

**Abstract:** One of the important directions is the development of greenhouse farming. Vegetable growing needs comprehensive intensification and scientific support, so the study and development of new technologies in the agribusiness sector is extremely necessary. Questions related to photosynthesis of plants grown in protected soil conditions have always left a number of questions. Especially the improvement of technological techniques in artificial lighting of greenhouses requires the improvement of technologies.

УДК: 62-932.4

**Мануйленко А.Н.**, преподаватель;

**Вендин С.В.**, доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина», п. Майский, Российская Федерация

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОЗОНАТОР ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

***Аннотация.** Оной из основных задач аграрного производства является создание и поддержание зоотехнических и ветеринарно-санитарных норм качества воздушной среды, для ограничительных мер и профилактики распространения заразных болезней животных. Предлагается разработанная конструкция электрического озонатора, работающего на основе коронирующего разряда для улучшения показателей качества воздушной среды в производственном помещении.*

В настоящее время применяются следующие способы регулирования качества воздушной среды в производственных помещениях: *механический, физический, химический, биологический, комбинированный.* Одним из эффективных способов оздоровления и улучшения газового состава воздушной среды является озонирование. При этом свою технологическую эффективность доказали электроозонаторные установки, реализующие различные физические принципы получения озона, в том числе и работающие на основе коронирующего разряда [1-7].

Цель и научная новизна представленных исследований состоит в разработке конструкции электрического озонатора, для улучшения показателей качества воздушной среды и санитарного состояния производственных помещений. При этом задачи исследований включали: анализ известных технических решений, разработку конструкции электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда, а также проведение теоретических и экспериментальных исследований.

В представленных исследованиях в качестве прототипа была выбрана электроозонаторная установка работающая на основе коронирующего разряда и состоящая из источника высокого напряжения, электродов и вентилятора [8]. Недостатками данной установки являются отсутствие защиты от включения и выключения устройства в случае отказа работы вентилятора или выхода из строя генератора высокого напряжения, а также низкая надежность электродов из-за коаксиального расположения их с диэлектриком, что может привести к пробоем электрического разряда непосредственно на корпус установки.

Поэтому для исключения имеющихся недостатков в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ на кафедре «Электрооборудования и электротехнологий в АПК» была разработана новая конструкция излучателя электроозонатора на коронном разряде. Излучатель выполнен в виде двух керамических оснований с закрепленными на них вольфрамовыми электродами, на одном основании в виде сетки имеющую сотовую форму ячейки, на другом в виде иглы. Конструкция разработанного излучателя предусматривает регулировку воздушного зазора между керамическими основаниями и электродами, благодаря чему обеспечивается регулировка производительности излучателя на одном источнике высокого напряжения [9-11]. Схема и внешний вид излучателя представлена на рисунке 1.

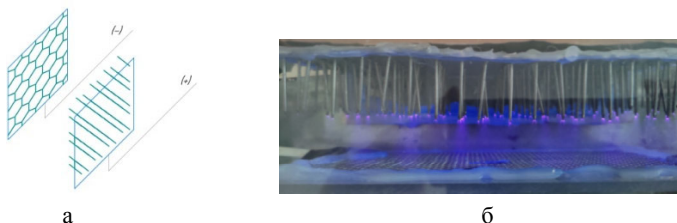


Рисунок 1 – Схема (а) и внешний вид (б) излучателя

Общая технологическая схема конструкции электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда, представленная на рисунке 2.

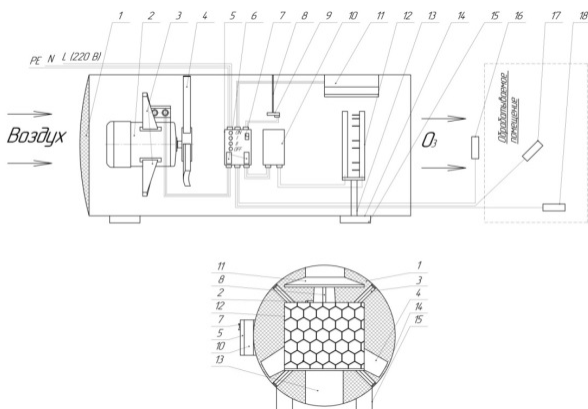


Рисунок 2 – Конструкция электрического озонатора воздуха, работающего на основе коронирующего разряда: 1 – защитная сетка; 2 – электродвигатель; 3 – лапки крепления электродвигателя; 4 – лопасти вентилятора; 5 – блок управления; 6 – предохранители; 7 – кнопка включения/выключения; 8 – кронштейн крепления; 9 – вакуумный флюгер; 10 – регулируемый генератор высокого напряжения; 11 – компрессор; 12 – излучатель; 13 – кронштейн крепления; 14 – озоноустойчивый корпус; 15 – прорезиненные ножки; 16 – датчик озона; 17 – датчик контроля озона; 18 – датчик контроля температуры воздуха

Для проведения экспериментальных исследований был разработан и изготовлен опытный образец электрического озонатора воздуха работающего на коронном разряде. Общий вид установки показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Разработанный опытный образец электрического озонатора воздуха на коронном разряде

Экспериментальные исследования работы электрического озонатора проводились в соответствии с реализацией плана второго порядка Коно для 2-х факторного эксперимента.

В качестве целевой функции была принята концентрации озона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в воздушной среде. Основные воздействующие факторы при проведении эксперимента представлены в таблице 1 [12].

Полученная по экспериментальным данным математическая модель влияния напряжения на излучателе,  $b$  ( $x_1$ ) и разрядного промежутка между электродами, мм ( $x_2$ ) на концентрацию озона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) ( $y$ ) в кодированных переменных имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{1,2}x_1x_2 + b_{11}x_1^2, \quad (3)$$

где  $b_0 = 4,74$ ,  $b_1 = -2,18$ ,  $b_2 = 2,59$ ,  $b_{1,2} = -0,46$ ,  $b_{11} = -0,6483$  – коэффициенты регрессионного уравнения.

Коэффициенты уравнения являются значимыми, адекватность модели удовлетворяет критерию Фишера ( $F_{\text{рас}} = 2,88 \leq F_{\text{табл}} = 3,16$ ). На рисунке 4 представлена построенная по уравнению (3) расчетная поверхность изменения концентрации озона в зависимости от натуральных значений напряжения на излучателе и расстояния разрядного промежутка.

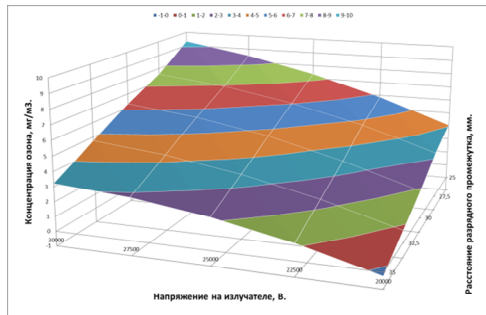


Рисунок 4 – Изменение концентрации озона в зависимости от натуральных значений напряжения на излучателе и расстояния разрядного промежутка

Согласно приведенной поверхности следует отметить, что концентрация озона возрастает с увеличением напряжения и уменьшением расстояния разрядного промежутка, что согласуются с общими теоретическими положениям об образовании озона при корон-

ном разряде. Установлено также, что для исследуемой конструкции электроозонатора наибольшие значения концентрации озона (до  $10 \text{ мг/м}^3$ ) достигаются при напряжении 30 кВ и воздушном промежутке 25 мм. Увеличение напряжения и уменьшение воздушного промежутка приводит к нарушению озонообразования с переходом в обыкновенный электрический разряд, что недопустимо.

Представлена конструкция опытного образца электроозонатора для обеззараживания воздуха в производственных помещениях и результаты экспериментальных исследований. Установлено, что для предлагаемой конструкции электроозонатора наибольшие значения концентрации озона (до  $10 \text{ мг/м}^3$ ) можно получить при напряжении 30 кВ и воздушном промежутке 25 мм. Увеличение напряжения и уменьшение воздушного промежутка приводит к нарушению озонообразования с переходом в обыкновенный электрический разряд, что недопустимо.

#### Список использованных источников

1. Афанасьев М.А., Копылова О.С., Ивашина А.В., Антоненко А.И. Технологии очистки озоном // В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве 80-я научно-практическая конференция. Ставрополь: издат. Ставропольский ГАУ, 2015. С. 32–37.
2. Сторчевой В.Ф., Чернов Р.Ю. Снижение потерь энергетических показателей электроозонаторов // Природообустройство. 2011. № 2. С. 95–98.
3. Бардакова Е.А., Андреев С.А. Применение озонирования как наиболее экологического метода дезинфекции // В сборнике: Энергия будущего: В рамках рынка НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ. Сборник трудов научно-практической конференции молодых ученых электроэнергетического факультета. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2021. С. 33–35.
4. Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Компаниец А.Е. Создание озонно-ионной воздушной среды в закрытых помещениях для содержания животных и птицы // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 3 (91). С. 35–39.

5. Сторчевой В.Ф., Компаниец А.Е. Применение озонатора-ионизатора на молочных фермах // В сборнике: Доклады ТСХА. 2019. С. 294–296.

6. Сторчевой В.Ф., Компаниец А.Е., Кабдин Н.Е. Исследование параметров и режимов работы озонатора-ионизатора для молочных ферм // *Агроинженерия*. 2020. № 3 (97). С. 50–54.

7. Горбатовский Е.С., Вендин С.В. Применение электроозонирования воздуха в птичнике // В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. – Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. С. 48.

8. Лебедев Д.В., Кузьменко П.С., Якименко М.О., Лебедев И.Д. Озонатор // Патент РФ № 2523805. Патентообладатель ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. 2014. Бюл. № 21. – 5 с.

9. ГОСТ 31829-2012. Оборудование озонаторное. Требования безопасности. – Введ. 01 января 2014. – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.

10. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Электрический озонатор воздуха // Патент РФ № 205379. Патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2021. Бюл. № 20. – 5 с.

11. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Электрический озонатор воздуха // Патент РФ № 204184 Патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2021. Бюл. № 14. – 6 с.

12. Баженов В.И., А.Н. Стрельченко. Основы планирования и моделирования в теории инженерного эксперимента. – М.: МАИ, 1983. – 59 с.

**Abstract.** One of the main tasks of agricultural production is the creation and maintenance of zootechnical and veterinary-sanitary standards of air quality, for restrictive measures and prevention of the spread of infectious animal diseases. The developed design of an electric ozonator operating on the basis of a corona discharge is proposed to improve the quality of the air environment in the production room.