

2. Ушаков В.П. Урожайность можно и нужно увеличивать в 5 раз за 1 год. – М.: Истоки, 1991. – С. 77.

3. Алтайская МИС. Протокол № 01-34-09. – 2009. – с. Поспелиха. – С. 7-12.



УДК 636.2.034:631.3

О.В. Ужик

МЕХАНИЧЕСКОЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАССАЖА ВЫМЕНИ НЕТЕЛЕЙ

Ключевые слова: корова, нетель, массаж, колебание, устройство, амплитуда, резонанс, масса, пневмовибратор.

Введение

Последующая молочная продуктивность нетелей в значительной степени зависит от условий выращивания животного во второй половине стельности, а также применяемых методов формирования вымени. Один из таких приемов – массаж вымени нетелей, который, как известно, оказывает существенное влияние на продуцирование молока [1-3]. Осуществляют его как вручную, так и при помощи различных технических средств. Известно большое разнообразие таких устройств. Однако ни одно из них не может сравниться по эффективности с ручным массажем.

Цель исследований – повышение эффективности массажа вымени нетелей на основе разработки массажного устройства.

Одним из таких механических приспособлений, обеспечивающих пневмомеханическое воздействие на рецепторные зоны молочной железы, может быть предложенное нами устройство (рис. 1) [4]. Принцип его действия основан на вызове колебаний системы «массажное устройство – вымя» (1 и 2) под воздействием пневмовибратора 3.

Объекты и методы исследования

Можно предположить, что максимальный его эффект будет достигаться при резонансных колебаниях системы «массажное устройство – вымя». Эти колебания носят периодический характер. При этом должно выполняться условие [5]:

$$u(t+T) = u(t), \quad (1)$$

где u – текущее значение перемещения, м;

t – текущее время, с;

T – период колебаний, с.

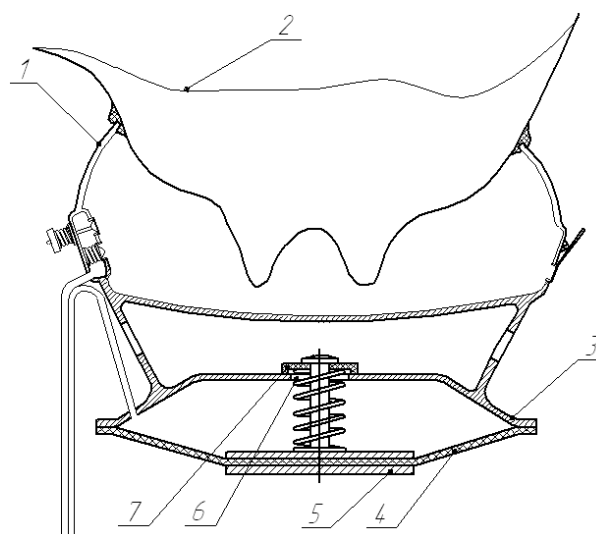


Рис. 1. Устройство для массажа вымени нетелей:
1 – массажный колокол; 2 – вымя;
3 – пневмовибратор;
4 – эластичная мембрана; 5 – груз;
6 – отверстие; 7 – клапан

Очевидно, что механизмы, взаимодействующие с биологическими объектами, должны оказывать на них щадящее воздействие, не вызывающее стресса у животных. В таком случае массажное устройство, взаимодействующее с выменем нетели, должно совершать гармонические колебания, при которых колеблющаяся величина изменяется по закону:

$$u(t) = A \sin(\omega t + \varphi), \quad (2)$$

где A – амплитуда гармонических колебаний, м;

ω – угловая (циклическая) частота, c^{-1} ;

φ – начальная фаза колебания, рад.

Опуская промежуточные выкладки, мы можем записать, что массу груза пневмовибратора, при которой обеспечиваются резонансные колебания системы вымя –

массажное устройство, мы можем получить из уравнения вида:

$$m_3 = \frac{2\alpha A_{max} \sqrt{\frac{S\beta\sqrt{A_{max}}}{m_1+m_2} \frac{\alpha^2}{4(m_1+m_2)^2}}}{\pi^2 g \sin\left(\sqrt{\frac{S\beta\sqrt{A_{max}}}{m_1+m_2} \frac{\alpha^2}{2(m_1+m_2)^2} t + \varphi}\right)}, \quad (3)$$

где m_1 – масса вымени, кг;

m_2 – масса массажного устройства, кг;

α – коэффициент пропорциональности;

S – площадь поперечного сечения вымени, m^2 ;

β – коэффициент пропорциональности, $H/m^{7/2}$;

A_{max} – амплитуда колебаний системы вымя – массажное устройство, м.

Очевидно, что для сообщения грузу массой m_3 ускорения $a_{гд}$ мембрана развивала соответствующее усилие:

$$F_m = m_3 a_{гд}, \quad (4)$$

где F_m – усилие мембраны, Н, которое зависит от вакуумметрического давления $P_{вак}$ в камере пневмовибратора и площади S_m :

$$F_m = P_{вак} S_m. \quad (5)$$

Отсюда необходимый диаметр мембраны D_m :

$$D_m = \sqrt{\frac{4m_3 a_{гд}}{\pi P_{вак}}} = \sqrt{\frac{2\alpha A_{max} \sqrt{\frac{S\beta\sqrt{A_{max}}}{m_1+m_2} \frac{\alpha^2}{4(m_1+m_2)^2}}}{\pi^2 P_{вак} \sin\left(\sqrt{\frac{S\beta\sqrt{A_{max}}}{m_1+m_2} \frac{\alpha^2}{2(m_1+m_2)^2} t + \varphi}\right)}}, \quad (6)$$

Следует отметить, что максимальная

деформация вымени A_{max} под массажным воздействием H имеет ограничение, обусловленное болевым порогом, и устанавливается опытным путем. Поэтому расчет конструктивных параметров устройства для массажа вымени нетелей осуществляем, задаваясь этим параметром.

Экспериментальная часть

Для определения оптимальных конструктивных параметров экспериментального устройства для массажа вымени нетелей нами были выполнены исследования путем постановки факторного эксперимента с использованием известных методик, а также разработанной нами программы для ЭВМ. Стенд включает тензометрический датчик 1 для измерения амплитуды колебаний массажного устройства, датчик 2 регистрации амплитуды колебаний груза пневмовибратора относительно корпуса массажного устройства, датчик 3 регистрации вакуумметрического давления в пневмовибраторе, пружины 4 подвеса массажного устройства, электронный осциллограф 5 марки РС-500А, тензоусилитель 6 «Топаз-4» с блоком питания 7 «Агат» и компьютер 8 (рис. 2).

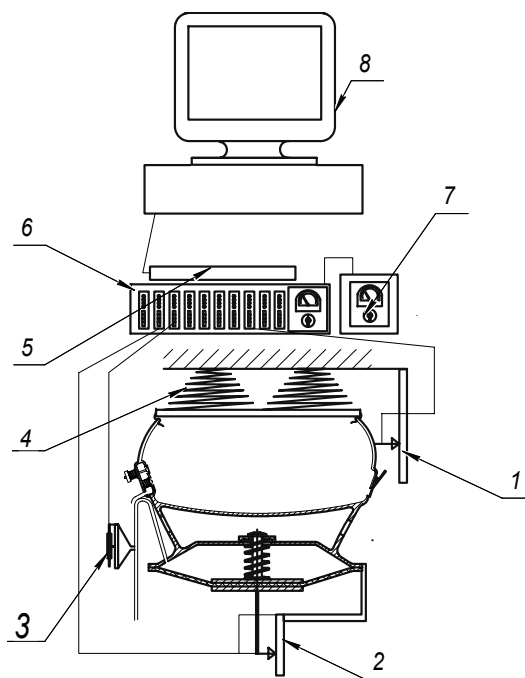


Рис. 2. Схема-стенд для исследований амплитуды колебаний системы «массажное устройство – вымя»

Результаты и их обсуждение

В результате обработки результатов измерений, с использованием разработанной компьютерной программы, установлено, что экспериментальные данные достаточно точно могут быть представлены в виде математической модели, которая имеет вид:

$$Y = -0,010 + 0,005x_1 + 0,148x_2 + 0,009x_3 + 0,212x_4 - 0,036x_1x_2 - 0,002x_1x_3 - 0,106x_1x_4 - 0,037x_2x_3 - 1,582x_2x_4 - 0,062x_3x_4 + 0,0115x_1x_2x_3 + 0,840x_1x_2x_4 + 0,034x_1x_3x_4 + 0,510x_2x_3x_4 - 0,270x_1x_2x_3x_4, \quad (7)$$

где y – амплитуда колебаний вымени, м;
 x_1 – масса массажного устройства, кг;
 x_2 – масса груза пневмовибратора, кг;
 x_3 – частота пульсаций пневмовибратора, Гц;

x_4 – диаметр мембраны, м.

Нами осуществлялась проверка адекватности полученной эмпирической и теоретической моделей. Для этого использовали разработанную нами программу для ЭВМ. Установлено, что анализируемые модели адекватны. При табличном значении F-критерия Фишера 2,52 расчетное его значение для сравниваемых моделей составляет 1,57.

Как показали результаты вычислений, имеет место синхронное увеличение амплитуды колебаний вымени с ростом массы массажного устройства и массы груза пневмовибратора, а также с увеличением диаметра мембраны (рис. 3). При этом частота колебаний груза пневмовибратора, вызывающая резонансное колебание системы массажное устройство-вымя в интерва-

ле варьирования от 1,1 до 3,1 Гц, имеет несколько гармоник (рис. 4).

По данным ряда исследований она может достигать 0,03 м. В таком случае для обеспечения данной деформации вымени нетели в процессе вибрационного массажа при массе молочной железы 3 кг массажное устройство должно обладать параметрами, приведенными в таблице 1.

Производственные испытания разработанного устройства для массажа вымени нетелей, проводили на молочном комплексе ГУ ОПХ «Белгородское» Белгородской области на нетелях черно-пестрой породы. В качестве базового массажного устройства был использован массажник типа АПМ-Ф-1.

Для проведения производственных испытаний был изготовлен опытный образец устройства для массажа вымени нетелей (рис. 5).

Оценку адекватности теоретической модели, уравнения и эмпирической модели, характеризующих увеличение массы вымени нетели во времени, осуществляли по F-критерию Фишера с использованием разработанной нами программы. Обработку результатов исследований вели с использованием ПЭВМ методом вариационной статистики. По t-критерию Стьюдента определяли достоверность различия полученных значений.

Результаты исследований, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что экспериментальное устройство для массажа вымени нетелей способствует более полной реализации генетического потенциала животного по сравнению с массажным аппаратом АПМ-Ф-1.

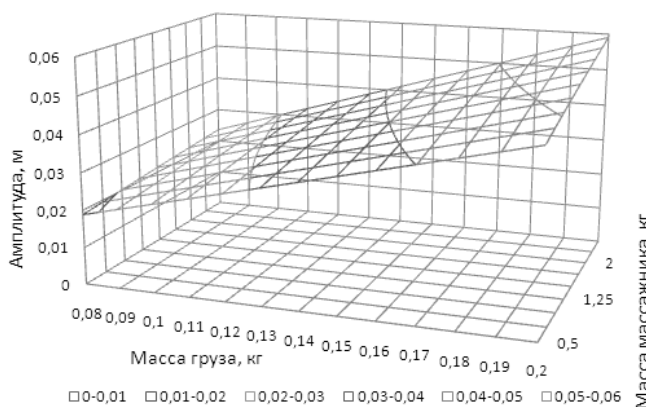


Рис. 3. Амплитуда колебаний вымени в зависимости от массы груза пневмовибратора и массы массажного устройства

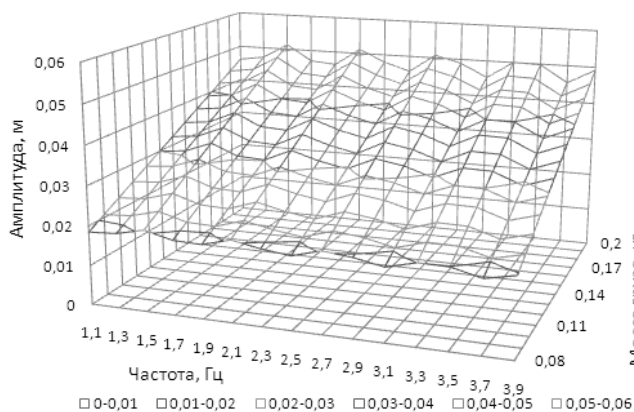


Рис. 4. Амплитуда колебаний вымени в зависимости от частоты колебаний груза пневмовибратора

Таблица 1

Оптимальные параметры устройства для массажа вымени нетелей

Обозначение	Наименование фактора	Оптимальное значение
x_1	Масса массажного устройства, кг	0,5
x_2	Масса груза пневмовибратора, кг	0,13
x_3	Частота пульсаций, Гц	1,7
x_4	Диаметр мембраны, м	0,12

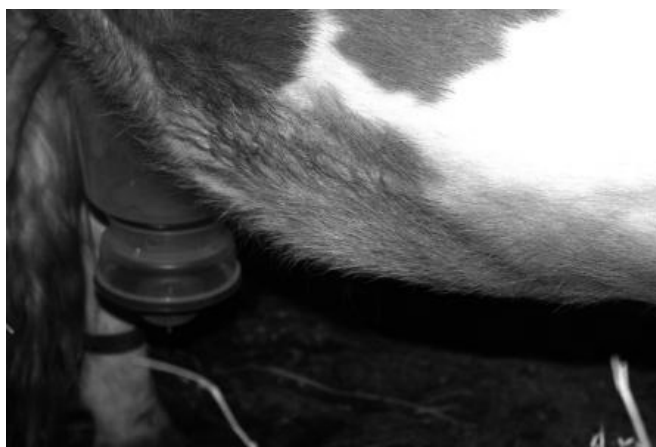


Рис. 5. Общий вид устройства для массажа вымени нетелей

Результаты исследований влияния массажного устройства на молочную продуктивность первотелок

Параметр	Тип массажного аппарата				Контроль		t-критерий Стьюдента		
	экспериментальный		АПМ-Ф-1						
	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	t_{12}	t_{13}	t_{23}
Надой за 90 сут., кг	1723,9	±30,36	1645,6	±28,98	1567,2	±27,6	6,176	12,075	5,913

Годовой экономический эффект устройства для массажа вымени нетелей с учетом приведенных затрат и роста молочной продуктивности первотелок в расчете на 124 гол. составляет 720182,96 руб., а на 1 корову – 5807,92 руб. Таким образом, внедряемый массажный аппарат обладает высокими эксплуатационными и экономическими показателями. Использование устройства для массажа вымени нетелей в хозяйствах Белгородской области позволило повысить молочную продуктивность коров на 12-15%.

Выводы

1. Установлено, что амплитуда колебаний вымени под воздействием массажного устройства зависит от массы устройства, массы груза пневмовибратора, частоты колебаний, а также диаметра мембраны. Для достижения амплитуды колебаний вымени, равной 30 мм, при массе молочной железы 3 кг устройство для массажа вымени должно обладать следующими параметрами: масса – 0,5 кг, масса груза пневмовибратора – 0,13 кг, частота пульсаций – 1,7 Гц, диаметр мембраны – 0,12 м.

2. Экспериментальное устройство для массажа вымени оказывает более существенное влияние на развитие молочной железы, чем базовое устройство АПМ-Ф-1. Первотелки, которым массаж вымени в нетельный период осуществляли экспериментальным устройством, превосходили своих

аналогов в группе с массажем устройством АПМ-Ф-1 на 78, кг, а животных контрольной группы – на 156,7 кг молока. Это указывает на целесообразность его использования в производстве при формировании вымени высокопродуктивных коров.

Библиографический список

1. Мархотский Л.В., Бородулин Е.Н., Сальников Л.А. Выращивание высокопродуктивных коров в условиях комплексов // Выведение коров для молочных комплексов: тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1981. – С. 66-77.
2. Кузнецов Е.И. Использование массажной щетки при подготовке нетелей к отелу // Молочное и мясное скотоводство. – 1980. – № 6. – С. 14-15.
3. Куликова Н.И. Влияние машинного массажа вымени нетелей на его качество и последующую молочную продуктивность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 1984. – 22 с.
4. Патент № 2368133 RU, С1 МПК А 01 J 7/00 Устройство для массажа вымени нетелей / Ужик О.В. (RU). – № 2008140357/12; заявлено 10.10.2008; опубл. 27.09.2009, бюл. № 27.
5. Вибрации в технике: справочник; в 6 т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1. Колебания линейных систем / под ред. В.В. Болотина. – 1978. – 352 с.; ил.

