В данной конструкции предложена наиболее простая схема подвода рабочей жидкости под пластины в камеры 3 с использованием кольцевой канавки 4. В процессе работы контакт пластин с кривой статора осуществляется под действием центробежной силы и давления нагнетаемой жидкости, которая для этой цели подводится в кольцевую канавку.

Для обеспечения надежного уплотнения между пластиной и статором 5, требуется строго радиальное положение пазов в роторе и точное выполнение верхних кромок пластины, находящихся в контакте со статором; в противном случае будут иметь место значительные утечки рабочей жидкости через одну из верхних кромок пластины. Камера 6, образованная выступами пластины и ротора сообщается с полостью всасывания через канавки, выполненные в распределительных дисках [1].

Как показали испытания, существенным преимуществом насосов, работающих по схеме, приведенной на (рисунок 1), является высокий эффективный к. п. д., так как даже при высоких давлениях нагнетания сила прижима пластин к статору в процессе всасывания незначительна, а сила трения пластин о статор мала [3]. Для обеспечения надежного уплотнения между пластиной и статором, требуется строго радиальное положение пазов в роторе и точное выполнение верхних кромок пластины, находящихся в контакте со статором; в противном случае будут иметь место значительные утечки рабочей жидкости через одну из верхних кромок пластины.

Таким образом, пластина прижимается к статору силой, величина которой определяется давлением рабочей жидкости и площадью нижней кромки пластины.

1. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник. 2-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1982. - 423 с.
2. Зайченко И.З., Мышлевский Л.М. Пластинчатые насосы и гидромоторы. М.: Машиностроение, 1970. 229 с. Машиностроительный гидропривод: учеб. пособие / под ред. В.Н. Прокофьева. М.: Машиностроение, 1978. 495 с.
3. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. М.: Машиностроение, 1979

Соловьёв С.В., Сахманов А.Ф., Радкевич Е.В.

Разработка мобильного автономного устройства для промывки молокопроводов

ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА»

(Россия, Великие Луки)

doi: 10.18411/lj-06-2020-57

idsp: ljjournal-06-2020-57

Аннотация

Важнейшей отраслью сельскохозяйственного производства является животноводство в целом и, в особенности, его молочное направление. Благодаря ему осуществляется производство продуктов питания для человека, сырье для легкой и пищевой промышленности, органических удобрений. Кроме того, это является важнейшей средой трудовой деятельности как сельского населения, так и городского, если имеется в виду молоко – и мясоперерабатывающую направленность. Животноводство влияет на экономику товаропроизводителей, социальную направленность, демографическую ситуацию на селе. Развитие перерабатывающей отрасли является связующим звеном при производстве и совершенствовании средств механизации, электрификации и автоматизации процессов, совершенствовании технологий и поточно-технологических линий. Одновременно с этим получение качественного молока возможно только при выполнении первичной обработки и соблюдении санитарно-гигиенических требований, а также правил личной гигиены персонала на всех этапах движения сырья. Известно, что основными задачами

первичной обработки молока является его очистка от механических примесей и охлаждение, а при подготовке к употреблению человеком – очистка от патогенной микрофлоры. Задача усложняется тем, что по пути движения молока происходит его бактериальное обсеменение, требующее разработки и использования эффективных средств удаления загрязнений, в особенности в трудных местах, какими являются молокопроводы.

Ключевые слова: молоко, трубопровод, промывка, технология, первичная обработка, давление.

Abstract

The most important branch of agricultural production is animal husbandry in General and, in particular, its dairy sector. Thanks to it, the production of food for humans, raw materials for light and food industries, and organic fertilizers is carried out. In addition, it is the most important working environment for both the rural and urban population, if we mean milk and meat processing. Animal husbandry affects the economy of commodity producers, social orientation, and demographic situation in rural areas. The development of the processing industry is a link in the production and improvement of mechanization, electrification and automation of processes, improvement of technologies and production lines. At the same time, obtaining high-quality milk is possible only when primary processing is performed and sanitary and hygienic requirements are met, as well as personal hygiene rules for personnel at all stages of raw material movement. It is known that the main tasks of primary processing of milk is its cleaning from mechanical impurities and cooling, and in preparation for human consumption – cleaning from pathogenic microflora. The task is complicated by the fact that along the way of milk movement, its bacterial contamination occurs, which requires the development and use of effective means of removing contaminants, especially in difficult places, such as milk pipelines.

Keywords: milk, pipeline, washing, technology, primary processing, pressure.

Новейшие технологии, связанные с разработкой повышенных мер предотвращения бактериальной обсеменённости молока, позволяют увеличить продолжительность его хранения до 10 суток и более при высоком качестве продукции. В этих вопросах мероприятия по подавлению деятельности бактерий являются решающими.

Установлено, что развитие бактерий период подготовки к переработке и в процессе перемещения может происходить из-за недостаточной эффективности дезинфицирующей обработки оборудования и его промывки [1]. Для решения этого вопроса в последние годы используются новейшие дезинфицирующие средства. При этом разрабатываются и технические средства промывки и дезинфекции в виде распыливающих вращающихся головок, размещённых в полостях молочного оборудования. Но данные технические средства невозможно использовать для промывки молокопроводов. Технология их промывки остаётся без изменения и позволяет сохраняться колониям бактерий в труднодоступных местах, в частности, в местах соединений, в результате при движении продукта по молокопроводу происходит его обсеменение.

Производители молока-сырья заинтересованы в повышении его качества, так как закупочная цена на молоко высшего сорта в среднем на 25% превышает цену молока первого сорта. В то же время статистика министерства сельского хозяйства показывает, что многие хозяйства не могут работать в соответствии с федеральным законом №88-ФЗ, который утвердил «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» 12 июня 2008 г. Причиной низкого качества молока в таких хозяйствах, как правило является высокая бактериальная обсеменённость.

Важнейшими факторами процесса мойки являются: гидромеханический фактор, температурный режим, использование пыжей-очистителей от остатков молока и моющего раствора [2]. Перспективным методом очистки является применение устройства, снабженного скребками и способного самостоятельно перемещаться по молокопроводу.

Мобильное автономное устройство прочистки молокопроводов состоит из следующих основных элементов (рисунок 1): чистящей головки 1 с резиновыми манжетами 2, гибкого соединения 3, сердечников электромагнита 4 и 13, электромагнитов 5 и 12, резиновых упорных колец 6 и 14, линейного двигателя 7, штока линейного двигателя 8, блока аккумуляторов 9, резиновый корпус блока питания и управления 10, микроконтроллера 11.

Рисунок 1 – конструкция мобильного автономного устройства промывки молокопроводов.

Фазы движения мобильного устройства представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – движение мобильного устройства промывки

а) включен задний упор и выключен передний; б) растягивание корпуса; в) выключен задний упор и включен передний; г) сжатие корпуса.

Для обеспечения движения устройства по трубопроводу сила трения между упорами и стенками трубы должна быть больше силы трения создаваемой чистящей головкой. Схема сил представлена на рисунке 3.

Для того что бы механизм, представленный на рисунке 1 мог двигаться по трубопроводу необходимо выполнение условия, при котором сила $F_{\text{ТУ}}$, создаваемая в упоре, будет больше силы трения $F_{\text{ТГ}}$ при движении чистящей головки.

$$F_{\text{ТУ}} > F_{\text{ТГ}} + F_{\text{С}} \quad (1)$$

$$F_{\text{Д}} > F_{\text{ТГ}} + F_{\text{С}} \quad (2)$$

где $F_{\text{ТУ}}$ – сила трения, создаваемая упором, Н; $F_{\text{ТГ}}$ – сила трения, создаваемая чистящей головкой, Н; $F_{\text{С}}$ – сила необходимая для отделения молочной пленки со стенок трубопровода, Н; $F_{\text{Д}}$ – сила развиваемая двигателем при линейном движении, Н.

Рисунок 3 – схема сил при движении устройства

Рассмотрим каждую из этих сил отдельно.

Сила трения, создаваемая упором будет определяться по формуле:

$$F_{Ty} = E k_{Ty} D \pi a \frac{\Delta h_y}{h_y}, \quad (3)$$

где k_{Ty} – коэффициент трения покоя «резина - стекло», $k_{Ty}=0,6$ [4]; E – модуль Юнга, для резины $E=5 \cdot 10^6$ Па; D – внешний диаметр резинового кольца упора, м; a – ширина резинового кольца упора, м; h_y – высота упора, м; Δh_y – величина деформации упора, м.

Сила, развиваемая электромагнитной катушкой упора при сжатии F_K .

$$F_K = \frac{1}{2\mu_0} B^2 S, \quad (4)$$

где μ_0 – абсолютная магнитная проницаемость, $0,4 \cdot 10^{-6}$, Гн/м; B – вектор магнитной индукции, Гн; S – площадь полюса, м²;

Сила трения, создаваемая чистящей головкой, будет зависеть от ее формы и материала скребков:

$$F_{TГ} = \sum k_{Гi} S_i E_i \frac{\Delta h_i}{h_i}, \quad (5)$$

где $k_{Гi}$ – коэффициент трения материала скребка с поверхностью трубопровода; S_i – площадь поверхности соприкосновения скребка с поверхностью трубопровода, м²; E_i – модуль Юнга для материала скребков, Па; Δh_i – величина деформации скребка, м; h_i – высота скребка, м.

При удалении жидкости с твердой поверхности происходит адгезионный отрыв по границе жидкость-твердое тело [3]. В случае контакта большого количества жидкости с твердой поверхностью работа адгезии измеряется в расчете на единицу площади контакта жидкость-твердое тело. Работа, которая определяет взаимодействие жидкости с твердой поверхностью и необходима для разъединения контактирующих тел, равна работе адгезии W_a , умноженной на площадь соприкосновения жидкости с твердым телом [5]:

$$W = W_a S, \quad (6)$$

$$W_a = \sigma_{жг} (1 - \cos \Theta), \quad (7)$$

$$\cos \Theta = (\sigma_{тг} - \gamma_{тж}) / \sigma_{жг}, \quad (8)$$

где S – площадь контакта молочной пленки с поверхностью, м²; $\cos \Theta$ – краевой угол смачивания; $\sigma_{тг}$, $\sigma_{жг}$, $\gamma_{тж}$ – поверхностные натяжения для границ раздела твердое тело – газ, жидкость – газ, твердое тело – жидкость, соответственно.

Тогда сила необходимая для отделения молочной пленки со стенок трубопровода определится из выражения:

$$F_C = \frac{W \pi D}{S}, \quad (9)$$

Силу, развиваемую двигателем, найдем из условия 1 с учетом запаса в 30%:

$$F_D = 1,3(F_{TГ} + F_C). \quad (10)$$

Далее определив потребную мощность устройства определяется тип аккумулятора.

Анализ приведенных формул показывает, что устройство, представленное на рисунке 1, способно эффективно удалять молочные пленки и жировые остатки с внутренней поверхности молокопровода.

Мы считаем, что в настоящее время повысить качество получаемого молока можно за счет совершенствования средств промывки молокопроводов и молочного оборудования. Для снижения расхода воды и моющих средств при выполнении промывки молочного оборудования необходимо применять устройства механической очистки.

Упругие пробки, применяемые в настоящее время, обладают рядом недостатков: для удаления белково-жировых отложений со стенок необходимо 5-6 проходов; быстрый износ материала пробки; возможность застревания в молокопроводе.

Предлагаемое нами устройство для промывки молокопроводов доильных установок лишено этих недостатков и позволяет снизить бактериальную загрязненность молока.

1. Герасимова О.А. Первичная обработка молока на пастбищных комплексах // О.А. Герасимова. – Вестник Бурятской ГСХА. – 2015. – №3.
2. Кирсанов В.В. Обоснование параметров гидромеханического устройства промывки молокопровода / В.В. Кирсанов, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ, 2011 – С.102-104.
3. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. М.: Химия, 1974. – 416 с.
4. Тихомиров И.А. Рекомендации по повышению качества молока/ И. А. Тихомиров, Г. С. Тихомирова. Орел: Издательство ОГАУ, 2009. - 15 с.
5. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности / Г.А. Кук. М.: Пищепромиздат, 1955. – 472 с.