

УДК 637.116:621.65

А. И. ПУНЬКО

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТА ПРОМЫВКИ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ АП-100

Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси

В настоящее время чрезвычайно актуальной как для Республики Беларусь, так и для Российской Федерации является проблема переоснащения молочно-товарных ферм и комплексов современным доильным оборудованием. Износ доильных установок советского производства составляет в среднем 60%. Эксплуатация морально устаревшего оборудования приводит к тому, что техногенная составляющая в общих потерях молочной продукции достигает 40–50%, или же 300–350 кг молока за лактацию.

Один из ключевых элементов доильной установки, влияющий на качество производимого молока, – система промывки, обеспечивающая эффективную очистку доильных аппаратов и молокопроводных путей от загрязнений. Обзор литературных данных и анализ эффективности работы современных зарубежных систем показал, что основной тенденцией является переход от электромеханических программаторов к микропроцессорным системам. Это позволяет существенно повысить надежность и расширить функциональные возможности автоматов промывки – изменять параметры, осуществлять индикацию текущих этапов программы, одновременно сигнализировать о сбоях и неисправностях.

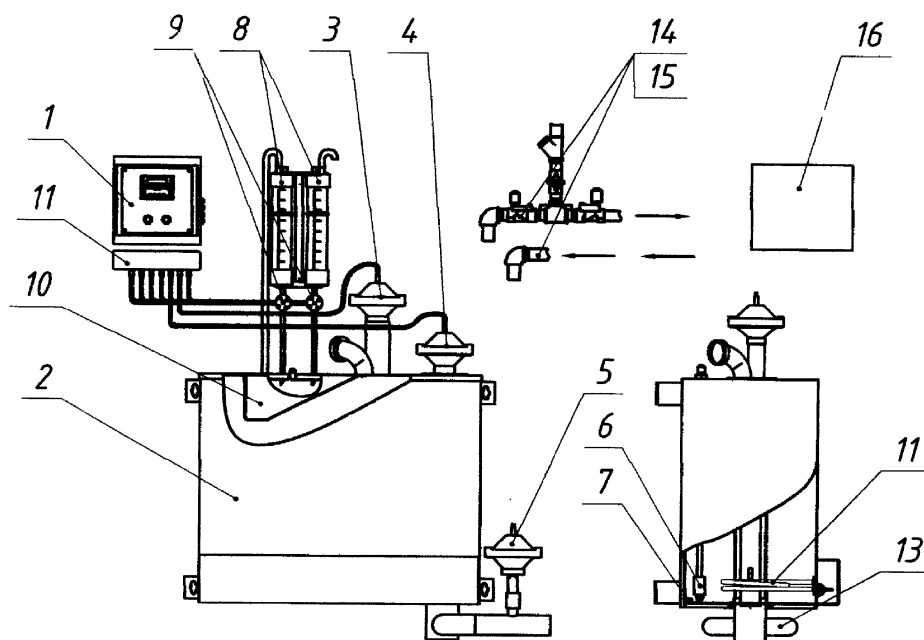


Рис. 1. Конструкция автомата промывки АП-100: 1 – пульт управления; 2 – ванна промывки; 3 – клапан циркуляционный; 4 – клапан промывки; 5 – клапан впуска воздуха (аэрирования); 6 – датчик уровня воды; 7 – датчики температуры моющих растворов; 8 – емкости дозаторов моющих (дезинфицирующих) средств; 9 – дозаторы; 10 – лоток; 11 – вакуумный распределитель; 12 – термоэлементы (ТЭНы); 13 – коллектор; 14, 15 – электромагнитные клапаны холодной и горячей воды; 16 – стационарный электроводонагреватель

В ИМСХ НАН Беларуси на основании проведенных исследований разработан современный автомат промывки доильного оборудования (рис. 1). Он предназначен для работы как в составе доильных установок с доением коров в стойлах в молокопроводе, так и для доильных залов типа «Елочка», «Тандем», «Параллель».

Автоматом промывки предусмотрено выполнение 5 программ: преддоильное полоскание молочных коммуникаций; последоильная промывка с жидким кислотным (щелочным) моющим средством; последоильная промывка с дезинфекцией; последоильная промывка с порошкообразным моющим средством.

Материалы и методы исследований. Один из ключевых параметров работы автомата промывки – расход воды и, соответственно, моющих средств. Для оптимизации этого фактора на основе моделирования системы промывки на базе экспериментального стенда проводилась практическая часть исследований.

Результаты и их обсуждение. При ополаскивании или циркуляционной промывке за продолжительность операции примем суммарную продолжительность прохождения через любое сечение молокопроводящей коммуникации жидкости. Такой подход особенно важен для коммуникации с большой длиной, когда время ее заполнения или опорожнения моющим раствором или водой соизмеримо с общей продолжительностью операции. Продолжительность операции для любого 1 сечения будет состоять, как следует из графика (рис. 2), из трех составляющих: t_{3i} – суммарная продолжительность прохождения жидкости через 1 сечение при заполнении коммуникации; t_{ci} – суммарная продолжительность прохождения жидкости через i -сечение при сливе жидкости из коммуникации; $t_{п}$ – суммарная продолжительность прохождения жидкости при полностью заполненной трубе.

Очевидно, что суммарная продолжительность прохождения жидкости в 1 сечении за всю операцию будет равна

$$t_{ion} = t_{3i} + t_{ci} + t_{п}.$$

На графике по оси абсцисс отложено время, т. е. продолжительность, а по оси ординат – длина коммуникации от 0 до l_k . Очевидно, что время заполнения или опорожнения коммуникаций может быть определено исходя из средней скорости потока моющей жидкости вдоль коммуникации и длины последней, т. е.:

$$t_{ion} = \frac{l_k}{V_3} + \frac{l_k}{V_c} + t_{п},$$

где V_3 и V_c – среднее значение потока при заполнении и опорожнении соответственно.

Известно, что в общем случае численные значения V_3 и V_c зависят от многих факторов, в частности, от объемного газосодержания и структуры газожидкостной смеси, величины вакуума в системе, угла наклона молокопровода, температуры, сечения трубы и т. д. По этой причине численные значения $\frac{l_k}{V_3}$ и $\frac{l_k}{V_c}$ могут существенно меняться.

Обеспечить заданную общую продолжительность операции t_{ion} , можно путем управления величиной $t_{п}$. Отсюда следует, что для адекватной адаптации автомата промывки к какому-либо объекту целесообразно иметь возможность корректировки времени экспозиции выполнения операции.

Если принять $V_3 = V_c$ м/с, то для доильных установок с молокопроводами с большой протяженностью суммарная продолжительность заполнения или опорожнения составит 1,5 мин. Тогда если принять во внимание операцию ополаскивания $t_{п} = 3$ мин., общая продолжительность составит $t_{on} = 4,5$ мин. Для определения расхода холодной и горячей воды примяты следующие исходные данные: общая длина молокопровода $L = 280$ м; объем молокопровода $V_M = 560$ л; $V_{cp} = 1,5$ м/с; коэффициент объемного газосодержания $\beta = 0,6$, тогда общий расход воды определим из

$$Q_B = Q_M(1 - \beta) + t_{п} 60 V_{cp}(1 - \beta),$$

где $Q_B = 560(1 - 0,6) + t_{п} \times 60 \times 1,5(1 - \beta) = 224 + 0,6 t_{п} 60 = (224 + 36 t_{п})$, при $t_{п} = 3$ мин. $Q_B = 224 + 108 = 332$ л.

Количество горячей и холодной воды, необходимой для ополаскивания, исходя из того, что на ферме имеется горячая вода с температурой $t_g = 65^\circ\text{C}$ и холодная с температурой $t_x = 10^\circ\text{C}$. Температуру теплой воды принимаем равной $t_T = 35^\circ\text{C}$. Тогда, принимая во внимание, что $Q_B = Q_G + Q_X = 332$ л, из уравнения теплового баланса найдем $Q_G = 150$ л; $Q_X = 182$ л.

Для циркуляционной промывки потребность в горячей воде составит

$$Q_G = Q_M (1 - \beta) = 560 (1 - 0,6) = 224 \text{ л.}$$

Выполненные расчеты хорошо соотносятся с результатами экспериментальной проверки.

Опыты, поставленные на экспериментальном стенде промывки, позволили определить: значение коэффициента объемного газосодержания, при котором достигается скорость моющей смеси $V_{CM} \geq 1,5$ м/с, $\beta = 0,6-0,7$; оптимальный расход воды при соблюдении качества технологического процесса.

Эксперименты показали, что количество воздуха, выпускаемого в молокопровод через калиброванные отверстия в коллекторе при промывке, недостаточно для устойчивого получения $V_{CM} \geq 1,5$ м/с. Необходимо дополнительное инжектирование воздуха в 1,2–1,3 раза.

Результаты испытаний автомата промывки в производственных условиях в составе системы промывки доильной установки УДА-16Е показали [2], что разработанное оборудование выполняет все необходимые этапы промывки и дезинфекции молочного оборудования в автоматическом режиме и обеспечивает требуемое качество санитарной обработки доильного оборудования.

Выводы

1. Мировой опыт эксплуатации доильного оборудования показывает, что одной из ключевых составляющих, обеспечивающих получение качественного молочного сырья при минимальных затратах ручного труда, является использование различных средств механизации, в том числе применение автоматических систем промывки доильного оборудования.

2. Система управления автомата промывки должна базироваться на микропроцессорной основе, что позволяет существенно повысить надежность работы и расширить функциональные возможности оборудования – менять программу (циклограмму) работы в зависимости от вида применяемых моющих и дезинфицирующих средств и условий эксплуатации, осуществлять индикацию текущих этапов программы, сигнализировать о неисправностях и сбоях.

3. Анализ результатов проведенных исследований показал, что применение предложенной конструктивной схемы и технологических алгоритмов работы позволило разработать производительный и экономичный автомат промывки, который обеспечивает эффективную мойку доильного оборудования. Реализация и внедрение новой разработки на МТФ республики позволит повысить качество получаемой продукции и значительно снизить затраты ручного труда.

Литература

1. Цой Ю. А., Мишуров И. П., Кирсанов В. В., Зеленцов А. И. Тенденции развития доильного оборудования за рубежом. М., 2000. С. 46–49.
2. Протокол № 109–2004 государственных приемочных испытаний опытного образца адаптированного автомата промывки доильного оборудования с электронагревателем. ГУ БелМИС, 2004 г.

A. I. PUNKO

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF THE AUTOMATIC WASHING DEVICE OF MILKING MACHIN AP-100

Summary

On the basis of the has been worked out researches the design of the modern adapted automatic device of washing milking equipment for application on existing farms and complexes. Its application will allow to improve essentially a sanitary condition of the milking equipment and to increase the quality of produces milk. It is shown, that the control system of the automatic device of washing of the dairy equipment should be based on the application of microprocessors that allows to increase essentially reliability of work and to expand the functionalities of the equipment.

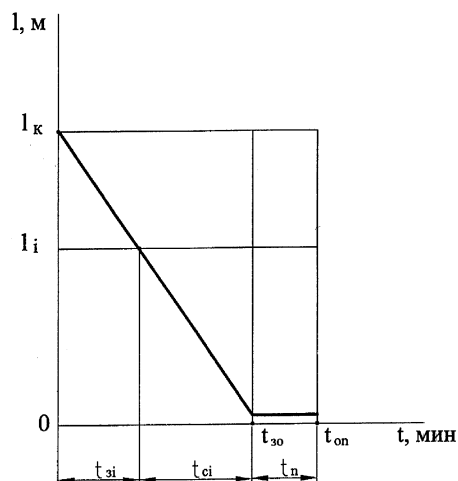


Рис. 2. Определение продолжительности операции промывки