

Обоснование параметров доильного аппарата

Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Волков А.Ю.

Аннотация. Целью исследований определение работоспособности разрабатываемого доильного аппарата и обоснование его оптимальных параметров. Доильный аппарат содержит доильные стаканы, оригинальный коллектор, пульсатор, молочный и вакуумный шланги, молокоприемник. Коллектор с верхней эвакуацией молока из него. Вокруг молокосорборной камеры выполнен полый корпус с двумя криволинейными поршнями. Они при перемещении в корпусе обеспечивают перераспределяющее оттягивающее усилие на соски вымени коровы в зависимости от такта работы аппарата. Внутри корпуса коллектора закреплена отсасывающая трубка, верхний конец которой расположен в зоне выходного молочного патрубка, а нижний – у дна молокосорборной камеры коллектора доильного аппарата. Сверху на отсасывающую трубку установлен осевой клапан со штоком, выполненный в виде трубки с радиальным отверстием боковой поверхности. Отверстие при доении совпадает с выходным молочным патрубком и равно его диаметру, а в нерабочем положении осевой клапан закрывает выходной молочный патрубок своей боковой стенкой. В статье представлены результаты проведения факторного эксперимента по определению оптимальных параметров работы разрабатываемого доильного аппарата. По результатам проведенного многофакторного эксперимента построены поверхности отклика и линии равного уровня, характеризующие величину наползания доильного аппарата на соски вымени коровы в зависимости от массы поршней в полом корпусе коллектора и рабочего вакуумметрического давления. В результате выполненного эксперимента и обработки его данных выявлены оптимальные конструктивно-режимные параметры разрабатываемого коллектора. Разработанная конструкция доильного аппарата попарного доения с верхним отводом молока в коллекторе и перераспределяющим оттягивающим усилием на сосках вымени коровы в зависимости от такта работы аппарата работоспособна и превосходит по своим показателям применяемые на практике доильные аппараты.

Ключевые слова: доильный аппарат, коллектор, наползание, параметры аппарата, факторный эксперимент.

Для цитирования: Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Волков А.Ю. Обоснование параметров доильного аппарата // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 64–71.

Justification of milking machine parameters

Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Volkov A.Yu.

Abstract. The purpose of the research is to determine the operability of the milking machine being developed and substantiate its optimal parameters. The milking machine contains milking cups, an original collector, a pulsator, milk and vacuum hoses, a milk receiver. The collector with the upper evacuation of milk from it. A hollow body with two curved pistons is made around the milk collecting chamber. When moving in the housing, they provide a redistributing pulling force on the teats of the cow's udder, depending on the clock cycle of the device. A suction tube is fixed inside the collector housing, the upper end of which is located in the area of the outlet milk pipe, and the lower one is at the bottom of the milk collection chamber of the milking machine collector. An axial valve with a rod is installed on top of the suction tube, made in the form of a tube with a radial hole on the side surface. The opening during milking coincides with the outlet milk pipe and is equal to its diameter, and in the non-working position, the axial valve closes the outlet milk pipe with its side wall. The article presents the results of a factorial experiment to determine the optimal parameters of the milking machine being developed. Based on the results of a multifactorial experiment, response surfaces and lines of equal level were constructed, characterizing the amount of creeping of the milking machine on the teats of the cow's udder, depending on the mass of the pistons in the hollow collector housing and the working vacuum pressure. As a result of the experiment and the processing of

its data, the optimal design and operating parameters of the collector under development were identified. The developed design of a pair-milking milking machine with an upper milk outlet in the collector and a redistributing pulling force on the nipples of the cow's udder, depending on the operation cycle of the device, is operable and exceeds the milking machines used in practice in its indicators.

Keywords: milking machine, collector, creeping, parameters of the device, factor experiment.

For citation: Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Volkov A.Yu. Justification of milking machine parameters. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 64–71. (In Russ.).

Введение

Машинное доение коров является одним из важных технологических процессов, от уровня его развития в значительной мере зависит эффективность молочного скотоводства в целом. Особенно актуально это становится с ростом продуктивности коров. В связи с чем требуется совершенствование доильных аппаратов, для обеспечения доения высокоудойных коров с минимальными затратами ручного труда. Поэтому стабильное ведение хозяйства на современном этапе невозможно без оснащения предприятий современной доильной техникой [1,2]. На молочных фермах нашей страны нашли широкое распространение двухтактные доильные аппараты. Однако их не полное соответствие живому организму приводит к неполному выдаиванию коров [3, 4]. Основная причина лежит в наполнении доильных стаканов на вымя, от чего затрудняется истечение молока из него. Для устранения этого явления обычно изменяют массу подвесной части доильного аппарата, но она зависит от такта его работы.

Наши исследованиями доказано, что доильные стаканы при такте сосания не наполняют на вымя

коров при массе подвесной части в пределах пяти килограмм, а для надежного удерживания их при такте сжатия на вымени коровы требуется всего два с половиной килограмма [5].

На кафедре технических систем в АПК ФГБОУ ВО РГАУ разработан и испытан двухтактный доильный аппарат попарного доения с верхним отсосом молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы (рис. 1), обладающий высокой пропускной способностью и минимальными затратами ручного труда.

Нами создан эффективный доильный аппарат с верхней эвакуацией молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы (рисунок 1) [6, 7]. Подвесная часть доильного аппарата (рисунок 1) состоит из двухкамерных доильных стаканов 1 и 2, соединенных с оригинальным коллектором 3 [6,7]. Он включает молокосорную камеру 4, вокруг которой размещен полый корпус 5 с прямоугольным радиальным поперечным сечением. В нем располагаются поршни 6,

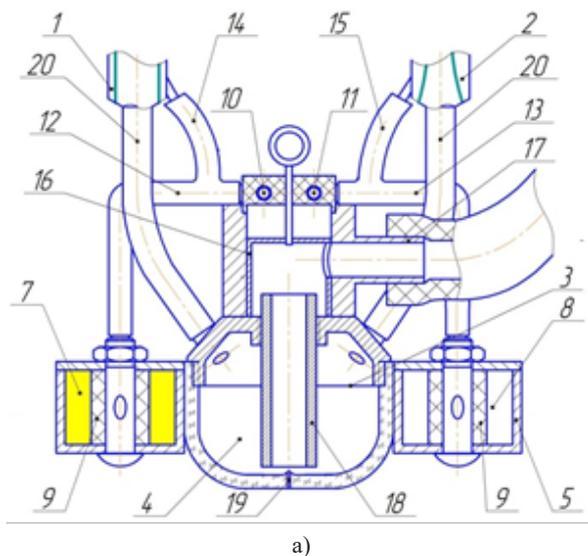


Рис. 1. Подвесная часть доильного аппарата: а – схема; б – общий вид
1, 2 – стаканы; 3 – коллектор; 4, 7, 8, 10, 11 – камеры; 5 – полый корпус; 6 – поршень; 9 – демпфер; 12, 13 – каналы; 14, 15, 20 – патрубки; 16 – клапан; 17 – выходной молочный патрубок; 18 – отсасывающая трубка; 19 – отверстие для впуска воздуха.

Таблица – Матрица плана и уровни варьирования факторов

Уровень и интервал варьирования	Факторы			
	Масса поршня m , г	Масса подвесной части M_c , г	Вакуум P , кПа	Наполнение H , мм
	X_1	X_2	X_3	Y
Верхний уровень (+1)	1000	610	54	–
Основной уровень (0)	750	480	48	–
Нижний уровень (-1)	500	350	42	–
Интервал варьирования	250	130	6	–

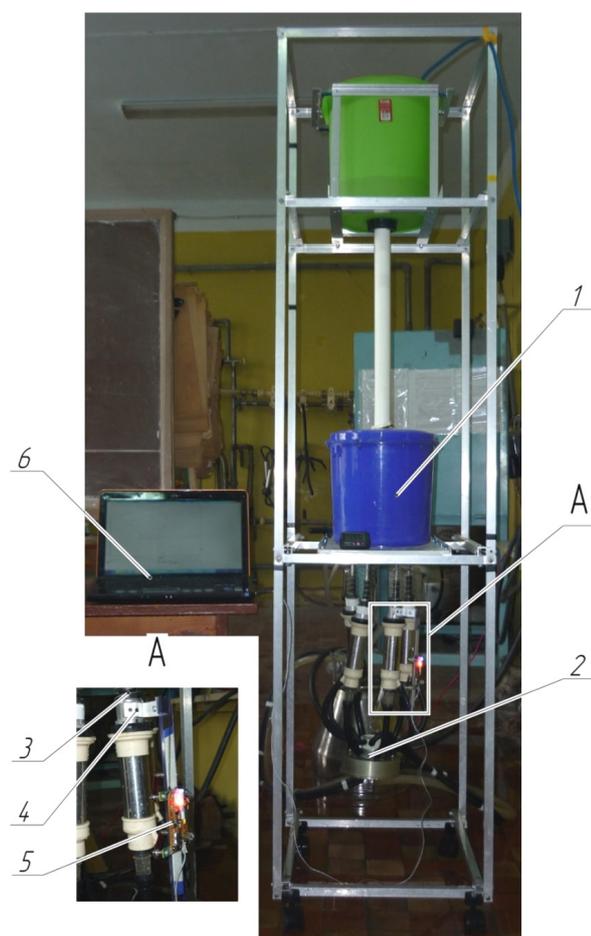


Рис. 2. Общий вид лабораторной установки: 1 – искусственное вымя; 2 – доильный аппарат; 3 – имитатор соска; 4 – толкатель с подвижной линейкой; 5 – датчик перемещения; 6 – компьютер

выполненные по профилю его внутреннего сечения с образованием двух взаимно изолированных камер 7 и 8 по обе стороны от поршней. Перемещение которых ограничивают демпферы 9, закрепленные диаметрально противоположно в полом корпусе на штуцерах-стяжках. Над полым корпусом 5 находятся камеры 10 и 11 переменного вакуума распределителя, которые связаны шлангами с пульсатором

попарного действия (не показан). Камеры 10 и 11 работают в противоположных тактах и сообщены каналами 12 и 13 с камерами 7 и 8, а патрубками 14 и 15 с межстенными камерами доильных стаканов 1 и 2. Если в камеру 10 от пульсатора попарного действия поступает воздух, то в камеру 11 – вакуум, и наоборот. Для подключения молокосорной камеры 4 коллектора 3 к источнику вакуума и соответственно к молокопроводу установлен клапан 16, перекрывающий молочный патрубок 17. Для исключения колебаний вакуума под сосками и стабилизации эвакуации молока из молокосорной камеры 4 при доении обеспечивается непрерывный подсос в нее воздуха в зону входа отсасывающей трубки 18 через выпускное отверстие 19. Поршни 6 изготовлены из материала с высокой плотностью, например, вольфрама. Этим обеспечивается высокая масса при малых размерах, что позволяет выполнить компактным коллектор доильного аппарата.

Рабочий процесс протекает следующим образом. После подключения доильного аппарата к источнику вакуума, оператор надевает доильные стаканы 1 и 2 на соски вымени коровы. Крайнее положение смежных поршней 6, упирающихся в соответствующий демпфер 9, должно быть под доильными стаканами 1 или 2, расположенными на сосках вымени животного в рабочем положении. При этом обеспечивается попарное доение половин вымени коровы. Пульсатор подает одновременно в камеру 11 переменного вакуума коллектора 3 воздух, а в камеру 10 – вакуум. Разрежение из камеры 10 переменного вакуума по патрубку 14 поступает в межстенные камеры доильных стаканов 1, в этой доли вымени наступает такт сосания. А воздух из камеры 11 переменного вакуума по патрубку 15 подается в межстенные камеры доильных стаканов 2 другой половины вымени, где наступает такт сжатия. Также одновременно с этим вакуум по каналу 12 поступает в камеру 7, а воздух по каналу 13 – в камеру 8 горизонтального полого корпуса 5. От перепада давления поршни 6 движутся в крайнее левое положение. Демпфер 9 гасит удар поршней 6 о штуцер-стяжку. От перемещения поршней 6 происходит изменение положения центра масс коллектора 3, действующего на доильные стаканы 1 и 2. Под доильными стаканами 1 появляется сосредоточенная сила тяжести от поршней 6, что исключает наполнение доильных стаканов 1 на соски вымени. А под доильными стаканами 2 значение силы тяжести, наоборот, пропорционально уменьшается, что способствует надежному удерживанию доильных стаканов 2 на сосках вымени при смыкании сосковой резины в момент такта сжатия. При переключении работы пульсатора происходит противоположная замена тактов. В доильном стакане 2 наступает такт сосания, а в доильном стакане 1 – такт сжатия. Изменяется направление перепада давления, действующего на поршни 6 в горизонтальном полом корпусе 5. В камеру 7 поступает воздух, а в камеру 8 – разрежение, что приводит к перемещению порш-

ней 6 в крайнее правое положение и соответственно к изменению положения центра масс в коллекторе 3, действующего на доильные стаканы 1 и 2.

Итак, на каждую пару доильных стаканов воздействует свой поршень, что улучшает оттягивающее усилие на соски. А эвакуация молока по центральной отсасывающей трубке из коллектора стабилизирует вакуумный режим во время доения, повышает пропускную способность, за счет действия дополнительной силы от плотностной неравномерности и исключает обратный отток молока. Это ведет к стабильному процессу выведения молока и эксплуатационной надежности доильного аппарата. Расположение полого корпуса с поршнями из материала с высокой плотностью непосредственно вокруг корпуса коллектора исключает появление опрокидывающего момента, так как масса коллектора непосредственно сосредоточена в руках оператора, что упрощает работу с доильным аппаратом и труд дояра.

Объекты и методы исследований

Задачей экспериментальных исследований двухтактного доильного аппарата попарного доения с верхней эвакуацией молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы в лабораторных условиях являлось определение оптимальных параметров, при которых реализуется его работоспособность. В связи с этим программа исследований предусматривала проведение многофакторного эксперимента с использованием плана Бокса-Бенкина [8] и сравнительного эксперимента.

Анализ известной информации и поисковые однофакторные эксперименты по изучению доильного аппарата показали, что за критерии оптимизации, влияющие на работу разрабатываемого двухтактного доильного аппарата попарного доения, необходимо принять величину наползания доильного аппарата на соски вымени коровы. Наиболее значимыми факторами, оказывающими влияние на критерий оптимизации, и конструкторско-режимные параметры, при которых реализуется работоспособность доильного аппарата и выполняется условие безопасного для здоровья коровы извлечение молока, зависят в первую очередь от рабочего вакуумметрического давления и массы подвешенной части доильного аппарата.

Функцией, аппроксимирующей экспериментальные данные по изучению влияния вышеперечисленных значимых факторов на критерий оптимизации, может являться полином второго порядка следующего вида

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum b_{ii} \cdot x_i^2, \quad (1)$$

где y – среднее значение отклика (критерий оптимизации);

b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты уравнения регрессии;

x_i, x_j – независимые переменные (факторы);

k – число независимых переменных.

Численные значения факторов в эксперименте были приняты на основании ранее проведенных исследований и по конструктивно-технологическим соображениям. Уровни и интервалы варьирования наиболее значимых факторов проведения эксперимента и полученные результаты приведены в таблице.

Обработка полученных данных производилась на ПЭВМ в компьютерной программе «Mathematika». Обработка результатов экспериментальных данных программой «Mathematika» осуществляется с помощью оператора Fit [data, {базисные функции}, {переменные}]. Представленный оператор осуществляет приближение методом наименьших квадратов функций, заданных таблично.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры технических систем в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ на специально разработанной и изготовленной лабораторной установке (рис. 2).

Экспериментальная установка включает в себя стенд «Искусственное вымя» 1, доильный аппарат 2, установленный на имитатор соска 3 толкатель с подвижной линейкой 4, прикрепленный к корпусу стенда датчик перемещения 5, соединенный с персональным компьютером 6. Стенд «Искусственное вымя» содержит бак для жидкости, напорную трубу, расширительную емкость, имитаторы сосков со сквозными каналами и пружинными клапанами, перекрывающие отверстия, которые соединяют расширительную емкость с каналами имитаторов сосков [9].

Эксперимент проводили следующим образом. Заполняли лабораторный стенд «Искусственное вымя» 2 заменителем молока, затем включали вакуумную установку. При подключении исследуемого доильного аппарата к источнику вакуума, и надевании доильных стаканов на имитаторы сосков, вакуум при такте сосания проникает через канал в соске к пружинному клапану. В результате чего он открывается, и из-за разницы давлений заменитель молока из расширительной емкости 3 устремляется в канал имитатора соска и далее в подсосковую камеру доильного стакана и коллектор. При наполнении доильного аппарата доильный стакан поднимает толкатель с подвижной линейкой 4, перемещая ее относительно датчика 5, связанный с персональным компьютером 6. Датчик перемещения 5, сканируя боковую поверхность подвижной линейки, передает информацию о ее положении на персональный компьютер 6. В специальной программе «Оценка сдвига положения консоли «Датчик-М», информация, поступающая от датчика перемеще-

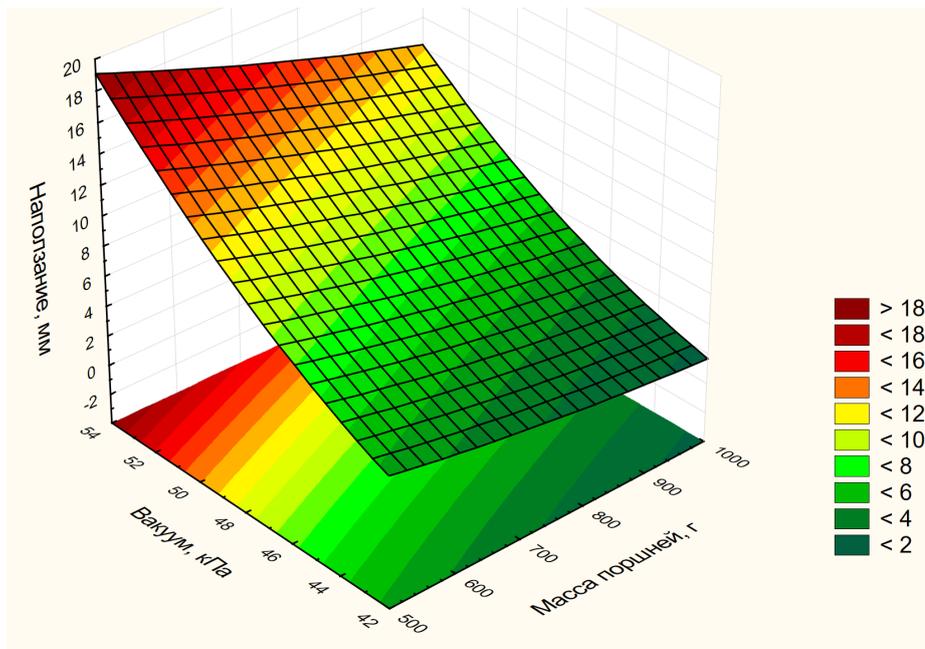


Рис. 3. Поверхность отклика, характеризующая величину наползания от массы поршней (М) и вакуумметрического давления (Р) при массе доильного стакана с учетом массы коллектора, приходящейся на стакан (m) 540 г.

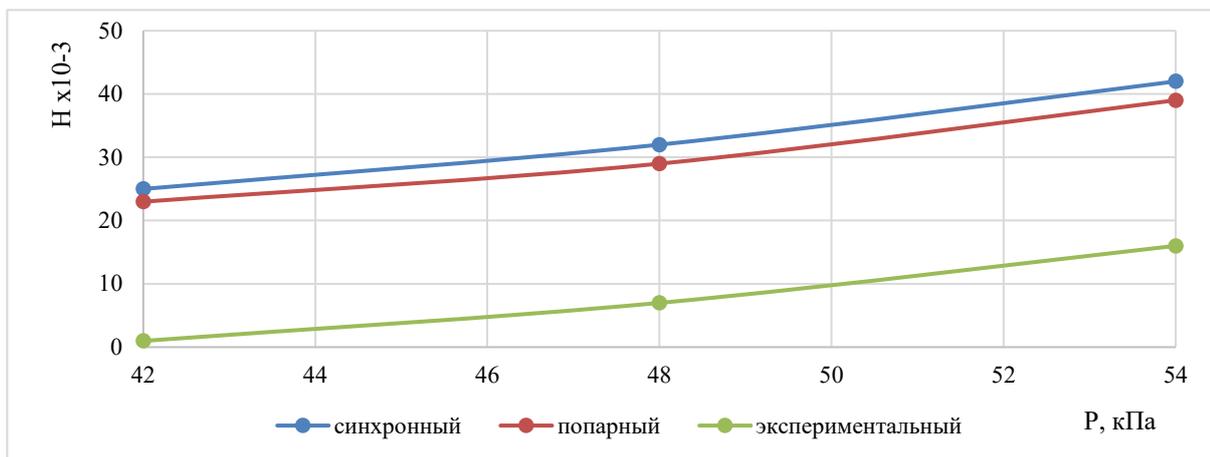


Рис. 4. Сравнительные исследования доильных аппаратов

ния 5 о положении подвижной линейки, обрабатывается и отображается в виде численных значений величины наползания и графической зависимости изменения величины наползания стакана доильного аппарата 2 на имитатор соски 3 от продолжительности проведения испытаний. Массу извлеченного заменителя молока в доильном ведре осуществляли путем замера на весах.

При помощи разработанной установки определяли наползание лабораторного доильного аппарата при проведении многофакторного эксперимента и сравнительные испытания доильных аппаратов.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенного многофакторного эксперимента и обработанным опытными данными на ПЭВМ получена модель регрессии для определения величины наползания доильного аппарата на соски вымени коровы Н, мм

$$\begin{aligned}
 H = & 30,6675 + 0,0116231M + 5 \cdot 10^6 M^2 + \\
 & + 0,00199704m + 3,84615 \cdot 10^{-6} Mm + \\
 & 0,000012574m^2 - 1,9516P - 0,00065MP - \\
 & 0,000544872mP + 0,0392361P^2
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Полученная математическая модель позволяет расчетным путем найти численные значения величины наползания доильного аппарата на соски вымени коровы в пределах варьирования уровней факторов эксперимента. Построены поверхности отклика, характеризующие величину наползания разработанного доильного аппарата от влияния наиболее значимых факторов, одна из которых приведена на рисунке 3.

Анализ изучения поверхностей показывает, что к уменьшению наползания доильного аппарата на вымя коровы приводит увеличение массы поршней коллектора и массы доильного стакана (с учетом постоянной массы корпуса коллектора, приходящейся на стакан) и снижение вакуумметрического

давления. Так наполнение доильного аппарата при использовании поршней коллектора массой 0,5 кг и доильного стакана (с учетом постоянной массы корпуса коллектора, приходящейся на стакан) массой 0,410 кг при вакууме 42; 48; 54 кПа составило соответственно 5,7; 11,9; 20,9 мм; при использовании поршней суммарной массой 1,0 (0,5+0,5) кг и доильного стакана массой (с учетом постоянной массы корпуса коллектора, приходящейся на стакан) 0,670 кг наполнение доильного аппарата при вакууме 42; 48; 54 кПа составило соответственно 1,5; 4,8; 11,1 мм.

При оптимизации производили выборку значений из полученных экспериментальных данных и посчитанных по полученной модели регрессии, которые не превышали величину наполнения равную 7 мм. Так как доильный аппарат переносной, то общая масса подвесной части должна быть по возможности минимальной. В результате пошаговой обработки данных, с учетом принятых ограничений, установлено, что оптимальными конструктивно-режимными параметрами для доильного аппарата являются: величина вакуумметрического разрежения в вакуумпроводе 48 кПа, масса доильного стакана с учетом постоянной массы коллектора, приходящейся на стакан 540 г, суммарная масса поршней 850 г.

По результатам проведения сравнительных исследований доильных аппаратов АДУ-1-01, ШРИБ «Дояр» и лабораторного с оптимальными параметрами построена графическая зависимость величины наполнения от вакуума (рис. 4).

Из графика видно, что у экспериментального доильного аппарата наполнение доильных стаканов намного меньше, чем серийно выпускаемых. Так, например, наполнение подвесной части при вакууме 48 кПа составило у АДУ-1 – 32 мм, ШРИБ «Дояр» – 29 мм, лабораторный – 7 мм.

Применение доильного аппарата с изменяющимся центром масс с оптимальными параметрами позволит получить чистое извлечение молока без

машинного додаивания при снижении общей нагрузки на вымя животного и облегчении труда оператора.

Выводы

Для определения численных значений факторов, при которых реализуется эффективная работоспособность экспериментального доильного аппарата попарного доения с верхней эвакуацией молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы была проведена оптимизация результатов эксперимента. При этом ставились условия обеспечения минимальной величины наполнения стаканов на вымя при наименьшей общей массы подвесной части доильного аппарата.

При оптимизации производили выборку значений из полученных экспериментальных данных и посчитанных по полученной модели регрессии, которые не превышали величину наполнения равную 7 мм. Так как доильный аппарат переносной, то общая масса подвесной части должна быть по возможности минимальной. В результате пошаговой обработки данных, с учетом принятых ограничений, установлено, что оптимальными конструктивно-режимными параметрами для доильного аппарата являются: величина вакуумметрического разрежения в вакуумпроводе 48 кПа, масса доильного стакана с учетом постоянной массы коллектора, приходящейся на стакан 540 г, суммарная масса поршней 850 г.

Таким образом, полученные данные являются оптимальными для данной конструкции разработанного доильного аппарата попарного действия с верхней эвакуацией молока и изменяющимся центром масс могут быть использованы при создании производственных образцов подобных технических средств.

Литература

- [1] Ужик, В. Ф. К изменению конструктивно-режимных параметров пульсатора доильного аппарата / В. Ф. Ужик, Д. Н. Клесов, О. В. Китаева // Научная жизнь. 2018. № 12. С. 37-44. – EDN YZMTID.
- [2] Панферов, Н. С. Теоретические исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора / Н. С. Панферов, А. В. Набатчиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 126. С. 199-210. – DOI 10.21515/1990-4665-126-014. – EDN XXXBLD.
- [3] Теоретическое обоснование конструктивных параметров устройства управления режимом доения / С. А. Бородин, Е. А. Андрианов, В. П. Шацкий, А. А. Андрианов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017.

References

- [1] Uzhik, V. F. To change the design-mode parameters of the pulsator of the milking machine / V. F. Uzhik, D. N. Klesov, O. V. Kitaeva // Scientific life. 2018. No. 12. pp. 37-44. – EDN YZMTID.
- [2] Panferov, N. S. Theoretical studies of a milking machine with an upper discharge of milk from the collector / N. S. Panferov, A.V. Nabatchikov // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 126. PP. 199-210. – DOI 10.21515/1990-4665-126-014. – EDN XXXBLD.
- [3] Theoretical substantiation of the design parameters of the milking mode control device / S. A. Borodin, E. A. Andrianov, V. P. Shatsky, A. A. Andrianov // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2017.

- № 2(53). С. 105-111. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2017.2.105. – EDN ZCMJRJ.
- [4] Патент № 2115304 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/04. Доильный аппарат : № 97108417/13 : заявл. 20.05.1997 : опубл. 20.07.1998 / В. Ф. Некрашевич, В. А. Захаров, В. М. Ульянов, В. В. Утолин ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им.проф.П.А.Костычева. – EDN ZRETMT.
- [5] Некрашевич, В. Ф. Доильный аппарат с изменяющейся нагрузкой на вымя / В. Ф. Некрашевич, В. М. Ульянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 5. С. 17-18. – EDN JTMBFD.
- [6] Патент № 2410871 C2 Российская Федерация, МПК A01J 5/00. Доильный аппарат : № 2009113714/05 : заявл. 14.04.2009 : опубл. 10.02.2011 / В. М. Ульянов, В. А. Хрипин, М. Н. Мяснянкина ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – EDN XHIJKB.
- [7] Патент № 2565276 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/02. Двухтактный доильный аппарат попарного доения : № 2014122396/13 : заявл. 02.06.2014 : опубл. 20.10.2015 / В. М. Ульянов, Н. С. Панферов, В. А. Хрипин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – EDN HDVYTK.
- [8] Хрипин, В. А. Математическая обработка факторного эксперимента вида 33 в компьютерной программе «Mathematica» / В. А. Хрипин // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. 2013. № 4. С. 46-51. – EDN PJGSFZ.
- [9] Стенд для испытания доильных аппаратов / В. М. Ульянов, В. А. Хрипин, Р. В. Коледов, Н. С. Панферов // Сельский механизатор. 2015. № 7. С. 22-23. – EDN UIOXYZ.
- No. 2(53). pp. 105-111. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2017.2.105. – EDN ZCMJRJ.
- [4] Patent No. 2115304 C1 Russian Federation, IPC A01J 5/04. Milking machine : No. 97108417/13 : application 20.05.1997 : publ. 20.07.1998 / V. F. Nekrashevich, V. A. Zakharov, V. M. Ulyanov, V. V. Utolin ; applicant Ryazan State Agricultural Academy named after Prof.P.A. Kostychev. – EDN ZRETMT.
- [5] Nekrashevich, V. F. Milking machine with a changing load on the udder / V. F. Nekrashevich, V. M. Ulyanov // Mechanization and electrification of agriculture. 2008. No. 5. pp. 17-18. – EDN JTMBFD.
- [6] Patent No. 2410871 C2 Russian Federation, IPC A01J 5/00. Milking machine : No. 2009113714/05 : application 14.04.2009 : publ. 10.02.2011 / V. M. Ulyanov, V. A. Khripin, M. N. Myasnyankina ; applicant Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev». – EDN XHIJKB.
- [7] Patent No. 2565276 C1 Russian Federation, IPC A01J 5/02. Push-pull milking machine for paired milking : No. 2014122396/13 : application 02.06.2014 : publ. 20.10.2015 / V. M. Ulyanov, N. S. Panferov, V. A. Khripin [et al.] ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev». – EDN HDVYTK.
- [8] Khripin, V. A. Mathematical processing of a factor experiment of type 33 in the computer program «Mathematica» / V. A. Khripin // Problems of mechanization of agrochemical service of agriculture. 2013. No. 4. pp. 46-51. – EDN PJGSFZ.
- [9] Stand for testing milking machines / V. M. Ulyanov, V. A. Khripin, R. V. Koledov, N. S. Panferov // Rural mechanizer. 2015. No. 7. pp. 22-23. – EDN UIOXYZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Ульянов Вячеслав Михайлович доктор технических наук заведующий кафедрой «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(910) 563-29-01 E-mail: ulyanov-v@list.ru</p>	<p>Ulyanov Vyacheslav Mikhailovich PhD in Technical Sciences head of the department of Technical systems in the agro- industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(910) 563-29-01 E-mail: ulyanov-v@list.ru</p>
<p>Утолин Владимир Валентинович кандидат технических наук доцент кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(920) 632-88-05 E-mail: 6451985@mail.ru</p>	<p>Utolin Vladimir Valentinovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(920) 632-88-05 E-mail: 6451985@mail.ru</p>
<p>Лузгин Николай Евгеньевич кандидат технических наук доцент кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(910) 645-19-85 E-mail: nikolay.luzgin@mail.ru</p>	<p>Luzgin Nikolay Evgenievich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(910) 645-19-85 E-mail: nikolay.luzgin@mail.ru</p>
<p>Волков Артём Юрьевич ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(920) 633-06-12 E-mail: Valarmorgulis62@yandex.ru</p>	<p>Volkov Artem Yurievich Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(920) 633-06-12 E-mail: Valarmorgulis62@yandex.ru</p>