

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МАССАЖА ВЫМЕНИ НЕТЕЛЕЙ ОДНОКАМЕРНОГО ТИПА

Курочкин А.А.

Целью исследований является обоснование актуального направления в совершенствовании устройств для пневмомассажа вымени нетелей (УПВН) однокамерного типа путем реализации многофакторного эксперимента с матрицей почти D - оптимального плана типа Вп для четырех изучаемых факторов. Анализ полученных данных показывает, что конструкция УПВН имеет принципиальный недостаток, связанный с наличием дренажного отверстия в колоколе. Это отверстие не позволяет обеспечить необходимый интервал изменения давления воздуха в массажном колоколе в тактах массажа и разгрузки. В качестве одного из выводов выполненной работы может быть принято утверждение о том, что физиологически обоснованное вакуумное воздействие на молочную железу нетелей можно реализовать только с помощью массажного устройства двухкамерного типа.

Ключевые слова: нетели, молочная железа, комбинированный массаж, массажное устройство, воздух, давление.

Введение

Подготовка нетелей к лактации относится к одному из наиболее эффективных технологических приемов повышения продуктивности коров-перволоток. Ее реализация предусматривает массаж вымени нетелей за 2–3 месяца до их отела с помощью специальных технических средств и служит для приучения животных к доильному оборудованию и интенсификации развития их молочной железы.

Многочисленными исследованиями различных конструкций устройств для массажа вымени нетелей установлено их существенное влияние на последующую молочную продуктивность коров [2–4, 11].

Однокамерная конструкция установки для пневмомассажа вымени нетелей (УПВН), разработанная Жужей С.В., была принята за основу в серийно выпускающемся агрегате для пневмомассажа вымени нетелей АПМ-1-Ф [1].

Аппарат пневмомассажный УПВН состоит из колокола 2 (рис.1) с прокладкой 1 и подпружиненной решеткой 3. С помощью шланга 12 и патрубков 9 внутренняя полость колокола соединяется с пульсатором 14. Оптимальный вакуумный режим в процессе массажа вымени нетели обеспечивается дренажным отверстием диаметром 1,5 мм, находящимся в днище колокола (на рис. позицией не обозначено) и дроссельным каналом в патрубке 9. Для создания эффекта «воздушный душ» и предохранения дроссельного канала от засорения верхней части патрубков 9 установлена сетка 7.

Принцип работы пневмомассажного аппарата основан на периодическом воздействии на вымя нетели вакуумметрического и атмосферного давления, обеспечиваемого пульсатором при надетом и удерживаемом на вымени колоколе. Эффектив-

ность массажа вымени увеличенного объема усиливается воздействием на него пластмассовой решетки с выступами (наиболее малый типоразмер колокола решетки не имеет) [1, 2].

Анализ конструктивно-технологической схемы УПВН и опыт эксплуатации агрегата АПМ-1-Ф показали, что на величину давления в массажном колоколе в тактах «массаж» и «разгрузка» влияют такие факторы, как объем вымени нетели, частота работы пульсатора, диаметры дросселя и дренажного отверстия, а также подсосы воздуха в местах крепления аппарата к вымени животного и время перекрытия дренажного отверстия в процессе установки колокола на молочную железу нетели [5].

Задачи исследований – оценка влияния технических и технологических параметров УПВН на величину давления в массажном колоколе в тактах «массаж» и «разгрузка».

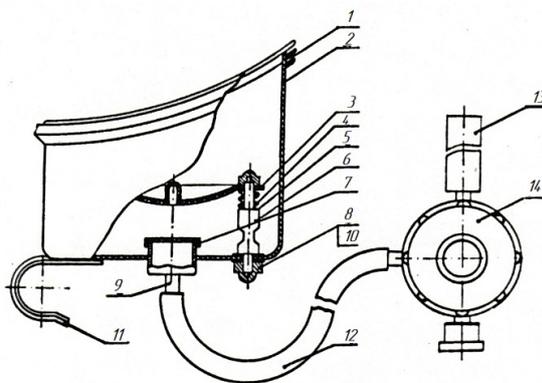


Рис. 1. Пневмомассажный аппарат агрегата АПМ-Ф-1: 1 – прокладка; 2 – колокол; 3 – решетка; 4 – пружина; 5 – шайба; 6 – болт фигурный; 7 – сетка; 8, 10 – гайки; 9 – патрубок; 11 – крюк; 12 – шланг; 13 – шланг магистральный; 14 – пульсатор

Объекты и методы исследований

Объект исследования – УПВН трех типоразмеров агрегата для пневмомассажа вымени нетелей АПМ-1-Ф.

Методы исследований основаны на применении аппарата планирования и реализации активного эксперимента, а также обработки его результатов на основе корреляционно-регрессионного анализа.

Технологическая оценка данной конструкции массажного устройства выполнена путем реализации многофакторного эксперимента с матрицей почти D - оптимального плана типа Вn для четырех изучаемых факторов.

Преимуществом такого типа плана является то, что он сводит к минимуму обобщенную дисперсию или эллипсоида рассеивания оценок параметров. Планы типа Вn содержат вершины куба с координатами точек ±1. Эти точки образуют полный факторный эксперимент и их число равно 2n. Кроме данных точек план включает центры (n-1) - мерных граней – звездные точки, с величиной плеча, равной единице [14].

Реализация матрицы данного эксперимента предполагает проведение 2n + 2n опытов, что для четырех факторов составляет 24 опыта.

На основании априорной информации и серии отсеивающих экспериментов в качестве управляемых факторов были выбраны следующие: X1 – сво-

бодный объем массажного колокола; X2 – частота работы пульсатора; X3 – диаметр дренажного отверстия массажного колокола; X4 – диаметр входного патрубка массажного колокола. В качестве выходных параметров модели приняты величина давления (вакуума) в массажном колоколе в такте массажа (Y1) и в такте разгрузки (Y2).

Кодирование факторов, расчет коэффициентов регрессии, построчной дисперсии, дисперсии среднего значения и дисперсии коэффициентов регрессии осуществлялись по общепринятой методике. Однородность дисперсии оценивалась по критерию Кохрена, а адекватность полученных моделей – по критерию Фишера [14].

Порядок опытов рандомизировался, а повторность экспериментов равна трем.

Реализация матрицы эксперимента проводилась с помощью специально разработанного стенда, состоящего из вакуумпровода, регулятора давления, манометра, массажного колокола, искусственного вымени, пульсатора, емкости с водой и кранов.

Емкость с водой позволяла имитировать изменение свободного объема массажного колокола и включала в себя заливное отверстие с пробкой, а также мерную линейку.

Изменение диаметра дренажного отверстия массажного колокола осуществлялось за счет сменной детали, вкручиваемой в патрубок.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

Система опытов	№ опыта	Кодированные факторы				Натуральные факторы			
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	V	n	d ₁	d ₂
Полный факторный эксперимент типа 2 ³	1	1	1	1	1	3,5	80	6	6
	2	-1	1	1	1	0,5	80	6	6
	3	1	-1	1	1	3,5	60	6	6
	4	-1	-1	1	1	0,5	60	6	6
	5	1	1	-1	1	3,5	80	2	6
	6	-1	1	-1	1	0,5	80	2	6
	7	1	-1	-1	1	3,5	60	2	6
	8	-1	-1	-1	1	0,5	60	2	6
	9	1	1	1	-1	3,5	80	6	2
	10	-1	1	1	-1	0,5	80	6	2
	11	1	-1	1	-1	3,5	60	6	2
	12	-1	-1	1	-1	0,5	60	6	2
	13	1	1	-1	-1	3,5	80	2	2
	14	-1	1	-1	-1	0,5	80	2	2
	15	1	-1	-1	-1	3,5	60	2	2
	Опыты в «звездных» точках	17	1	0	0	0	3,5	70	4
18		-1	0	0	0	0,5	70	4	4
19		0	1	0	0	2	80	4	4
20		0	-1	0	0	2	60	4	4
21		0	0	1	0	2	70	6	4
22		0	0	-1	0	2	70	2	4
23		0	0	0	1	2	70	4	6
24		0	0	0	-1	2	70	4	2

Диаметр входного патрубка массажного колокола изменялся с помощью трубки требуемого диаметра.

Регистрация выходного сигнала осуществлялась с помощью датчика давления типа МДД и записывалась с помощью четырехканального самопишущего устройства.

Таким образом, с помощью экспериментального стенда можно было изменять все исследуемые параметры в заданных пределах. Матрица планирования эксперимента представлены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Реализация эксперимента и обработка полученных результатов позволили получить уравнения второго порядка (1) и (2), описывающие зависимость величины давления (вакуума) в массажном колоколе в тактах массажа (Y1) и разгрузки (Y2) от изучаемых факторов (свободного объема массажного колокола, частоты работы пульсатора, а также диаметров дренажного отверстия и входного патрубка массажного колокола:

$$Y_1 = 21,90 - 2,52 \cdot X_1 - 0,96 \cdot X_2 - 12,94 \cdot X_3 + 7,84 \cdot X_4 + 0,30 \cdot X_1^2 - 1,90 \cdot X_2^2 - 2,20 \cdot X_3^2 + 7,80 \cdot X_4^2 + 0,24 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,62 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,86 \cdot X_1 \cdot X_4 + 0,73 \cdot X_2 \cdot X_3 + 1,09 \cdot X_2 \cdot X_4 - 1,10 \cdot X_3 \cdot X_4$$

(1)

$$Y_2 = 4,38 + 1,32 \cdot X_1 + 0,52 \cdot X_2 - 2,99 \cdot X_3 - 1,26 \cdot X_4 + 0,97 \cdot X_1^2 + 1,41 \cdot X_2^2 + 1,07 \cdot X_3^2 - 0,29 \cdot X_4^2 - 1,11 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,72 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,04 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,46 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,89 \cdot X_2 \cdot X_4 + 2,08 \cdot X_3 \cdot X_4$$

(2)

Статистический анализ уравнений (1) и (2) показал, что они адекватно с вероятностью 95% описывают исследуемый объект.

Первичный анализ полученных уравнений был проведен по следующему алгоритму:

1. Выявление факторов, наиболее существенно влияющих на параметр оптимизации, а также оценка меры воздействия каждого из них на рабочий процесс массажного устройства.

2. Проверка гипотезы о механизме взаимодействия факторов и возможном синергизме влияния исследуемых факторов на параметр оптимизации.

Абсолютная величина коэффициентов при изучаемых факторах позволяет сделать вывод о том, что наибольшее влияние на величину давления в массажном колоколе в такте массажа оказывает диаметр дренажного отверстия. Причем с его увеличением в исследуемом интервале, давление в колоколе будет снижаться. Такая же тенденция наблюдается и в отношении свободного объема массажного колокола, а также частоты работы пульсатора. Что касается частоты, то это может связано с незавершенностью циклов наполнения воздухом объема колокола и его вакуумирования [6-10, 15, 16, 17].

Существенное влияние диаметра дренажного отверстия на давление в массажном колоколе наблюдается и в такте разгрузки. В этом случае также с увеличением данного параметра давление в массажном колоколе снижается. В анализируемом такте роль свободного объема массажного колокола и частоты рабочих процессов пульсатора по сравнению с тактом массажа диаметрально меняется, т.е. с их увеличением давление в колоколе также увеличивается.

Анализ уравнений, полученных путем преобразования зависимостей (1) и (2) методом Гаусса, показывает, что конструкция УПВН имеет принципиальный недостаток, связанный с наличием дренажного отверстия в колоколе.

С одной стороны это отверстие необходимо для того, чтобы исключить повышение величины вакуума в такте массажа сверх допустимой нормы. С другой – данный параметр оказывает существенное влияние на величину давления воздуха в колоколе в такте разгрузки.

Дополнительно проведенные эксперименты свидетельствуют о том, что давление воздуха в колоколе УПВН в такте разгрузки существенно зависит от времени закрытия дренажного отверстия в процессе установки колокола на вымя нетели. При его увеличении с одной секунды до трех величина вакуума в колоколе возрастает в два раза и может достигать 15 кПа. При таком режиме работы УПВН ткани вымени животных подвергаются повышенной вакуумной нагрузке, и животные в силу испытываемой ими боли пытаются сбросить массажное устройство с вымени. При этом у них закрепляется отрицательная реакция на данную технологическую операцию и в последствие – на доильный аппарат [5].

Выводы

Опыт эксплуатации и теоретический анализ работы УПВН показал, что устранение его базовых недостатков и дальнейшее совершенствование связано с реализацией следующих предложений:

1. Исключить из конструктивно-технологической схемы УПВН дренажного отверстия в колоколе.

2. Увеличить амплитуду изменения давления в колоколе при тактах «массаж» и «разгрузка». При этом в такте «разгрузка» следует отказаться от остаточного вакуума и заменить его атмосферным давлением.

3. Физиологически обоснованное вакуумное воздействие на молочную железу нетелей может быть реализовано с помощью массажного устройства двухкамерного типа, в котором пневматический массаж дополнен эффективным механическим воздействием на вымя животного. Для этого в УПВН решетку с деформаторами следует заменить на активный рабочий орган [12, 13].

Список литературы

- [1] Агрегат для пневмомассажа вымени нетелей АПМ-1-Ф. /Паспорт УПВН. ОО. ООПС. Издание первое. Производственное объединение «Кургансельмаш», 1986.– 34 с.
- [2] Жужа, С. В. Механизация процесса массажа вымени нетелей в условиях современных комплексов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/ Жужа Сергей Васильевич.– М., 1984.– 18 с.
- [3] Котенджи, Г. П. Подготовка нетелей к лактации /Г. П. Котенджи, А. А. Курочкин // Доклады ВАСХНИЛ.– 1987.– № 4.– С. 32–34.
- [4] 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. Санкт-Петербург, 1993.– 42 с.
- [5] Курочкин, А. А. Повышение эффективности подготовки нетелей к лактации за счет совершенствования процессов и средств механизации: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.20.01 / Курочкин Анатолий Алексеевич.– Сумы, 1993.– 321 с.
- [6] Курочкин, А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств. /А. А. Курочкин, В. М. Зимняков. Под ред. А. А. Курочкина.– М.: КолосС, 2006.– 320 с.
- [7] Курочкин, А. А. Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции. /А. А. Курочкин, И. А. Спицын, В. М. Зимняков, Г. В. Шабурова, А. Ю. Сергеев. Под ред. А. А. Курочкина.– М.: КолосС, 2006.– 424 с.
- [8] Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата /А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология.– 2014.– № 4.– С. 17–21.
- [9] Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 3.– С. 15–20.
- [10] Курочкин, А. А. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4 (32).– С. 172–177.
- [11] Курочкин, А. А. Анализ конструктивно-технологических схем устройств для массажа вымени нетелей / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология.– 2016.– № 1.– С. 29–34.
- [12] Курочкин, А. А. Математическое моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей двухкамерного типа /А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология.– 2016.– № 2.– С. 25–33.
- [13] Курочкин, А. А. Моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей однокамерного типа /А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2016.– № 4.– С. 36–43.
- [14] Лянденбургский, В. В. Основы научных исследований /В. В. Лянденбургский, В. В. Коновалов, А. В. Баженов.– Пенза: ПГУАС, 2011.– 248 с.
- [15] Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии /А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов.– Пенза, 2015.– 181 с.
- [16] Фролов, Д. И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой /Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология.– 2015.– № 1 (02).– С. 29–34.
- [17] Фролов, Д. И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д. И. Фролов, В. А. Никишин // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98-101.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE DEVICE TO MASSAGE THE UDDER OF HEIFERS OF SINGLE-CHAMBER TYPE

A.A. Kurochkin

The aim of the research is the study of actual trends in improvement of the device for pneumomassage of the udder of heifers (UPVN) single-chamber type by implementing multi-factor experiment with a matrix of almost D - optimal plan of type Bn for the four studied factors. Analysis of the data shows that the design UPUN has a fundamental disadvantage associated with the presence of drainage holes in the bell. This hole does not allow to provide the necessary range of variation of air pressure in a massage in the bell strokes of massage and relief. As one of the conclusions of the performed work can be taken the assertion that physiologically reasonable vacuum effect on the mammary gland of heifers can be realized only with the help of massage device dual-chamber type.

Keywords: heifers, mammary gland, combination massage, a massage device, air, pressure.

References

- [1] Assembly for pneumomassage of the udder of heifers APM-1-F. /Passport UPVN. OO. OOPS. First edition. Production Association «KURGANSELMASH», 1986.– 34 p.
- [2] Susan, S. V. Mechanization process of massage of the udder of heifers in modern complexes: author. dis... cand. tech. Sciences: 05.20.01/ Susan Sergeyevich.–M., 1984.– 18 p.
- [3] Katangi, G. P. Training heifers to lactation /Katangi, G. P., Kurochkin A. A. //Reports of agricultural Sciences.– 1987.–No. 4.–P. 32–34.
- [4] 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 Anatoly Alekseevich. Saint Petersburg, 1993.– 42 p.
- [5] Kurochkin, A. A. Improving the efficiency of training heifers to lactation through improved processes and means of mechanization: dis...dr. tech. Sciences: 05.20.01 / Kurochkin Anatoly Alekseevich.–Sumy, 1993.– 321 p.
- [6] Kurochkin, A. A. The Basics of calculating and designing machines and devices of food processing industry. /A. A. Kurochkin, V. M. Zimnyakov. Ed. by A. A. Kurochkin.–M.: Colossus, 2006.– 320 p.
- [7] Kurochkin, A. A. Diploma engineering for mechanization of processing of agricultural products. /A. A. Kurochkin, A. I. Spitsyn, V. M. Zimnyakov, G. V. Shaburova, A. Y. Sergeev. Ed. by A. A. Kurochkin.–M.: Koloss, 2006.– 424 p.
- [8] Kurochkin, A. A. A systematic approach to the development of an extruder for thermal vacuum processing of the extrudate / A. A. Kurochkin // Innovative engineering and technology.– 2014.–No. 4.–P. 17–21.
- [9] Kurochkin, A. A. The theoretical justification for thermal vacuum effect in the working process of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2015.–No. 3.–P. 15–20.
- [10] Kurochkin, A. A. Determination of the basic parameters of the vacuum chamber upgraded extruder /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, P. K. Voronina //Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy.– 2015. .– No. 4 (32).–P. 172–177.
- [11] Kurochkin, A. A. Analysis of the structural and technological schemes of devices for massaging the udder of heifers /A. A. Kurochkin //Innovative engineering and technology.– 2016.–No. 4.–P. 29–34.
- [12] Kurochkin, A. A. Mathematical modeling of the pneumatic device for massaging the udder of heifers dualchamber type. /A. A. Kurochkin A. A. Kurochkin //Innovative engineering and technology.– 2016.–No. 2 (07).–P. 25–33.
- [13] Kurochkin, A. A. Modelling of pneumatic devices for massaging the udder of heifers single-chamber type /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2016.– № 4.–P. 15–20.
- [14] Lyandenbursky, V. V. Bases of scientific researches /V. V. Lyandenbursky, V. V. Kononov, A. V. Bazhenov.– Penza: PGAS, 2011.– 248 p.
- [15] Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, V. M. Zimnyakov, Mishanin A. L., V. V. Novikov, G. V. Shaburova, D. I. Frolov.– Penza, 2015.– 181 p.
- [16] Frolov, D. I. Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in the extruder with vacuum chamber /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // Innovative engineering and technology.– 2015.– № 1 (02).–Pp. 29–34.
- [17] Frolov, D. I. Improving the nutritional value of the extruded animal feeds / D. I. Frolov, V. A. Nikishin // Collection of scientific works Sworld. 2014. Vol. 7. No. 4. Pp. 98-101.