

УДК 697.7: 621.384.3

**А.П. Ахрамович, Л.С. Герасимович,
В.Н. Дашков, В.П. Колос**

*(ГП «Институт энергетики
НАН Беларуси»*

г. Минск, Республика Беларусь)

ЛУЧИСТЫЙ МЕТОД СТИМУЛЯЦИИ МОЛОКООТДАЧИ В УСЛОВИЯХ ПОТОЧНОГО ДОЕНИЯ КОРОВ

Введение

Проблема стимуляции молокоотдачи при машинном доении – одна из наиболее актуальных в молочном производстве [1]. Усовершенствование доильных систем в основном направлено на имитацию двигательных действий телят, что отразилось на конструкциях доильного стакана и выборе материалов. Однако для полной реализации потенциально возможной продуктивности животных одних механических раздражителей недостаточно.

Следующим шагом явилась комбинация механического и теплового воздействия за счет разогрева доильного стакана. В термостимулирующих доильных аппаратах обогрев сосковой трубки производится потоком выдаваемого молока, путем закачивания подогретого воздуха, наложения высокочастотного электромагнитного поля, пленочными поверхностными электронагревателями [2]. В работе [3] рекомендован метод стимуляции с помощью инфракрасного (ИК) обогрева вымени и области крестца.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в стимуляции молокоотдачи, современные серийно выпускаемые доильные установки не в состоянии пока обеспечить ее полноценный рефлекс. В связи с этим особое внимание должно быть уделено подготовке к доению путем оптимизации микроклиматических условий [4].

Крупный рогатый скот относится к гемотермальным животным, способным поддерживать постоянную температуру тела при изменениях метеорологических условий в довольно широких пределах. В связи с этим в большинстве помещений ферм температура не нормируется, но в доильных залах она должна составлять около 18 °С. В то же время на преддоильных площадках температура часто бывает понижена из-за сквозняков и недостаточного отопления проходных коридоров и самих площадок. В результате при поточной технологии доения коровы заходят в доильные залы с остывшей кожей сосков и вымени; рецепторные зоны реагируют на понижение температуры, и активность рефлекса молокоотдачи уменьшается.

Энергоэффективным решением этой проблемы является установка автоматизированной системы с инфракрасными излучателями для дополнительного подогрева проходных коридоров и преддоильных площадок. В условиях большой подвижности воздуха это наиболее рациональный спо-

соб [5], поскольку инфракрасные лучи практически не поглощаются воздухом и нагревают только облучаемые поверхности. Система автоматики позволяет обеспечивать постоянные температурные условия в зоне передвижения коров при изменениях температуры наружного воздуха и величины тепловыделения от животных. В самих доильных залах инфракрасные излучатели с автоматическим регулированием параметров излучения поддерживают тепловые условия в строго регламентированном диапазоне.

Инфракрасное облучение коров перед дойкой дает еще один положительный эффект. Альтернативой хорошо известному способу повышения жирности молока путем горячих припарок вымени является местный обогрев люмбосакральной части спины животного, где находится специфическое рецептивное поле, раздражение которого рефлекторно усиливает эвакуацию жира из молочной железы [6]. Для прогрева спины применялись специальные попоны, которыми укрывали корову. Однако при поточном машинном доении оба эти способа труднореализуемы, поскольку они трудозатратны и увеличивают период дойки. Генерация лучистой энергии дает возможность одновременно воздействовать на рецепторы спины и поддерживать оптимальные температурные условия в помещении.

Лучистая система интенсификации молокоотдачи

Известные устройства инфракрасного облучения проектируются по одному и тому же принципу: организовать генерацию потока лучистой энергии, обеспечивающего нормируемое облучение животных. Однако при таком подходе не учитывается отрицательное воздействие на их состояние радиационной отдачи энергии на ограждающие конструкции.

Любой живой биологический организм представляет собой тепловыделяющую систему, находящуюся в тепловом взаимодействии с окружающей средой. Для жизнедеятельности животных более полезно преобладание конвективной теплоотдачи с поверхности тела над радиационной. Учет этого фактора и обуславливает новизну подхода к проектированию лучистой системы. В основу проектных решений положено условие создания в зоне нахождения животных при минимальных затратах топливно-энергетических ресурсов инфракрасного поля с такими параметрами, при которых интенсивность теплоотдачи конвекцией больше интенсивности теплоотдачи излучением.

Лучистая система для животноводческих помещений должна удовлетворять требованиям норм технологического проектирования ферм крупного рогатого скота и не препятствовать выполнению зоотехнических и зоогигиенических мероприятий по обслуживанию животных. Также при ее разработке необходимо учитывать рекомендации по их инфракрасному облучению. В результате анализа нормативной документации [7–9] можно сформулировать следующие основные требования к системе.

1. Оборудование системы должно выдерживать работу в агрессивной среде помещений при температуре воздуха от 0 до 30 °С и относительной влажности от 40 до 98 %.

2. Расположение инфракрасных излучателей должно обеспечивать облучение верхней части поверхности животных. При определении высоты подвеса необходимо учитывать возможность его повреждения животными.

3. Генерируемое излучение не должно оказывать отрицательного воздействия на кожный покров и слизистые оболочки животных. Система должна иметь автоматическое управление, позволяющее регулировать поток и спектр излучения в соответствии с технологическими нормами облучения животных.

4. Установленная мощность системы должна быть достаточной для поддержания нормируемого теплового ощущения.

5. Система должна работать в двух режимах: основном и дежурном. В основном режиме должна создавать и поддерживать параметры облучения, обеспечивающие нормируемые тепловые ощущения в период дойки, а в дежурном – температуры, достаточные для обеспечения сохранности здания. Переход от одного режима к другому должен происходить автоматически по энергосберегающему алгоритму.

6. Установка системы не должна приводить к изменению планировочных и конструктивных решений здания.

7. Оборудование системы должно удовлетворять требованиям правил устройств электроустановок (ПУЭ), строительных, экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм и правил, обеспечивать безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию системы при соблюдении правил техники безопасности.

Новизна конструкции электрического ИК-излучателя заключается в выполнении излучающей пластины двухслойной, состоящей из металлической основы с продольными треугольными канавками и нанесенного на нее тонкого слоя диэлектрика с равномерно распределенной слоистой шероховатостью [10]. Эффект многократного отражения собственного излучения в неровностях рельефа позволяет нивелировать анизотропию пространственного распределения энергии излучения, вызванную строго ориентированными треугольными канавками, которые служат для образования вихревой пелены, снижающей интенсивность конвективного теплоотвода с излучателя.

Разработанная математическая модель теплопереноса в помещениях при генерации инфракрасного излучения позволила связать между собой параметры излучения и микроклимата [11]. Тогда, выбрав в качестве основного контролируемого параметра температуру воздуха и поставив характеристики инфракрасного излучения в функциональную зависимость от нее, мы существенно упростим работу обслуживающего персонала.

Внутри шкафа управления размещаются центральный программный модуль и силовые модули на основе микропроцессоров. В программный модуль закладываются алгоритмы контроля времени, смены температурных режимов по временному графику, обработки поступающих сигналов от датчиков обратной связи и расчета изменения мощности ИК-излучения при условиях минимизации энергопотребления и поддержания нормируемых параметров микроклимата. Также вводится подпрограмма – «функция живучести», заключающаяся в поддержании наиболее близких к нормируемым параметров микроклимата при выходе из строя отдельных аппаратных элементов и принимающая меры по защите и сохранению их работоспособности при внештатных ситуациях.

Цифровые датчики обратной связи посылают дискретные данные о температуре воздуха каждые 4 секунды. Связь с управляющим шкафом реализуется по специальным телеметрическим кабелям по однопроводному интерфейсу I-WIRE.

Шкаф работает в режимах термоконтроля и управления, пользовательского и технологического программирования. В первом случае он автоматически поддерживает заданные параметры микроклимата, в режиме пользовательского программирования обслуживающий персонал может изменить график температурных условий, скорректировать ход часов и дату. Технологический режим программирования предназначен только для специалистов, поскольку изменения значений установочных параметров (период квантования, коэффициенты инерционности, мощностные характеристики и др.) влияют на работу всей системы на глобальном уровне.

Предусмотрен также ручной режим установки параметров излучения на случай выхода из строя автоматики. Управляющий шкаф может поддерживать индивидуальные температурные условия в нескольких зонах одновременно.

Лучистая система для молочно-товарной фермы «Ветера»

Молочно-товарная ферма «Ветера», для которой был проведен расчет параметров лучистой системы, принадлежит расположенному в Докшицком районе Витебской области ОАО «Торгуны». Ферма включает два коровника по 200 голов крупного рогатого скота, сдвоенных с молочно-дойильным блоком. Содержание коров – групповое беспривязное.

В доильном зале молочно-товарной фермы установлена стойловая доильная система «Параллель», имеющая высокую пропускную способность благодаря системе быстрого выхода. Автоматические ворота упорядочивают процесс прохождения на дойку и выхода коров. Количество коров в группах,

формируемых для дойки, соответствует количеству доильных мест. Таким образом упрощается организация процесса доения. На дойку коров отправляют последовательно, по одной группе из каждого коровника, из них половина животных становится на доильные места, а оставшиеся ожидают на преддоильной площадке. Период времени с момента входа коровы на преддоильную площадку до момента выхода из доильного блока может длиться более получаса. В день производят две дойки – утреннюю и вечернюю.

Для теплотехнического и экономического расчетов лучистой системы использованы строительная документация на здание, план расположения технологического оборудования в помещениях, строительные и санитарные нормы Республики Беларусь, метеорологические данные для Витебской области, прайс-листы производителей оборудования, данные по сдаче молока и закупочным ценам. Теплотехнические параметры ограждающих конструкций здания рассчитываются для случая воздействия на них инфракрасного излучения.

Мощность, количество и расстановка излучателей, алгоритм изменения параметров излучения в соответствии с заданными микроклиматическими режимами находятся из условия минимизации потребления энергии (рисунок 1). При этом учитываются затраты на восполнение тепловых потерь помещений и подогрев вентиляционного воздуха, а также тепловыделение от животных.

В результате определен тип инфракрасных излучателей – это длинноволновые аппараты с двумя излучающими пластинами и, соответственно, с двумя электронагревательными элементами. На преддоильной площадке и в коридорах устанавливаются излучатели с номинальной мощностью $1,5 \text{ кВт}$, в доильном зале – $2,0 \text{ кВт}$; их расстановка показана на рисунке 1. Для управления излучателями предусмотрен один управляющий шкаф с четырьмя каналами регулирования. Мощность по каждому каналу не превышает 30 кВт .

Для оценки эффективности лучистой системы сделано сравнение ее параметров с характеристиками штатной (проектной) отопительно-вентиляционной системы (ОВС) и обогревом с помощью электрических калориферов (см. таблицу 1). Автоматизация поддержания требуемых тепловых режимов и энергосберегающий переход между ними, особенности лучистого обогрева, при котором температура в помещении и температура вентиляционного воздуха должны быть на несколько градусов ниже, чем при конвективном обогреве, приводят к уменьшению почти в два раза потребления условного топлива на отопление доильного блока.



Рисунок 1. – Расстановка ИК-излучателей в доильно-молочном блоке

При увеличении среднедневного надоя молока от одной коровы на 0,5 л вследствие воздействия инфракрасного излучения окупаемость лучистой системы (с учетом снижения расхода условного топлива на обогрев) составит около полутора лет при расчетной закупочной цене молока 4 000 рублей за литр.

Таблица 1. – Техничко-энергетические показатели отопительно-вентиляционных систем доильно-молочного блока

Параметр	Значение		
	Штатная ОВС	ОВС с электрокалориферами	ОВС с ИК-излучателями
Обогреваемая площадь, m^2	280		
Количество коров на обогреваемой площади, <i>шт.</i>	64		
Нормируемое тепловое ощущение, $^{\circ}C$	19		
Мощность теплопоступлений от коров, kWt	40		
Установленная мощность, kWt	98	98	67
Кратность воздухообмена	2,5	2,5	2,0
Среднее за отопительный сезон потребление энергии системой в сутки, $kWt \cdot ч$	388	394	182
Расход условного топлива за отопительный сезон, <i>т у.т.</i>	17,0	24,5	11,3

Заключение

В настоящее время на современных фермах и комплексах для крупного рогатого скота имеются технологические предпосылки для использования сложной, насыщенной электроникой техники [12]. Предлагаемая двухфункциональная лучистая система перспективна для решения задачи локального облучения животных с целью увеличения молокоотдачи и жирности молока и одновременного поддержания с пониженными энергозатратами требуемых микроклиматических условий в доильных залах.

31.08.2015

Литература

1. Базанова, Н.У. Стимуляция молокоотдачи у животных / Н.У. Базанова, Х.Д. Дюсембин. – Алма-Ата: Кайнар, 1973. – 112 с.
2. Герасимович, Л.С. Стимуляция молокоотдачи у коров при машинном доении коров / Л.С. Герасимович. – Минск: БГАТУ, 2006. – 192 с.
3. Садыков, К.Б. Стимуляция молокоотдачи у коров при машинном доении: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / К.Б. Садыков; Московская сельхозакадемия им. К.А. Тимирязева, 1975. – 21 с.
4. Джонсон, Г. Окружающая температура и лактация / Г. Джонсон // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1966. – № 9. – С. 29–36.
5. Ахрамович, А.П. Достоинства и потенциальные возможности систем ИК-обогрева / А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев, В.П. Колос, А.А. Михалевич // Энергоэффективность. – 2005. – № 7. – С. 10–12.
6. Павлов, Е.Ф. О жирно-секреторных эффектах в молочной железе при применении некоторых крупных раздражителей / Е.Ф. Павлов, А.Х. Маркарян // 2-е совещание по физиологии сельскохозяйственных животных. – М.–Л., 1955. – С. 42–44.
7. Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения животноводческих объектов: РНТП-1-2004. – Минск: УП «Институт Белгипроагропищепром», 2004. – 93 с.
8. Указания по инфракрасному облучению сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1969. – 16 с.
9. Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств: НТП-АПК 1.10.01.001-00 [Электронный ресурс]. – Введ. 27.07.2000. – М.: Минсельхоз РФ, 2000. – Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc/10/10194/index.htm>. – Дата доступа: 18.04.2015.
10. Ахрамович, А.П. Электрические ИК-излучатели средней удельной мощности / А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев, В.П. Колос, А.А. Михалевич // Энергоэффективность. – 2006. – № 3. – С. 14–17.
11. Ахрамович, А.П. Методология расчета двухфункциональной инфракрасной системы АСЛОТУ / А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев, В.П. Колос // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2013. – № 1. – С. 71–76.
12. Самосюк, В.Г. Развитие основных научных направлений обеспечения новейших технологий производства молока / В.Г. Самосюк // Материалы XVI Международного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных, Минск – Гомель, 27–29 июня 2012 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ОАО «Гомельагрокомплект». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – С. 7–18.