

Методика лабораторно-производственных исследований устройства для массажа вымени нетелей

Т.И. Исинтаев, к.т.н., Н.С. Хасенов, ст. преподаватель, Костанайский ГУ; В.А. Шахов, д.т.н., профессор, Ю.А. Ушаков, д.т.н., профессор, В.И. Квашенников, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Изменение режима работы устройств массажа является наиболее слабым звеном [1–7]. В зависимости от назначения массажа и состояния животного устройство должно обеспечивать режимы по усилию воздействия в диапазоне от лёгкого

поглаживания до повышенного. Большинство имеющихся конструкций массажных устройств не обеспечивают данные режимы в процессе работы. В течение 40 с. выполнения массажа доярка должна обрабатывать вымя с интенсивностью воздействия 20–40 Н и затратить при этом до 40 кДж – для женщин работа с такими затратами энергии недопустима [8]. По данным А.А. Аверкиева, динамический режим механической стимуляции рефлекса молокоотдачи требует 40-секундного массажа при

усилии 20 Н. Между тем замеры, проведённые в производственных условиях, показали, что среднее усилие воздействия рук доярок составляет всего $3,6 \pm 0,2$ Н, при этом ни одно из них не превышало 10 Н [9]. Значит, руки доярки не могут обеспечить требуемую интенсивность воздействия. Это вызывает физиологическую и функциональную усталость доярок, что приводит к изменению физической и психологической работоспособности, колебанию ритма воздействия на вымя, появлению ошибок. Решить эти проблемы и снизить напряжённость труда при массаже вымени можно путём механизации данного технологического процесса. Неполная стимуляция молокоотдачи, низкая скорость выдаивания и другие факторы – всё это говорит о том, что выпускаемые и испытываемые технические средства для массажа несовершенны, не заменяют полностью ручной массаж доярки.

Материал и методы исследования. Зоотехническую оценку проводили с целью определения качества выполнения технологического процесса изделиями, с учётом влияния условий эксплуатации на продуктивность, здоровье и сохранность животных.

При определении условий проведения испытаний учитывали следующие показатели качества работы устройства для массажа вымени: порода, возраст и месяц стельности животных; лактация, промеры и форма вымени животных; кратность и продолжительность проведения массажа.

Показатели качества выполнения технологического процесса определяли на следующих видах массажа: подготовка вымени нетелей, преддоильная подготовка вымени коров для стимуляции молокоотдачи. Данные показатели определяли в соответствии с ОСТом 10.32.4.

Качество выполнения технологического процесса характеризуют:

- при подготовке нетелей – соответствие устройства размерам вымени; удобство фиксации устройства на вымени; удобство проведения массажа; увеличение вымени за период испытаний; равномерность подготовки долей вымени; время приучения животных к устройству;

- при стимуляции молокоотдачи коров – удобство проведения массажа; время наступления рефлекса молокоотдачи; среднесуточный удой молока; средний надой молока на 1 голову за период испытаний; количество коров, заболевших маститом.

Качество работы устройства для массажа вымени характеризуют следующие показатели: диапазон регулирования вакуумметрического давления в подвыменном пространстве; диапазон регулирования частоты пульсации вакуума; амплитуда колебания вакуумметрического давления за один пульс; средний часовой расход воздуха устройством; производительность устройства.

Нами проведены теоретическое и экспериментальное исследования по увеличению амплитуды воздействия на вымя в подвыменном пространстве.

Был изучен процесс взаимодействия между таким ограничивающим фактором, как объём воздуха, находящийся в подвыменном пространстве, и работой пульсаторов в зависимости от их местоположения. Исследования проведены с использованием пульсаторов: нерегулируемого, стандартного ПМ-1 и регулируемого образца СБ-14. Пульсатор ПМ-1 комплектуется с серийно выпускаемым агрегатом для пневмомассажа АПМ-Ф-1. При доении используется на доильных установках типа АДМ-8. Регулируемый пульсатор СБ-14 использован от доильного агрегата АД-100А.

Экспериментальное исследование проводили на стенде «Искусственное вымя» согласно нормативным документам [7], критерием оптимизации исследований было выбрано увеличение амплитуды воздействия.

Для исследования процесса была использована методика полного факторного планирования и проведения эксперимента [8, 9]. В первом случае, с нерегулируемым пульсатором, был применён однофакторный эксперимент, где фактором является изменение местоположения пульсатора на вакуумном проводе относительно расстояния от устройства для массажа вымени. В этом случае, для одного фактора, аналитическое выражение функции отклика описывается уравнением регрессии вида:

$$y = b_0 + b_1x_1, \quad (1)$$

где y – критерий оптимизации (увеличение амплитуды воздействия);

x_1 – значение фактора;

$b_0; b_1$ – коэффициенты регрессии.

Во втором случае учитывали два фактора: изменение местоположения пульсатора и регулирование частоты пульсации. Здесь аналитическое выражение функции отклика описывается уравнением регрессии для двух факторов:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{1,2}x_1x_2, \quad (2)$$

где y – критерий оптимизации (увеличение амплитуды воздействия);

$x_1; x_2$ – значения факторов;

$b_0; b_1; b_2; b_{1,2}$ – коэффициенты регрессии.

Результаты исследования. При построении плана эксперимента были определены уровни варьирования. Значения уровней были выбраны исходя из условия, что интервал варьирования должен быть больше удвоенной среднеквадратичной ошибки его определения. Изменения уровней варьирования приведены в таблице 1.

Местоположение пульсатора измерялось линейкой, а частота пульсации задавалась при помощи регулировочного винта пульсатора СБ-14. Изменение показаний выходного параметра (критерия оптимизации) было зафиксировано на ленте самописца, изготовленного специально для измерения изменения за определённое время вакуумметрического давления в подвыменной полости устройства для массажа вымени.

1. Уровни варьирования эксперимента

Фактор эксперимента	Обозначение	Уровень варьирования				
		+2	+1	0	-1	-2
Месторасположение пульсатора, м	x_1	2	1,5	1	0,5	0
Частота пульсации, мин ⁻¹	x_2	70	65	60	55	50

2. Параметры оптимизации и уровни их варьирования

Обозначение	Фактор	Единица измерения	Уровень факторов				
			-2	-1	0	+1	+2
x_1	частота пульсации ω	мин ⁻¹	35	45	55	65	75
x_2	расстояние от устройства l	мм	0	500	1000	1500	2000

Для определения числа повторностей опыта были заданы следующие величины: доверительную вероятность того, что значения измеряемой величины не выйдут за пределы $\pm \Delta x_i$, принимаем $\alpha = 0,95$; допустимую ошибку, выраженную в долях δ , принимаем равной $\varepsilon = 3$. Соответствующее им число повторностей равно 3 [9–11]. По полученным значениям было найдено среднее значение вектора выхода u_{cp} .

По результатам экспериментов были составлены уравнения регрессии. После реализации опытов, в соответствии с принятой матрицей планирования, были подсчитаны коэффициенты регрессии выбранных моделей. Кроме того, из полученных на ленте самописца кривых произведена выборка по тактам пульсации и вакуумметрическому давлению. Результаты выборки и полученные уравнения регрессии обрабатывались на компьютере. На основе анализа уравнений регрессии была определена значимость факторов эксперимента, выбран диапазон регулирования воздействия вакуумметрического давления в подвыменном пространстве и определено место установки регулятора частоты пульсации. Исходя из этого и согласно нормам [8–11], выбраны конструктивные параметры регулятора частоты пульсации для разработки опытного образца устройства для массажа вымени.

Уточнение конструктивно-технологических параметров устройства для массажа вымени проведено на стенде «Искусственное вымя», на котором была установлена эластичная камера.

Поиск оптимального сочетания факторов, влияющих на процесс работы устройства, осуществляли при анализе литературных источников по интересующему вопросу и опытных данных предыдущих исследований. Параметром оптимизации было выбрано изменение деформации искусственного вымени (h) в зависимости от варьирования двух факторов воздействия: частоты пульсации пульсатора (ω) и расстояния пульсатора от устройства (l).

При построении плана эксперимента прежде всего были назначены уровни варьирования. Для более полной картины было решено использовать пять уровней факторов. Факторы, оказывающие влияние на критерий оптимизации, и уровни их варьирования приведены в таблице 2.

Для определения числа повторностей опыта были заданы следующие величины: доверитель-

ную вероятность того, что значения измеряемой величины не выйдут за пределы $\pm \Delta x_i$, принимаем равной $\alpha = 0,95$; допустимую ошибку, выраженную в долях δ , равной $\varepsilon = 3\sigma$. Соответствующее им число повторностей равно 3 [9, 10]. При проведении эксперимента использовалась рандомизация опытов, под которой понимается чередование отдельных опытов в случайном порядке. Это позволит исключить влияние систематических ошибок, вызванных внешними условиями. Порядок проведения опытов определяем с помощью таблиц случайных чисел [8, 9].

Исследования были проведены в два этапа: с регулируемым пульсатором СБ-14; и с нерегулируемым пульсатором ПМ-1, обычно используемым с серийно выпускаемым агрегатом для пневмомассажа АПМ-Ф-1.

На основании вышеизложенного можно сделать **вывод**, что для обеспечения технологического процесса подготовки вымени нетелей с помощью пневмомассажных устройств, повышения его эффективности необходима оптимизация параметров.

Литература

- Савельев В. Продуктивный массаж // Вестник Агропрома. 1987. № 15. С. 5.
- Авт. св-во № 1042699 (СССР). Устройство для массажа вымени / Акмольханов Ш.А., Раджабов А.П. 1984. Бюл. № 36.
- Авт. св-во 1692415 (RU). Способ подготовки нетелей к лактации / Огнев Ю.М. 1993. Бюл. № 43.
- Скотоводство / под ред. Е.П. Григорьева. М.: Сельхозгиз, 1961. Т. II. 317 с.
- Назаров В.С. Разработка и исследование средств механической стимуляции при машинном доении коров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Рязань, 1981. 20 с.
- Агрегат для пневмомассажа вымени нетелей АПМ-Ф-1 // Паспорт УПВН 00.000 ПС. Производственное объединение «Кургансельмаш». Глядянск, 1986. 34 с.
- ОСТ 46.3.2. 187-85. Система стандартов безопасности труда. Искусственное осеменение животных. Требования безопасности. М., 1987. 8 с.
- Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1972. 519 с.
- Ушаков Ю.А., Нейфельд Е.В. Математика: программа, методические указания по изучению дисциплины и контрольные задания: учебное пособие. Оренбург. Издательский центр ОГАУ, 2015. 92 с.
- Ушаков Ю.А. Исследование процессов в камере рабочего органа массажника при массаже вымени / Ю.А. Ушаков, Е.М. Асманкин, Т.И. Исинтаев, Н.С. Хасенов, З.В. Макаровская // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 68–70.
- Ушаков Ю.А., Хасенов Н.С. Анализ технологического процесса массажа вымени // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2017. С. 80–84.