

На правах рукописи

Назарова Елена Владимировна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОЕНИЯ КОРОВ
ПЕРЕДВИЖНОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ
В СТОЙЛАХ КОРОВНИКА**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства (по техническим
наукам)

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Зерноград – 2010

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Краснов Иван Николаевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Богомягких Владимир Алексеевич

доктор технических наук, старший научный сотрудник
Винников Иван Кириллович

Ведущая организация: ФГОУ ВПО Донской государственной аграрный университет, п. Персиановский
Октябрьский район Ростовской области.

Защита состоится «___»_____2010 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета ДМ 220.001.01 при ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» по адресу: 347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Ленина 21, аудитория 201, корп. 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО АЧГАА.

Автореферат разослан «___»_____2010 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор

Н.И. Шабанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Основными производителями молока в России в последние годы являются личные подсобные и фермерские хозяйства. Их доля в обеспечении населения молочными продуктами превышает 53 %. Однако эффективность ведения этих хозяйств остаётся низкой из-за отсутствия средств малой механизации, приспособленных к условиям хозяйств с небольшим поголовьем животных. Это касается и доильной техники.

На малых фермах с поголовьем до 200 коров доение в основном осуществляется в стойлах, реже вне стойл – на пастбищах и в доильных залах. При доении в стойлах используются стационарные доильные установки с переносными доильными аппаратами и передвижные по проходу коровника. Передвижные доильные установки имеют ряд преимуществ: повышают производительность труда, сокращают количество технологических операций, облегчают труд доярок. Они в большей мере ориентированы на использование в малых хозяйственных формированиях.

Цель и задачи исследования. Цель работы – повышение производительности и улучшение условий труда операторов машинного доения путём совершенствования технологического процесса доения коров в стойлах передвижной доильной установкой.

В задачи исследований входило:

- 1) обосновать набор, последовательность и продолжительность операций процесса доения коров передвижной доильной установкой;
- 2) усовершенствовать конструкцию передвижной доильной установки для малых ферм с привязным содержанием коров, обосновать её конструктивные параметры и технологический процесс доения ею;
- 3) определить усилия перекачивания доильной установки по коровнику;
- 4) обосновать вместимость и рациональные параметры системы обмывания вымени коров на доильной установке.

Объект исследования – технологический процесс доения коров в стойлах передвижной доильной установкой.

Предмет исследования – закономерности процесса доения коров передвижной доильной установкой и режимы её работы.

Методы исследования включали производственные хронометражные наблюдения и измерения, теоретические исследования с использованием теории гибких оболочек и тонкостенных конструкций, положений теории упругости, гидростатики, гидродинамики и механики.

Научную новизну работы представляют:

- аналитические зависимости по определению рациональных параметров устройства для преддоильной обработки вымени коров;

– зависимости для определения усилий, затрачиваемых дояркой на перекатывание доильной установки по коровнику;

– новые конструкции передвижной доильной установки и устройства для преддоильной обработки вымени коров;

– усовершенствованный технологический процесс доения коров передвижной доильной установкой в условиях привязного их содержания.

Новизна технических решений защищена двумя патентами Российской Федерации на изобретения: № 2233079 “Передвижная доильная установка” и № 2233080 “Устройство для преддоильной обработки вымени”.

Реализация работы. Доильная установка и усовершенствованный процесс доения коров при привязном содержании внедрены на молочно-товарной ферме ОПХ “Экспериментальное” Зерноградского района Ростовской области. Результаты исследований используются в учебном процессе ФГОУ ВПО АЧГАА по специальности 11.03.01.65 “Механизация сельского хозяйства” и переданы ООО “АГРОПРОДМАШ” (г. Новочеркасск).

Апробация. Основные положения диссертационной работы доложены и получили одобрение на научно-практических конференциях ФГОУ ВПО Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии в 2002-2005 г.г. и 2009-2010 г.г.

Публикации. Основные результаты исследования опубликованы в 12 работах, в их числе 3 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, и 2 патента РФ на изобретения.

Объём работы. Работа содержит введение, пять глав, общие выводы, список литературы из 113 наименований и приложения. Она изложена на 163 страницах, включает 51 рисунок и 16 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована её научная новизна, приведены методы исследования и положения, выносимые на защиту, дано краткое её изложение.

В первой главе “Состояние вопроса доения коров на современных доильных установках. Цель и задачи исследования” изложены результаты анализа известных технических решений в данной области, дан анализ работ по исследованию процесса доения коров.

Исследованию процесса машинного доения коров посвящены работы Е.И. Админа, Ю.И. Беляевского, Э.К. Вальдмана, И.Г. Велитока, И.К. Винникова, Л.П. Карташова, В.Ф. Королёва., И.Н. Краснова, С.В. Мельникова, Ю.М. Огнева, Н.А. Петухова, В.Г. Похваленского, Н.А. Соловьёва, У.Г. Уиттлстоуна и др. авторов. Благодаря работам Г.И. Азимова, И.А. Барышникова, И.И. Грачёва, М.Г. Закса, Э.П. Кокориной, Дж. Р. Кэмбелла, М.Л. Пейновича, А.Г. Тараненко, У.Г. Уиттлстоуна, и др. учёных изучены

физиологические закономерности машинного доения коров. Обоснованию основных технологических параметров доильных установок посвящены труды В.Г. Похваленского, С.В. Мельникова, И.К. Винникова, В.П. Бабкина, а также коллективов учёных ВИЭСХ, ВНИПТИМЭСХ, АЧИМСХ и др. НИИ и учебных заведений.

Анализ этих работ показал, что разработанные в настоящее время передвижные доильные установки малопроизводительны (позволяют обслуживать от 10 до 20 коров), имеют сложную конструкцию, высокую металлоёмкость и стоимость. Использование их загромождает проход коровника и не исключает ручной труд по транспортировке молока в молочное отделение.

Технология доения коров передвижной установкой при привязном содержании должна включать кроме традиционных операций доения (подготовки к доению, машинного доения и додоя, отключения и снятия доильных аппаратов) операции передвижения её, подключения и отключения от вакуумпровода, откачки молока в молочное отделение, что исключает из базового набора операции переноса доильных аппаратов, слива молока во фляги, ручной их транспортировки сокращает переходы операторов.

Сформулирована цель и задачи исследования.

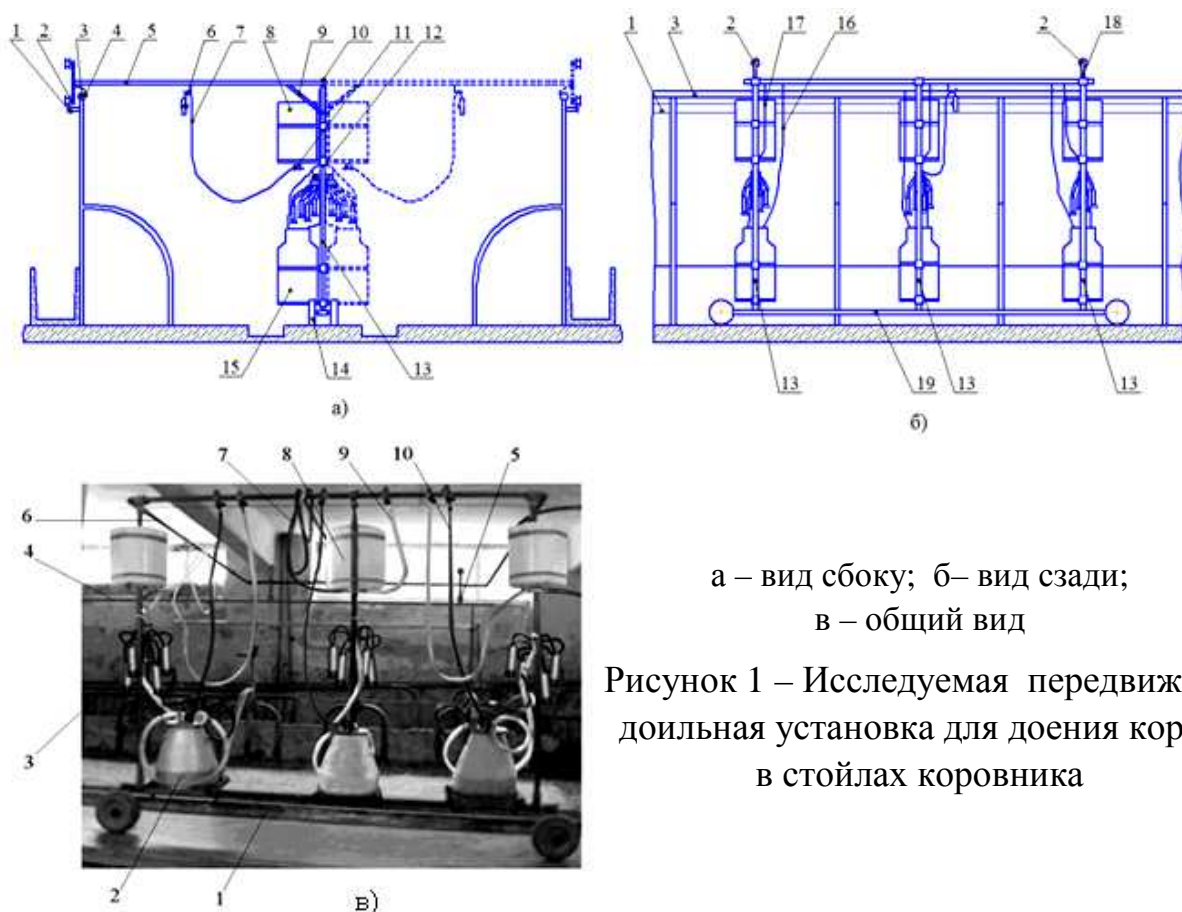
Во второй главе "Теоретические исследования процесса работы передвижной доильной установки" дана схема доильной установки для малых ферм с привязным содержанием коров и усовершенствованный технологический процесс доения ею. Получены зависимости для определения производительности исследуемой установки и усилий доярки на перекачивание её по коровнику. Обоснована вместимость ёмкости для моющей жидкости и её рациональные параметры.

Передвижная доильная установка (рис. 1) имеет узкую платформу 19, передвигающуюся на колёсах 14 по полу коровника и на опорных катках 2 по направляющей рейке 1 над кормушками. На платформе имеются вертикальные стойки 13, шарнирно соединённые с кольцевой рамой 5, и фиксаторы 9. К раме стойками 18 крепятся опорные катки. Установка оснащена доильными аппаратами 12, мерными ёмкостями для сбора молока 15 и термоизолированными баками для подогретой моющей жидкости 8. Ёмкости для молока и моющей жидкости могут поворачиваться вокруг стоек. Доильные аппараты, ёмкости для молока и моющей жидкости шлангами 16 и 17 подключены к раме, которая краном 4 соединена с вакуумпроводом 3 коровника.

При доении оператор устанавливает платформу между двумя рядами стоек в начале прохода коровника и подключает её к вакуумпроводу. По трубопроводам каркаса вакуум подаётся к доильным аппаратам. Затем он выполняет подготовительные операции: обмывает из распылителя 6 вымя первой коровы, вытирает, массирует, сдаивает первые струйки молока и надевает на соски стаканы первого доильного аппарата. Переходит ко второй

корове, выполняет те же операции, надевая второй аппарат. Такие же операции он выполняет для третьей коровы. К этому моменту доение первой коровы завершается, оператор проводит машинный додой, отключает и снимает с вымени аппарат. Аналогичные заключительные операции он выполняет для второй и третьей коров. Выдоенное молоко собирается во фляги. Затем он отключает установку от вакуумпровода и перемещает для доения следующих трёх коров. Далее операции выполняются в той же последовательности.

В поперечном проходе коровника и в конце ряда стойл оператор перекачивает выдоенное молоко по транспортному молокопроводу в молочное отделение. Для доения коров второго ряда он трансформирует установку: поворачивает кольцевую раму на шарнирах 10 и опускает её опорными катками на направляющую второго ряда и поворачивает баки на 180°.



а – вид сбоку; б – вид сзади;
в – общий вид

Рисунок 1 – Исследуемая передвижная доильная установка для доения коров в стойлах коровника

Процесс доения исследуемой установкой циклический. Время цикла содержит продолжительности всех перечисленных технологических операций:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{пв}} + t_{\text{о}} + t_{\text{д}} + (t_{\text{мд}} + t_{\text{сдс}}) \cdot n + t_{\text{пп}} + t_{\text{ов}} + t_{\text{прм}}, \text{ мин}, \quad (1)$$

где $t_{\text{пв}}$, $t_{\text{о}}$, $t_{\text{д}}$, $t_{\text{мд}}$, $t_{\text{сдс}}$, $t_{\text{пп}}$, $t_{\text{ов}}$, $t_{\text{прм}}$ – затраты времени в минутах на подключение доильной установки к вакуумпроводу, подготовку коровы к доению и закрепление аппарата, машинное доение коровы, машинный додой, снятие стаканов, переходы оператора, отключение установки от вакуумпровода, перекачивание установки, n – количество доильных аппаратов на установке, шт.

Количество доильных аппаратов, обслуживаемых оператором, зависит от времени машинного доения t_d и времени выполнения ручных операций t_o :

$$n = \frac{t_d + t_o}{t_o} \cdot c, \quad \text{шт.}, \quad (2)$$

где c – коэффициент занятости доярки.

Так как длительность выполнения ручных и машинно-ручных операций t_p , затраты времени на подключение доильной установки к вакуумпроводу и отключение от него t_b , а продолжительность перекачки молока в молочное отделение t_m , продолжительность дойки всех коров будет:

$$T = \frac{1}{n} \sum_1^{N_k} t_p + \frac{1}{n} \sum_1^{N_k} t_d + \frac{N_k}{n} \cdot t_b + \left(\frac{N_k}{n} - 2\right) \cdot t_{\text{прм}} + 2 \cdot t_m + t_{\text{прб}} + t_{\text{пп}} + t_{\text{трп}}, \quad \text{мин}, \quad (3)$$

где N_k – число обслуживаемых оператором коров, гол; $t_{\text{прб}}$ – затраты времени на переоборудование установки для доения коров второго ряда стойл, мин; $t_{\text{трп}}$ – затраты времени на транспортировку доильной установки в центральный проход коровника для промывки, мин.

Тогда производительность установки определится по формуле:

$$W = \frac{60 \cdot N_k \cdot k_n}{\frac{1}{n} \left(\sum_1^{N_k} t_p + \sum_1^{N_k} t_d \right) + \frac{N_k}{n} \cdot t_b + \left(\frac{N_k}{n} - 2 \right) \cdot t_{\text{прм}} + 2 \cdot t_m + t_{\text{прб}} + t_{\text{пп}} + t_{\text{трп}}}, \quad \text{гол/час.} \quad (4)$$

Анализ её показывает, что пропускная способность установки возрастает с увеличением числа обслуживаемых доильных аппаратов и снижается с ростом затрат времени на вспомогательные операции.

Для смены позиций доения оператор перекачивает доильную установку вручную. При равномерном перекачивании усилие, приложенное к установке F_p , равно сопротивлению движению:

$$F_p = w \cdot G, \quad \text{кг}, \quad (5)$$

где w – коэффициент сопротивления; G – масса доильной установки, кг.

Масса установки складывается из массы платформы с находящимся на ней оборудованием G_1 , массы воды ёмкостях G_2 и молока во флягах G_3 :

$$G = G_1 + G_2 + G_3, \quad \text{кг}. \quad (6)$$

При перекачивании доильная установка большей своей частью опирается на наземную дорожку между двумя рядами стойл коровника и частично на рельсовый подвесной путь. Так как масса платформы распределена на две части: основную $W_{\text{осн}}$ на наземной дорожке и дополнительную $W_{\text{доп}}$ на рельсовом пути, то сопротивления движению этих масс:

$$W_{\text{осн}} = w_{\text{осн}} (K_M G_1 + G_2 + G_3), \quad \text{кг}, \quad W_{\text{доп}} = w_{\text{доп}} (1 - K_M) G_1, \quad \text{кг}, \quad (7)$$

где $w_{\text{осн}}$ и $w_{\text{доп}}$ – коэффициенты сопротивления перекачиванию указанных масс; K_M – коэффициент, учитывающий соотношение основной и дополнительной масс.

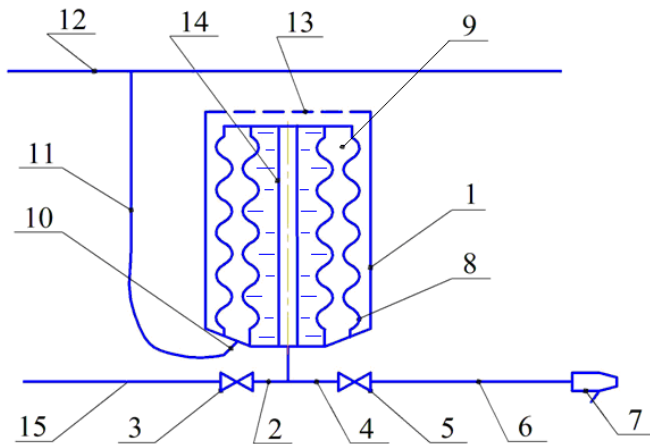
Тогда усилие доярки при равномерном перекачивании установки:

$$F_p = G_1 (K_M (w_{\text{осн}} - w_{\text{доп}}) + w_{\text{доп}}) + (G_2 + G_3) w_{\text{осн}}, \text{ кг.} \quad (8)$$

Для разгона установки при ускорении a требуется сила:

$$F_y = G \cdot a, \text{ Н.} \quad (9)$$

Устройство для преддоильной обработки вымени (рис. 2) состоит из теплоизолированной ёмкости 1, шланга 15 с вентилем 3 для подключения к системе водоснабжения доильной установки и патрубка 4 с вентилем 5 для подачи жидкости по шлангу 6 к распылителю 7. Внутри ёмкости имеется камера 8 с двойными гофрированными стенками, межстенное пространство 9 которой с помощью штуцера и шланга 11 подключается к вакуумпроводу 12 установки. Температура моющей жидкости 45...50 °С. При обмывании вымени она за счёт разности атмосферного давления и вакуума, а также давления столба жидкости поступает по шлангу 6 к распылителю.



1 – теплоизолированная ёмкость;
2, 4 – патрубки; 3, 5 – вентили;
6, 11, 15 – шланги; 7 – распылитель;
8 – гофрированная камера; 9 – межстенное пространство; 10 – штуцер;
12 – вакуумпровод; 13 – перфорированная крышка; 14 – смотровое окно.

Рисунок 2 – Устройство для преддоильной обработки вымени коровы

Вместимость бака для воды складывается из расхода её на обмывание вымени коров и на наружную мойку доильной аппаратуры:

$$V = q_{\text{сс}} \cdot \tau_1 \cdot N \cdot k_{\text{нз}} \cdot k_3 + q_c \cdot \tau_2, \text{ м}^3, \quad (10)$$

где $q_{\text{сс}}$ – среднесекундный расход воды на обмывание вымени коровы, м³/с; τ_1 – продолжительность обмывания вымени, с; N – количество обслуживаемых коров, гол.; k_3 – коэффициент запаса; q_c – расход воды на наружную мойку доильной аппаратуры, м³/с; τ_2 – продолжительность этой мойки, с; $k_{\text{нз}}$ – коэффициент неравномерности загрязнения вымени:

$$k_{\text{нз}} = \frac{q_{\text{max}} \cdot \tau_{\text{max}}}{q_{\text{сс}} \cdot \tau_{\text{ср}}}, \quad (11)$$

где q_{max} – максимальный секундный расход воды на обмывание вымени коровы, м³; τ_{max} – продолжительность обмывания максимально загрязнённого вымени, с; $\tau_{\text{ср}}$ – средняя продолжительность обмывания вымени, с.

Стенки камеры или сильфона эластичные. На эту гибкую оболочку извне (а главное сверху вниз) действует вакуум (рис. 3):

$$\vec{h} = \vec{P}_o - \vec{P}_в, \text{ Па.} \quad (12)$$

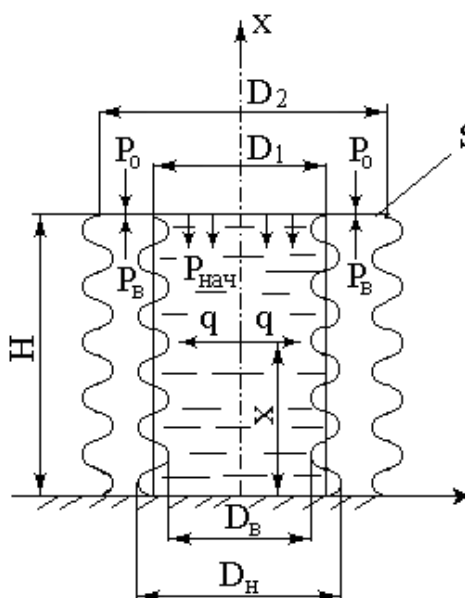


Рисунок 3 – Схема ёмкости

где P_0 – атмосферное давление, Па; P_B – вакуумметрическое давление, Па.

Давление на площадь дна камеры:

$$P_{\text{нач.}} = \frac{h(D_2^2 - D_1^2)}{D_1^2}, \quad \text{Па.} \quad (13)$$

где D_1 и D_2 – диаметры крепления внутренней и наружной гофрированных стенок, м.

Удельное гидростатическое давление в любой точке жидкости будет

$$q = \gamma(H - x), \quad \text{Па,} \quad (14)$$

где γ – удельный вес жидкости, Н/м^3 ; x – высота столба жидкости до дна камеры, м; H – высота камеры, м.

Давление воды на выходе из камеры зависит от разности площадей дна камеры и геодезического напора воды:

$$P = \frac{h(D_2^2 - D_1^2)}{D_1^2} + \gamma(H - x), \quad \text{Па.} \quad (15)$$

При определении высоты ёмкости предположили, что камера имеет цилиндрическую форму диаметром D_1 . На рисунке 4 изображён элемент оболочки цилиндра размерами dx и dy в положении до и после приложения к цилиндру внешнего давления P . Здесь u и ω – компоненты полного перемещения точек цилиндра в направлениях осей X и Z , ϵ_x – относительное удлинение элемента AB после деформации, ϵ_y – относительное удлинение элемента AF после деформации. С осями координат X и Z элементы A_1B_1 и A_1F_1 образовали углы, косинусы которых равны соответственно l_1 и l_2 .

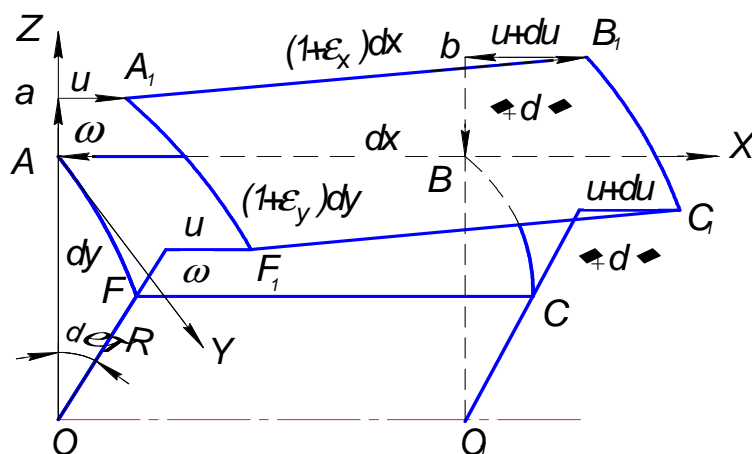


Рисунок 4 – Схема элемента оболочки цилиндра до и после деформации

Пространственный многоугольник AaA_1B_1bB замкнут, поэтому проекции его сторон на оси X и Z равны нулю:

$$u + dx(1 + \epsilon_x)l_1 - (u + du) - dx = 0, \quad \omega + dx(1 + \epsilon_x)l_2 - (\omega + d\omega) = 0. \quad (16)$$

Отсюда

$$\varepsilon_x = \frac{du}{dx}, \quad \varepsilon_y = \frac{2\pi(R + \omega) - 2\pi R}{2\pi R} = \frac{\omega}{R}, \quad (17)$$

где R – радиус оболочки цилиндра.

Компоненты деформации ε_x и ε_y выразили через механические напряжения оболочки σ_x , Н/м^2 , и σ_y , Н/м^2 , используя закон Гука:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \mu\sigma_y), \quad \varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \mu\sigma_x), \quad (18)$$

где E – модуль упругости материала стенок камеры, Н/м^2 ; μ – коэффициент Пуассона.

Механические напряжения оболочки будут

$$\sigma_x = \frac{P_{\text{нач}} R}{2\delta}, \quad \text{Н/м}^2, \quad \sigma_y = \frac{\gamma(H - x)R}{\delta}, \quad \text{Н/м}^2, \quad (19)$$

где δ – толщина оболочки, м.

Тогда

$$u = \frac{Rx}{E\delta}(0,5P_{\text{нач}}\mu\gamma(H - 0,5x)), \quad \omega = \frac{R^2}{E\delta}(\gamma(H - x) - 0,5\mu P_{\text{нач}}), \quad \text{м}. \quad (20)$$

Приращение объёма элемента цилиндра будет:

$$\Delta V = \frac{\pi R^3 H}{E\delta}(\gamma H(1 - 0,5\mu) + P_{\text{нач}}(0,5 - \mu)), \quad \text{м}^3. \quad (21)$$

что изменяет уровень жидкости ΔH из-за деформации стенок ёмкости:

$$\Delta H = \frac{\Delta V}{\pi R^2} = \frac{RH}{E\delta}(\gamma H(1 - 0,5\mu) + P_{\text{нач}}(0,5 - \mu)), \quad \text{м}. \quad (22)$$

$$\text{Отсюда} \quad H = \frac{E\delta - RP_{\text{нач}}(0,5 - \mu)}{R\gamma(1 - 0,5\mu)}, \quad \text{м}. \quad (23)$$

По высоте оболочки размещаются n полуокруглых гофр радиусом r :

$$r = \frac{P_{\text{нач}}(0,5 - \mu)}{4n\gamma(1 - 0,5\mu)}, \quad \text{м}. \quad (24)$$

Их количество зависит от силы Q , под действием которой происходит сжатие или растяжение оболочки:

$$n = \frac{2\delta^2 RH(\gamma H(1 - 0,5\mu) + P_{\text{нач}}(0,5 - \mu))}{kD_H^2 Q}. \quad (25)$$

Анализ этих зависимостей показывает, что на число гофр и их радиус оказывают влияние нагрузка Q , зависящая от рабочего вакуума, высота и диаметры крепления стенок сильфона, а также свойства его материала.

В третьей главе Программа и методика экспериментальных исследований передвижной доильной установки и устройства для предоильной об-

работки вымени” изложены программа, общая и частные методики исследований доильной установки и системы обмывания вымени коров на ней.

В программу исследований входило: разработка экспериментальных установок и подбор необходимого оборудования и приборов, проведение экспериментальных исследований передвижной доильной установки и организация процесса доения коров в лабораторных и хозяйственных условиях.

В соответствии с программой разработаны частные методики исследований по обоснованию параметров передвижной доильной установки, организации технологического процесса доения коров ею, вместимости ёмкости для преддоильной обработки вымени, параметров гофрированной камеры, физико-механических свойств материала этой камеры, определению показателей гидродинамического режима работы линии обмывания вымени и усилий перекачивания доильной установки по коровнику.

Для обоснования параметров доильной установки изготовлен её макет с возможностью комплектации его двумя или тремя доильными аппаратами ДА-2М, устройствами для преддоильной обработки вымени и флягами для молока. В лабораторных условиях разрежение в вакуумпроводе передвижной доильной установки создавали с помощью индивидуального доильного агрегата АИД-1-01 (рис. 5). В производственных условиях установку подключали к вакуумпроводу доильного агрегата ДАС-2В.

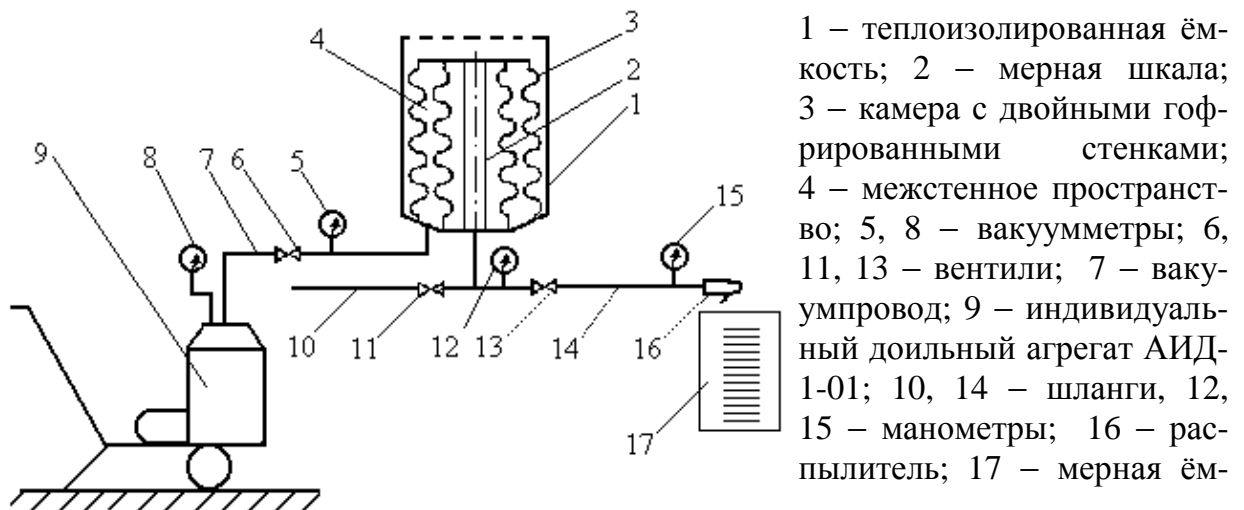


Рисунок 5 – Схема базового варианта лабораторной экспериментальной установки

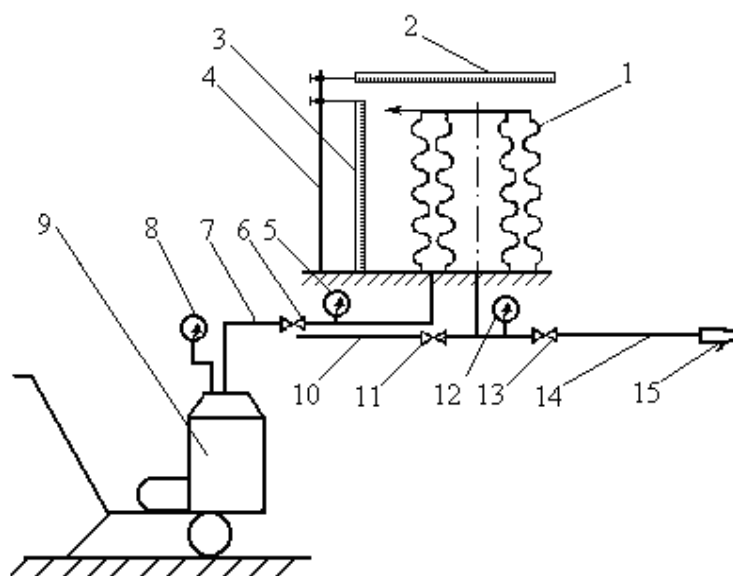
В опытах исследовали доение коров тремя и двумя аппаратами. Рассматривали два варианта расположения доильной установки: около крайнего ряда стойл и в центральном проходе коровника. Продолжительности технологических операций доения регистрировали секундомером 51 СД.

Установка по рисунку 5 включала камеру с двойными гофрированными стенками и мерной шкалой 3, индивидуальный доильный агрегат 9 и распылитель 16. Давление воды у выхода из камеры 12 и у распылителя 15 фиксировали манометрами 15.

сировали по показаниям образцовых манометров ОБМ1-100. Расход воды определяли по шкале оттарированной мерной ёмкости 17.

Параметры гофрированной камеры исследовали на упрощённой установке по рисунку 6. Принципиальное отличие его от базового варианта заключалось в отсутствии теплоизоляции ёмкости и наличии шкал перемещений стенок камеры в горизонтальном 2 и вертикальном 3 направлениях.

Свойства материалов гибкой оболочки (прочность на разрыв, относительное удлинение при разрыве, относительное остаточное удлинение после разрыва, остаточная деформация, упругость, твёрдость) определяли по стандартным методикам. Повторности опытов также принимались в соответствии с требованиями стандартов.



1 – камера с двойными гофрированными стенками; 2 – шкала для измерений горизонтальных перемещений; 3 – шкала для измерений вертикальных перемещений; 4 – штатив; 5, 8 – вакуумметры; 6, 11, 13 – вентили; 7 – вакуумпровод; 9 – индивидуальный доильный агрегат; 10, 14 – шланги; 12 – манометр; 15 – распылитель.

Рисунок 6 – Схема упрощённой установки для определения деформаций стенок гофрированной камеры

Массу доильной установки определяли подвешивая её с помощью ручной тали, оборудованной тензорезисторами, к консольной балке. Сигнал от датчиков преобразовывался усилителем 8–АНЧ–7М и подавался на мультиметр М83. По осциллограммам и тарировочным графикам определяли массу установки при различной степени наполнения её ёмкостей после выдаивания каждой группы животных из трёх коров.

Усилия на перекачивание доильной установки определяли методом динамометрирования при трогании установки с места и при её равномерном движении на каждом участке пути от одной позиции доения к другой.

Четвёртая глава содержит результаты экспериментальных исследований.

Анализ хронометражных данных затрат времени на операции доения коров показал, что при работе доярки с двумя аппаратами, несмотря на сокращение затрат времени на подготовительные (на 36%) и заключительные операции (на 3%), общее время доения одной коровы на 35% больше, чем при работе с тремя аппаратами. Это объясняется более продолжительными

технологическими переходами (на 80,5%) и простоями (на 39%). Производительность труда оператора при доении коров тремя аппаратами составила около 20 гол./час, а двумя аппаратами около 17 гол./час. Вместимость бака для преддоильной обработки вымени составила около 20 литров.

Исследования деформаций гофрированных стенок камеры для моющей жидкости проводили при разных уровнях заполнения её водой при глубинах вакуума от 40 до 70 кПа. В процессе проведения экспериментов отклонения высоты камеры от её среднего значения не превышали 3%, т.е. находились в пределах ошибки опыта. Диаметр оболочки практически не зависит от вакуума в ней. Гофрированная форма стенок устойчива к воздействию исследованных глубин вакуума. Явная зависимость давления воды у выхода из ёмкости от глубины вакуума в межстенном пространстве позволяет регулировать скорость истечения жидкости через распылитель.

Наибольшее влияние на давление моющей жидкости у выхода из камеры оказывает глубина вакуума. Зависимость эта линейная. На рисунке 7 пунктиром обозначена расчётная линия, построенная по уравнению (15), сплошная – линия регрессии, построенная по экспериментальным данным. Для качественной мойки вымени достаточно давления жидкости у насадки порядка 40...50 кПа, поэтому дросселирование воздуха в линии подачи разрежения в сильфон не требуется.

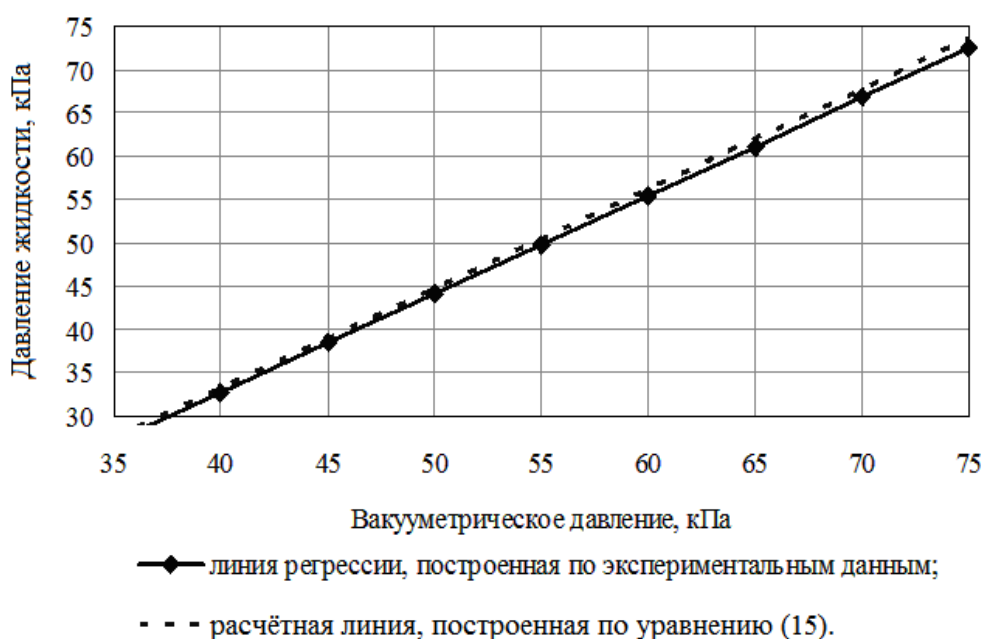


Рисунок 7 – Зависимость давления моющей жидкости у выхода из камеры от глубины вакуума в межстенном пространстве

Секундный расход моющей жидкости также зависит от глубины вакуума, но не линейно (рис. 8). С увеличением глубины вакуума приращение расхода моющей жидкости уменьшается. Это связано с увеличением её скорости, а, следовательно, и гидравлических сопротивлений. Суммарное сопротивление движению потока моющей жидкости растёт быстрее, чем создавае-

мое вакуумметрическое давление. При этом экспериментальные данные близки к теоретическим (разница не более 3%).

На качество смыва загрязнений с поверхности вымени влияет и скорость истечения моющей жидкости из распылителя. Она должна быть не менее 1,0 м/с. По данным рисунка 9 эта скорость может быть достигнута для шланга диаметром 20 мм при вакууме 38 кПа. Суммарные потери напора моющей жидкости (рис. 10) не превышают 100 Па.

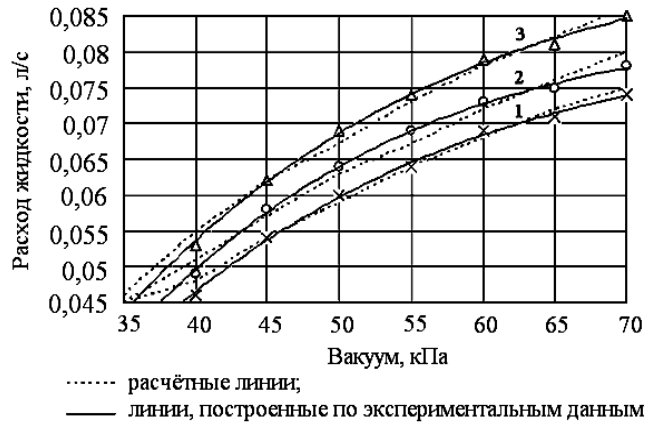


Рисунок 8 – Зависимости расхода моющей жидкости от вакуума в межстенном пространстве камеры при диаметре шланга к распылителю: 1 – 10 мм; 2 – 15 мм; 3 – 20 мм

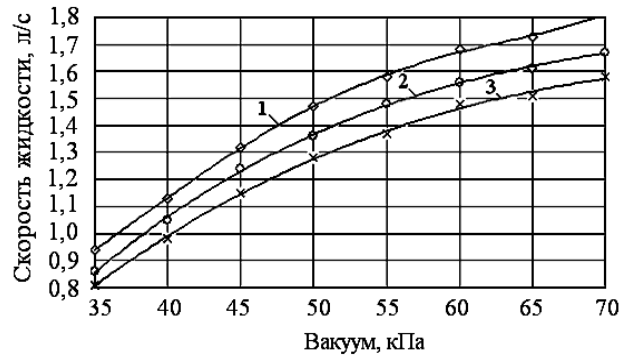


Рисунок 9 – Зависимости скорости обмывочной жидкости от вакуума в межстенном пространстве камеры при диаметре шланга к распылителю: 1 – 10 мм; 2 – 15 мм; 3 – 20 мм



Рисунок 10 – Зависимости суммарных сопротивлений движению обмывочной жидкости от её скорости при диаметре шланга: 1 – 10 мм; 2 – 15 мм; 3 – 20 мм

Установлено, что по мере расхода воды на обмывание вымени коров и поступления молока в ёмкости (рис. 11) среднее значение ручных усилий на трогание установки с места возросло от 141,0 Н до 200,1 Н или на 42%, а усилий равномерного перекачивания на 32%. Причина этого роста объясня-

ется малым расходом воды на обмывание вымени животных по сравнению с поступлением молока во фляги при доении. После откачки молока значения усилий перекачивания резко снизились, что объясняется уменьшением массы доильной установки. В процессе дойки оставшихся 24 коров эта тенденция сохранилась: усилия перекачивания постепенно увеличивались.

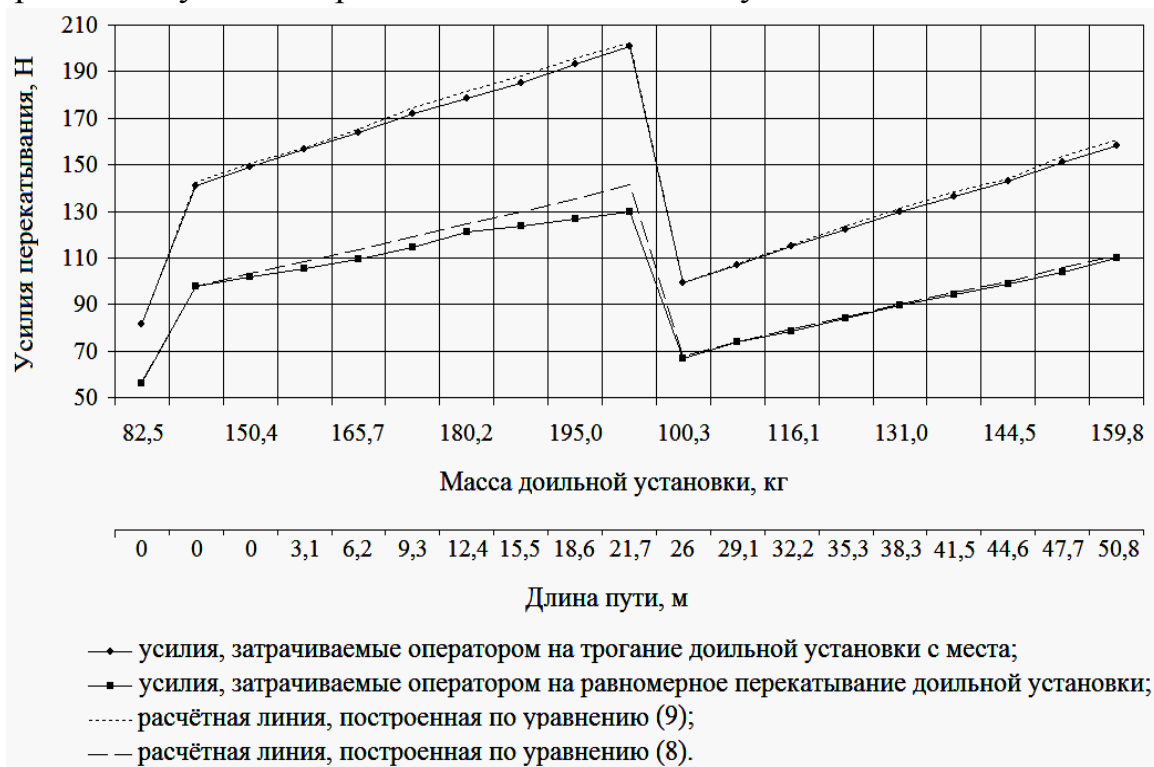


Рисунок 11 – Изменение массы доильной установки и усилий её перекачивания в процессе доения коров

Линии регрессии имеют линейный характер (рис. 12): при увеличении массы установки на 1 кг усилия трогания её с места увеличиваются на 0,99 Н, а усилия на равномерное перекачивание на 0,63 Н.

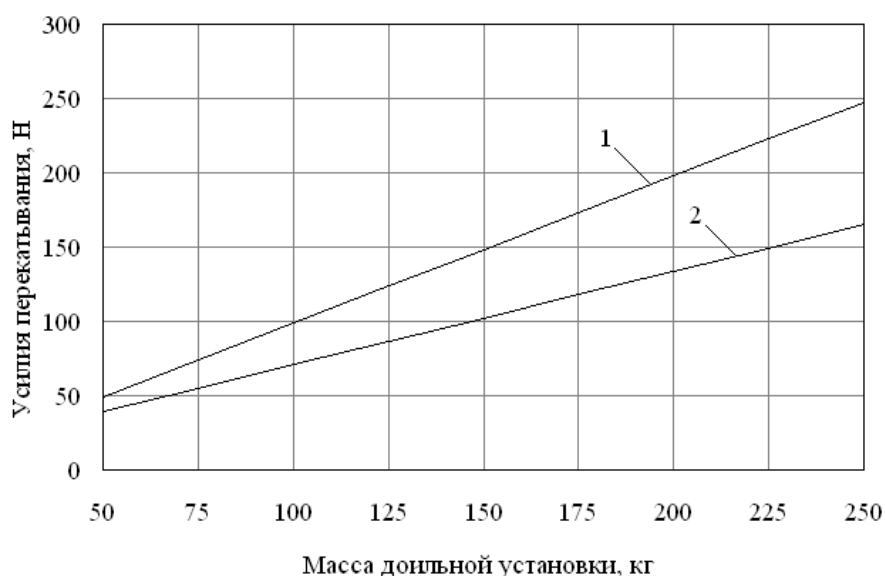


Рисунок 12 – Линии регрессии усилий перекачивания при трогании с места (1) и равномерного перекачивания (2) в функции массы доильной установки

При доении 48 коров физическая нагрузка на оператора составила 4682 кг·м, следовательно, при трёхкратном доении дневная нагрузка на оператора ниже максимально допустимой за смену для женщин (15000 кг·м).

В пятой главе “Экономическая эффективность применения экспериментальной доильной установки” приведены результаты внедрения передвижной доильной установки и организации технологического процесса доения коров ею на молочно-товарной ферме ОПХ “Экспериментальное” Зерноградского района Ростовской области. При расчёте экономических показателей за базовый вариант принята широко распространённая технология доения коров привязного содержания серийным доильным агрегатом ДАС-2В.

Результаты расчёта экономической эффективности показали, что внедрение исследуемой передвижной доильной установки для доения коров в условиях молочных ферм малой мощности обеспечивает снижение количества обслуживающего персонала в 2 раза, эксплуатационных затрат почти на 45%, материалоемкости – на 3,7%, а трудоёмкости процесса доения – на 50%. Применение этой доильной установки позволяет получить около 7570 рублей экономии в год в расчёте на одну корову в сравнении с доением коров стационарным доильным агрегатом ДАС-2В при сроке окупаемости капитальных вложений 0,42 года.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Разработанные в настоящее время передвижные доильные установки малопроизводительны (позволяют обслуживать от 10 до 20 коров), имеют сложную конструкцию, высокую металлоёмкость и соответственно стоимость. Использование их загромождает проход коровника и не исключает ручной труд по транспортировке молока в молочное отделение.

2. Технология доения коров передвижной доильной установкой при привязном их содержании должна включать кроме традиционных операций доения (подготовки вымени к доению, машинного доения и додоя, отключения и снятия доильных аппаратов) операции передвижения её, подключения и отключения к магистральному вакуумпроводу, откачки молока по молокопроводу в молочное отделение, что исключает из базового набора операций перенос доильных аппаратов, слив молока во фляги, ручной их транспортировки в молочное отделение и сокращает переходы операторов машинного доения. Реализация её обеспечивается патентом Российской Федерации на изобретение № 2233079 на базе доильной установки в виде пространственного трубчатого каркаса, опирающегося колёсами на край навозного прохода коровника и направляющую над кормушками для животных и оснащённого доильными аппаратами, ёмкостями для молока и моющей жидкости, линиями обмывания вымени коров и подачи вакуума к аппаратам.

3. Наиболее рациональна комплектация передвижной доильной установки тремя доильными аппаратами и тремя ёмкостями по 20 л для преддоильной обработки вымени. Затраты времени на подготовительные операции доения в сравнении с базовой технологией доения серийной стационарной доильной установкой ДАС-2В сокращаются на 6,1 % и составляют 63,6 секунды, что обеспечивает производительность труда доярки до 20 коров в час и даёт возможность увеличения обслуживаемого поголовья ею до 50 коров или в 2 раза.

4. Расход тёплой воды на обмывание вымени одной коровы составляет от 0,72...1,1 л в зависимости от степени его загрязнения. Затраты времени на эту технологическую операцию изменяются в пределах 14...23 с при среднем секундном расходе воды 0,046 л/с.

5. Для наружной мойки доильной аппаратуры после доения требуется 1,61...1,84 л моющей жидкости при средней продолжительности этой операции 37,5 с.

6. При обслуживании передвижной доильной установкой до 50 дойных коров физиологическая нагрузка на оператора при разовой дойке составляет около 47,0 кН·м, а при трёхкратном доении – 140 кН·м, что не превышает максимального допустимого значения для женщин за смену 150 кН·м, установленного системой стандартов безопасности труда.

7. Внедрение исследуемой передвижной доильной установки для доения коров в условиях молочных ферм малой мощности обеспечивает снижение количества обслуживающего персонала в 2 раза, эксплуатационных затрат почти на 45%, материалоёмкости конструкции – на 3,7%, а трудоёмкости процесса доения – на 50%. Применение этой доильной установки позволяет получить около 7570 рублей экономии в год в расчёте на одну корову в сравнении с доением коров стационарным доильным агрегатом ДАС-2В при сроке окупаемости капитальных вложений 0,42 года.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

а) в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Назарова Е.В. Передвижная доильная установка / Е.В. Назарова // Сельский механизатор. – М., 2005. – № 2. – С. 32.

2. Назарова Е.В. Обоснование вместимости бака установки для преддоильной обработки вымени коров / Е.В. Назарова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 2008. – № 8. – С. 31.

3. Назарова Е.В. Результаты экспериментов по определению деформаций гофрированных стенок бака для моющей жидкости / Е.В. Назарова // Международный технико-экономический журнал. – М., 2009. – № 5. – С. 73–75.

б) в сборниках научных трудов:

4. Савенко Е.В. Организация процесса доения передвижной доильной установкой для малых ферм с привязным содержанием КРС / Е.В. Савенко // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – Зерноград, 2002. – Вып. 4. – С. 87–92.
5. Назарова Е.В. Обоснование вместимости ёмкости для преддоильной обработки вымени теплой водой / Е.В. Назарова // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – Зерноград, 2003. – Вып. 5. – С. 86 – 88.
6. Назарова Е.В. Обоснование рациональных параметров ёмкости для преддоильной обработки вымени / Е.В. Назарова // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – Зерноград, 2003. – Вып. 5. – С. 89 – 94.
7. Назарова Е.В. Обоснование числа гофр сильфона устройства для преддоильной обработки вымени / Е.В. Назарова // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – Зерноград, 2003. – Вып. 5. – С. 94 – 98.
8. Назарова Е.В. Результаты исследований усилия перекачивания мобильной доильной установки по коровнику / Е.В. Назарова // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – Зерноград, 2005. – Вып. 6 (юбилейный). – С. 47–53.
9. Назарова Е.В. Результаты экспериментов по определению основных гидродинамических показателей работы устройства для преддоильной обработки вымени / Е.В. Назарова // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – Зерноград, 2005. – Вып. 6 (юбилейный). – С. 53–59.
10. Назарова Е.В. Результаты исследований доения коров передвижной доильной установкой / И.Н. Краснов, Е.В. Назарова // Вестник аграрной науки Дона. – 2008. – № 2. – С. 52–60.

в) в патентах РФ на изобретения

11. С 2 2233079 RU 7 А 01 J 5/00, 5/003. Передвижная доильная установка / И.Н. Краснов, Е.В. Савенко, И.В. Назаров (Азово-Черномор. гос. агроинж. акад.). – № 2001123323/12; Заявл. 20.08.2001 // Изобретения. Полезные модели. – 2004. – № 21, ч. II. – С. 251.
12. С 2 2233080 RU 7 А 01 J 5/00, 7/00. Устройство для преддоильной обработки вымени / Е.В. Савенко, И.Н. Краснов, И.В. Назаров (Азово-Черномор. гос. агроинж. акад.). – № 2002116947/12; Заявл. 24.06.2002 // Изобретения. Полезные модели. – 2004. – № 21, ч. II. – С. 251.

Лицензия № ЛР 65-13 от 15.02.99.

Подписано в печать 08.06.2010 г.

Формат 60×84/16. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №214.

©РИО ФГОУ ВПО АЧГАА

347740 Зерноград, Ростовской области, ул. Советская, 15.