

УДК 621.384.52:631.53.04

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И СТИМУЛЯЦИИ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА

Вендин С.В., Мануйленко А.Н., Страхов В.Ю., Сухоруков И.Ю.

*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»,
Белгород, e-mail: manuylenko_an@bsaa.edu.ru*

В настоящее время растениеводство является одним из основных аспектов экономики, поэтому в условиях повышенной конкуренции производители АПК стараются выращивать больше при меньших затратах. При сборе посевного материала и его хранении на его поверхности образуется патогенная микрофлора, поэтому для улучшения количества здоровых и качественных семян необходимо проводить процедуру обеззараживания и стимуляции. На данный момент активно применяются обработка химическими веществами, а также физические способы воздействия, которые можно представить как механические (температурная обработка, ворошение) и электрофизические (микроволновое излучение, инфракрасное излучение, ультрафиолетовое излучение, ультразвук и озонирование). Одним из перспективных направлений выделен способ электроозонирования посевного материала. В работе представлена конструкция электроозонаторной установки для обеззараживания и стимуляции посевного материала, особенностью которой является электродная система, представляющая собой керамические основания, где закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки с сотовой формой ячейки. Конструкция установки позволяет повысить производительность процесса озонирования и равномерность облучения семян при комбинировании ее с механическим способом воздействия на семена путем их ворошения. Представлена одна из возможных схем управления процессом электроозонирования семенного материала в зернохранилище.

Ключевые слова: посевной материал, обработка, обеззараживание, озон, электротехнология, электрический озонатор

DEVELOPMENT OF AN ELECTRIC OZONATION SYSTEM FOR DISINFECTION AND STIMULATION OF SEED MATERIAL

Vendin S.V., Manuylenko A.N., Strakhov V.Yu., Sukhorukov I.Yu.

*Belgorod state agricultural university named after V.Gorin, Belgorod,
e-mail: manuylenko_an@bsaa.edu.ru*

Currently, crop production is one of the main aspects of the economy, therefore, in conditions of increased competition, agricultural producers are trying to grow more, at lower costs. When collecting seed material and storing it, pathogenic microflora forms on its surface, therefore, in order to improve the number of healthy and high-quality seeds, it is necessary to carry out a disinfection and stimulation procedure. At the moment, chemical treatment is actively used, as well as physical methods of exposure, which can be represented as mechanical (temperature treatment, stirring) and electrophysical (microwave radiation, infrared radiation, ultraviolet radiation, ultrasound and ozonation). One of the promising directions is the method of electroozoning of seed material. The paper presents the design of an electric detonator installation for disinfection and stimulation of seed material, the feature of which is an electrode system, which is a ceramic base, where tungsten electrodes are fixed in the form of a grid, with a honeycomb cell shape. The design of the installation makes it possible to increase the productivity of the ozonation process and the uniformity of irradiation of the seed volume, when combined with a mechanical method of influencing seeds by stirring them. One of the possible schemes for controlling the process of electroozoning of seed material in a granary is presented.

Keywords: seed material, treatment, disinfection, ozone, electric ozonator, electrical technology

В настоящее время к основным направлениям агропромышленного комплекса Российской Федерации можно отнести следующие: растениеводство, животноводство и птицеводство. Доля производимой продукции в представленных отраслях от всего аграрного сектора составляет примерно 50–60%. В отрасли растениеводства основную массу составляет зерновое хозяйство, причем преобладающими зерновыми культурами являются озимая и яровая пшеница, на втором месте – рожь, ячмень и овес.

В сложившихся условиях рыночной конкуренции эффективность такой отрасли, как растениеводство, напрямую зависит

от качественной и здоровой базы посевного (семенного) материала. Поэтому научные исследования, направленные на разработку способов и технических средств для обработки зерновых культур, способствующих обеззараживанию и стимуляции, являются актуальными [1, 2].

Для обработки семенного материала перспективно применение такой электротехнологии, как озонирование. Газообразный озон разрушает белковые оболочки бактерий, в ходе чего они погибают, также он взаимодействует и с прочей патогенной микрофлорой на поверхности семенного материала и поверхностях, где он нахо-

дится. Помимо обеззараживающего воздействия, газ озон положительно воздействует на биохимические связи в семенах на клеточном уровне, что приводит к дополнительной стимуляции и лучшему росту будущего ростка сельскохозяйственной культуры [3, 4].

Несмотря на явные достоинства электротехнологии озонирования, в настоящее время трудность обработки представляет обеспечение равномерности обработки всего объема семенного материала. Поэтому разработка технических средств для осуществления обеззараживания и стимуляции семян зерновых культур посредством электроозонирования, при которых в полной мере будет обеспечена равномерность обработки озонем, является важной задачей как для науки, так и для сельского хозяйства.

Цель исследования – разработка конструкции электрического озонатора, обеспечивающего обеззараживание посевного материала в соответствии с требованиями санитарных норм, а также стимуляцию физиологических параметров зерновых культур сельскохозяйственного назначения.

Материалы и методы исследования

Научные исследования по разработке конструкции электроозонаторной установки для обеззараживания и стимуляции посевного материала проводились во ФГБОУ

ВО Белгородский ГАУ на кафедре электрооборудования и электротехнологий в АПК. В ходе проведения научно-исследовательской работы прибегали к обзору литературы, патентному поиску устройств и технических средств, направленных на обеззараживание и стимуляцию посевного материала с различным электрофизическим воздействием. Также были использованы методы математической статистики и регрессионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении анализа существующих способов обеззараживания и стимуляции посевного материала были выделены основные способы, которые представлены на рисунке 1 [5-7].

Из способов, представленных на рисунке 1, авторами был выделен электрофизический способ посредством электрического озонирования, так как, согласно данным литературных источников, он является перспективным в силу своего воздействия на вирусы, бактерии и прочую патогенную микрофлору, а также обеспечивает высокую проникающую способность, аналогичную проникающей способности воздуха [8, 9]. Показатель минимальной концентрации озона для угнетающего воздействия на патогенную микрофлору представлен в таблице [9].

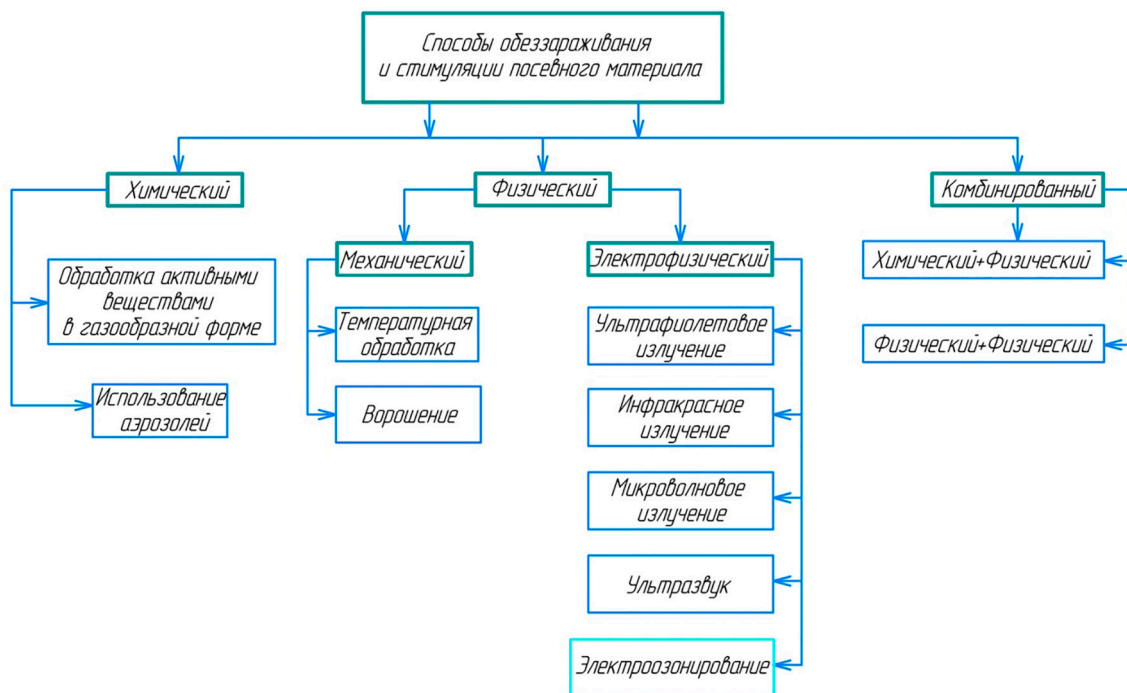


Рис. 1. Перспективные способы обеззараживания и стимуляции посевного материала

Показатель минимальной концентрации озона для угнетающего воздействия на патогенную микрофлору

| Объект, на который будет воздействовать озон | Концентрация озона, мг/м ³ |
|--|---------------------------------------|
| Микробы | 2 |
| Бактерии | 15 |
| Вирусы | 15 |
| Паразиты | 2 |
| Плесень | 20 |

Для осуществления процесса обеззараживания и последующей стимуляции зерновых и прочего семенного материала авторским коллективом была разработана следующая конструкция электроозонаторной установки, конструктивная схема которой представлена на рисунке 2 [10].

Предлагаемая конструкция электрического озонатора для обеззараживания и стимуляции посевного материала состоит из следующих элементов: привода вентилятора 2, который размещен в корпусе электро-

озонатора 3, выполненного в виде воздуховода. Для осуществления жесткой фиксации привода вентилятора 2 и снижения вибрационных воздействий он соединен с корпусом электроозонатора 3 посредством кронштейна крепления электрической машины с вентилятором 1. Лопасти привода вентилятора 2 используются для осуществления забора и подачи воздуха на концевой датчик типа флюгер 4 и в область электродной системы 6. На концевом датчике типа флюгер 4 находятся подвижный и неподвижный контакты, которые взаимодействуют с источником высокого напряжения 5. Источник высокого напряжения 5 также размещен в корпусе электроозонатора 3, что обеспечивает его охлаждение потоками воздуха и способствует корректному формированию потребного напряжения. Также в корпус электроозонатора 3 выполнен монтаж электродной системы 6, которая представляет собой керамические основания, где закреплены вольфрамовые электроды в виде сетки с сотовой формой ячейки.

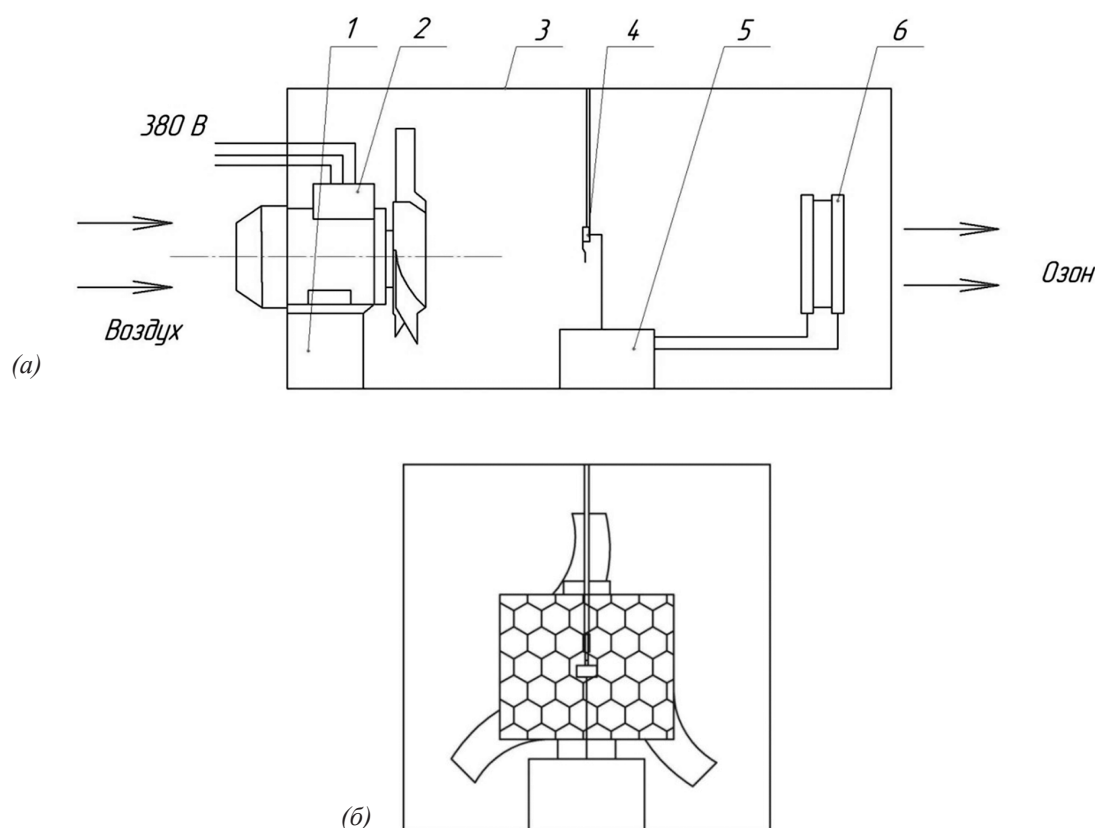


Рис. 2. Конструктивная схема разработанной электроозонаторной установки (а) и схема электродной системы (б): 1 – кронштейн крепления электрической машины с вентилятором; 2 – привод вентилятора; 3 – корпус электроозонатора; 4 – концевой датчик типа флюгер; 5 – источник высокого напряжения; 6 – электродная система

Представленное устройство работает следующим образом: производим монтаж привода вентилятора 2 на кронштейн крепления 1, производим подачу питания переменным током на привод вентилятора 2; после начала его вращения на крыльчатке вентилятора происходит забор воздуха извне и подача его по корпусу электроозонатора 3; затем образовавшееся давление воздушных масс от крыльчатки вентилятора воздействует на концевой датчик типа флюгер 4, вследствие чего его подвижный контакт замыкает неподвижный, и фаза управления поступает к источнику высокого напряжения 5, после чего источник высокого напряжения создает требуемое напряжение для подачи его на электродную систему 6, где происходит формирование электрического разряда высокого напряжения; полученный разряд проходит через воздушную среду, нагнетаемую приводом вентилятора 2, вследствие чего происходит процесс синтеза газообразной формы озона O_3 путем диссоциации молекулы кислорода O_2 . Образовавшийся газ выносится из зоны электродная система 6 образовавшимся потоком воздуха от лопастей привод вентилятора 2 и далее по корпусу электроозонатора 3 и далее распространяется по помещению и воздействует на окружающие объекты.

Для обеспечения изменения режимных параметров по производительности источника высокого напряжения в разрабатываемой конструкции электроозонаторной установки для обеззараживания и стимуляции посевного материала было принято решение использовать источник высокого напряжения импульсного типа. Благодаря каскаду из конденсаторов и диодов на первых создается удвоенное амплитудное значение входного напряжения. Поэтому, подобрав нужные параметры и количество конденсаторов и диодов в электрической схеме высокого напряжения, можно получить требуемые выходные параметры по напряжению. Но стоит учесть и то, что основные элементы умножителя напряжения необходимо расположить таким образом, чтобы добиться максимального расстояния между выходными выводами, умножителем, схемой преобразователя и корпусом.

Схема умножителя напряжения каскадного типа представлена на рисунке 3.

Для обеспечения производительности по озону от 1 до 20 мг/м³ рекомендуется напряжение на каскадах умножителя поддерживать в диапазоне от 10 до 40 кВ, что при условии замены набора схемы умножителя напряжения выполнимо.

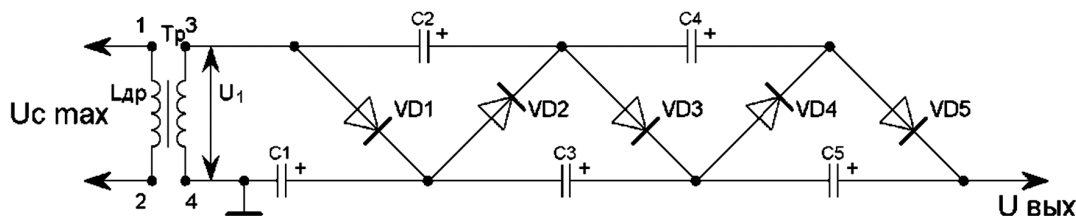


Рис. 3. Схема умножителя напряжения каскадного типа

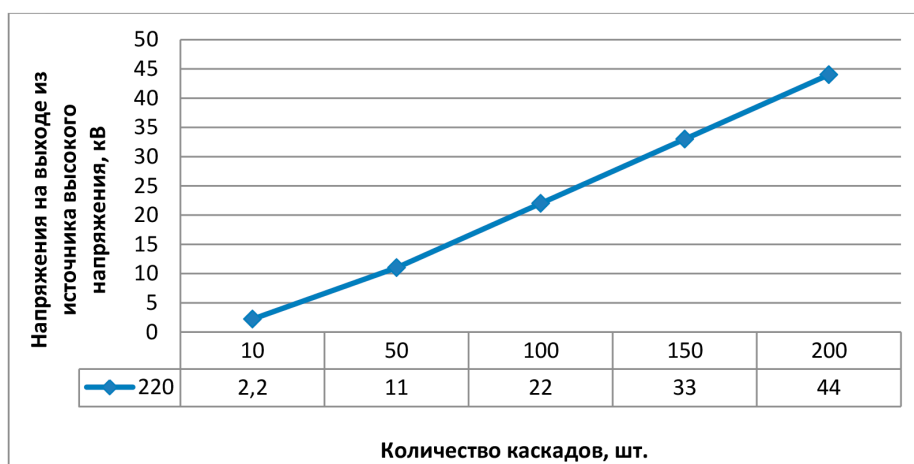


Рис. 4. Зависимость напряжения на выходе из источника высокого напряжения от количества задействованных каскадов

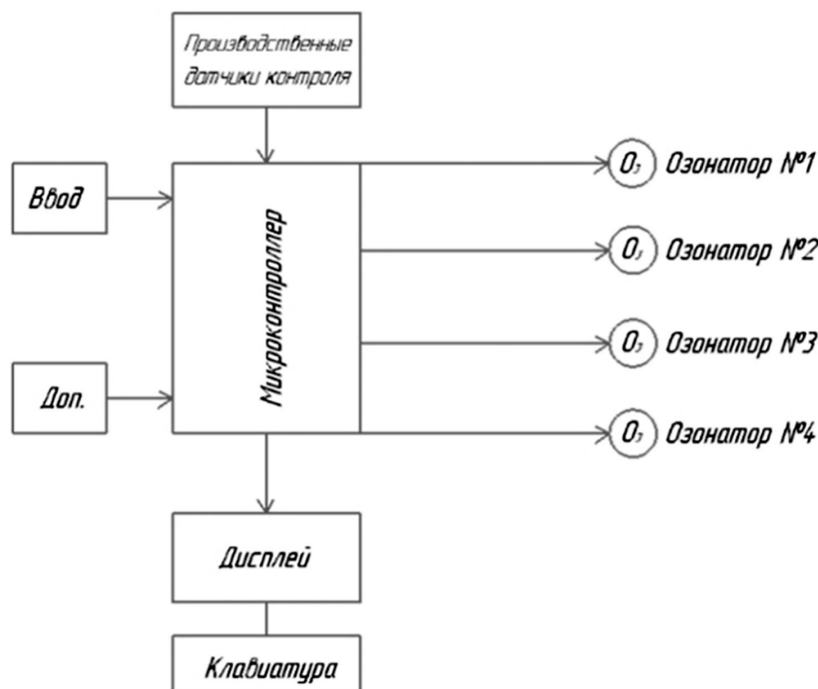


Рис. 5. Функциональная схема управления процессом электроозонирования посевного материала в зернохранилище

Определить показатель напряжения на выходе из источника высокого напряжения при условии использования каскадного умножителя напряжения можно по следующей формуле:

$$U_{\text{вых}} = n \cdot U_{\text{вх}}, \quad (1)$$

где n – количество каскадов, шт.;

$U_{\text{вх}}$ – входящее напряжение на умножитель, при использовании стандартной питающей сети $U_{\text{вх}} = 220$ В.

Исходя из формулы (1) была получена следующая зависимость напряжения на выходе из источника высокого напряжения от количества задействованных каскадов (рис. 4).

Исходя из полученной зависимости напряжения на выходе из источника высокого напряжения от количества задействованных каскадов можно сделать вывод, что для того, чтобы собрать схему умножителя с показателем выходного напряжения в диапазоне 10 до 40 кВ, необходимо будет использовать от 50 до 180 каскадов.

Для обеспечения равномерности обработки озонем посевного материала предлагается использовать несколько озонаторных установок в целях осуществления контроля обрабатываемых зон и равномерности заполнения зерносклада озонем. Также для улучшения конечного эффекта рекомендуется комбинировать работу электро-

озонаторных установок с процессом ворошения семян, что будет способствовать улучшению проникновения озono-воздушной смеси и равномерной обработке поверхности семян.

В качестве одной из возможных схем управления процессом электроозонирования посевного материала в зернохранилище можно использовать функциональную схему, представленную на рисунке 5.

Выводы

Предлагаемая система электрического озонирования для обеззараживания и стимуляции посевного материала с контролем обрабатываемых зон в зернохранилище на базе разработанной конструкции электроозонаторной установки и применением технологии ворошения позволит улучшить равномерность обработки озонем объема семян и повысить производительность технологического процесса в целом. А благодаря воздействию газообразного озона на биохимические связи в семенах на клеточном уровне будут осуществляться дополнительная стимуляция и улучшение роста будущего ростка сельскохозяйственной культуры.

Список литературы

1. Щитов С.В., Воякин С.Н., Калинин А.В. Совершенствование технологии предпосевной обработки сои // Научное обозрение. 2014. № 8-3. С. 848–850.

2. Скрипник В.В. Озонирование как эффективный метод обработки посевного и посадочного материала // Энергия будущего: в рамках рынка НТИ Энерджинет: материалы научно-практической конференции молодых ученых электро-энергетического факультета. Ставрополь: ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 2021. С. 11–15.
3. Баскаков И.В., Орбинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В., Тарасенко А.П. Влияние предпосевного озонирования семян на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 4 (63). С. 13–20.
4. Страхов В.Ю., Вендин С.В. Применение электрофизических методов обработки семян // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 215–217.
5. Тибирьков А.П., Юдаев И.В. Электрофизическая обработка семян – новый агроприем при возделывании ярового ячменя на юге России // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-22. С. 4930-4933.
6. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов, В.Ю., Семернина М.А. Конвейерная установка для проращивания зерна // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 26–27.
7. Михальков Д.Е., Кочергина А.С. Применение инновационных способов предпосевной обработки семян на возделывании горчицы сизой на территории Волгоградской области // Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных аграриев: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных. Солёное Займище: Прикаспийский Научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. С. 150-154.
8. Ермаков Д.Б., Шевчук Н.И. Продуктивность ячменя в зависимости от приемов озонирования посевного материала // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 14-16.
9. Ермаков Д.Б. Оценка эффективности озонирования посевного материала сортов ячменя // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 21-22.
10. Патент № 205379. Электрический озонатор воздуха: № 205379: заявл. 23.03.2020:опубл. 13.07.2021 / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 5 с.