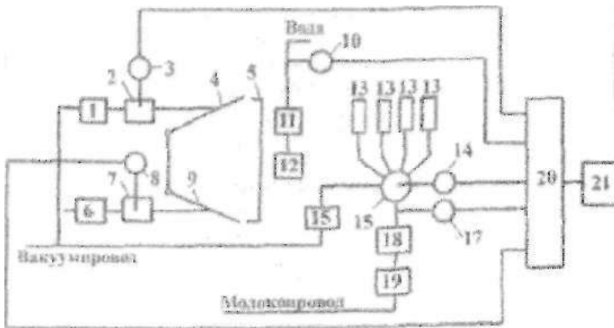


Рис. 3. Устройство для хронометража технологических операций на доильных установках

Зная объем расположенный между двумя датчиками (ровня достаточно лишь измерить время от включения нижерасположенного датчика до включения следующего, можно получить информацию об интенсивности молокоотдачи.

Основные трудности могут возникать в ходе

реализации данного процесса опорожнения. Математически решить задачу в случае истечения из-под переменного уровня при неизвестных потоках на входе и на выходе достаточно сложно. Поэтому принимается допущение, что при опорожнении поток на выходе изменяется незначительно, и в предварительных расчетах используем определенное значение $Q_{\text{вых}} = \text{const}$. Учитывая принятое допущение, под руководством Ю. А. Цоя инженером А. В. Алексеевым подготовлена блок-схема. На рис. 5 условно показаны интегральная кривая молокоотдачи, интенсивность молокоотдачи, определенная путем графического дифференцирования кривой (1), и ступенчатая кривая, вычисленная по предлагаемому алгоритму.

Используя рекомендации приложения «С» международного стандарта ISO 5707-2007 можно, провести расчетную проверку достоверности алгоритма работы устройства с построением исходной кривой надоя молока.

Ошибка 2,1%, полученная при расчете, говорит о том, что принятые предварительно допущения не оказали существенного влияния на результаты расчетов. Таким образом, предлагаемое устройство-потокомер - дает возможность вести учет надоев, контролировать процесс машинного доения. Кроме того, применение микропроцессоров позволит существенно повысить метрологические показатели прибора и даст возможность для создания АСУ технологическим процессом, отвечающей современным требованиям.

Например, немецкая фирма Moeller, выпускает управляющее микропроцессорное устройство «Easy Soft». Программирование данного устройства осуществляется самим пользователем. Устройство, предназначено для автоматизации процессов, алгоритмы управления которого

носят логический характер с возможностью установления временных задержек. К этому классу задач может быть отнесено управление такими процессами, как включение и выключение по заданной программе навозоуборочного оборудования, инкубаторные блоки птицефабрик, микроклимат и т.д.

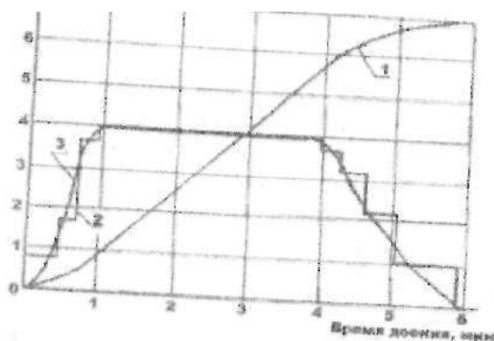


Рис. 5. Кривые надоя и потоков:
1 - кривая надоя; 2 - расчетный поток молока;
3 - реальный поток молока

Видный советский специалист по пневмоавтоматике Л. А. Залманзон еще 20 лет назад писал в своей монографии, первой в СССР по данной тематике: «Применение микропроцессоров при создании новых измерительных приборов и с целью усовершенствования обработки информации является одним из центральных вопросов, рассматриваемых в отечественной и зарубежной литературе по микропроцессорной технике» [4]. Если следовать реализации такого пути, то необходимо, в первую очередь, углубленное изучение и описание исследуемых процессов. В общем случае задачу можно сформулировать следующим образом. Изучается изменение какого-либо параметра во времени, т.е. параметр измеряется с помощью какого-то датчика. При

различных численных значениях погрешность между результатом измерения и истинным значением изучаемого параметра, определяемого каким-либо тестовым или образцовым методом, не остается постоянной и изменяется. Сущность направления заключается в том, что на первом этапе изучается зависимость изменения погрешности измеряемой величины от ее численного значения. На основе полученной зависимости разрабатывается корректирующий алгоритм и соответствующая блок измерения, программа, которые затем вводятся в обработки и передачи информации. Сигнал от первичного преобразователя потока предварительно подается в блок корректировки и только затем в откорректированном виде - в последующие блоки для дальнейшего использования [8].

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что при создании корректирующего алгоритма и соответствующей программы блоков измерения процесса доения в карусельных доильных установках, можно оптимизировать работу данных установок за счет сокращения времени дойки.

Список литературы

1. А. с. № 1277444. Способы учета молока на доильных установках / Цой Ю. А., Зеленцов А. И., Пешков А. И. и др. // БИЛ987.
2. А. с. № ! 1717023. Устройство для хронометража технологических операций на доильных установках / Цой Ю. А., Могильный А. Н., Кирсанов В. В. и др. // БИ , 1992, № 9.
3. Вентцель, Е. С. Теория вероятности. - М.: Наука, 1969. - 573 с.
4. Залманов, Л. А. Микропроцессоры и управление

потоками молока, жидкости и газа. / Л. А. Залманов. - М.: Наука, 1984. - 320 с.

5. Кемпбел, Дж. Р. Производство молока. / Дж. Р. Кемпбел, Р. Т. Маршал. - М.: Колос, 1980. - 670 с.

6. Тепел, А. Физика и химия молока. / А. Тепел. - М., 1979.

7. Цекулия, А. А. Конвейерная технология на молочной ферме. /А. А. Цекулия, А. Г. Бернис // Техника в сельском хозяйстве, 1981, № 3, с. 11-12.

8. Цой, Ю. А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю. А. Цой. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. - 424 с.

ALGORITHMIZATION OF ACCOUNTING PROCESSES OF MILK FLOW ON THE MILKING MACHINES

О. А. Tareeva, the teacher of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», the NGIEI

Annotation. The formation of correcting algorithm and program for accounting milk process in milking machines allows optimizing work of these machines by reducing time of milking.

The keywords. Milking machine, milk flow, block-scheme, algorithm, the method of milk accounting, curves of milk yield, flow rate.