

OKREŚLENIE GŁÓWNYCH PARAMETRÓW AUTOMATYCZNEJ MYJNI URZĄDZEŃ UDOJOWYCH

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТА ПРОМЫВКИ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

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 %. При этом зачастую низким является и качество получаемой молочной продукции. Одна из ключевых составляющих доильной установки, влияющей на качество молока – система промывки, обеспечивающая полноценную промывку доильных аппаратов, молокопроводных путей и оборудования для первичной обработки молока.

В настоящее время учеными ГНУ "ВИЭСХ" и УП "БелНИИМСХ" в рамках союзной программы "Молоко" проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с целью создания современного автомата промывки доильного оборудования с использованием элементов автоматики и электроники.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТА ПРОМЫВКИ

На основании проведенных исследований, обзора данных и анализа эффективности работы зарубежных и отечественных аналогов систем автоматической промывки современных доильных установок была разработана конструкция автомата промывки, технологическая схема которого представлена на рис. 1.

В промывочном баке I расположены: чаша моющих растворов (порошка) (поз. 1); датчики уровней (поз. 2); нагреватели (поз. 3); датчики температуры (поз. 4); клапан промывки (поз. 5) с клапаном выпуска воздуха (поз. 6); клапан возвратной воды (поз. 7).

Узел подачи воды II включает в себя клапан подачи холодной воды (поз. 8) Х.В. в бак промывки; клапан подачи горячей воды Г.В. (поз.9) и электронагреватель с контролем температуры, (поз. 10), в который на вход клапан Г.В. подает холодную воду, а на выходе получается горячая вода, которая поступает в бак промывки.

Узел подачи промывочной жидкости II состоит из двух дозирующих емкостей - для кислотных (поз. 11) и щелочных (поз. 12) растворов, в которые вакуумными клапанами (поз. 13) подаются соответствующие растворы. Управляющие клапаны (поз. 14, поз. 15) обеспечивают слив требуемого количества жидкости в чашу моющих растворов.

- преддоильное прополаскивание молокопроводных путей;
- промывка;
- прополаскивание молокопроводных путей;
- циркуляционная промывка;
- прополаскивание после промывки и сброс воды в канализацию;
- промывки после доения;
- включение молочного насосов в конце программы промывки для удаления остатков воды из молокоприемника;
- выключение вакуумных насосов.

Алгоритм работы автомата промывки должен включать следующие этапы:

При ополаскивании или циркуляционной промывке за продолжительность операции прием суммарную продолжительность прохождения через любое сечение молокопроводящей коммуникации жидкости. Такой подход особенно важен для коммуникации с большой длиной, когда время заполнения или опорожнения коммуникаций 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 I сечение при заполнении коммуникации;
- t_{ci} - суммарная продолжительность прохождения жидкости через i-сечение при сливе жидкости из коммуникаций;

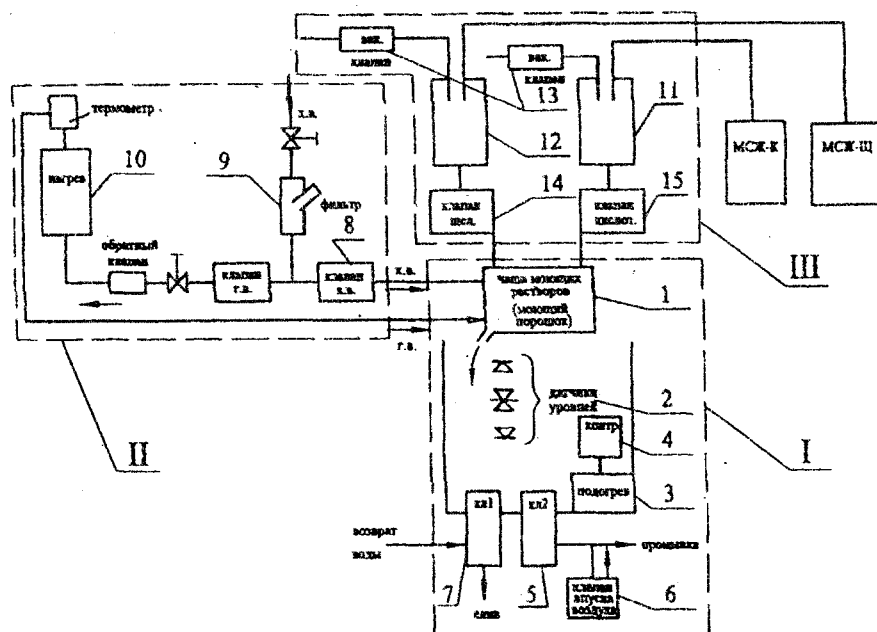


Рисунок 1. Технологическая схема автомата промывки

- t_n - суммарная продолжительность прохождения жидкости при полностью заполненной трубе.

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

$$t_{ion} = t_{3i} + t_{ci} + t_n$$

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.:

$$t_{ion} = \frac{l_k}{V} + \frac{l_k}{V_c} + t_n$$

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

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 $\frac{l_k}{V}$ и $\frac{l_k}{V_c}$

могут существенно меняться.

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

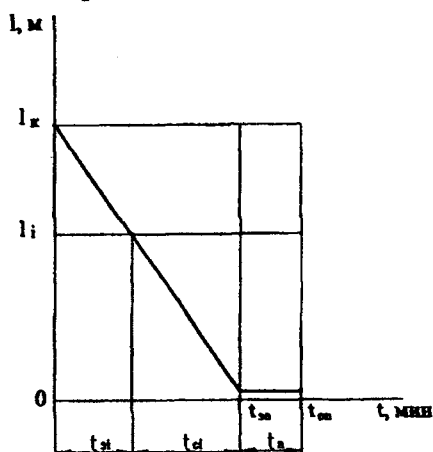


Рисунок 2. Определение продолжительности операции промывки

Если принять $V_3 = V_c$ м/с, то для молокопроводов типа УДМ-200 суммарная продолжительность заполнения или опорожнения составит 1,5 мин. Тогда если принять во внимание операцию ополаскивания $t_n = 3$ мин., то общая продолжительность составит $t_{\text{оп}} = 4,5$ мин. Для определения расхода холодной и горячей воды примем 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:

$$Q_a = Q_m (1 - \beta) + t_n 60 V_{cp} (1 - \beta)$$

$Q_a = 560 (1 - 0,6) + t_n \times 60 \times 1,5 (1 - \beta) = 224 + 0,6 t_n 60 = (224 + 36 t_n)$,
при $t_n = 3$ мин. $Q_a = 224 + 108 = 332$ л.

Определим количество горячей и холодной воды, потребной для ополаскивания, исходя из того, что на ферме имеется горячая вода с температурой $t_r = 65^\circ\text{C}$ и холодная с температурой $t_x = 10^\circ\text{C}$. Температуру теплой воды принимаем равной $t_r = 35^\circ\text{C}$. Тогда, принимая во внимание, что $Q_b = Q_r + Q_x = 332$ л, из уравнения теплового баланса найдем $Q_r = 150$ л; $Q_x = 182$ л.

Для циркуляционной промывки потребность в горячей воде составит:

$$Q_r = Q_m (1 - \beta) = 560 (1 - 0,6) = 224 \text{ л}$$

Выполненные расчеты носят ориентировочный характер и требуют экспериментальной проверки. В частности, при определении коэффициента объемного газосодержания учитывался лишь воздух, который поступает в систему через калиброванное отверстие в коллекторе. Между тем большинство фирм предусматривает дополнительное инжектирование воздуха в систему, что позволяет снизить расход воды и энергии и интенсифицировать процесс промывки за счет увеличения скорости движения газожидкостной смеси и усиления механического воздействия на внутреннюю поверхность молочных коммуникаций. С целью уточнения расчетных данных, экспериментальной проверки отдельных решений был изготовлен и смонтирован специальный стенд (рис. 3).

Эксперименты, поставленные на экспериментальном стенде промывки позволили определить:

- значение коэффициента объемного газосодержания, при котором достигается скорость моеющей смеси $V_{cm} = 1,5$ с, $\beta = 0,6 \dots 0,7$;

- оптимальное сечение отверстия для впуска воздуха при пропуске через молокопровод эластичного очистителя (пыжа);
- параметры устройства для промывки верхней части молокоприемной стеклянной колбы.

Эксперименты показали, что количество воздуха, впускаемого в молокопровод через калиброванные отверстия в коллекторе при промывке, недостаточно для устойчивого получения $V_{см} = 1,5$ м. Необходимо дополнительное инжектирование воздуха в 1,2-1,3 раза.

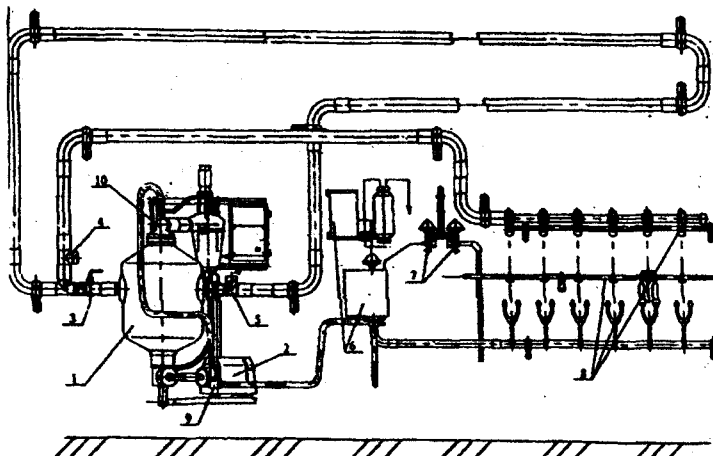


Рисунок 3. Экспериментальный стенд промывки 1 – молокоприемник; 2 – молочный насос; 3 – переключатель; 4 – тройник с сеткой для запуска пыжа; 5 – тройник с сеткой для приема пыжа (пыжеуловитель); 6 – автомат промывки; 7 – блок вентилей для управления холодной и горячей водой; 8 – стенд промывки доильных аппаратов; 9 – тройник-распределитель; 10 – разбрызгиватель

При использовании эластичного очистителя («пыжа») для удаления остатков молока или воды после ополаскивания необходимо, чтобы его скорость была с одной стороны минимальна, так как при этом жидкость удаляется более полно, с другой стороны, при этом возникает опасность того, что «пыж» может застрять на поворотах. Для практической реализации было принято $d_{др} = 15$ мм.

Одним из труднопромываемых участков молочной линии является верхняя часть молокоприемной колбы. В существующем серийном молокоприемном узле промывка верхней части колбы осуществляется путем подачи туда моющего раствора из промывочной трубы и последующего разбрызгивания. Подача жидкости осуществляется за счет разности вакуумметрического давления в промывочной трубе и молокоприемной колбе. Однако интенсивность обмыва в этом случае, как показал опыт, недостаточна. В этой связи было предложено интенсифицировать обмыв за счет направления в верхнюю зону молокоприемника части потока моющей жидкости из молочного насоса путем установки в напорном шланге молочного насоса тройника-распределителя (рис. 4).

При включении молочного насоса поток направляли в мерный сосуд. При отсутствии отбора жидкости на выходе из насоса продолжительность заполнения мерного сосуда составила 44 с. При отборе жидкости после насоса продолжительность заполнения мерного сосуда увеличивалось. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Диаметр, мм	Время истекания, сек	Примечания
4,5	82	Обмыв хороший
3,5	70	Обмыв хороший
3	53	Обмыв хороший
2,5	53	Обмыв недостаточный

Из таблицы 1 видно, что минимальный диаметр дросселя, при котором достигается удовлетворительный обмыв, равен 3 мм, который и был принят при изготовлении тройников-распределителей.

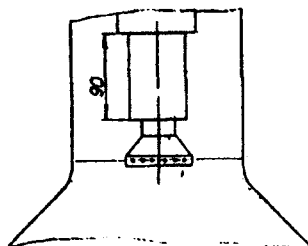


Рисунок 4. Тройник – распределитель потока

В автомате промывки предусмотрено выполнение 2-х программ:

1. Преддоильное ополаскивание (режим «А») системы молочных коммуникаций;
2. Последоильная промывка (Режим «Б»).

Программы «А», «Б», а также все фазы промывки отражены в циклограмме работы (рис. 5).

Результаты испытаний автомата промывки в производственных условиях показали, что разработанная структура циклограммы работы автомата промывки позволяет обеспечить выполнение всех необходимых этапов мойки и дезинфекции молочного оборудования в автоматическом режиме и обеспечить требуемое качество промывки доильного оборудования.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Анализ работы доильного оборудования показал, что одной из ключевых составляющих доильных установок, влияющих на качество молока является система промывки, обеспечивающая эффективную мойку доильных аппаратов, молокопроводных путей и оборудования для первичной обработки молока.
2. Система автоматической промывки доильных установок должна включать следующие основные компоненты: устройство промывки доильных аппаратов, автомат промывки, электронный блок управления, пневмо- (электро) вентили холодной и горячей воды, дозирующее устройство для концентратов промывочных и дезинфицирующих жидкостей.
3. Применение электронных компонентов в составе блока управления взамен электромеханических позволяет применять различные схемы работы автоматической промывки и обеспечить постоянный контроль за процессом мойки.

ЛИТЕРАТУРА

Perednja V., Romaniuk W., Kolonchuk V. 2002. Szybka kontrola gotowości funkcjonalnej urządzeń udojowych. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa nt.: „Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i przepisów UE”, IBMER, Warszawa, część II, 24-25 września 2002, s.305-314

DEFINING THE MAIN PARAMETERS OF A WASHING STAND FOR MILKING EQUIPMENT

Vladimir Dashkov, Vladimir Perednja, Andrey Punko, Yuriy Coj, Wacław Romaniuk

Summary

The paper analyses the pipeline washing accuracy depending on the washing stand's parameters and the washing agent used.

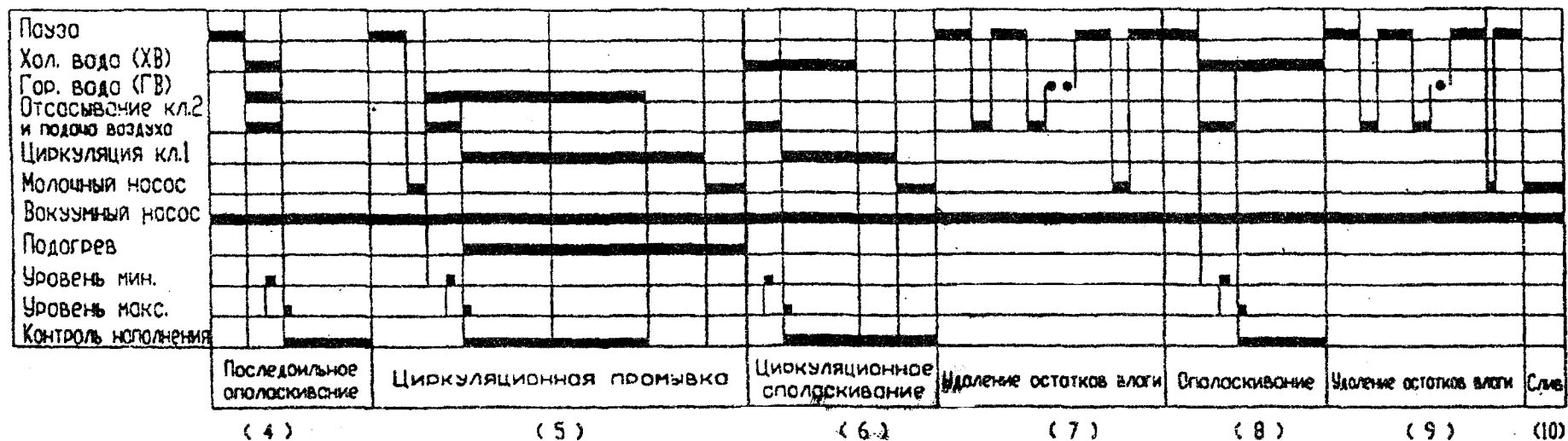
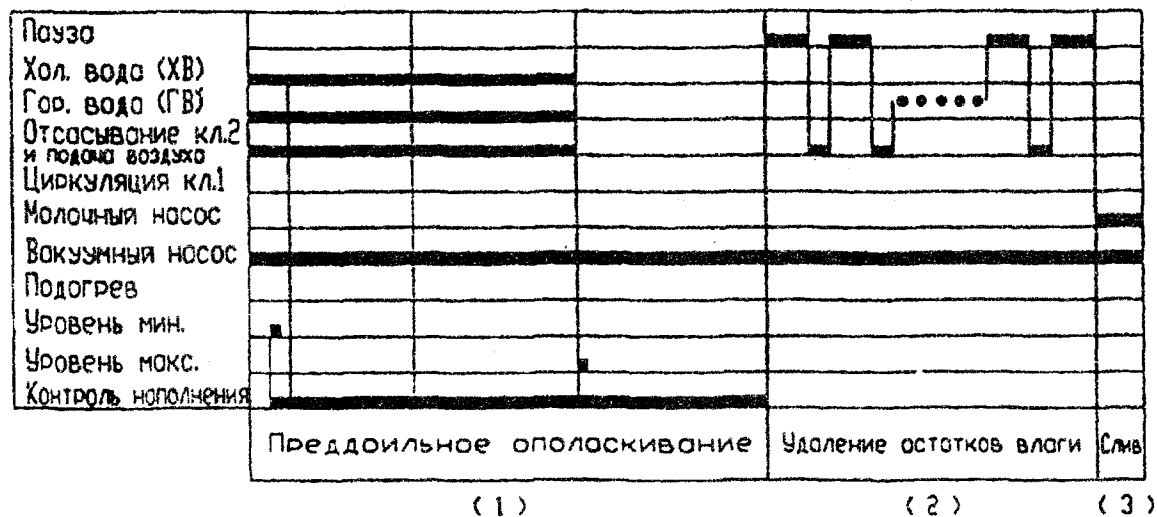


Рисунок 5. Циклограмма работы автомата промывки