

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 338.436:636.2.034.003.13 (470.325)

Анализ работы массажного устройства на основе циклограмм изменения давления в его конструктивных элементах

Куручкин А.А.

Аннотация. В статье рассмотрена конструктивно-технологическая схема устройства для комбинированного массажа вымени нетелей, позволяющая регулировать интенсивность пневматической и механической составляющих массажного воздействия на ткани молочной железы. На основе полученной циклограммы изменения давления в кожухе и присоске массажного устройства проведен анализ достоинств и недостатков подобных устройств, работающих по двухкамерной схеме, включающей массажный кожух и активный рабочий орган с силовой пневмокамерой. Недостатком исследуемого массажного устройства является отсутствие полноценного восстановления кровообращения в той части вымени животного, с которой взаимодействует присосок. К преимуществам рассмотренной конструктивно-технологической схемы массажного устройства можно отнести возможность регулирования интенсивности пневматической и механической составляющих массажа в широких пределах и позволяющей получить два технологических режима работы устройства для подготовки нетелей к лактации.

Ключевые слова: нетели, молочная железа, массажное устройство, конструктивно-технологическая схема, комбинированный массаж, вакуум, пульсатор.

Для цитирования: Куручкин А.А. Анализ работы массажного устройства на основе циклограмм изменения давления в его конструктивных элементах // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 1. С. 27–31.

Analysis of the massage device operation on the basis of cyclograms of pressure changes in its structural elements

Kurochkin A.A.

Abstract. The article discusses the design and technological scheme of the device for combined massage of the udder of heifers, which allows you to adjust the intensity of the pneumatic and mechanical components of the massage effect on the breast tissue. Based on the obtained cyclogram of pressure changes in the casing and suction cup of the massage device, the advantages and disadvantages of such devices operating in a two-chamber scheme, including a massage casing and an active working body with a power pneumatic chamber, are analyzed. The disadvantage of the massage device under study is the lack of a full restoration of blood circulation in the part of the udder of the animal with which the sucker interacts. The advantages of the considered design and technological scheme of the massage device include the possibility of regulating the intensity of the pneumatic and mechanical components of the massage in a wide range and allowing you to get two technological modes of operation of the device for preparing heifers for lactation.

Keywords: heifers, mammary gland, massage device, design and technological scheme, combined massage, vacuum, pulsator.

For citation: Kurochkin A.A. Analysis of the massage device operation on the basis of cyclograms of pressure changes in its structural elements. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 1. pp. 27–31. (In Russ.).

Введение

Одним из основных технологических процессов при производстве молока в условиях современного аграрных предприятий является машинное доение коров. Несмотря на очевидные успехи в совершенствовании конструкции доильного оборудования за последние 25-30 лет в части его рациональных конструктивно-технологических параметров, проблема приучения коров-первотелок к доильным аппаратам в первые дни их применения все еще не решена.

Объясняется это тем, что комплекс технологических и организационных решений по подготовки нетелей к лактации, который в общем случае предназначен для управления процессом приучения животных к действию на их организм доильной аппаратуры и создания условий для роста и формирования молочной железы животного в нетельном возрасте, недостаточно проработан и имеет ряд технологических противоречий. Эти противоречия проявляются как в технической стороне устройств для подготовки нетелей к лактации, так и в ее технологической составляющей. Более того, к настоящему времени, несмотря на большое число работ, посвященных данной проблеме, нет исчерпывающих сведений о классификации данного вида оборудования, а в некоторых из них представлено явно избыточное число классификационных признаков этой группы технологического оборудования [1, 4, 7].

Например, в работе Ужик О.В. предложена классификация устройств для стимулирующего воздействия на молочную железу крупного рогатого скота включающая восемь признаков – по назначению, способу воздействия, месту воздействия, типу рабочего органа, способу установки устройства в процессе работы, интенсивности воздействия, роду привода и носителя используемой энергии, способу управления. При этом, обобщая предложенную классификацию, автор отмечает, что «... анализируемые устройства не реализуют способности стимулирующего воздействия на вымя нетелей, включающие комплекс приемов массажа, который наиболее близко соответствуют ручному массажу», и делает вывод о том, что одним из перспективных направлений в разработке данной группы машин является разработка устройства, обеспечивающего пневмомеханическое воздействие на вымя. В качестве рабочего органа устройства предлагается использовать массажный колокол [7].

С приведенным выводом и предложением трудно не согласиться, однако, следует учитывать и еще один аспект этой многогранной проблемы, заключающейся в следующем.

Технология подготовки нетелей к лактации предусматривает массаж вымени животных, начиная с периода их 7-ми месячной стельности на протяжении примерно 1,5 месяца. Таким образом, на протяжении этого времени устройство работает

в одном, стандартном режиме. Между тем, у животных за это время происходят изменения как морфологических, так и физико-механических свойств молочной железы. Наряду с ростом молочной железы изменяются ее упругость и интенсивность кровообращения и лимфотока. Поэтому интенсивный пневмомассаж, вызывающий переменную гиперемия – активный приток крови в тканях вымени, весьма полезен лишь на первом этапе роста молочной железы.

В более поздней стадии роста молочной железы пневматический массаж может вызвать выделение секрета из сосков животного, а также затруднить отток межтканевой жидкости, что может привести к отеку вымени. Поэтому в этот период для животного гораздо более полезным будет механический массаж вымени [3, 5, 6].

Учитывая, что соотношение между интенсивностью воздействия на вымя нетели того или иного вида массажа зависит от конструктивно-технологической схемы массажных устройства, а также циклограммы изменения давления воздуха в его рабочих органах, весьма актуальной задачей можно считать исследование этих показателей с тем, чтобы обеспечить режимы работы массажного устройства, соответствующие физиологическому состоянию животных в каждый конкретный период их подготовки к лактации.

Целью работы является обоснование вакуумного режима работы устройства для комбинированного (пневмомеханического) воздействия на молочную железу нетели с учетом его конструктивно-технологической схемы.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлось устройства для комбинированного (пневмомеханического) массажа вымени животных двухкамерного типа. Реализованные в исследованиях методы позволили получить численные значения величины вакуума, воздействующего на отдельные части молочной железы нетели в различные такты работы устройства.

В качестве оценочного показателя бала принята циклограмма изменения давления в массажном колоколе и присоске устройства.

Результаты и их обсуждение

Устройство для подготовки нетелей к лактации выполнено в виде двухкамерной конструкции и позволяет регулировать интенсивность пневматической и механической составляющих массажа [2]. Оно включает в себя кожух 1 (рис. 1), выполненный в виде полусферы с уплотняющим элементом 2, пневмокамеру 3 и рабочий орган, предназначенный для выполнения механического массажа.

Пневмокамера с помощью патрубка 8 соединяется с пульсатором 9. С внутренним пространством

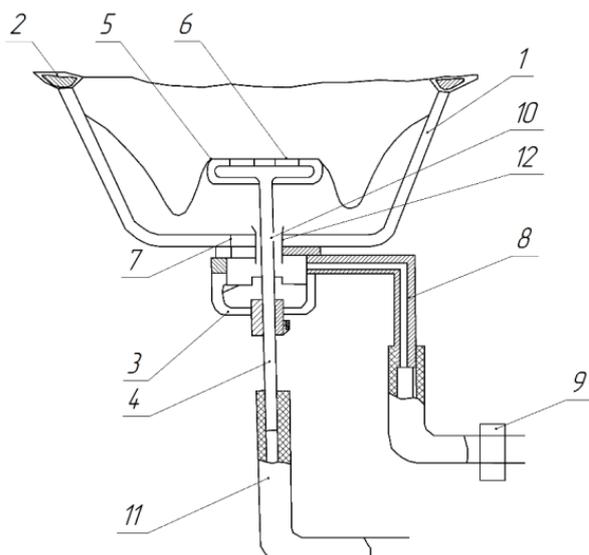


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема устройства для комбинированного массажа вымени животных: 1 – кожух; 2 – уплотняющий элемент; 3 – пневмокамера; 4 – шток; 5 – присосок; 6 – крышка; 7, 10 – калиброванные отверстия; 8 – патрубок; 9 – пульсатор; 11 – шланг; 12 – направляющая.

кожуха она сообщается посредством калиброванного отверстия 7.

Активный рабочий орган выполнен в виде присоска 5 с перфорированной крышкой 6, жестко связанного с подпружиненным полым штоком 4. Шток имеет калиброванное отверстие 10 и шлангом 11 соединен с источником постоянного вакуума.

Работа массажного устройства заключается следующим образом. Кожух устройства плотно прижимаются к вымени животного. Через полый шток в присоске 5 откачивается воздух и создается пониженное давление (вакуум), которое посредством перфорированной крышки 6 воздействует на часть молочной железы животного. В этот момент устройство удерживается на вымени за счет присоска 5.

Пульсатор 9 позволяет постоянное по величине давление в общей вакуумной системе преобразовывать в переменное. В тот момент, когда в пневмокамере 3 создается давление ниже атмосферного, шток 4 под действием деформированной пневмокамеры перемещается в верхнее положение. Рабочий орган (присосок с крышкой) в этот период работы устройства выполняет механический массаж вымени нетели. В этом положении полого штока из полости кожуха 1 воздух откачивается не только через калиброванное отверстие 7, но и через отверстие 10. Благодаря этому в полости кожуха создается пониженное давление, вследствие чего молочной железы нетели подвергается пневматическому массажу. При этом давление в присоске 5 немного увеличивается по сравнению с первоначальным его значением, и в этой части вымени восстанавливается нормальное кровообращение.

Конструктивно-технологическая схема массажного устройства позволяет ему работать в двух режимах.

Первый из них, характеризуется более интенсивной пневматической составляющей и реализуется при полностью открытом отверстии 7. Этот режим является основным.

Для перевода работы устройства во второй режим калиброванное отверстие 7 прикрывается специальной заслонкой, что позволяет в кожухе создать меньший вакуум. Объясняется это тем, что в этом режиме работы массажного устройства воздух из кожуха отсасывается в основном через калиброванное отверстие 10, имеющее в сравнении с отверстием 7 меньшее сечение. При этом величина вакуума в силовой пневмокамере при этом режиме будет больше, а значит и интенсивность механической составляющей также будет выше, чем при первом режиме.

Циклограмма изменения давления в кожухе и присоске получена с помощью экспериментальной установки, выполненной на базе тренажера для обучения операторов машинного доения коров ТОМД-1М. В тренажере было задействовано искусственное вымя с демонтированными сосками.

Давление в вакуумной системе регулировалось с помощью вакуум-регулятора. В качестве регистрирующей аппаратуры был применен четырехканальный самописец Н-3031-4, тензоусилитель «Топаз-3.01» с источником питания «Агат». Давление воздуха в кожухе и присоске фиксировалось с помощью двух малогабаритных датчиков типа МДД-1-1000. На рис. 2 представлена циклограмма изменения давления в кожухе и присоске экспериментального массажного устройства.

Анализ представленной циклограммы позволяет утверждать, что давление воздуха (вакуум) в присоске на протяжении такта разгрузки равно давлению в вакуумной системе, а во время такта массажа несколько снижается. Амплитуда этого изменения зависит от внутреннего давления полого штока присоска и диаметра калиброванного отверстия в этом штоке. При соотношении этих диаметров как 2:1 величина вакуума в присоске в такте сжатия может быть снижена примерно в 3 раза – с 50 до 17 кПа.

Следует отметить, что при такой конструктивно-технологической схеме массажного устройства добиться повышения давления воздуха в присоске до атмосферного ни в одном из рабочих тактов (массаж и разгрузка) не удастся.

Таким образом основным недостатком этого устройства является то, что небольшая часть вымени, взаимодействующая с присоском, не получает полноценной разгрузки от воздействия пониженного давления. По существу, на эту часть молочной железы постоянно воздействует остаточный вакуум (17 кПа) в такте разгрузки (механического массажа), и рабочий (50 кПа) – в такте пневматического массажа.

Вместе с этим недостатком исследуемое массажное устройство имеет два очевидных плюса.

Во-первых, калиброванное отверстие в стен-

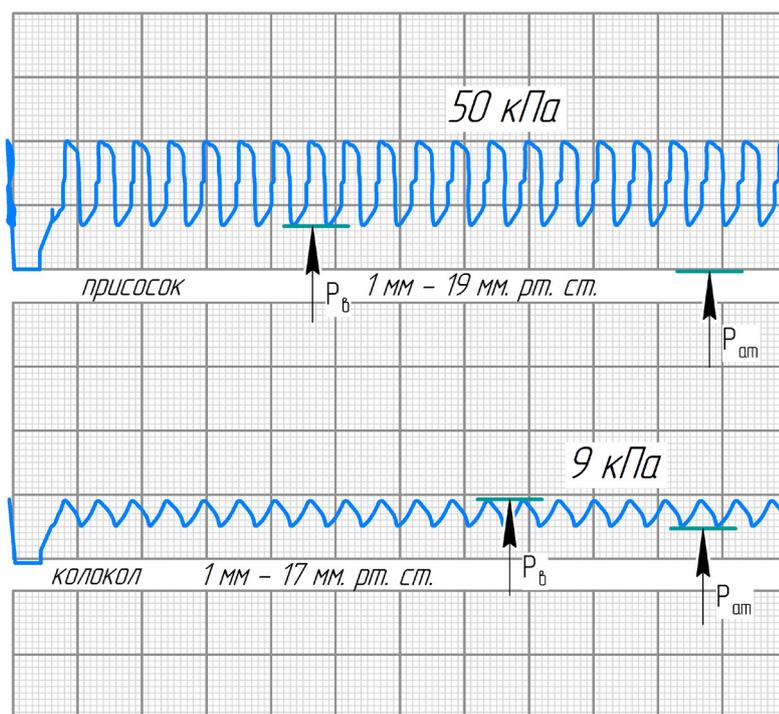


Рис. 2. Циклограмма изменения давления в коже и присоске массажного устройства

ке кожных позволяет регулировать интенсивность пневмомассажа в широких пределах.

Во-вторых, при такой конструктивно-технологической схеме массажного устройства имеется возможность регулировать интенсивность механического массажа.

Таким образом, открытие и закрытие калиброванного отверстия в стенке кожных является регулировкой, позволяющим переходить с одного технологического режима работы массажного устройства на другой. Каждый из этих режимов будет отличаться интенсивностью пневматической и механической составляющими комбинированного массажа.

Литература

- [1] Котенджи, Г.П. Подготовка нетелей к лактации /Г.П. Котенджи, А.А. Курочкин //Доклады ВАСХНИЛ. – 1987. – №4. – С. 32-34.
- [2] Курочкин А.А., Скоров Н.П., Котенджи Г.П., Овсянко Л.И. Устройство для массажа вымени животных //А.с. СССР №1407458. – 1988. Бюл. № 25.
- [3] Курочкин, А.А. Повышение эффективности подготовки нетелей к лактации за счет совершенствования процессов и средств механизации: автореф. дис...д-ра. техн. наук: 05.20.01 / Курочкин Анатолий Алексеевич. СПб., 1993. – 42 с.
- [4] Курочкин, А.А. Анализ конструктивно-технологических схем устройств для массажа вымени нетелей / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 1. – С. 29-34.
- [5] Курочкин, А.А. Математическое моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени

Выводы

Недостатком исследуемого массажного устройства является отсутствие полноценного восстановления кровообращения в той части вымени животного, с которой взаимодействует присосок.

К преимуществам рассмотренной конструктивно-технологической схемы массажного устройства относится возможность регулирования интенсивности пневматической и механической составляющих массажа в широких пределах и позволяющей получить два технологических режима работы устройства для подготовки нетелей к лактации.

References

- [1] Kotendzhi, G. P. Training heifers to lactation /G. P. Kotendzhi, A. A. Kurochkin //Reports of Agricultural Sciences. – 1987. – № 4. – P. 32-34.
- [2] Kurochkin A. A., Skorov N. P., Kotenji G. P., Ovsyanko L. I. Device for animal udder massage / A. S. USSR No. 1407458 – 1988. Byul. No. 25.
- [3] Kurochkin, A. A. Improving the efficiency of training heifers to lactation through improved processes and means of mechanization: author. dis...dr. tech. sciences: 05.20.01 / Kurochkin Anatoliy Alekseevich. SPb., 1993. – 42 p.
- [4] Kurochkin, A. A. Ahe Analysis of constructive-technological diagram of the device for massage of the udder of heifers // Innovative technology. – 2016. – № 1. – P. 29-34.
- [5] Kurochkin, A. A. Mathematical modeling of pneumatic devices for massage of the udder of heifers two-chamber type // Innovative technology. – 2016. – № 2. – P. 25-33.

- нетелей двухкамерного типа / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология.– 2016.– № 2.– С. 25-33.
- [6] Курочкин, А.А. Моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей однокамерного типа /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской ГСХА. Самара, 2016. – № 4. – С. 36–43.
- [7] Ужик, О.В. Разработка и теоретическое обоснование технологий и технических средств для молочного скотоводства: дис...д-ра. техн. наук: 05.20.01 / Ужик Оксана Владимировна. – Белгород, 2014. – 388 с.
- [6] Kurochkin, A. A. Modeling of pneumatic devices for massage of the udder of heifers of single-chamber type /A. A. Kurochkin, D.I. Frolov // Bulletin Samara SAA. – Samara, – 2016. – № 4. – P. 36-43.
- [7] Uzhik, O. V. Development and theoretical substantiation of technology and equipment for dairy cattle: dis...dr. tech. Sciences: 05.20.01 / Uzhik Oksana Vladimirovna. – Belgorod, 2014. – 388 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
---	--