DOI: 10.17117/na.2016.06.02.049

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.049.pdf>

Поступила (Received): 29.06.2016

Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Кулаков Н.В., Ушкалов В.Ю. Методика исследования инфракрасных излучателей

Dolgikh P.P., Kolmakov Yu.V., Kulakov N.V., Ushkalov V.Yu.
Technique of research of infrared radiators

При проектировании применяемых в технологии содержания сельскохозяйственных животных средств местного обогрева возникают трудности с определением коэффициента восприятия инфракрасного излучения. Предложена методика опытного определения величины инфракрасной облученности, учитывающая свойства источника и приемника излучения, а также схему облучения, для последующего использования в расчетах облучательных установок

Ключевые слова: инфракрасный излучатель, измерительный стенд

In the design used in the technology of housing of farm animals means the local heating difficulties with the determination of the index of perception of infrared radiation. Proposed experimental methods for determining the value of infrared irradiance, taking into account the properties of the source and receiver of radiation and the scheme of irradiation for later use in calculations and irradiation facilities

Key words: infrared radiator, a measuring stand

Долгих Павел Павлович

Кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Dolgikh Pavel Pavlovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Колмаков Юрий Владимирович

Старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Kolmakov Yuriy Vladimirovich

Senior teacher
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Кулаков Николай Васильевич

Старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Kulakov Nikolay Vasilyevich

Senior teacher
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Ушкалов Владимир Юрьевич

Старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Ushkalov Vladimir Yuryevich

Senior teacher
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Введение. Технология содержания сельскохозяйственных животных подразумевает использование средств местного обогрева, как наиболее эффективного

механизма снижения энергозатрат в системах микроклимата и повышения сохранности молодняка животных и птиц [1].

Электрические инфракрасные облучательные установки обладают преимуществами по сравнению с другими типами нагревателей, что открывает широкие возможности для их применения [2]. Из трех основных способов локального обогрева можно выделить инфракрасный обогрев, так как установки для его реализации просты по устройству и эксплуатации, обладают малыми энерго-и материалоемкостями. Поскольку инфракрасное излучение (ИК-излучение) мало поглощается воздухом, подавляющая часть направляемой на объект энергии может быть им поглощена. Поэтому при правильном применении таких обогревателей открывается возможность достижения высокого КПД использования энергии [3].

Методика и результаты. Для изучения инфракрасных излучателей предлагается использовать оборудование для исследования характеристик инфракрасных излучателей [4] с конструктивными доработками (см. рисунок).

В связи с тем, что эффективность использования ИК-излучения зависит от правильности сочетания оптических свойств излучателя и облучаемого объекта, а также от взаимного расположения в пространстве (поглощающая способность поверхности животного уменьшается при увеличении угла падения излучения), правильный выбор излучателя в соответствии с видом животных требует учета оптических свойств их поверхности [3].

Рис. 1. Модифицированный измерительный стенд по [5]

Для этого в существующем лабораторном стенде для снятия характеристик излучателей применяем приемник излучения с разными поглощательными способностями (см. рисунок). Приемную поверхность 1 делим по оси излучателя пополам. Одну половину изготавливаем из белой кожи, другую – из черной кожи толщиной 2 мм. Такое сочетание участков приемной поверхности позволяет расширить функциональные возможности измерительного стенда и давать оценку эффекту от использования ИК-обогрева, который зависит от соответствия максимума спектрального распределения энергии $\Phi_\lambda(\lambda)$ падающего потока от источника максимуму спектральной чувствительности $S_\lambda(\lambda)$ поверхности животного [2]. При этом падающий на тело животного $\Phi_{пад}$ и поглощенный им $\Phi_{погл}$ лучистые потоки равны:

$$\Phi_{пад} = \int_0^\infty \Phi_\lambda(\lambda) d\lambda; \quad (1)$$

$$\Phi_{погл} = \int_0^\infty \Phi_\lambda(\lambda) S_\lambda d\lambda. \quad (2)$$

Второй конструктивной доработкой является применение в схеме автотрансформатора 2, который позволяет изменять уровень напряжения на ИК-излучателе 3 в пределах от 100 до 240 В, отслеживая показания по вольтметру 4. Данное изменение в схеме в сочетании с регулированием высоты подвеса приемной поверхности позволит производить расчет облучательных установок по методике, изложенной в [6] и корректировать его с применением экспериментальных параметров. Целью эксперимента является определение опытным путем коэффициента восприятия инфракрасного излучения организмом животного для использования в дальнейших расчетах облучательных установок.

Рассчитываем на основании законов Стефана-Больцмана и Ламберта результирующий лучистый тепловой поток, Вт, между двумя произвольно расположенными в пространстве поверхностями A_1 и A_2

$$\phi_{1,2} = c_{np} [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] \cdot A_{1,2}, \quad (3)$$

где c_{np} – приведенный коэффициент излучения.

Для тел, имеющих плоскопараллельные поверхности,

$$c_{np} = c_s \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right). \quad (4)$$

где ϵ_1 и ϵ_2 – коэффициенты излучения участвующих в лучистом теплообмене тел – соответственно излучающего и поглощающего; T_1 и T_2 – температура соответственно излучающего и поглощающего тел, К; c_s – постоянная Стефана-Больцмана [$c_s=5,7$ Вт/(м²·К⁴)].

Так как спектральные коэффициенты для белых и черных поверхностей различные, а литературные данные содержат противоречивые сведения [2], то для участка из белой кожи ϵ_2 примем равным 0,5, из черной – 1.

Взаимная поверхность лучистого теплообмена тел 1 и 2.

$$A_{1,2} = A_1 \psi_{1,2} = A_2 \psi_{2,1}, \quad (5)$$

где $\Psi_{1,2}$ – коэффициент облученности, показывающий долю лучистого потока, излучаемого телом 1, которая падает на тело 2; $\Psi_{2,1}$ – коэффициент облученности, показывающий долю лучистого потока, излучаемого телом 2, которая падает на тело 1.

Взаимная поверхность лучистого теплообмена между двумя параллельными кругами диаметрами d_1 и d_2 с центрами на одной оси и отстоящими на расстоянии h один от другого определяется по формуле

$$A_{1,2} = \frac{\pi}{4} \left[\sqrt{\frac{(d_2 + d_1)^2}{4} + h^2} - \sqrt{\frac{(d_2 - d_1)^2}{4} + h^2} \right]^2. \quad (6)$$

Облученность E , Вт/м², обогреваемой поверхности A_{Π}

$$E = \frac{\phi_{1,2}}{A_{\Pi}}. \quad (7)$$

где A_{Π} – площадь облучаемой зоны диаметром 1 м.

Полученное в результате эксперимента по (7) значение облученности для двух вариантов приемной поверхности подставляем в формулу и находим коэффициент восприятия [6]:

$$K_{\text{воспр}} = \frac{t_o - t_{\Pi}}{0,04E}, \quad (8)$$

где t_{Π} – температура помещения при комбинированном обогреве, °С; t_o – «ощущаемая температура», °С; $K_{\text{воспр}}$ – коэффициент восприятия инфракрасного излучения организмом животного.

Если в результате расчета получается значение коэффициента восприятия, отличающееся от единицы более чем на $\pm 5\%$, то повторяем эксперимент, варьируя высоту подвеса приемной поверхности и напряжение на ИК излучателе, достигая оптимальной облученности. Таким образом, достигается проверка на практике оптимальной схемы облучения для обеспечения требуемого температурного режима [7].

Вывод. Предложенная методика определения инфракрасной облученности позволит строить рациональные схемы облучения сельскохозяйственных животных, обеспечивающих требуемый температурный режим.

Список используемых источников:

1. Засыпалов В.В. Обоснование параметров и разработка энергосберегающей установки локального инфракрасного и ультрафиолетового облучения поросят: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. М., 1992. 18 с.
2. Быстрицкий Д.Н., Кожевникова Н.Ф., Лямцов А.К., Муругов В.П. Электрические установки инфракрасного излучения в животноводстве. М.: Энергоиздат, 1981. 152 с.
3. Растимешин С.А. Локальный обогрев молодняка животных (теория и технические средства). М.: Агропромиздат, 1991. 140 с.
4. Долгих П.П., Колмаков Ю.В. Оборудование для исследования характеристик инфракрасных излучателей // Инновационная наука. №9. Уфа. 2015. С. 76-78.
5. Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Самойлов М.В. Лабораторный стенд для снятия характеристик излучателей: пат. 159741 Рос. Федерация: МПК G09B25/00 / заявитель и патентообладатель Долгих Павел Павлович. № 2015127807/12; заяв. 09.07.2015; опубл. 20.02.2016. Бюл. № 5.

6. Баев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению. М.: КолосС, 2008. 191 с.
7. Рекомендации по инфракрасному обогреву молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. М.: Колос, 1979. 30 с.

© 2016, Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Кулаков Н.В.,
Ушкалов В.Ю.

Методика исследования инфракрасных излучателей

© 2016, Dolgikh P.P., Kolmakov Yu.V., Kulakov N.V.,
Ushkalov V.Yu.

Technique of research of infrared radiators