

КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УЧЕТА МОЛОКА НА ФЕРМАХ

Б.П. Коршунов, кандидат технических наук

А.И. Учеваткин, доктор технических наук

Ф.Г. Марьяхин, А.Б. Коршунов, кандидаты технических наук

А.А. Орлов, научный сотрудник

***Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства, г. Москва****

Разработан комплект оборудования для индивидуального, группового, общего и коммерческого учета молока в вакуумных и напорных молокопроводах, что обеспечивает высокую точность и сохранение качества молока.

Индивидуальный, групповой, общий, коммерческий учет молока, электромагнитный, вакуумные и напорные молокопроводы.

Учет надоев от коровы и группы коров молока – одна из наиболее сложных и ответственных операций на ферме, важнейшее условие правильной организации производства. Информация об индивидуальном и групповом удоях коров необходима для ведения племенной и зоотехнической работы, определения рациона кормления коров, режима их содержания, организации и стимулирования труда доярок. Это в конечном итоге, оказывает непосредственное влияние на количество и качество получаемого молока на ферме, состояние и продуктивность. Специфические условия животноводческих ферм предъявляют особые требования к измерительным устройствам для учета молока [1,2,6].

По технологическим требованиям индивидуальный учет должен проводиться во время контрольных доек до трех раз в месяц, а учет от группы коров – каждую дойку. При этом измеряется количество надоев от каждой коровы за сутки и отбирается среднесуточная проба молока для исследования на содержание жира и белка.

Для индивидуального и группового учета молочной продукции используются молокомеры различных типов: поплавковые открытого и закрытого типа, устройства для зоотехнического учета молока УЗМ-1, малогабаритные счетчики молока «Милкоскоп» фирмы Foss Elektrik (Дания), «Тру-Тест-Милкметр» фирмы Tru-Test-Distributors Ltd (Новая Зеландия), МГБ, АДМ, УТБ (Фемакс, Россия) и др.

Основными недостатками счетчиков молока, используемых на молочных фермах при проведении контрольных доек и группового учета, являются их высокая стоимость, большие габариты, сложность промывки.

Такое положение потребовало совершенствования и создания нового класса измерительных устройств, свободных от указанных недостатков.

Контроль потоков молока на фермах молочного направления предусматривает следующие операции:

- учет молока при раздельном выдаивании четвертей вымени коровы;
- зоотехнический учет молока при доении от каждой коровы;
- учет потоков молока от групп коров;
- общий учет молока, поступающего с доильной установки;
- учет молока при выдаче с фермы (коммерческий учет).

Цель исследования – разработка комплекта оборудования для контроля потоков молока в вакуумных и напорных молокопроводах, который включает средства косвенного и прямого измерения.

Материалы и методика исследований. К средствам косвенного измерения количества молока, поступающего по вакуумным и напорным молокопроводам, относятся устройства, основанные на измерении косвенных величин, связанных с измеряемым количеством молока известной функциональной зависимостью. Используются, например, зависимости, определяемые делительным коэффициентом между отделяемым с помощью делительного устройства контрольным объемом молока, направляемым в измерительный стакан и измеряемым объемом, следующим по вакуумному молокопроводу. К такому типу устройств относятся устройства для учёта молока при раздельном выдаивании четвертей вымени коровы, для зоотехнического учёта молока и взятия средней пробы при доении. Эти устройства реализуют зависимость:

$$M_c = K \left[\int_0^{T_{pu}} \frac{Q_\partial}{K_1}(t) dt \right], \quad (1)$$

где M_c – количество молока, измеряемое устройством, м³; Q_∂ – объёмный расход молока, м³/с; K , K_1 – масштабный и делительный коэффициенты; T_{pu} – время рабочего цикла, с.

К средствам прямого измерения относятся устройства, основанные на методах измерения объема молока путём его непосредственного сравнения с объёмом мерного устройства прибора. В качестве эталона в этом случае принимаются измерительные ячейки, представляющие собой объёмы, жестко ограниченные со всех сторон измерительными поверхностями.

Для измерительных приборов прямого действия, оснащённых мерными устройствами, действует соотношение

$$M_c = \sum \left[\sum_1^n V_\partial; \int_0^{T_{pu}} Q_i(t) dt \right], \quad (2)$$

где Q_i – объёмный расход протечек от воздействия на молоко подвижных поверхностей мерного устройства и при изменении давления в молокоп-

роводе, м³/с; V_0 – объём измерительной ячейки, м³; n – количество мерных ячеек за цикл T_{pc} .

В систему управления на контрольный пункт выдаётся дистанционный электрический аналоговый или дискретный сигнал, пропорциональный прошедшему через измерительное сечение прибора количеству молока. К такому типу устройств относятся устройства для группового, общего и коммерческого учёта молока, поступающего с доильной установки и выдаваемого в молоковозы. Для этих целей разработаны и средства косвенного измерения, в том числе электромагнитного действия. Они используют функциональную связь между скоростью потока молока, протекающего через однородное магнитное поле и наводящейся при этом на установленных в потоке электродах электродвижущей силой.

В процессе эксплуатации после интегрирования по времени случайных значений электродвижущей силы, пропорциональной скорости потока, вырабатывается сигнал, пропорциональный объёму протекающего молока:

$$M_c = K \int_0^{T_{pc}} E(t) dt = Bl \int_0^{T_{pc}} v(t) dt, \quad (3)$$

где E – электродвижущая сила, В; B – электромагнитная индукция, Тл; l – расстояние между электродами, м; v – скорость потока молока, м/с; K – поправочный коэффициент.



Рис. 1. Устройство для зоотехнического контроля молока и взятия пробы при доении (УЗКМ-1)

Абсолютная и относительная погрешности устройств косвенного и прямого измерений определялись по формулам:

$$\delta_{абс} = M_c - M_{\delta}; \quad \delta = \frac{\delta_{абс}}{M_{\delta}} 100\% \quad (4)$$

где $\delta_{абс}$ – абсолютная погрешность, В; δ – относительная погрешность; M_{δ} – действительное количество прошедшего молока.

На принципе пропорционального деления потока молока в ВИЭСХ созданы и защищены патентами: устройство для зоотехнического контроля молока и взятия пробы при доении УЗКМ-1 (рис. 1.) и устройство для учета молока при раздельном выдаивании четвертей вымени коровы УРВ-1 (рис. 2.) [3, 4].

В качестве делительного устройства применен стабилизатор случайного потока молока. Он находится в верхней части устройства. Стабилизатор случайного потока выполнен в виде конуса, направленного вершиной к делимому потоку молока. Газожидкостная смесь под действием разности давлений, создаваемых вакуумным насосом, поступает на делительный конус и под действием силы поверхностного натяжения жидкая фаза газожидкостной смеси в виде тонкой движущейся пленки покрывает коническую и тороидальную поверхность измерителя. Воздух при этом отделяется и проходит по периферийным каналам. Таким образом, выделяется жидкостная составляющая газожидкостной смеси. Часть этой составляющей, по результатам проведенных исследований, была принята с делительным коэффициентом К 1:50, "вырезается" в виде пленки измерительной щелью с тонкими ребрами по краям и направляется в измерительный стакан, со шкалы которого снимаются показания.

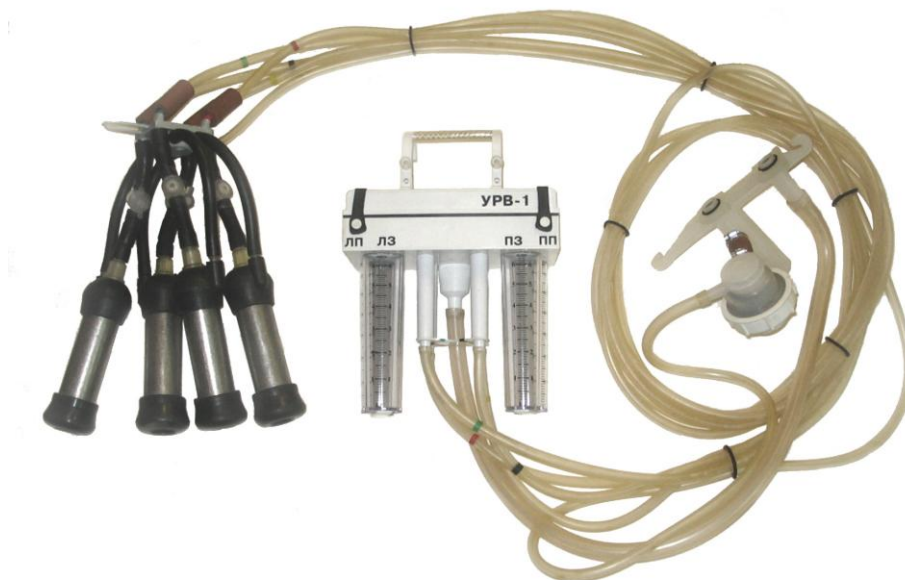


Рис. 2. Устройство для учета молока при раздельном выдаивании четвертей вымени коровы (УРВ-1)

Устройства УЗКМ-1 и УРВ-1 отвечают современным требованиям и успешно прошли длительные Государственные испытания на Подольской МИС. В настоящее время эти устройства с успехом эксплуатируются в хо-

зайствах всех форм собственности в различных регионах Российской Федерации.

Дальнейшее повышение эффективности систем контроля потоков молока на животноводческих фермах требует совершенствования средств измерения, входящих в состав технологических линий обработки молока.

Как показали проведенные исследования, электромагнитные средства измерения наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявляемым к устройствам для контроля потоков молока. Они обладают достаточно высокой точностью измерения, не имеют движущихся частей, позволяют обеспечить дистанционный учет молока, изолировано от окружающей среды при минимальном контакте с внутренней поверхностью молокопроводных систем, сохраняя высокое качество молока. При этом повышается быстродействие, улучшаются массогабаритные показатели и промываемость технологических систем методами циркуляционной промывки.

Результаты исследований. В ВИЭСХ разработано устройство для дифференцированного учёта потока молока УКМ-Бк (рис. 3).



Рис. 3. Устройство для дифференциального учета потока молока (УКМ-Бк)

Устройство работает по принципу измерения скорости потока молока через измерительный блок электромагнитного действия с дистанционной выдачей сигнала, пропорционального объёму молока, прошедшего через прибор.

Проведенные хозяйственные испытания показали целесообразность использования данных устройств для общего учета молока и выдачи с фермы (коммерческий учет).

Однако, до настоящего времени электромагнитные средства измерения еще не нашли должного применения в технологических линиях обработки молока на фермах из-за дополнительных технологических требований, затрудняющих их использование при работе в случайных потоках молока, в вакуумных молокопроводах и потоках с малым расходом.

Все перечисленные дополнительные требования особенно актуальны для группового учета молока. Ограничением применения существующих электромагнитных средств измерения является необходимость оснащать их резервуарами большой вместимости при работе в молокопроводах со случайными режимами поступления молока, в т.ч. в вакуумных молокопроводах, где молоко находится в виде молоковоздушной смеси и не обеспечивается гарантированное заполнение сечения трубы преобразователя расхода, без чего невозможна нормальная работа устройства.

В связи с этим возникла необходимость проведения исследований по разработке комплексной системы учета молока на фермах, обеспечивающей дистанционный контроль потоков молока от группы коров, после доильной установки и при выдаче с фермы (коммерческий учет).

В ВИЭСХ совместно с ЗАО НПО "Тепловизор" разработано электромагнитное устройство, обеспечивающее учет случайных потоков молока, в т.ч. и в вакуумных молокопроводах [5].

Устройство для контроля потоков молока в молокопроводах животноводческих ферм работает следующим образом (рис. 4).

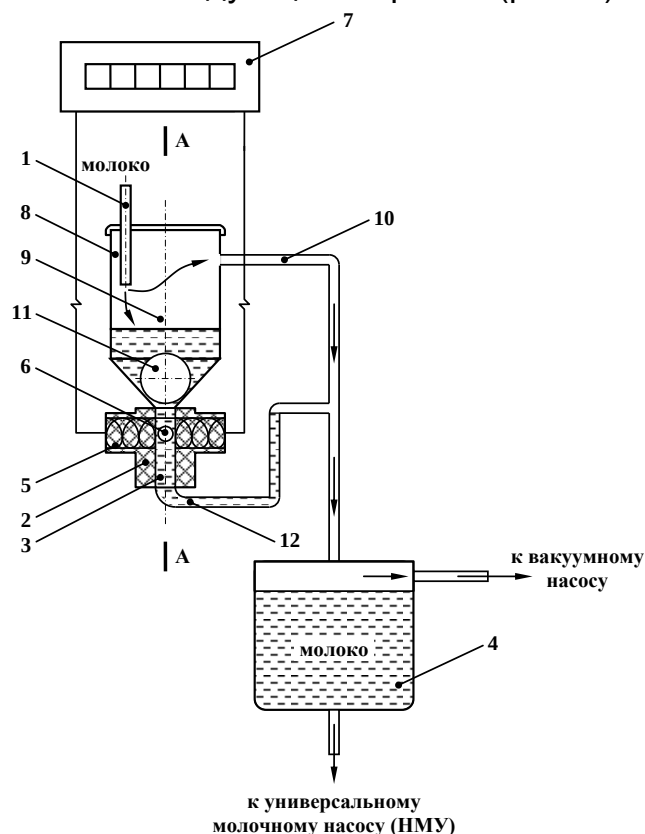


Рис. 4. Общая схема электромагнитного устройства для контроля потоков молока в молокопроводах животноводческих ферм:

1 – приемный патрубок; 2 – электромагнитный преобразователь расхода; 3 - труба из немагнитного материала; 4 – вакуумированный молокосборник доильной установки; 5 – электромагнит с полюсами; 6 – электроды; 7 – вычислительное устройство; 8 – преобразователь потока; 9 – приемная камера; 10 – вакуумный патрубок; 11 – поплавковый клапан; 12 – молокопровод

По вакуумным молокопроводам молоковоздушная смесь с доильных аппаратов от группы коров поступает в приемный патрубок 1, а затем в приемную камеру 9 преобразователя потока 8 и, отделяясь от воздуха, накапливается в ней. Поплавок поплавкового клапана 11 всплывает и отверстие, образуемое торцом трубы 3 преобразователя расхода 2, открывается. Воздух, поступающий с молоковоздушной смесью, отделяется и следует по вакуумному патрубку 10 в молокосборник 4 к вакуумному насосу доильной установки (на схеме не показан). Поток молока, являющегося электропроводной жидкостью, заполняет трубу 3, выполненную из немагнитного материала и следует между полюсами 5 электромагнита преобразователя расхода 2.

В результате взаимодействия потока молока с магнитным полем, на электродах 6 преобразователя расхода 2 образуется разность потенциалов, пропорциональная объемному расходу молока. В вычислительном устройстве 7 производится интегрирование этого сигнала по времени и вырабатывается сигнал, пропорциональный количеству прошедшего через измерительное сечение устройства объему молока. Если поток расхода превышает поток подачи и приемная камера 9 опорожняется, поплавок поплавкового клапана 11 опускается и закрывает отверстие, образуемое торцом трубы 3 преобразователя расхода 2 и поток молока через этот трубопровод прекращается.

На рис. 5 представлена функциональная схема системы контроля потоков молока, определяющая режимы работы оборудования и перечень контролируемых и регулируемых параметров.

Под действием вакуума молоковоздушная смесь по молокопроводам с доильных аппаратов от группы коров поступает в групповой преобразователь потока (ПП) 1 и, отделяясь от воздуха, накапливается в нем. Затем по мере накопления молоко поступает в групповой электромагнитный преобразователь расхода (ЭПР) 2. Далее молоко со всех групп коров поступает в релизер 3, и далее проходит через ЭПР доильной установки 5 под напором, создаваемым универсальным молочным насосом НМУ-6 4. Все молоко скапливается в молочном танке 6, где при необходимости сдачи молока, может быть перекачено молочным насосом 7 через ЭПР выдачи с фермы 8 в транспортируемую емкость (молоковоз).

В результате взаимодействия потока молока с магнитным полем катушек, питающихся с блока питания электромагнитов 9, на электродах ЭПР образуется разность потенциалов пропорциональная объемному расходу молока, которая снимается в измерителе разности потенциалов 10 электродных датчиков. В вычислительном блоке 11 производится обработка сигнала и перевод его в суммарный расход молока, который сохраняется в энергонезависимой памяти блока, а также может быть отображен на жидкокристаллическом дисплее, распечатан с помощью принтера или передан через модем на удаленный сервер или персональный компьютер.

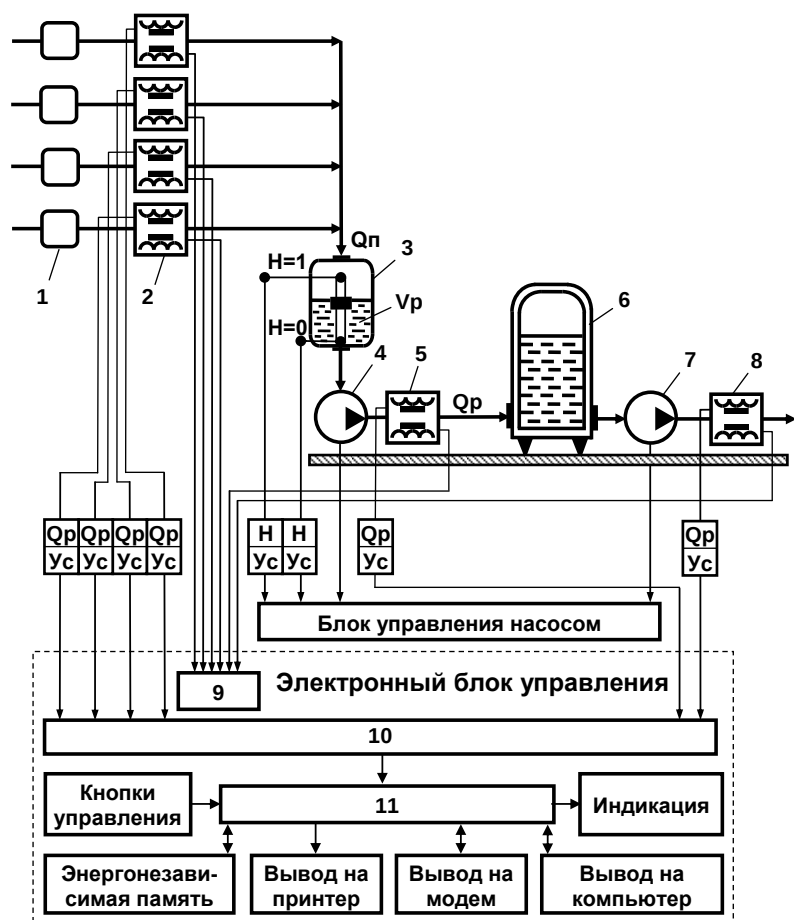


Рис. 5. Функциональная схема электромагнитной системы контроля потоков молока для фермы на 200 голов:

1 – групповой ПП; 2 – групповой ЭПР; 3 – релизер; 4 – молочный насос НМУ-6; 5 – ЭПР доильной установки; 6 – молочный танк; 7 – молочный насос; 8 – ЭПР выдачи с фермы; 9 – блок питания электромагнитов; 10 – измеритель разности потенциалов; 11 – вычислительный блок; V_p – рабочий объем релизера; H – уровень молока в релизере; Q_p – поток подачи молока; Q_p – поток расхода; $Ус$ – усилительное звено

На рис.6 изображена электромагнитная система контроля потоков молока, которая успешно прошла испытания в ЗАО "Агроферма Борец".

Технические характеристики разработанной электромагнитной системы контроля потоков молока представлены ниже.

Технические характеристики

Принцип действия	Электромагнитный
Контроль показаний	Дистанционный
Основная относительная погрешность, %	Не более 0,8
Диапазон расхода, м ³ /ч	0,1–10
Потребляемая мощность, кВт	До 0,82
Количество подключаемых первичных электромагнитных преобразователей потока	1–6

Преимуществами разработанного электромагнитного устройства для дистанционного контроля потоков молока на фермах являются:

- высокая надежность при эксплуатации;
- отсутствие изнашиваемых элементов;
- высокая точность измерения;
- простота обслуживания и ухода;
- сохранение результатов измерения в энергонезависимой памяти до 90 сут.;
- возможность передачи результатов по локальной сети, интернету или вывода на печатное устройство;
- минимальная площадь контакта измерительных поверхностей с продуктом измерения;
- высокое быстродействие функционирования;
- улучшенные массогабаритные показатели.

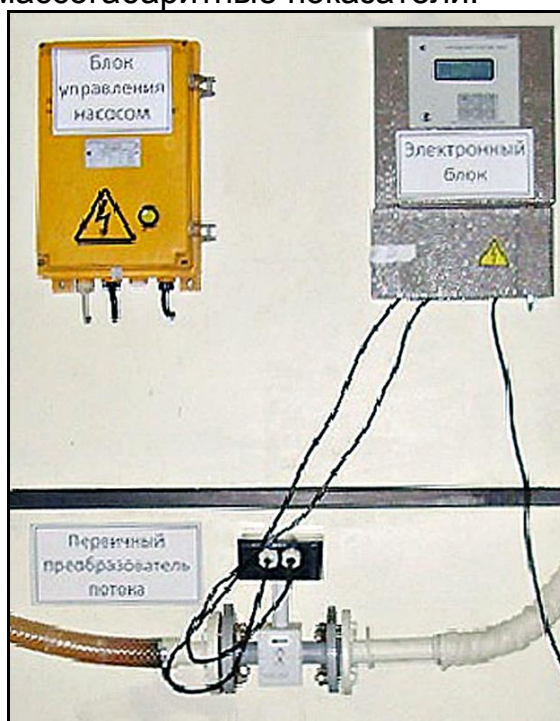


Рис. 6. Электромагнитное устройство для дистанционного контроля потоков молока на фермах

Выводы

Разработанный комплект оборудования обеспечивает комплексный учет молока на фермах: индивидуальный, с погрешностью $\pm 4\%$; групповой, с погрешностью $\pm 0,81\%$; с доильной установки, с погрешностью $\pm 0,73\%$ и при выдаче с фермы (коммерческий учет), с погрешностью $\pm 0,6\%$. При этом обеспечивается необходимая степень изолированности молока от окружающей среды и наименьшая площадь контакта с внутренней поверхностью оборудования для контроля потоков молока, что является одним из важнейших критериев при оценке доильного оборудования.

Список литературы

1. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справ. Кн. 1. / П.П. Кремлевский. – [5-е изд., перераб. и доп.]. – Спб.: Политехника, 2002. – 409 с.
2. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справ. Кн. 2 / П.П. Кремлевский; под общ. ред. Е.А. Шорникова. – [5-е изд., перераб. и доп.]. – Спб.: Политехника, 2004. – 412 с.
3. Пат. № 2216165 Российская Федерация. Устройство для индивидуального учета молока и взятия средней пробы / Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов А.Б., Орлов А.А.; заявл. 23.04.2002; опуб. 20.11.2003, Бюл.№ 32.
4. Пат. № 2247493 Российская Федерация. Устройство для учета молока при раздельном выдаивании четвертей вымени коровы / Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов Б.П., Орлов А.А., Юшкова Л.Г.; заявл. 03.09.2003; опуб. 10.03.2005, Бюл. № 7.
5. Пат. № 2444182 Российская Федерация Устройство для учета молока в молокопроводах животноводческих ферм / Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов Б.П., Коршунов А.Б. Коптев В.С., Власов А.В.; заявл. 10.06.2010; опуб. 10.03.2012, Бюл. № 7.
6. Цой Ю.А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю.А. Цой. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.

Розроблено комплект обладнання для індивідуального, групового, загального та комерційного обліку молока у вакуумних і напірних молокопроводах, що забезпечує високу точність і збереження якості молока.

Індивідуальний, груповий, загальний, комерційний, облік молока, електромагнітний, вакуумні і напірні молокопроводи.

A set of equipment for the individual, group, general and commercial accounting of milk in vacuum and pressure milk line was developed. The device ensures the high accuracy and preservation of the quality of milk.

Individual, general, shared, commercial, accounting milk, electromagnetic, vacuum and pressure milk line.