

А. Маслякова // БЕЛТА – Новости Беларуси. – URL: <https://belta.by/regions/view/aktivnaja-sila-prirody-rasskazyvaem-gde-v-nashej-strane-proizvodjat-zhivye-drozhzhi-i-v-chem-ih-617870-2024/>. – Дата публ.: 26.02.2024.

2. Янко, М. В. Анализ способов активации продуктивности хлебопекарных дрожжей. Обзор / М. В. Янко, Е. М. Заяц // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2022. – № 2 (100) – С. 171–176.

3 Янко, М. В. Аэроионная активация продуктивности хлебопекарных дрожжей / М. В. Янко // Агропанорама. – 2025. – № 3 (169) – С. 32–37. <https://doi.org/10.56619/2078-7138-2025-169-3-32-37>.

4. Янко, М. В. Влияние аэроионной активации на продуктивность и качественные показатели дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae* / М. В. Янко, А. Н. Кудинович, Е. М. Заяц // Агропанорама. – 2024. – № 3 (163) – С. 21–27. <https://doi.org/10.56619/2078-7138-2024-163-3-21-27>.

5. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия : ГОСТ 171-2015. – Взамен ГОСТ 171-81 – введ. 01.04.18. – Минск : Государственный стандарт Республики Беларусь : РГП «Казахстанский институт стандартизации и сертификации», 2018. – 20 с.

**УДК 621.365:631.17**

**Прищепов М.А., д.т.н., профессор, Селиук Ю.Н., ст. преподаватель  
Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск**

## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЁНОЧНЫХ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ В СИСТЕМАХ КОМБИНИРОВАННОГО ОБОГРЕВА ПОРОСЯТ-СОСУНОВ**

В процессе выращивания поросят-сосунов важнейшим условием их содержания является обеспечение оптимальных параметров микроклимата, в частности, температуры воздуха. Указанный процесс достаточно сложен по причине совместного содержания с поросятами свиноматок, требующих совершенно иных условий температурного содержания. Для решения этой проблемы, как правило, используется система комбинированного обогрева поросят, включающая подвесной инфракрасный излучатель (обычно ИКЗК лампу) и напольный обогреватель. В качестве последнего зачастую используются электрообогреваемые панели различных конструкций на базе нагревательных кабелей и плёночных нагревательных элементов тёплого пола.

Одной из разновидностей электрического тёплого пола (ЭТП) является пол с плёночным нагревателем. Указанное конструктивное исполнение ЭТП представляет собой ряд параллельно расположенных нагревательных элементов в виде полос из композиций на основе графита, присоединённых к медным токопроводящим шинам. Полученный в результате электронагреватель помещается в оболочку из полимерной плёнки, обеспечивающую электробезопасность и защиту от проникновения влаги, а также в некоторой степени – от повреждений. К шинам подключаются при помощи контактных зажимов установочные провода. Большинство современных моделей оснащены антиискровой серебряной сеткой для соединения шин и нагревательных полос.

Плёночный ЭТП – достаточно гибкое электротехническое изделие, имеющее номинальное напряжение питания 220 В, ширина полос составляет от 50 до 100 см, толщина – не более 0,5 мм. Выпускаются модели с постоянной и переменной мощностью (саморегулируемые), удельная мощность составляет 130...230 Вт/м<sup>2</sup>. Приведенные характеристики в целом соответствуют таковым у выпускаемых в настоящее время напольных обогревателей для по-росят-сосунов. В частности, для нагревательных плит НП-15 удельная мощность составляет около 206 Вт/м<sup>2</sup>, для панели СТЭП – 120/47 – 285 Вт/м<sup>2</sup>, для панели СТЭП – 120/37 – 271 Вт/м<sup>2</sup>.

Представляется необходимым исследование параметров работы плёночного ЭТП для более адекватной оценки целесообразности его использования в системах комбинированного обогрева. В качестве экспериментальной установки использован элемент плёночного тёплого пола ПНК 220 - 220/0,5 – 1 размером 1x1 м. Конструктивно он представляет собой 2 параллельно расположенных плёночных нагревателя шириной по 0,5 м. Каждый из них имеет 59 нагревательных графитовых элементов шириной 13 мм каждый, расстояние между элементами 3 мм. Нагреватели расположены на рулонном фольгированном теплоизоляционном материале толщиной 5 мм, который, в свою очередь размещается на плите толщиной 20 мм из теплоизоляционного материала, имеющей металлическую окантовку. Элемент ЭТП подключается к терморегулятору «Теплолюкс 520» совместно с датчиком температуры тёплого пола. В схеме подключения предусмотрено также измерение напряжения питания и потребляемого тока.

Были проведены исследования процессов нагрева и охлаждения элемента плёночного ЭТП без покрытий, расположенного горизон-

тально. Измерение температуры производилось ИК-термометром в 5 точках (4 – нагревательные полосы в углах элемента, 1 и 3 – ближайшие к клемме питания, 2 и 4 – наиболее удалённые; 5 – в центре элемента между плёночными нагревателями). Напряжение питания составило 235 В, потребляемый ток 0,9 А (мощность 211,5 Вт). Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Нагрев и охлаждение плёночного ЭТП

Время, мин	Номера точек измерения			
	1	2	3	4
Процесс нагрева				
0	25,2	25,2	25,2	25,2
1	35,2	33,4	34,8	33,2
2	37,3	34,6	36,4	34,8
3	41,5	38,7	40,5	37,5
4	43,4	40,7	43,1	41,1
Процесс охлаждения				
0	43,4	40,7	43,1	41,1
1	37,8	35,1	37,2	36,0
2	32,5	31,1	33,1	30,8
3	28,4	27,6	29,3	27,4
4	27,5	27,2	27,4	27,2

По результатам исследований и анализа литературных источников могут быть сформулированы следующие выводы.

1. Основные технические характеристики плёночных ЭТП соответствуют зоотехническим требованиям к напольному обогреву поросят-сосунов, а также параметрам применяемого электронагревательного оборудования.

2. Плёночные ЭТП, в отличие от кабельных тёплых полов, характеризуются значительно меньшей трудоёмкостью монтажа и могут при необходимости сооружаться в существующих зданиях без их реконструкции.

3. Теплоаккумулирующая способность указанных ЭТП незначительна в силу малой массы, что следует учитывать при их проектировании и эксплуатации.

4. Нормативная база применения плёночных ЭТП в животноводческих зданиях недостаточно разработана, в частности, в ТКП 538-2014 данные конструкции не рассматриваются [1].

5. Некоторыми исследованиями [2] установлена повышенная пожарная опасность плёночных ЭТП по сравнению с кабельными, что требует реализации дополнительных мер безопасности.

### **Список используемой литературы**

1. ТКП 538-2014 (02150). Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током. Общие требования – Введ. 2014-09-01. – Минск: Минсельхозпрод, 2014. – 50 с.
2. Плотникова, Г. В. и др. Теплые полы как причина возникновения пожаров // Пожаровзрывобезопасность, 2021, том 30, № 3, с. 41–53.

**УДК 53:378.147.091.32**

**Соболь<sup>1</sup> В.Р., д.ф.-м.н., профессор, Михалкович<sup>1</sup> О.М., к.ф.-м.н.,  
Дорофеинчик<sup>1</sup> В.В., Барайшук<sup>2</sup> С.М., к.ф.-м.н., доцент**

*<sup>1</sup>Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка, г. Минск,*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ЗАДАЧАХ СВЕТОТЕХНИКИ**

Важное место в обеспечение электрической энергией объектов АПК, особенно достаточно удаленных от линий электропередач, является солнечная энергетика. Также не менее важным представляется подготовка как самих специалистов энергетиков, так и тех, кто сможет их обучить. Наличие в арсенале структурного подразделения ВУЗа, средней школы приборов, инструментария из наборов типа “Радуга”, “L – micro” дает основания серьезно дополнить учебный лабораторный эксперимент, введя новую составляющую творческой и апправленности [1–2]. В работе аналитически рассмотрен характер распределения по плоскости компонент потока, испускаемого круглым горизонтальным источником.

Для сплошного излучателя в форме плоского диска освещенность следует из расчета интеграла вида

$$E = Bh^2 \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{rdrd\varphi}{(\alpha^2 + h^2 + r^2 - 2ra\cos\varphi)^2} \quad (1)$$