

УДК 637.11: 636.034

UDC 637.11: 636.034

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОИЛЬНОГО
АППАРАТА**

**LABORATORY STUDIES OF AN
EXPERIMENTAL MILKING MACHINE**

Ульянов Вячеслав Михайлович
доктор технических наук, профессор
E-mail: ulyanov-v@list.ru
*Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань,
Россия*

Ulyanov Vyacheslav Mikhaylovich
Doctor of technical sciences, professor,
E-mail: ulyanov-v@list.ru
*Ryazan State Agrotechnological University Named
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Хрипин Владимир Александрович
кандидат технических наук, доцент
E-mail: khripin@mail.ru
Академия ФСИИ России, г. Рязань, Россия

Khripin Vladimir Alexandrovich
Candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: khripin@mail.ru
The Academy of the FPS of Russia, Ryazan, Russia

Панферов Николай Сергеевич
кандидат технических наук
E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru
*Институт технического обеспечения сельского
хозяйства - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Рязань,
Россия*

Panfyorov Nikolaj Sergeevich
Candidate of technical sciences
E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru
*Institute of Technical Support of Agriculture - branch
of FGBNU FNAC VIM, Ryazan, Russia*

Волков Артем Юрьевич
аспирант
E-mail: valarmorgulis62@yandex.ru
*Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань,
Россия*

Volkov Artem Yurievich
postgraduate student
E-mail: valarmorgulis62@yandex.ru
*Ryazan State Agrotechnological University Named
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Целью работы явились лабораторные исследования по подтверждению работоспособности экспериментального доильного аппарата и оптимизация его основных параметров, влияющих на процесс извлечения молока у коров. Доильный аппарат содержит стаканы, коллектор, пульсатора и молочно-вакуумные шланги. Оригинальным в конструкции доильного аппарата является коллектор, обеспечивающий верхнюю эвакуацию молока из молокосборной камеры через осевой отсасывающий патрубок и далее в молокопровод доильной установки. В статье представлена лабораторная установка для исследования процесса доения коров и испытания доильных аппаратов, приведены результаты лабораторных исследований по влиянию параметров экспериментального доильного аппарата на его отсасывающую способность и колебания вакуума при доении. Приведены результаты по оптимизации численных значений параметров доильного аппарата: диаметр отсасывающего патрубка 0,015...0,016 м, диаметр калиброванного отверстия коллектора 0,0007...0,0008 м при высоте расположения нижнего обреза отсасывающего патрубка относительно дна молочной камеры 0,004 м.

The aim of the work was laboratory studies to confirm the operability of the experimental milking machine and optimize its main parameters affecting the process of milk extraction in cows. The milking machine contains glasses, a collector, pulsators and milk-vacuum hoses. The collector is original in the design of the milking machine, which provides the upper evacuation of milk from the milk collection chamber through the axial suction pipe and further into the milk line of the milking unit. The article describes a laboratory installation for studying the process of milking cows and testing milking machines, the results of laboratory studies on the influence of the parameters of an experimental milking machine on its suction capacity and vacuum fluctuations during milking are presented. The article presents the results of optimizing the numerical values of the parameters of the milking machine: the diameter of the suction nozzle is 0.015...0.016 m, the diameter of the calibrated collector hole is 0.0007...0.0008 m at the height of the lower cut of the suction nozzle relative to the bottom of the milk chamber is 0.004 m. Graphical dependences of comparative bench tests of an experimental apparatus with serial milking machines are also presented

Представлены графические зависимости
сравнительных стендовых испытаний
экспериментального аппарата с серийными
доильными аппаратами

Ключевые слова: ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ,
КОЛЛЕКТОР, ОТСАСЫВАЮЩИЙ ПАТРУБОК,
ВАКУУМ, КАЛИБРОВАННОЕ ОТВЕРСТИЕ,
МОЛОКОСБОРНАЯ КАМЕРА, ПРОПУСКНАЯ
СПОСОБНОСТЬ

Keywords: MILKING MACHINE, COLLECTOR,
SUCTION PIPE, VACUUM, CALIBRATED HOLE,
MILK COLLECTION CHAMBER, THROUGHPUT

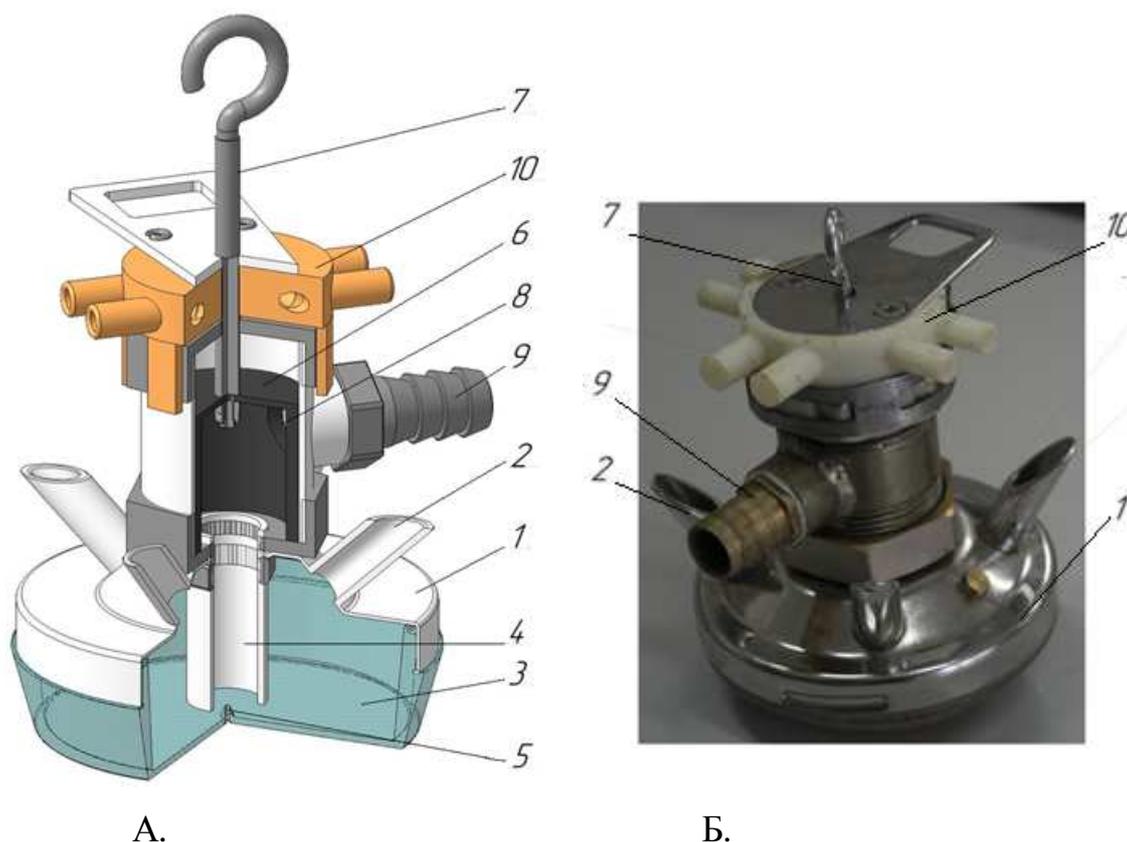
<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-174-028>

На молочных фермах одним из трудоемких процессов является доение коров, который в зависимости от распорядка проводится два-три раза в сутки. Для машинного доения коров используют вакуумные доильные аппараты отсасывающего типа. В последнее время наибольшее распространение получили доильные аппараты попарного действия. В связи с ростом продуктивности лактирующих коров применяемые доильные аппараты порой не справляются с большими потоками молока за ограниченное время доения. Часто наблюдается переполнение молокосборной камеры коллектора, приводящее к колебаниям вакуума под сосками вымени, что может негативно сказаться на здоровье коров и снижении их продуктивности. Большинство производителей доильных аппаратов стараются решить эту проблему за счет увеличения объема молокосборной камеры коллектора. Это ведет к повышению материалоемкости и неудобству при эксплуатации, особенно, переносных доильных аппаратов. Альтернативой увеличения объема молокосборной камеры коллектора является увеличение отсасывающей способности доильного аппарата за счет повышения скорости потока молоковоздушной смеси из коллектора. В ФГБОУ ВО РГАТУ на кафедре технических систем в АПК предложен подобный доильный аппарат [1,2,3,4].

Оригинальной особенностью разрабатываемого аппарата является конструкция коллектора (рис. 1).

<http://ej.kubagro.ru/2021/10/pdf/28.pdf>

При извлечении из вымени коровы молока оно поступает по входному патрубку в молокоборную камеру 3 коллектора 1. Одновременно с этим через калиброванное отверстие всасывается атмосферный воздух, который в зоне торца патрубка 4 смешивается с молоком, образуя молоковоздушную смесь, которая по отсасывающему патрубку 4 поступает в сливное отверстие 8 и далее по патрубку 9 отсасывается в молокопровод. Коллектор 1 предназначен для аппарата попарного действия, режим которого задается пульсатором, который обеспечивает смену вакуумметрического и атмосферного давления через распределительную камеру 10 коллектора 1. По завершению доения полый клапан 6 за стержень 7 отключает коллектор от вакуума.



1 – коллектор; 2, 9 – патрубки входной и выходной; 3 – молокоборная камера; 4 – патрубок отсасывающий; 5 – калибровочное отверстие; 6 – клапан; 7 – стержень; 8 – отверстие сливное; 10 – распределительная камера

Рисунок 1 – Коллектор доильного аппарата: А – схема; Б – общий вид

Основное преимущество предлагаемого коллектора доильного аппарата заключается в том, что воздух смешивается с молоком непосредственно в зоне входа в отсасывающий патрубок. Образующаяся молоковоздушная смесь по плотности значительно ниже плотности поступающего молока в молокоборную камеру коллектора. От образующего перепада плотностей смесь устремляется вверх в отсасывающий патрубок. Подъему молока вверх способствуют всплытие шариков воздуха, находящихся в смеси. Такой принцип эвакуации молока из молокоборной камеры коллектора значительно повышает пропускную способность по сравнению с коллекторами с отводом молока через нижний патрубок при тех же габаритных размерах. Интенсивный отвод молоковоздушной смеси стабилизирует значение вакуума в коллекторе и соответственно под сосками вымени коровы. Это снижает вероятность заболевания вымени и снижение продуктивности животного.

Теоретические исследования по обоснованию параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора позволили получить зависимости для определения диаметров отсасывающего патрубка d_n и калиброванного отверстия d_0 , при которых обеспечивается работоспособность коллектора [5].

$$d_n = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k) \cdot z}{\pi^2 \cdot D^2 \cdot [p_e - \rho_{cm} \cdot g \cdot z]}}; \quad d_0 = \sqrt{\frac{4k \cdot Q_m}{\pi \cdot \sqrt{\frac{(p_e - \rho_{cm} g z)}{\rho_e (1+0,5\lambda)}}}} \quad (1)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения; ρ_{cm} – плотность молоковоздушной смеси, кг/м³; Q_m – объемного расхода коллектора по молоку, м³/с; k – коэффициент воздушного фактора; D – диаметр молокоборной камеры, м; p_e – величина вакуума, кПа; z – высота отсасывающего патрубка, м; g – ускорение свободного падения м/с².

Объёмная подача воздуха $Q_в$ ($\text{м}^3/\text{с}$) в коллектор с учетом калиброванного отверстия d_0 составит

$$Q_в = \sqrt{\frac{(p_в - \rho_{см} g \cdot z) \cdot \pi d_0^2}{\rho_в (1 + 0,5\lambda)}} \cdot \frac{\pi d_0^2}{4} \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) содержат основные параметры разрабатываемого коллектора. Они могут быть применены для расчета диаметров отсасывающего патрубка молока и калиброванного отверстия для впуска воздуха при требуемых значениях коэффициента воздушного фактора и пропускной способности по молоку. Значение коэффициента гидравлического трения определяют опытным путем.

Для проверки достоверности полученных формул и определения оптимально-рациональных значений численных величин основных параметров разрабатываемого коллектора доильного аппарата, были проведены лабораторные исследования, в ходе которых проводилась проверка работоспособности разработанного доильного аппарата.

При лабораторных исследованиях ставились эксперименты по выявлению зависимости диаметра отсасывающего патрубка и высоты расположения его нижнего обреза относительно дна корпуса молочной камеры коллектора на его производительность; влияния количества засасываемого воздуха через калибровочное отверстие в коллектор и значения вакуума на величину его колебаний в подсосковых камерах доильных стаканов и производительность аппарата. Также проводилась проверка сходимости результатов теоретических и лабораторных исследований экспериментального доильного аппарата.

Исследования экспериментального доильного аппарата проводились на специальной лабораторной установке [6], которая представлена на рисунке 2.

Опыты по извлечению заменителя молока из «Искусственного вымени» при лабораторных исследованиях стенда определяли по методике, указанной в научной работе [7]. При опытах заменителем

молока заливалось «Искусственное вымя» лабораторного стенда 4. Включалась вакуумная установка и закреплялся магистральный шланг на кране вакуумном 2, и после его открытия устанавливалась подвесная часть 1 доильного аппарата на имитаторы сосков «Искусственного вымени», и запускали электронный таймер 9. Затем по установленной программе стенда включался автоматически источник питания (12 В) от которого сразу же электромагнитный клапан 7 сообщал соски через подвесную часть 1, молочный шланг 6 и доильное ведро. То есть начинался процесс извлечения заменителя из имитаторов сосков вымени и газовый счетчик 5, пропуская через себя атмосферный воздух, фиксировал при этом его объем.



А.

Б.

1 – подвесная часть доильного аппарата; 2 – кран; 3 – вакуумпровод; 4 – стенд лабораторный; 5 – счетчик газа; 6 – шланги; 7 – клапан; 8 – источник питания; 9 – таймер; 10 – вакуумметр; 11 – регулятор вакуума; 12 – пульсатор; 13 – доильные стаканы; 14 – коллектор

Рисунок 2 – Лабораторная установка: А – Общий вид; Б – подвесная часть доильного аппарата

Через определенное время, задаваемое электронным таймером 9, отсоединялся источник питания 8, от чего электромагнитный клапан 7 закрывался. Подвесная часть 1 аппарата отключалась от доильного ведра, и газовый счетчик 5 прекращал свою работу. Фиксировались значения расхода воздуха и масса выдоенного имитатора в ведре путем взвешивания. Затем проводилась следующая серия эксперимента.

Для регистрации колебаний численного значения вакуума в коллекторе и соответственно в подсосковых камерах доильных аппаратов применялся прибор КИ-4840. Его штуцер соединяли при работе аппарата с молокосборной камерой коллектора.

В результате проведенных лабораторных исследований и статистической обработки их результатов был построен ряд графических зависимостей по однофакторным экспериментам.

На рисунке 3 представлены графические зависимости, характеризующие влияние высоты расположения отсасывающего патрубка на количественные характеристики коллектора при калиброванном отверстии в нем $d_0=0,0008$ м.

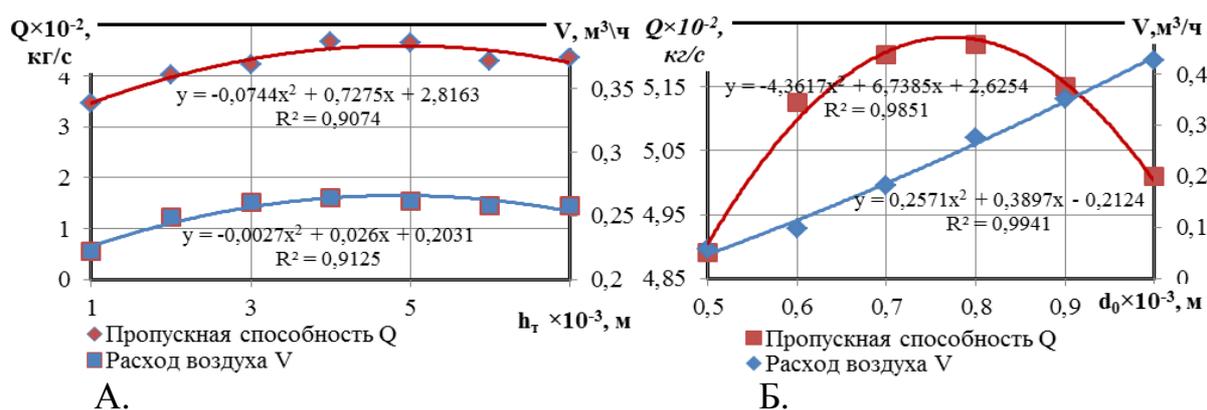


Рисунок 3 – Изменение пропускной способности (Q) и расхода воздуха (V) коллектора от высоты h_n расположения нижнего обреза отсасывающего патрубка относительно дна молочной камеры (А) и диаметра калиброванного отверстия коллектора (d_0) при диаметре отсасывающего патрубка $h_n= 0,015$ м (Б)

Наилучшая пропускная способность доильного аппарата (рис. 3 А) зафиксирована при высоте расположения нижнего обреза отсасывающего патрубка относительно дна молочной камеры $h_n=0,004$ м и составляет $Q=4,67 \times 10^{-2}$ кг/с, а расход воздуха через калиброванное отверстие ($d_0=0,0008$ м) при этом $0,264$ м³/ч. При таком параметре патрубка происходит эффективное смешивание воздуха с молоком на входе в отсасывающий патрубок. И последующее быстрое эвакуация молока вверх. Остатков молока после доения в молокосборной камере не наблюдалось.

С увеличением диаметра калиброванного отверстия (рис. 3 Б) с $0,0006$ до $0,0008$ м пропускная способность растет с $4,89 \times 10^{-2}$ до $5,22 \times 10^{-2}$ кг/с, достигая максимального значения. При дальнейшем увеличении диаметра калиброванного отверстия до $0,001$ м производительность доильного аппарат снижается до $5,01 \times 10^{-2}$ кг/с. Происходит это из-за того, что достаточно большой объём поступающего воздуха приводит к уменьшению величины действующего вакуума в коллекторе.

На рисунке 4 приведены графические зависимости влияния диаметра отсасывающего патрубка на количественные характеристики коллектора при диаметре калиброванного отверстия в нем $d_0=0,0008$ м.

С изменением диаметра отсасывающего патрубка (рис. 4 А) от $0,012$ до $0,018$ м растет как пропускная способность, так и расход воздуха коллектором и соответственно равны Q от $4,17 \times 10^{-2}$ до $5,6 \times 10^{-2}$ кг/с и V от $0,273$ до $0,279$ м³/с соответственно.

Изменение величины рабочего вакуума (рис. 4 Б) от 42 до 54 кПа ведет к увеличению отсасывающей способности с 4×10^{-2} до $5,5 \times 10^{-2}$ кг/с, а расход воздуха с $0,261$ до $0,276$ м³/ч. Следует заметить, что в серийных двухтактных доильных аппаратах обычно величина вакуума при доении не превышает 50 кПа.

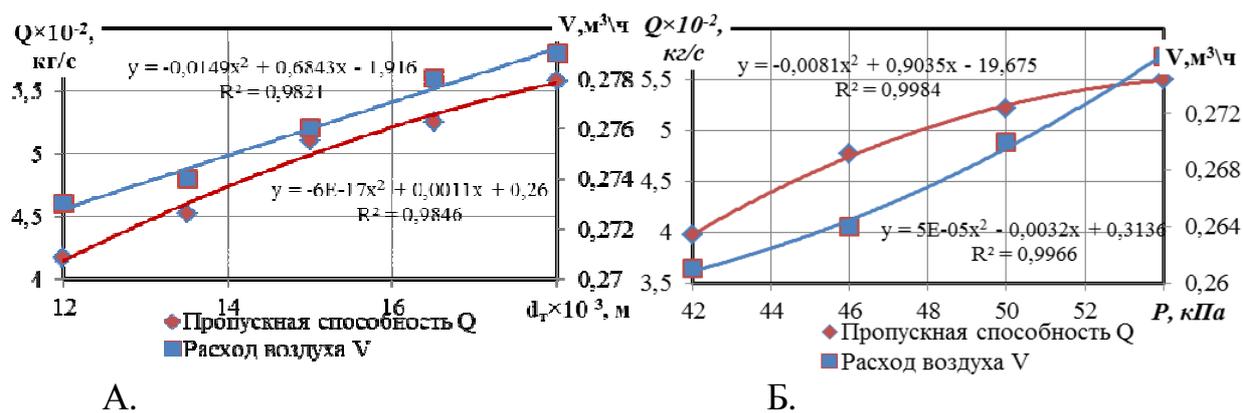


Рисунок 4 – Изменение пропускной способности Q и расхода воздуха V коллектором от диаметра отсасывающего патрубка d_n (А) и от величины вакуума (Б)

Для выявления оптимально-рациональных параметров и режимов работы доильного аппарата с верхней эвакуацией молока из коллектора, был проведен трехфакторный эксперимент [8,9]. Значимыми факторами были выбраны вакуумметрическое давление p_v , диаметр калиброванного отверстия для впуска воздуха в коллектор d_0 и диаметр отсасывающей трубки d_n . В ходе эксперимента величина вакуума изменялась в диапазоне 42...46 кПа с шагом 6 кПа, диаметр калиброванного отверстия – $(0,3...1,0) \cdot 10^{-3}$ м с шагом $0,2 \cdot 10^{-3}$ м и диаметр отсасывающего патрубка – $(12...18) \cdot 10^{-3}$ м с шагом $3 \cdot 10^{-3}$ м. В качестве функции отклика (критерий оптимизации) были выбраны расход воздуха V ($\text{м}^3/\text{ч}$) и пропускная способность доильного аппарата Q ($\text{кг}/\text{с}$).

По результатам исследований и их обработки при помощи компьютерных программ «Statistica» и «Mathematica» с использованием персонального компьютера получены адекватные уравнения регрессии:

- для расхода воздуха коллектором при доении $V, \text{ м}^3/\text{ч}$

$$V = -1,36338 + 0,00797917 p - 0,0000590278 p^2 + 1,40313 d_0 + 0,001875 p d_0 - 0,165625 d_0^2 + 0,0605833 d_n - 0,000166667 p d_n - 0,015 d_0 d_n - 0,00131944 d_n^2 \quad (4)$$

- для пропускной способности доильного аппарата $Q, \text{ кг}/\text{с}$

$$Q = -14,9232 + 0,197146 p - 0,000886111 p^2 + 4,99088 d_0 - 0,00458333 p d_0 - 2,2775 d_0^2 + 1,33567 d_n - 0,004225 p d_n - 0,0920833 d_0 d_n - 0,0354056 d_n^2 \quad (5)$$

Оптимизация проводилась методом, при котором определялись значения функции по приведенным уравнениям подстановкой в них значений факторов с определенным шагом. Высота расположения нижнего обреза отсасывающего патрубка относительно дна молочной камеры была принята из однофакторного эксперимента равной $h_m=0,004$ м. Значения рабочего вакуума p_v задавались в интервале от 48 до 50 кПа, который является безопасным при доении для здоровья коровы. В итоге были приняты следующие оптимально-рациональные значения факторов: диаметр отсасывающего патрубка 0,015...0,016 м, диаметр калиброванного отверстия коллектора 0,0007...0,0008 м.

Были проведены опыты по замеру колебаний вакуума в коллекторе и соответственно в подсосковых камерах доильных стаканов наиболее распространенного на фермах привязного содержания доильного аппарата АДУ1-01 с экспериментальным. Также для выявления количественных показателей доения экспериментального доильного аппарата с оптимально-рациональными значениями его параметров провели стендовые сравнительные испытания с тремя серийными доильными аппаратами, такими как АДУ-1 (Россия), АДС-25 (Беларусь), DeLaval MC-11 (Швеция).

Результаты проведенных испытаний представлены на рисунке 5.

При доении колебания величины вакуума (рис. 5 А) у экспериментального доильного аппарата составляют от 4,8 до 6,8 кПа, а у серийного АДУ1-01 соответственно от 8,0 до 11,0 кПа, что значительно выше, чем рекомендуемое значение 7,0 кПа. Это говорит о безопасности для здоровья коровы использование экспериментального доильного аппарата.

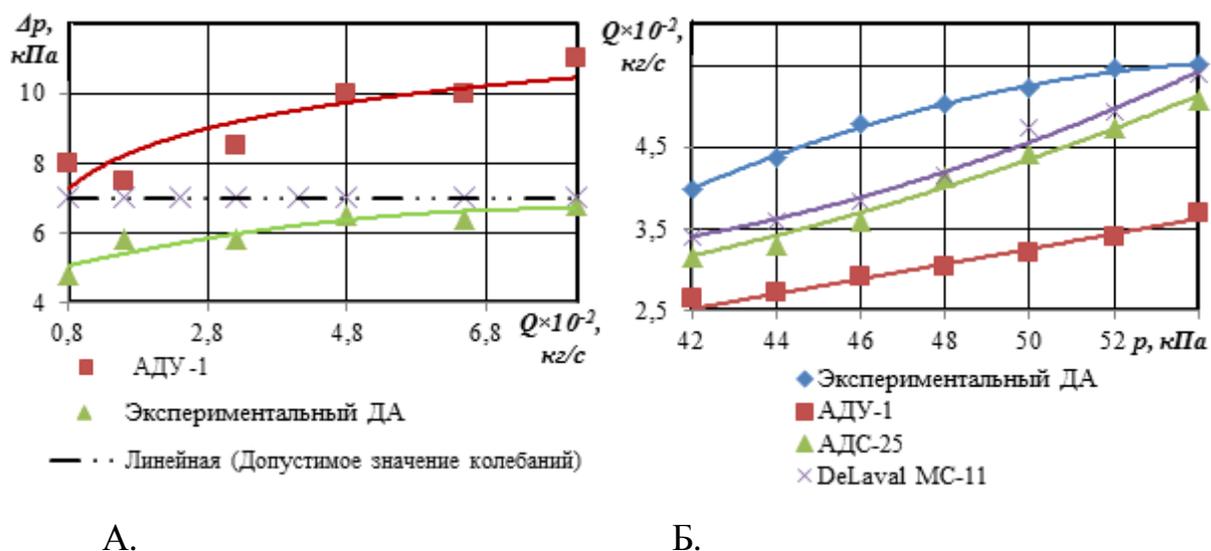
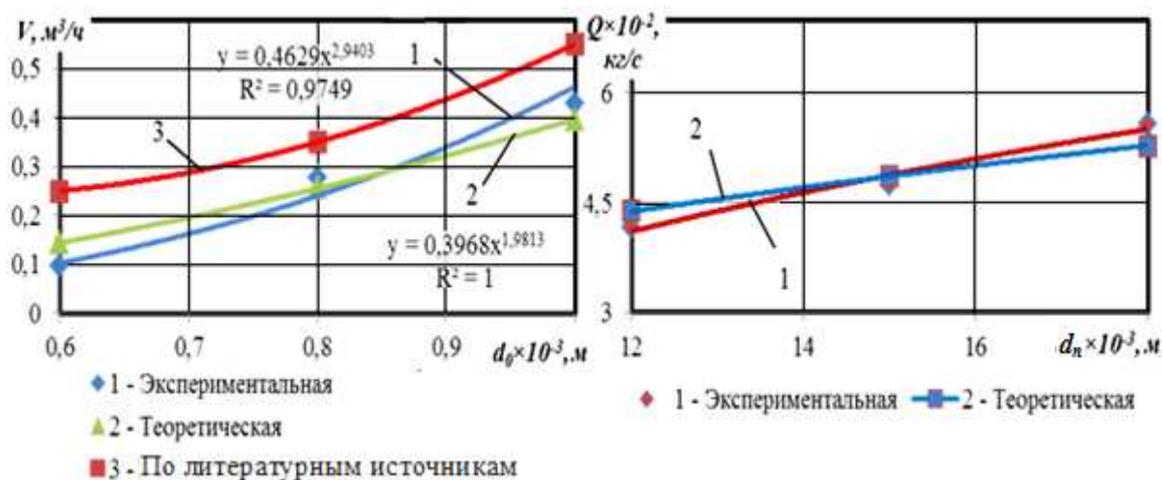


Рисунок 5 – Зависимости колебаний вакуума Δp в коллекторе при доении от пропускной способности Q (А) и изменения производительности Q от рабочего вакуума p при сравнительных испытания доильных аппаратов (Б).

При обычно применяемом рабочем вакууме (рис. 5 Б) при доении 48 кПа пропускная способность аппаратов экспериментального, АДУ1-01, АДС-25, МС11 составила соответственно: 0,05, 0,03, 0,041, 0,042 кг/с. Это, например, по сравнению с современными аппаратами АДС-25, МС11 в 1,19...1,21 раза выше.

На рисунке 6 приведены графические зависимости, построенные на основании теоретических выражений и экспериментальных данных.

Сходимость теоретических зависимостей с опытными данными весьма высокая, расхождение результатов не более 5%. Это позволяет применять теоретические зависимости для расчета параметров экспериментального доильного аппарата.



А.

Б.

Рисунок 6 – Влияние диаметра калиброванного отверстия d_0 на расход воздуха V коллектором (А) и диаметра d_n отсасывающего патрубка на пропускную способность доильного аппарата Q (Б).

Итак, проведенные исследования показали, что изменение диаметра отсасывающего патрубка от 0,012 до 0,018 м увеличивает пропускную способность доильного аппарата и расход воздуха коллектором от 0,043 до 0,055 кг/с и от 0,273 до 0,279 м³/ч соответственно.

Изменение диаметра калиброванного отверстия коллектора от 0,0005 до 0,001 м приводит к увеличению пропускной способности доильного аппарата с 0,049 до 0,052 кг/с и расхода воздуха коллектором от 0,057 до 0,428 м³/ч.

Проведенный трехфакторный эксперимент позволил получить адекватные уравнения для нахождения расхода воздуха коллектором и пропускной способности экспериментального доильного аппарата. Использование их для оптимизации пошаговым методом позволило определить численные значения параметров разработанного доильного аппарата. Высота расположения нижнего обреза отсасывающего патрубка относительно дна молочной камеры была принята из однофакторного эксперимента равной $h_m = 0,004$ м. Значения рабочего вакуума p_e

задавалась в интервале от 48 до 50 кПа, который является безопасным при доении для здоровья коровы. В итоге были приняты следующие оптимально-рациональные значения факторов: диаметр отсасывающего патрубка 0,015...0,016 м, диаметр калиброванного отверстия коллектора 0,0007...0,0008 м при высоте расположения нижнего обреза отсасывающего патрубка относительно дна молочной камеры равной $h_m=0,004$ м.

Сравнительные стендовые испытания процесса доения при рабочем вакууме 48 кПа показали, что пропускная способность аппаратов экспериментального, АДУ1-01 (Россия), АДС-25 (Беларусь), МС11 (Швеция) составила соответственно: 0,05; 0,03; 0,041; 0,042 кг/с. При этом колебания величины вакуума в коллекторе у экспериментального аппарата составляет 6,5 кПа, а у серийного АДУ1-01 соответственно 10,0 кПа. Это показывает эффективность разработанного доильного аппарата и пригодность его применения для безопасного доения высокопродуктивных коров.

Результаты лабораторных исследований могут быть использованы проектными организациями и производителями доильной техники при обосновании доильных аппаратов с верхней эвакуацией молока из коллектора.

Список литературы

1. Пат. РФ RU № 2565276 Двухтактный доильный аппарат попарного доения / Ульянов В.М., Панферов Н.С., Хрипин В.А., Набатчиков А.В., Коледов Р.В., опубл.: 20.10.2015. Бюл. № 29. URL: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=cdb0fed3a3feb110d5d36f9bb3bd44a8>
2. Доильный аппарат для высокопродуктивных коров/ В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Н.С. Панферов, Н.В. Бубнов, А.А. Хрипин //Сельский механизатор, 2018, №2, с. 22-23. URL: <https://www.selmech.msk.ru/218.html#>
3. Ульянов В.М. Обоснование параметров съёмника доильного аппарата / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Н.Е. Лузгин и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №1, 2021. – 191 с., С. 161-169 DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.024 URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2021_1.pdf

4. Khripin V., Ulyanov V., Kiryanov A., Kurochkina E., Cherkashina L. Research of some physical and mechanical characteristics of cow's udder nipples / E3S Web of Conferences. 2020. С. 03005. DOI:10.1051/e3sconf/202017503005

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43164252>

5. 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 (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017.– №02(126). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/14.pdf>, 0,750 у.п.л.– IDA [article ID]: 1261702014. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-126-014>.

6. Стенд для испытания доильных аппаратов / В. А. Хрипин, В. М. Ульянов, Р. В. Коледов, Н. С. Панферов // Сельский механизатор. - 2015. - № 7. – С. 22-25. URL: <http://www.selmech.msk.ru/715.html#>

7. Экспериментальные исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в лабораторных условиях / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Н.С. Панферов, А.В. Набатчиков// Вестник РГАТУ. – 2016. – №3.– С. 65-71. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2016_3.pdf

8. Мельников, С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследовании сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980, 127 с.

9. Хрипин В.А. Влияние параметров доильного аппарата на наполнение при машинном доении / В.А. Хрипин, В.М. Ульянов, А.В. Набатчиков, А.А. Хрипин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №1, 2017. – 128 с., с. 85-89 URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2017_1.pdf

References

1. Pat. RF RU № 2565276 Dvuhaktnyj doil'nyj apparat poparnogo doenija / Ul'janov V.M., Panferov N.S., Khripin V.A., Nabatchikov A.V., Koledov R.V., opubl.: 20.10.2015. Вjul. № 29. URL: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=cdb0fed3a3feb110d5d36f9bb3bd44a8>

2. Doil'nyj apparat dlja vysokoproduktivnyh korov/ V.M. Ul'janov, V.A. Khripin, N.S. Panferov, N.V. Bubnov, A.A. Khripin //Sel'skij mehanizator, 2018, №2, s. 22-23. URL: <https://www.selmech.msk.ru/218.html#>

3. Ul'janov V.M. Obosnovanie parametrov s#jomnika doil'nogo apparata / V.M. Ul'janov, V.A. Khripin, N.E. Luzgin i dr. // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – №1, 2021. – 191 s., S. 161-169 DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.024 URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2021_1.pdf

4. KKhripin V., Ulyanov V., Kiryanov A., Kurochkina E., Cherkashina L. Research of some physical and mechanical characteristics of cow's udder nipples / E3S Web of Conferences. 2020. S. 03005. DOI:10.1051/e3sconf/202017503005

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43164252>

5. Panferov, N.S. Teoreticheskie issledovanija doil'nogo apparata s verhnim otvodom moloka iz kollektora /N.S. Panferov, A.V. Nabatchikov// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Краснодар: KubGAU, 2017.– №02(126). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/14.pdf>, 0,750 u.p.l.– IDA [article ID]: 1261702014. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-126-014>.

6. Stend dlja ispytaniya doil'nyh apparatov / V. A. Khripin, V. M. Ul'janov, R. V. Koledov, N. S. Panferov // Sel'skij mehanizator. - 2015. - № 7. – S. 22-25. URL: <http://www.selmech.msk.ru/715.html#>

7. Jeksperimental'nye issledovanija doil'nogo apparata s verhnim otvodom moloka iz kollektora v laboratornyh uslovijah / V.M. Ul'janov, V.A. Khripin, N.S. Panferov, A.V. Nabatchikov// Vestnik RGATU. – 2016. – №3.– S. 65-71. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2016_3.pdf

8. Mel'nikov, S.V., Aleshkin V.R., Roshhin P.M. Planirovanie jeksperimenta v issledovanii sel'skohozjajstvennyh processov. – L.: Kolos, 1980, 127 s.

9. Khripin V.A. Vlijanie parametrov doil'nogo apparata na napolzanie pri mashinnom doenii / V.A. Khripin, V.M. Ul'janov, A.V. Nabatchikov, A.A. Khripin // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – №1, 2017. – 128 s., s. 85-89 URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2017_1.pdf