

УДК 637.232.14

UDC 637.11: 636.034

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (Технические науки)

4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (Technical sciences)

ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ СО СЪЁМНИКОМ ЕГО ПОДВЕСНОЙ ЧАСТИ С ВЫМЕНИ КОРОВЫ

MILKING MACHINE WITH A REMOVER OF ITS SUSPENDED PART FROM A COW'S UDDER

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 Mihaylovich
Doctor of technical sciences, professor,
E-mail: ulyanov-v@list.ru
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

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

Khripin Vladimir Aleksandrovich
Candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: khripin@mail.ru
Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan, Russia

Утолин Владимир Валентинович
кандидат технических наук, доцент
E-mail: 6451985@mail.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Utolin Vladimir Valentinovich
Candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: 6451985@mail.ru
Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

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 экспериментальные исследования по подтверждению работоспособности съемника подвесной части доильного аппарата и оптимизация его основных параметров, влияющих определенным образом на процесс извлечения молока у коров. Съёмник содержит пневмодвигатель, состыкованный через планетарный редуктор с вращающимся барабаном с наматываемым на поверхность его гибким круглым или плоским шнуром, который свободным соответственно своим концом надежно соединен с коллектором двухтактного доильного аппарата. При этом оригинальным в конструкции предлагаемого съемника является используемый пневмодвигатель, представляющий собой металлический корпус в виде пустотелого цилиндра, в котором эксцентрично центра оси установлен в опорах вал ротора двигателя с шарнирно закрепленными в нем одним концом криволинейными поворотными лопатками с элементами из неодимового постоянного магнита, взаимодействующие с металлическим корпусом. В статье представлены схема к расчету и математические выражения для определения длины гибкого шнура, необходимая частота вращения барабана съемника, исключаящая

The aim of the work was experimental studies to confirm the operability of the puller of the suspended part of the milking machine and to optimize its main parameters that affect the process of milk extraction in cows in a certain way. The puller contains a pneumatic motor docked through a planetary gearbox with a rotating drum with a flexible round or flat cord wound on its surface, which is securely connected to the collector of a push-pull milking machine with its free end, respectively. At the same time, the original design of the proposed puller is the pneumatic motor used, which is a metal body in the form of a hollow cylinder, in which the motor rotor shaft is installed in the supports eccentrically from the center of the axis with curved rotary blades with elements from a neodymium permanent magnet, interacting with the metal body, pivotally fixed in it at one end. The article presents a calculation scheme and mathematical expressions for determining the length of a flexible cord, the required speed of rotation of the puller drum, eliminating the possible impact of the suspended part of the milking machine on the stall floor, the required power to drive the drum and the duration of the removal process. A detailed description of experimental installations is also provided to study the process of removing the suspended part of the milking machine, in particular,

возможный удар подвесной части доильного аппарата о пол стойла, необходимая мощность на привод барабана и продолжительность процесса снятия. Также приводится подробное описание экспериментальных установок для исследования процесса снятия подвесной части доильного аппарата в частности испытания съемника оригинальной конструкции. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния силы магнитного поля магнитных элементов на расход воздуха пневмодвигателем, мощность на барабане и его частоту вращения. Построены по результатам исследований графические зависимости возможного расхода воздуха, а также развиваемой мощности на барабане и скорости шнура пневмодвигателя от диаметра барабана. Приведены результаты по оптимизации численных значений параметров съемника. На криволинейных лопатках пневмодвигателя необходимо устанавливать магнитные элементы с величиной магнитного поля от 300 до 350 мТл. При вакууме 49 кПа диаметр барабана должен составлять 0,020-0,024 м, скорость перемещения шнура – 0,14-0,17 м/с, при этом расход воздуха составит $(1,91-1,97) \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, а соответственно мощность, развиваемая на барабане, будет 4,7-5,47 Вт.

Ключевые слова: ДООИЛЬНЫЙ АППАРАТ, СЪЕМНИК ПОДВЕСНОЙ ЧАСТИ, ВАКУУМ, ПНЕВМОДВИГАТЕЛЬ, РЕДУКТОР, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА, РАСХОД ВОЗДУХА

testing the puller of the original design. The results of experimental studies of the influence of the magnetic field strength of magnetic elements on the air flow rate of the pneumatic motor, the power on the drum and its rotation frequency are presented. Based on the research results, graphical dependences of the possible air flow, as well as the developed power on the drum and the speed of the pneumatic motor cord on the diameter of the drum are constructed. The results on optimization of numerical values of the puller parameters are presented. Magnetic elements with a magnetic field value from 300 to 350 mT must be installed on the curved blades of the pneumatic motor. At a vacuum of 49 kPa, the diameter of the drum should be 0.020-0.024 m, the speed of movement of the cord is 0.14–0.17 m / s, while the air consumption will be $(1.91-1.97) \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, and accordingly the power developed on the drum will be 4.7-5.47 watts

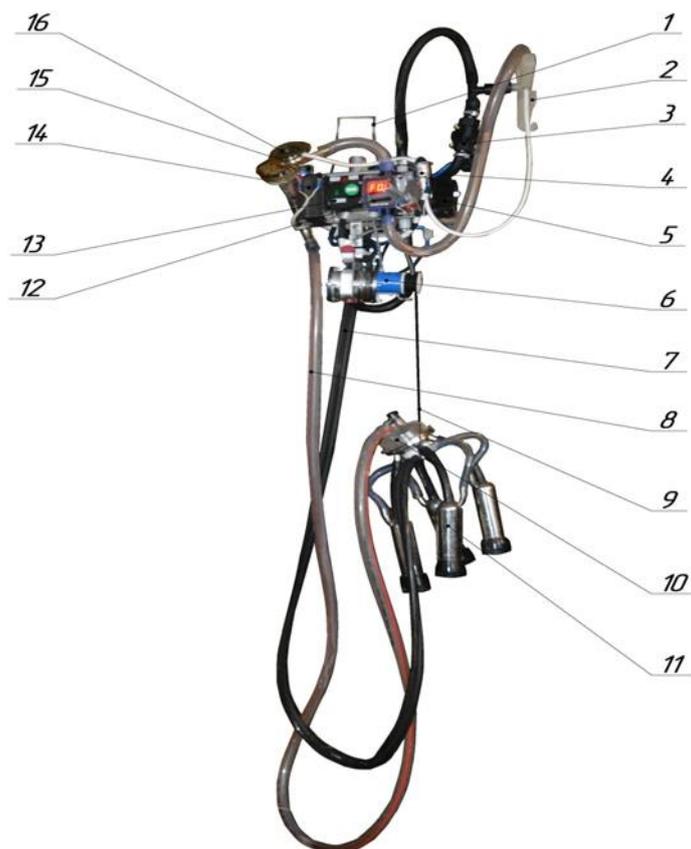
Keywords: MILKING MACHINE, SUSPENSION PART PULLER, VACUUM, PNEUMATIC MOTOR, REDUCER, EXPERIMENTAL INSTALLATION, AIR CONSUMPTION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-189-015>

На молочных фермах России еще достаточно коровников с привязным содержанием коров. Одним из трудоемких технологических процессов на таких фермах остается доение коров. Применяются доильные установки с молокопроводом типа АДМ-8А или УДМ 100 (200). Доение коров на таких установках осуществляют в стойлах. Это приводит к большим затратам ручного труда дояров и соответственно низкой их производительности [1]. Одним из путей повышения эффективности производства молока на фермах с привязным содержанием коров является комплектование доильных установок переносными аппаратами со съемниками их подвесной части непосредственно с вымени по завершению процесса доения [1].

<http://ej.kubagro.ru/2023/05/pdf/15.pdf>

В Рязанском агротехнологическом университете разработан и изготовлен двухтактный переносной доильный аппарат с автоматическим съемником его подвесной части непосредственно с вымени по завершению процесса доения (рис. 1).



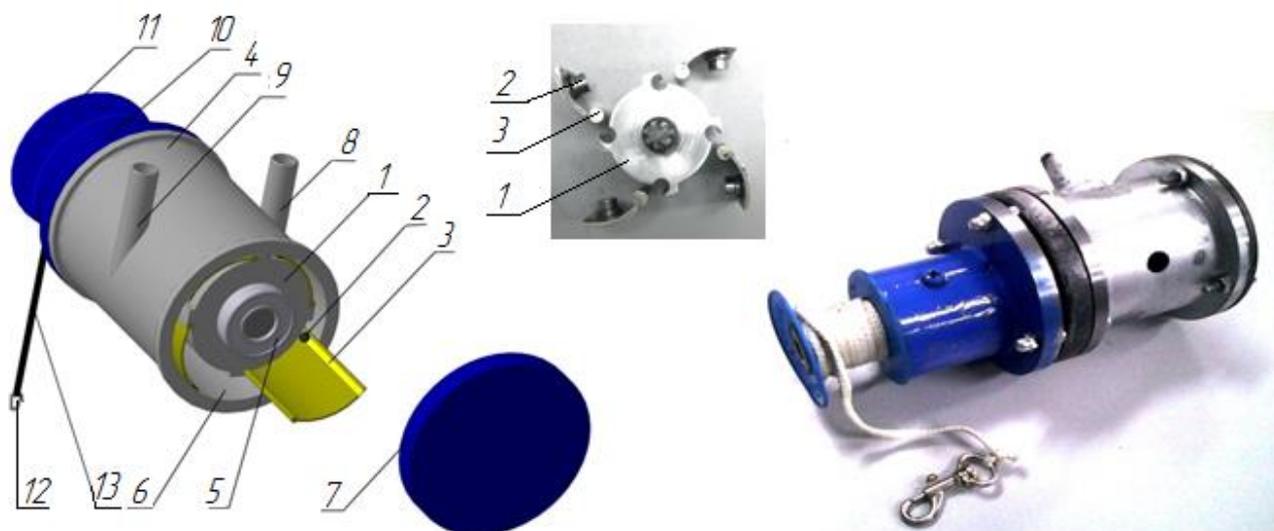
1 – скоба; 2 – переходник крана; 3 – электромагнитный клапан отключения коллектора; 4 – пульсатор; 5 – электромагнитный клапан пневмодвигателя съемника; 6 – съемник; 7, 8 – шланги; 9 – шнур; 10 – коллектор; 11 – доильные стаканы; 12 – потокомер; 13 – пульт; 14 – аккумулятор; 15 – реле времени; 16 – мембранный клапан.

Рисунок 1 – Переносной доильный аппарат со съемником

Принцип работы доильного аппарата со съемником его подвесной части следующий. При помощи скобы 1 доильный аппарат вешается на трубу вакуумпровода и подключается к крану доильной установки, затем

включается тумблер пульта управления. После подготовки вымени и сдаивания первых струек молока оператор устанавливает доильные стаканы 11 на соски, начинается доение коровы, которое контролирует блок управления. При снижении интенсивности молокоотдачи у коровы до 120 г/мин, регистрируемое потокоммером 12, с него подается сигнал на реле времени 15, а затем с заданной задержкой электромагнитный клапан подключает к источнику вакуума пневмодвигатель съемника 5, приводящий во вращение барабан. При наматывании на барабан шнура 9 он укорачивается, перемещая коллектор из нижней точки из-под туловища животного, при этом возрастает сопротивление и вакуум отключается от коллектора, что приводит к спаданию стаканов с сосков вымени. Однако продолжающееся укорачивание шнура 9 посредством наматывания на барабан съемника 6 не позволяет удариться стаканам о пол стойла. Подвесная часть доильного аппарата висит под вакуумпроводом доильной установки после вывода ее из-под коровы.

Оригинальным узлом переносного доильного аппарата помимо блока управления является автоматический съемник подвесной части непосредственно с вымени животного по окончании доения (рис. 2).



1 – ротор; 2 – элементы постоянного магнита; 3 – лопатки; 4 – пневмодвигатель; 5 – подшипник; 6 – камера роторная; 7 – крышка; 8,9 – патрубки; 10 – редуктор; 11 – барабан; 12 – шнур; 13 – карабин.

Рисунок 2 – Съемник подвесной части доильного аппарата непосредственно с вымени

По окончании доения коровы, контролируемое потокомером, посредством электромагнитного клапана вакуумпровод доильной установки соединяется с выпускным патрубком 9 пневмодвигателя 4. Он включается в работу, так как эксцентрично расположенный в камере 6 пневмодвигателя ротор 1 начинает вращаться за счет возникающего перепада давлений, действующего на шарнирно установленные в роторе 1 криволинейные лопатки 3, потому как с другой стороны они связаны с атмосферой через патрубок впускной 8. При этом лопатки 3 от действия магнитного поля элементов 2 из постоянного магнита прижимаются к внутренней поверхности камеры роторной 6. При вращении появляется центробежная сила, которая дополнительно прижимает лопатки 3, тем самым обеспечивается надежный контакт трущихся поверхностей и исключается при вращении ротора перетек воздуха из одной роторной камеры в другую. Так как ротор 1 через планетарный редуктор 10

приводит барабан 11, то шнур 12, соединенный с ним, наматывается, соответственно, на его же наружную поверхность, постоянно укорачиваясь. Это приводит ожидаемо к тому, что используемая подвесная часть предлагаемого двухтактного доильного аппарата, коллектор которой связан через карабин 13 со шнуром 12, выводится из-под коровы.

На подвесную часть предлагаемого двухтактного доильного аппарата в технологической операции завершению процесса доения коровы, когда включается в работу съемник, действует реакция нити от ее натяжения K и сила тяжести P (рис. 3). При этом, чтобы доильный аппарат не ударился о пол стойла, нить укорачивается при вращении барабана, наматываясь на него.

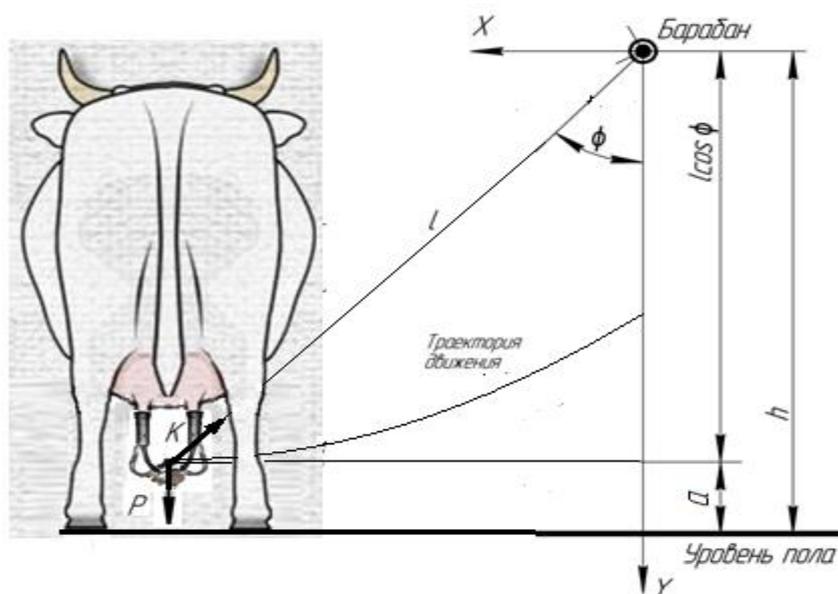


Рисунок 3 – Схема к расчету

После спадания доильных стаканов с сосков вымени, математически процесс перемещения подвесной части аппарата при выводе из-под коровы можно представить как движение тела определенной массы, подвешенного на гибкой круглой или плоской нити, с изменяющейся длиной применяемого подвеса под действием силы тяжести. Такой процесс

аналитически описать достаточно сложно. При допущении, что некоторая длина l используемой нити подвеса при каком-либо изменении угла φ соответственно между направлением гибкой нити и вертикалью вероятно укорачивается так, что применяемая подвесная часть предлагаемого доильного аппарата перемещается строго прямолинейно на некотором расстоянии a от имеющегося пола стойла, то искомую длину гибкого круглого или плоского шнура l будет возможно определить из следующего математического выражения:

$$l = \frac{h-a}{\cos \varphi} \quad (1)$$

где h – есть высота расположения предлагаемого пневматического съемника над полом в стойле, м.

Основным параметром съемника, отвечающим за изменение длины шнура подвеса, является частота вращения его барабана. Используя уравнение Лагранжа для действующей энергии и силовой функции при снятии и выводе используемой подвесной части предлагаемого двухтактного доильного аппарата непосредственно из-под туловища коровы, нами был получен закон движения подвесной части при изменении угла поворота гибкой нити подвеса. Из которого определена частота вращения барабана n_0 съемника, исключая удар используемой подвесной части двухтактного доильного аппарата о пол при выводе ее из-под туловища коровы:

$$n_0 = \frac{\sqrt{g(h-a)(1-\cos \varphi_0)}}{2\pi r \cos \varphi_0} \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; r – радиус барабана съемника; φ_0 – угол отклонения шнура от вертикали в начальном положении подвесной части.

В виду того, что при снятии с вымени доильного аппарата должен быть исключен удар его о пол стойла, где располагается животное, то

требуется определенная мощность N на постоянный и бесперебойный привод барабана предлагаемого пневмодвигателя. Она в свою очередь будет зависеть от применяемой массы используемой подвесной части предлагаемого доильного аппарата и также скорости ее перемещения при подъеме.

$$N \geq \frac{m\sqrt{g^3(h-a)}(1-\cos\varphi_0)}{\cos^2\varphi_0} \quad (3)$$

где m – масса подвесной части переносного доильного аппарата, кг.

Продолжительность t процесса снятия и завершения вывода подвесной части аппарата (при угле $\varphi=0$, аппарат висит над молокопроводом установки) составит:

$$t = \frac{\pi}{2\sqrt{\frac{g}{h-a}}} \quad (4)$$

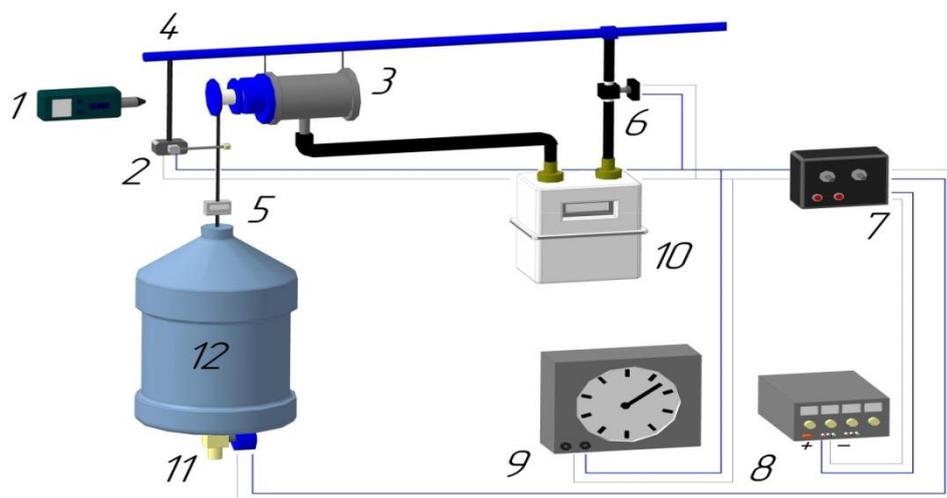
Представленные выражения позволили нам определить численные значения значимых режимных параметров предлагаемого съемника: частота вращения барабана пневмодвигателя 100-114 мин⁻¹, при этом скорость шнура подвеса будет 0,18-0,22 м/с, а продолжительность процесса снятия и завершения вывода подвесной части аппарата 7-8 с.

Чтобы окончательно выбрать необходимые параметры съемника подвесной части переносного доильного аппарата требуются экспериментальные исследования. Для снижения трудоемкости лабораторных исследований были предварительно теоретически подобраны геометрические параметры пневмодвигателя съемника. В ходе эксперимента использовали пневмодвигатель с размерами длины и диаметра роторной камеры 0,068 и 0,065 м соответственно с диаметрами впускного и выпускного патрубка $d = 9$ мм.

В качестве переменных факторов, влияющих на работу предлагаемого съемника, приняты: рабочий вакуум, диаметр барабана для шнура, величина силы магнитной индукции магнитных элементов.

Величина магнитной индукции магнитных элементов изменяет силу прижатия шарнирно установленных криволинейных лопаток к поверхности роторной камеры, что будет влиять на трение при вращении ротора и соответственно на потребную мощность и расход воздуха пневмодвигателем. Схема лабораторной установки приведена на рисунке 4.

В виду того, что на большинстве отечественных доильных установках при доении используют рабочий вакуум порядка 48-50 кПа. То при проведении эксперимента вакуум был принят равным 49 кПа. Нагрузка, имитирующая подвесную часть двухтактного доильного аппарата, составляла 3,4 кг, а наружный диаметр барабана пневмодвигателя – 0,020 м. В конструкции использован планетарный редуктор от пневмодрели с передаточным отношением 1:8.



1 – тахометр; 2 – датчик; 3 – пневмодвигатель; 4 – вакуумпровод доильной установки; 5 – безмен электронный; 6, 11 – электромагнитный клапан; 7 – пульт; 8 – источник питания; 9 – секундомер; 10 – счетчик газовый; 12 – емкость.

Рисунок 4 – Схема экспериментальной установки

На криволинейные лопатки пневмодвигателя съемника поочередно крепились магнитные элементы в виде таблеток различной высоты (рис. 4) с силой магнитного поля соответственно 300 мТл, 350 мТл, 400 мТл и 450 мТл, которая контролировалась магнитометром АТЕ-8702.

Расход потребляемого воздуха пневмодвигателем и мощность на барабане находили следующим образом. Включалась доильная установка, затем с пульта управления 7 (рис. 4) открывался электромагнитный клапан 6, тем самым соединяя, пневмодвигатель с вакуумпроводом. Одновременно с этим в автоматическом режиме включался секундомер. Воздух, поступающий в пневмодвигатель, вращая ротор, откачивался через газовый счетчик 10 в вакуумпровод доильной установки. Частота вращения барабана определялась тахометром 1. При работе пневмодвигателя нить, наматываясь на барабан, поднимала емкость 12 с водой вверх до срабатывания концевого датчика 2. От чего одновременное происходило отключение электромагнитного клапана 6 и секундомера 9. Далее снимались показания нами соответственно применяемого газового счетчика 10, а также и секундомера 9, соответственно.

Развиваемую мощность N на поверхности барабана предлагаемого пневмодвигателя 3 определялась нами косвенным путем по следующему математическому выражению:

$$N = mgd\pi n$$

где m – есть масса применяемой емкости, кг; d – есть диаметр используемого барабана, м; n – есть частота вращения используемого барабана, s^{-1} .

Каждая серия опытов проводилась с пятикратной повторностью.

Оптимальную частоту вращения используемого барабана предлагаемого пневмодвигателя для безударного снятия подвесной части съемником определяли, проведя серию лабораторных исследований. Изыскания выполнялись на экспериментальной установке (рис. 5),

состоящей из доильной установки, стенда «Искусственное вымя», доильного аппарата, съемника и тахометра для измерения частоты вращения барабана [2].

На вакуумпровод доильной установки подвешивался экспериментальный доильный аппарат с предлагаемым автоматическим устройством для снятия на высоте 1,7-1,8 м от поверхности пола. Значение вакуумметрического давления в вакуумпроводе доильной установки устанавливалось равным 49 кПа. В стенде «Искусственное вымя» имитаторы сосков вымени располагали на высоте 0,46 м от уровня пола. При этом их конструкция позволяла изгибаться при выводе съемником подвесной части из-под «коровы».



а) – стенд «Искусственное вымя», б) – имитатор соска.

1 – бак заменителя молока; 2 – труба; 3 – емкость расширительная; 4 – имитатор соска; 5 – мембранный клапан; 6 – насос; 7 – блок управления; 8 – подвесная часть аппарата; 9 – вакуумметр; 10 – съемник; 11 – доильная установка

Рисунок 5 – Лабораторная установка

Проведенные ранее исследования показали, что для удержания шарнирно закрепленных криволинейных лопаток в рабочем положении в роторной камере пневмодвигателя величина силы магнитного поля на поверхности неодимовых магнитных элементов, должна быть не менее 255 мТл [3]. Поэтому были выбраны магнитные элементы, у которых значение магнитного поля составляло 300 мТл. На пневмодвигателе съемника при проведении экспериментов устанавливались барабаны с диаметрами от 0,012 до 0,036 мм с шагом 0,004 м. При проведении опытов доильный аппарат со съемником подключали к источнику вакуума, надевали доильные стаканы на соски-имитаторы лабораторного экспериментального стенда и проводили соответственно с них снятие предлагаемым съемником используемой подвесной части экспериментального двухтактного доильного аппарата. Показания частоты вращения вала барабана при этом исследовании определяли тахометром электронным. Каждая серия опытов в данном эксперименте проводили нами с пятикратной повторностью.

Далее скорость перемещения гибкой шнура барабана определяли согласно формуле:

$$S = \pi d n$$

По результатам исследований, влияния силы магнитного поля магнитных элементов на расход воздуха, а также мощность на барабане и его частоту вращения, построены нами графические зависимости в MS Word, представленные на рисунке 6 ниже.

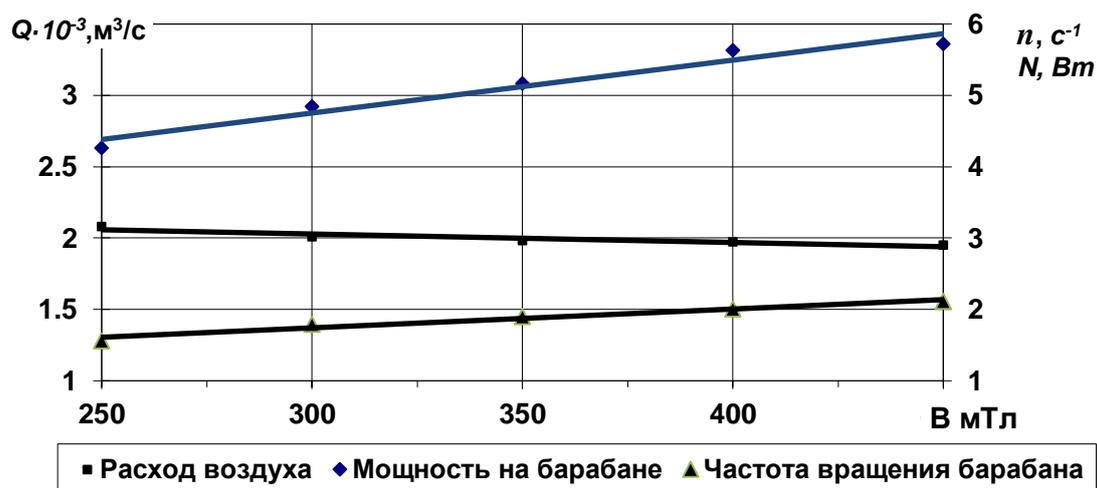


Рисунок 6 – Графические зависимости по расходу воздуха пневмодвигателем (Q), мощности на барабане (N) и частоты его вращения (n) от величины магнитного поля (B)

Исследуя полученные данные можно сказать, что расход воздуха при увеличении величины силы магнитного поля от 250 до 450 мТл уменьшается с 0,00208 до 0,00195 м³/с. Это объясняется соответственно тем, что при увеличении силы магнитного поля магнитных элементов лопадки сильнее прижимаются к внутренней поверхности роторной камеры, подсос воздуха снижается, от чего увеличивается перепад давлений между камерами, разделенными лопатками, и соответственно увеличивается мощность на барабане и также частота вращения. Значения мощности и частоты вращения барабана при этом возрастают с 4,26 до 5,72 Вт и от 1,56 до 2,11 с⁻¹ соответственно. Поэтому, учитывая полученные зависимости, можно сделать следующий вывод о том, что на криволинейные лопадки пневмодвигателя необходимо устанавливать магнитные элементы с величиной магнитного поля от 300 до 350 мТл. Дальнейшее увеличение нецелесообразно, так начинает проявляться тормозящий эффект.

По результатам исследований влияния диаметра барабана

пневмодвигателя на его расход воздуха Q и развиваемую мощность N при рабочем вакууме $P = 49 \text{ кПа}$ в процессе снятия применяемой подвесной части используемого двухтактного доильного аппарата с массой $3,4 \text{ кг}$ были построены графики в MS Word, которые представлены соответственно на рисунке 7 ниже.

Отмечается, что изменение диаметра используемого барабана предлагаемого пневмодвигателя в интервале $0,012...0,036 \text{ м}$ определенно увеличивает расход протекаемого и замеряемого воздуха через предлагаемый пневмодвигатель в интервале $(1,78...2,1) \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, при росте мощности на барабане с $2,94$ до $7,34 \text{ Вт}$. Происходит это видимо, на наш взгляд, потому, что определенным образом увеличивается крутящий момент на валу барабана при подъеме предлагаемого двухтактного доильного аппарата. Также, при этом из-за возникающих утечек воздуха в образуемых секциях роторной камеры происходит рост его расхода. Это отрицательно влияет на общий расход воздуха вакуумной системы применяемой доильной установки при осуществлении машинного доения на молочнотоварной ферме. Следует заметить, что происходящее увеличение скорости гибкого круглого или плоского шнура барабана используемого пневмодвигателя при выводе применяемого двухтактного доильного аппарата ведет к незначительному снижению частоты его вращения.

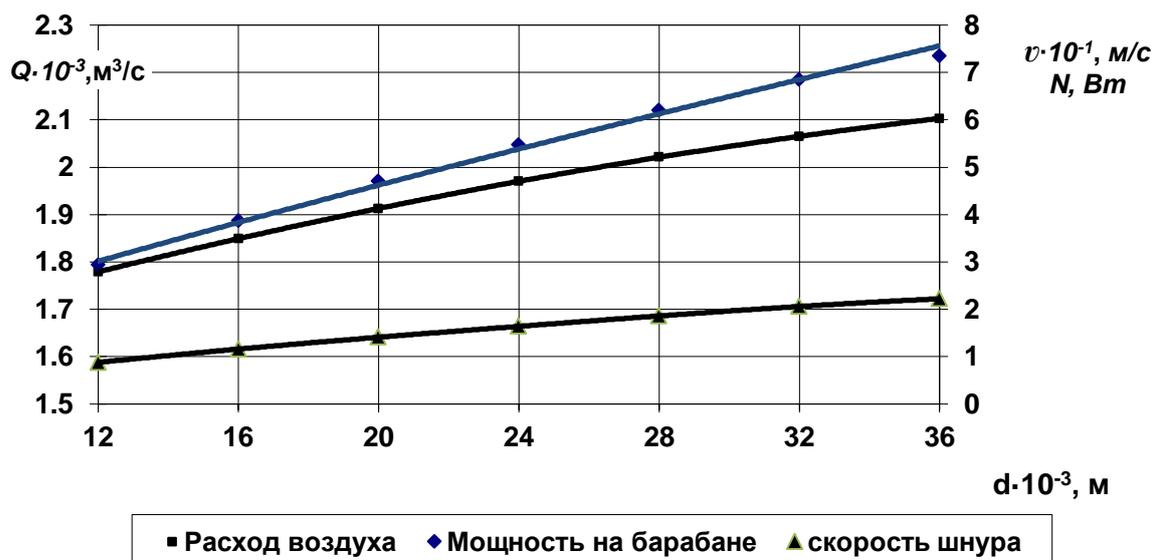


Рисунок 7 – Экспериментальные графические зависимости по расходу воздуха (Q), мощности на используемом барабане (N) и скорости гибкого шнура (v) предлагаемого пневмодвигателя от диаметра используемого барабана (d).

В ходе эксперимента выяснилось, что при диаметрах барабана у пневмодвигателя 0,012-0,016 м (скорость перемещения шнура 0,09-0,12 м/с) наблюдались удары о пол подвесной части применяемого двухтактного доильного аппарата при ее снятии с вымени и подъеме шнуром съемника. С диаметром барабана более 0,016 м наблюдается стабильный процесс работы пневмодвигателя, обеспечивающий безударное снятие доильного аппарата. Минимально необходимая мощность, снимаемая с барабана пневмодвигателя, составит при этом около 4 Вт. Увеличение наружного диаметра барабана пневмодвигателя более 0,036 м также нецелесообразно, потому как ведет к росту габаритных размеров и массы, что крайне нежелательно, так как доильный аппарат является переносным.

Итак, для повышения желаемой эффективности технологического процесса машинного доения коров на молочно-товарных фермах при привязном содержании необходимо использовать переносные доильные

аппараты с автоматическим съемником их с вымени по завершению доения.

Основным узлом съемника помимо блока управления за доением является пневмодвигатель. Он через редуктор сопряжен с барабаном двигателя с наматываемым на его поверхность гибким круглым или плоским шнуром и соединен свободным концом с коллектором применяемого двухтактного доильного аппарата. В образуемой роторной камере корпуса предлагаемого пневмодвигателя съемника эксцентрично на подшипниках в цилиндрическом корпусе установлен вал ротора, выполненный из металла, с шарнирно закрепленными на нем одним концом криволинейными поворачивающимися лопатками. Они в своей нижней части, а именно со стороны, обращенной непосредственно к валу ротора пневмодвигателя, выполнены с выемками неглубокого формата. В выемках установлены неодимовые элементы постоянного магнита, причем смонтированы таким образом, что гарантированно исключен их непосредственный прямой контакт со стенками полой цилиндрической роторной камеры пневмодвигателя устройства при работе. При этом вал ротора двигателя выполнен из любого конструкционного немагнитного материала. А корпус полой цилиндрической роторной камеры пневмодвигателя выполнен из любого конструкционного магнитного материала. Для стабильной работоспособности пневмодвигателя съемника при вакууме 49 кПа диаметр барабана должен составлять 0,020...0,024 м, скорость перемещения шнура – 0,14...0,17 м/с, при этом расход воздуха составит $(1,91...1,97) \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, а при этом мощность на барабанах будет 4,7...5,47 Вт. На криволинейных лопатках пневмодвигателя необходимо устанавливать магнитные элементы с величиной магнитного поля от 300 до 350 мТл.

Список литературы

1. Некоторые научные и технологические обоснования и рекомендации для создания молочных фермерских хозяйств /Л.П. Кормановский, Ю.А. Иванов, Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов// Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1 (33). С. 21-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37148310>.
2. 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.
3. Определение величины магнитного поля элементов пневмодвигателя, устройства для автоматического снятия подвесной части доильного аппарата / Р.В. Коледов, В.А. Хрипин, В.М. Ульянов, В.В. Утолин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 669-678. – EDN TROMGL.

References

1. Nekotorye nauchnye i tekhnologicheskie obosnovaniya i rekomendacii dlya sozdaniya molochnykh fermerskikh khozyajstv /L.P. Kormanovskij, YU.A. Ivanov, YU.A. Coj, V.V. Kirsanov// Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. 2019. № 1 (33). S. 21-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37148310>.
2. Stend dlya ispytaniya doil'nykh apparatov /V.M. Ul'yanov, V.A. Khripin, R.V. Koledov, N.S. Panferov // Sel'skij mekhanizator. – 2015. – № 7. – S. 22-23. – EDN UIOXYZ.
3. Opredelenie velichiny magnitnogo polya elementov pnevmodvigatelya, ustrojstva dlya avtomaticheskogo snyatiya podvesnoj chasti doil'nogo apparata / R.V. Koledov, V.A. Khripin, V.M. Ul'yanov, V.V. Utoлин // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 108. – S. 669-678. – EDN TROMGL.