

УДК 621.38

UDC 621.38

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ  
ЭЛЕКТРООЗОНАТОРОВ ДЛЯ  
ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН****THE ANALYSIS OF DESIGNS OF  
ELECTROOZONIZERS FOR PRESEEDING  
PROCESSING OF SEEDS**

Шевченко Андрей Андреевич  
к.т.н., доцент,  
SPIN-код: 3348-9421

Shevchenko Andrei Andreevich  
Cand.Tech.Sci., Associate Professor  
SPIN-code: 3348-9421

Федоров Игорь Игоревич  
магистрант  
*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Fedorov Igor Igorevich  
undergraduate  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Качество семенного материала определяется несколькими параметрами, к которым относятся: всхожесть, сила роста, энергия прорастания и так далее. Но одним из наиболее важных показателей является урожайность. Повысить урожайность сельскохозяйственных растений можно при использовании различных способов предпосевной обработки. Одним из способов предпосевной обработки является озонирование. При этом получать озоноздушную смесь можно с помощью различных устройств. Одним из наиболее эффективных способов получения озона является его синтез в поле электрического разряда электроозонатора. Но на данный момент в мире известно множество конструкций и модификаций электроозонаторов. В связи с этим нами проведен литературный поиск, с целью определить наиболее эффективную конструкцию генератора озона. Нами исследованы различные конструкции генераторов озона и приведены их положительные и отрицательные стороны. На основании проведенного анализа установлено, что наиболее подходящей конструкцией для получения озона при предпосевной обработке семян является озонатор пластинчатого типа. Но, не смотря на эффективность применения пластинчатого озонатора, необходимо добиваться его стабильной работы, так как предпосевная обработка особенно малых семян требует четкого соблюдения технологических параметров

Quality of seed material is defined by several parameters which are: viability, growth force, energy of germination and so on. But one of the most important indicators is productivity. It is possible to increase productivity of agricultural plants when using various ways of preseedling processing. One of ways of preseedling processing is ozonization. Thus, it is possible to receive ozone and air mix by means of various devices. One of the most effective ways of receiving ozone is its synthesis in the field of an electric discharge of an electroozonizer. But, at the moment, in the world the set of designs and modifications of electroozonizers is known. In this regard, we carried out literary search, with the purpose to define the most effective design of the generator of ozone. We investigated various designs of generators of ozone and their positive and negative sides are given. On the basis of the carried-out analysis it is established that the most suitable design for receiving ozone at preseedling processing of seeds is the ozonizer of lamellar type. But, despite efficiency of application of a lamellar ozonizer, it is necessary to achieve its stable work as preseedling processing of especially small seeds demands accurate observance of technological parameters

Ключевые слова: ГЕНЕРАТОР ОЗОНА,  
ПЛАСТИНЧАТЫЙ ОЗОНАТОР, КОНСТРУКЦИЯ,  
ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА

Keywords: OZONE GENERATOR, LAMELLAR  
OZONIZER, DESIGN, PRESEEDING  
PROCESSING

Фирмой «Siemens» в 1857 г. впервые использована для очистки питьевой воды озонная трубка. С этого момента начинается история модернизация генераторов озона. Данные устройства совершенствовались, находили новое применение. В последние десятилетия в мире

представлены десятки работ по совершенствованию конструкций генераторов озоноздушнoй смеси. Созданы озонаторные установки высокой производительности на основе электрического разряда [11, 12]. Однако существует еще ряд не решенных проблем в разработке генераторов озона, особенно для применения в сельскохозяйственном производстве. Произведем анализ существующих конструкций электроозонаторов и работ, связанных с их совершенствованием [20].

Производительность генераторов озона можно разделить на следующие ступени [7]:

- озонаторы большой производительности (более 100 кг/ч),
- средней производительности (от 5 до 100 кг/ч),
- малой производительности (до 5 кг/ч).

Практически все озонаторы, используемые в агропромышленном комплексе России, имеют малую производительность. Данные озонаторы можно классифицировать по конструкционному исполнению следующим образом: секционные, блочные, приборные, лабораторные электроозонаторы. При этом разрядные блоки тоже могут иметь различные конструкции, такие как: трубчатые, пластинчатые, специальные электроозонаторы. По способу охлаждения разрядного блока озонаторы подразделяются на следующие: воздушное, водяное, специальное. По способу перемещения электроозонаторы классифицируют контейнерные, стационарные, мобильные, переносные [3, 7, 14].

Из различных источников литературы стало известно что, на производительность электроозонатора оказывает влияние ряд факторов, представленных на рисунке 1, которые имеют непосредственную связь с конструкцией устройства и окружающей средой [5, 16, 20].

Таким образом, наиболее эффективный электроозонатор, тот в котором учтены все представленные факторы, и к тому же он обладает значительной производительностью. Такого типа устройства имеют:

систему охлаждения; работают на кислороде; содержат систему подготовки газа, поддерживающую постоянными температуру, влажность, давление и расход газа [2, 7, 8, 12, 20].

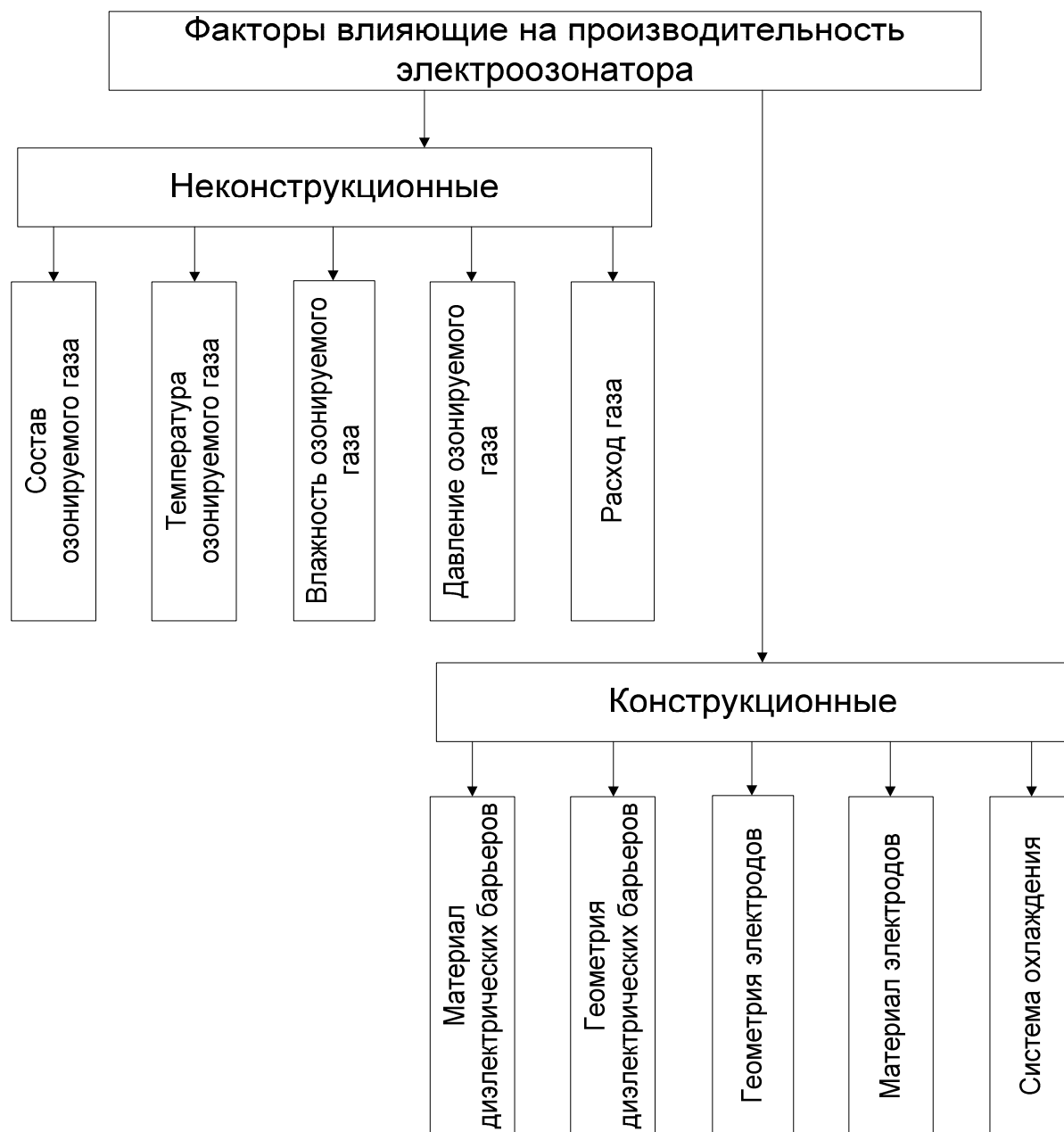


Рисунок 1 – Классификация факторов влияющих на производительность электроозонаторов.

Такие установки представляют собой цеха по производству озона, требуют высококвалифицированный обслуживающий персонал, а также

капитальных вложений в десятки и сотни миллионов рублей. Следовательно, применение такого рода установок для предпосевной обработки семян не только нецелесообразно, так как не имеет технико-экономического обоснования, но и невозможно, в соответствии с особенностями сельскохозяйственного производства [1, 10, 19].

Создание эффективного электроозонатора для предпосевной обработки, имеющего высокую производительность и стабильность работы, надежность, обладающего мобильностью и низкой стоимостью возможно только путем совершенствования конструкционных параметров [20].

Известны высокопроизводительные установки для производства озона, созданные на базе барьерного разряда, которые работают с использованием электрических сигналов высокой частоты [9]. Однако, создание высокочастотных установок еще больше обострило проблему стабильности производительности, так как чаще стал выходить из строя разрядный блок генератора озона. Это связано с тем, что озон является одним из наиболее сильных окислителей, а следовательно в разрядной камере происходит интенсивный износ ее элементов. Как правило, первым из строя выходит диэлектрический барьер – наиболее уязвимый участок разрядной камеры. Кроме воздействия озона, барьер испытывает разрушения, обусловленные как микрозарядами, так и непосредственно электрическим полем. Совместное воздействие этих факторов приводит к выходу из строя диэлектрического барьера (выполняемого в большинстве случаев из стекла), в итоге к короткому замыканию между электродами разрядной камеры. Вопрос состоит в том, насколько быстро произойдет разрушение барьера. Согласно данным исследователей [4], микрозаряды одной серии равномерно распределяются в разрядном промежутке. Причем расположение микрозарядов предыдущей серии отличается от расположения микрозарядов последующей серии. Имеет место, так называемое стохастическое распределение микрозарядов в

межэлектродном пространстве. Однако при наличии какого-либо возмущающего фактора однородность разряда нарушается, и начинается интенсивное разрушение диэлектрического барьера [7, 20].

Несмотря на важность этого вопроса, он практически не нашел отражения в научной литературе: в большинстве работ констатируется только сам факт разрушения барьера. Отсутствие анализа причин приводит к единственному, на первый взгляд очевидному, пути решения данной проблемы: использованию новых материалов для диэлектрического барьера (стеклоэмаль, керамика и т. д.) [17]. До некоторой степени использование новых материалов позволяет повысить надежность и ресурс и как следствие стабильность работы озонаторов, но кардинально вопрос не решается.

В патентной литературе [7, 12, 20] описаны безбарьерные озонаторы, работающие на искровом разряде. Конструкция таких озонаторов представлена на рисунке 2, они состоят из двух электродов: один сплошной, другой – секционированный, причем каждая секция подключается к источнику питания через балластную нагрузку. В качестве балластной нагрузки используются либо конденсаторы, либо резисторы. В последнем случае генератор озона может работать и от постоянного напряжения.

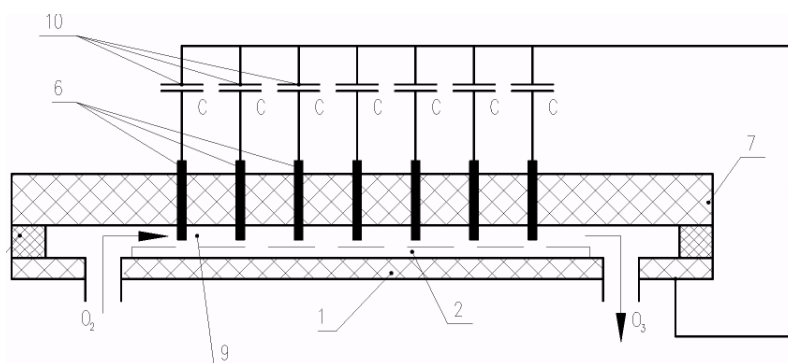


Рисунок 2 – Электромонтажная схема безбарьерного озонатора

1 - металлический электрод; 2 - зона возможного расположения диэлектрического барьера; 6 - секционированный электрод; 7 - стенка из оргстекла; 8 - вкладыши; 9 - разрядный зазор; 10 - балластная нагрузка.

Представленные результаты для таких озонаторов [6] показывают, что заметная производительность по озону наблюдается при очень высоких скоростях озонируемого газа, т.е. при низкой концентрации озона. С целью повышения концентрации озона был проведен ряд экспериментов с безбарьерным озонатором [9, 20]. Предполагалось, что неэффективность работы озонаторов обусловлена различием по параметрам отдельных микрозарядов барьерного разряда и безбарьерного.

Срок службы предлагаемого озонатора значительно продлевается. Однако стабильность режима работы такого озонатора обеспечивается только при достаточном расстоянии между секциями секционированного генератора. В противном случае в зону пробоя барьера устремляются микрозаряды соседних секций и процесс может принять лавинообразный характер [20]. Кроме того для данной конструкции, впрочем как и для всех игольчатых озонаторов, характерен износ электродов, что приводит к снижению со временем производительности и стабильности работы.

Таким образом, анализ показывает, что для эффективной работы электрических озонаторов необходимо использовать барьерный разряд.

Другой путь решения проблем ресурса и надежности работы озонаторных установок - использование вращающихся барьеров (рисунок 3). В работе уже были использованы в качестве вращающихся элементов электроды озонаторной камеры. Однако, широкого распространения такие устройства не получили. Здесь множество причин. Согласно анализу, большинство факторов, приводящих к выводу из строя диэлектрического барьера, связаны с самим барьером, как со свойствами материала, так и состоянием его поверхности и поверхностного слоя [7]. Поэтому вращение

только электродов не может решить основных вопросов, связанных с работоспособностью озонаторных камер.

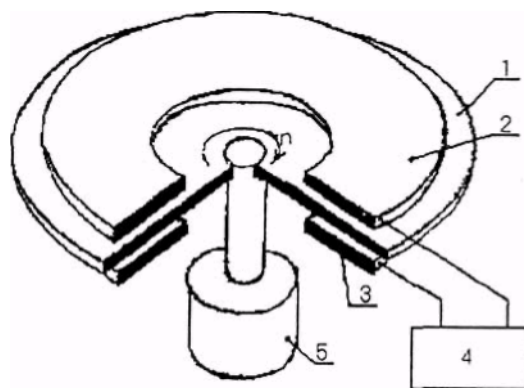


Рисунок 3 – Разрядное устройство, с вращающимся электродом

Установка работает следующим образом: с помощью электродвигателя, диэлектрический барьер приводится во вращение. Переменное напряжение от высоковольтного источника подается на электроды 2 и 3, при этом в обоих зазорах между диэлектрическим барьером и электродами возникает объемно-барьерный электрический разряд, в котором осуществляется синтез озона. За счет принудительной подачи озоносодержащего газа, можно обеспечить поступление озона к обрабатываемому объекту [20]. Уникальной особенностью озонаторов с вращающимся барьером является возможность использования в качестве источника питания высоковольтного генератора постоянного напряжения. С этой целью перестраивается система металлических электродов. На рисунке 4 приведена схема конструкции установки озонирования, питающегося от постоянного напряжения. Установка озонирования содержит диэлектрический барьер 1 в форме диска, электроды 2 и 3, расположенные по обеим сторонам барьера 1 и образующие между собой пары противоположащих электродов (количество пар - четное число, на рис.5 число пар равно четырем), высоковольтный источник 4 постоянного напряжения, к которому подключены пары электродов 2 и 3.

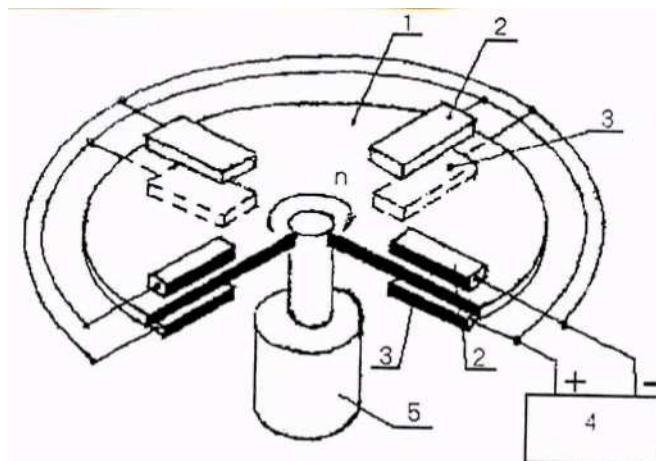


Рисунок 4 – Разрядное устройство, с вращающимся электродом, подключенное к источнику питания постоянного тока.

Таким образом, вращение барьера частично, а в отдельных случаях полностью устраняет факторы, способствующие локализации разрядных процессов, которая в итоге приводит к разрушению барьера и выходу из строя озонаторных камер. Увеличивая число пар электродов и скорость вращения, можно достичь производительности по озону соизмеримой с производительностью высокочастотных озонаторов [12, 18]. Однако число пар лимитируется как размерами диэлектрического барьера, так электрической прочностью между соседними парами. Использование подвижных частей в озонаторе обычно приводит к снижению надежности устройства, увеличению его себестоимости и расхода электрической энергии.

Некоторые ученые утверждают, что более эффективными электроозонаторами являются озонаторы с гофрированным электродом. За счет расположения индуцирующего и разрядных электродов непосредственно на поверхности барьера обеспечивается минимальная длина газоразрядного промежутка и соответственно длина столба микрозаряда. Однако в таких устройствах не вся поверхность диэлектрического барьера участвует в синтезе озона. Между разрядными



электродами располагаются темновые зоны [7, 20], в которых отсутствуют электроразрядные процессы. Темные зоны можно устранить, если разрядные электроды выполнить в виде электропроводящего гофра, как показано на рисунке 5. Причем ребра одной стороны гофра расположены на поверхности диэлектрического барьера. При выполнении гофрированного электрода симметричным для дальнейшего повышения эффективности озonoобразования устройство снабжено дополнительным барьером, прилегающим к ребрам гофра с другой стороны от основного барьера, и дополнительным индуцирующим электродом, прилегающим к дополнительному барьеру. Устройство для получения озона (рисунок 5) содержит основной диэлектрический барьер 1, с одной стороны которого расположены разрядные электроды, выполненные в виде электропроводящего листа 7, на другой стороне барьера 1 расположен сплошной индуцирующий электрод 4. При этом ребра гофрированного электрода 7 выполняют функции разрядных электродов. Возможны и другие варианты исполнения разрядного электрода 7. Однако, гофрированный легко реализуем (штамповка, прокатка электропроводящего листового материала) и позволяет практически при тех же габаритах повысить производительность озонатора за счет дополнительных барьера 8 и индуцирующего электрода 9. Дополнительный барьер 8 располагается по другую сторону относительно основного барьера 1 гофрированного электрода 7. Для ограничения канала ввода и вывода озонируемого газа с боковых сторон используются вкладыши 10.

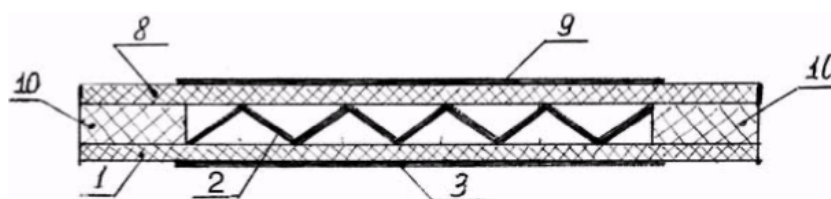


Рисунок 5 – Разрядное устройство с гофрированным электродом

При использовании предлагаемого способа и устройства для синтеза озона одновременно используются оба вида разряда: поверхностно-барьерный и барьерный с газовым промежутком [13]. Первый разряд горит на поверхности барьера в зоне, прилегающей к разрядным электродам (ребрам гофрированного электрода), а другой - в газовом промежутке между темной зоной барьера, где отсутствует поверхностно-барьерный разряд, и частями поверхности гофрированного электрода, расположенными над темновой зоной. Таким образом, активная площадь поверхности барьера увеличивается, что приводит к повышению производства озона [12, 15, 20]. Однако из-за контрагированности микрозарядов возможен выход из строя диэлектрического барьера. Кроме того, недостатком является то, что материалом электрода для продолжительной работы должна быть платина, что недопустимо по технико-экономическим соображениям и с учетом человеческого фактора в сельскохозяйственном производстве.

Одним из вариантов такого решения является использование многобарьерного разрядного промежутка. Многобарьерный озонатор представлен на рисунке 6. Представленное устройство относится к пластинчатым озонаторам. Устройство выполнено в виде пакета, состоящего из двух металлических электродов 1. Между ними располагаются диэлектрические барьеры 2. Между барьерами размещены вкладыши 8, предназначенные для равномерности газовых зазоров 9, которые необходимы для прохода озонируемого газа. На рисунке 6 изображен случай исполнения устройства с четырьмя барьерами и тремя газоразрядными зазорами.

Устройство работает следующим образом. При подаче электрического напряжения на электроды 1 возникает электрическое поле с барьерным разрядом в каждом разрядном промежутке. Электрическое поле

равномерно распределяется по зазорам 9. Озолируемый газ подается в эти зазоры, где озонируется под действием барьерного разряда.

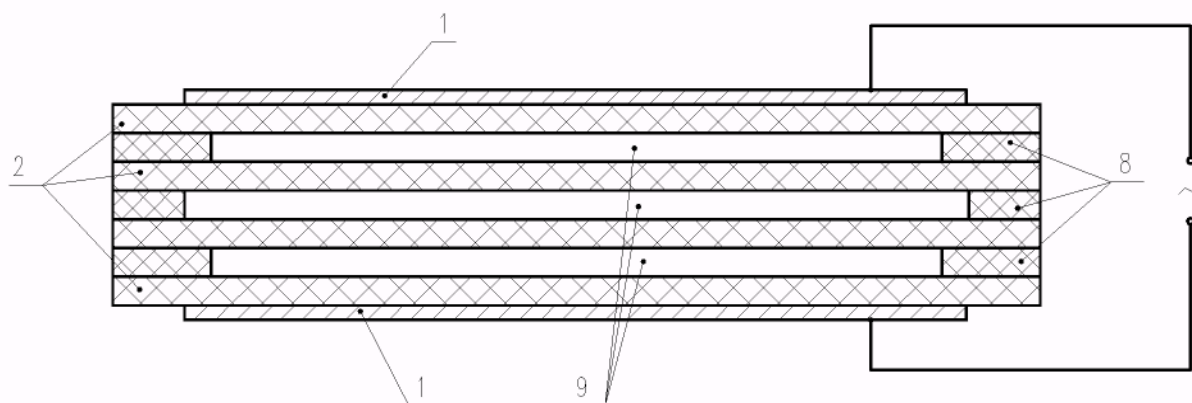


Рисунок 6 – Разрядное устройство многобарьерного озонатора:

1 - металлические электроды; 2 - диэлектрические барьеры; 8 - вкладыши; 9 – разрядные зазоры.

Повышение производительности четырехбарьерного озонатора объясняется двумя причинами. Основная причина: за счет многобарьерности резко увеличилось количество самых производительных по озону зон барьерного разряда, к которым относятся расширенные части каналов микрозарядов, прилегающие к поверхности диэлектрических барьеров [12, 20]. Чем больше барьеров, тем больше этих зон. Другая причина – лучшее охлаждение барьеров в многобарьерном озонаторе. В многобарьерном озонаторе соответствующий разряд в соседнем зазоре ограничивает такую интенсификацию, так как каналы микрозарядов последовательно включены относительно друг друга. Интенсификация разряда будет иметь место, если во всех зазорах одновременно и локально произойдут изменения, приводящие к интенсификации, что маловероятно. Чем больше барьеров (зазоров), тем менее вероятен выход из строя озонатора, т. е. выше стабильность его работы. Такие конструкции сложны в изготовлении и, несмотря на стабильность работы, имеют слишком низкий выход озона – менее 0,03 кг/кВт·ч.

При разработке электроозонатора для предпосевной обработке семян озоном необходимо решить технические задачи сложно сочетающиеся между собой. Так, необходимо стремиться к повышению производительности электроозонаторов, или вернее снижать энергетические затраты на производство озона (кВт·ч/кг) и повышать коэффициент полезного действия. Однако стремление к повышению энергетических показателей не должно оказывать влияние на стабильность выработки озоноздушную смеси. Кроме того, разрабатываемое оборудование должно соответствовать особенностям сельскохозяйственного производства, таким как: низкий уровень обслуживающего персонала; рассредоточенность обрабатываемого семенного материала на большой территории и удаленность от ремонтной базы; работа на открытом воздухе; при перепадах температуры и влажности; большая ограниченность в капитальных вложениях. Таким образом, разрабатываемый электроозонатор для предпосевной обработки семян должен иметь высокую производительность, стабильность работы, надежность, простату в эксплуатации и мобильность, низкую стоимость.

Нам представляется наиболее целесообразным использование для предпосевной обработки семян – озонаторов пластинчатого типа с генерацией озона в барьерном разряде, имеющие компактные размеры, в сравнении с игольчатыми озонаторами, не требующего оборудования системой предварительной подготовки воздуха. Технические требования к таким электроозонаторам отличаются от требований к электроозонаторам, используемых для других целей, в т.ч. выпускаемым промышленностью.

#### **Литература**

1. Нормов Д.А. Влияние воздействия озоноздушную смеси на содержание вредоносной микрофлоры в кормах /Д.А. Нормов, Н.Н. Курзин, А.А. Шевченко// научный журнал Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №47. - С. 168-171.

2. Нормов Д.А. Распределение озоноздушную смеси в слое зерна /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал

КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №07(101). С. 1897-1907. – IDA [article ID]: 1011407126. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/126.pdf>.

3. Нормов Д.А. Механизм воздействия озонородушной смеси на семена кукурузы и методика проведения экспериментального исследования влияния электроозонирования на ростовые процессы семян /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. - №01(105). С. 775-787. – IDA [article ID]: 1051501047. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/47.pdf>.

4. Нормов Д.А. Озон против микотоксикозов фуражного зерна /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко// научный журнал Сельский механизатор. – М.: 2009. - №4. – С.24-25.

5. Нормов Д.А. Обеззараживание зерна озонированием /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко// научный журнал Комбикорма. – М.: Фолиум, 2009. - №4. – С. 44.

6. Нормов Д.А. Влияние озонородушной обработки на фитопатогенную микрофлору в овощехранилище /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко// научный журнал Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2008. - №13. - С. 208-210.

7. Нормов Д.А. Электроозонные технологии в сельскохозяйственном производстве /Д.А. Нормов// диссертация на соискание ученой степени доктор технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2008.

8. Пат. 2253608 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> 7С 01В 13/11 А. Озонатор /Д.А. Нормов, А.В. Снитко, А.А. Шевченко, А.А. Петухов, Е.А. Сапрунова ; заявитель и правообладатель КубГАУ. – №2004111052/15; заявл. 12.04.04 ; опубл. 10.06.05, Бюл. №8. – 2 с. : 1 ил.

9. Пат. 2198134 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С01 В13/11. Озонатор /В.К. Андрейчук, Д.А. Нормов, С.В. Вербицкая, Д.А. Овсянников, В.В. Лисицин, А.А. Шевченко, Т.А. Нормова ; заявитель и правообладатель КубГАУ. - №2001129273/12 ; заявл. 30.10.01 ; опубл. 10.02.03, Бюл. №11. — 2 с. : 2 ил.

10. Пат. на полезн. мод. 97237 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А01 С1 00. Устройство для предпосевной обработки семян /И.А. Потапенко, А.Е. Усков, А.А. Шевченко, А.В. Квитко ; заявитель и правообладатель КубГАУ. - № 2009137957/22; заявл. 13.10.09.

11. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы /А.А. Шевченко// автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 21 с.

12. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы /Шевченко А.А./ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 137 с.

13. Шевченко А.А. Воздействие озонородушной смеси на популяцию плесневых грибов /А.А. Шевченко, Е.А. Денисенко// научный журнал Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2011. - №29. - С. 191-195.

14. Шевченко А.А. Дезинфекция субстратов озонородушной смесью перед приготовлением биопрепаратов /А.А. Шевченко, Е.А. Денисенко// Научное обозрение. – М.: ООО «АПЕКС 94», 2013. - №1. - С. 102-106.

15. Шевченко А.А. Влияние озонородушной смеси на вредоносные микроорганизмы, содержащиеся в субстратах /А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова, Е.А. Денисенко// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №06(100). С. 519-531. – IDA [article ID]: 1001406029. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/30.pdf>.

16. Шевченко А.А. Построение номограммы для определения геометрических размеров электроозонатора по количеству патогенной микрофлоры на поверхности растительных субстратов кормопродуктов /А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова, В.В. Христинченко// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №08(102). С. 541-550. – IDA [article ID]: 1021408035. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/35.pdf>.

17. Шевченко А.А. Способы стерилизации продуктов растениеводства и кормосмесей /А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова, С.Ю. Челебиев// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №04(098). С. 405-415. – IDA [article ID]: 0981404021. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/21.pdf>.

18. Шевченко А.А. Исследование влияния параметров озоновоздушной обработки на стерилизацию растительных субстратов / А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова, А.А. Мумро// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №04(098). С. 255-269. – IDA [article ID]: 0981404019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/19.pdf>.

19. Шевченко А.А. Исследование влияния озона на ростовые процессы семян кукурузы /А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. - №01(105). С. 760-774. – IDA [article ID]: 1051501046. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/46.pdf>.

20. Шхалахов Р.С. Параметры электроозонатора барьерного типа заданной стабильности для предпосевной обработки семян сахарной свеклы /Р.С. Шхалахов// диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2006.

## References

1. Normov D.A. Vlijanie vozdejstvija ozonovozdushnoj smesi na sodержanie vredonosnoj mikroflory v kormah /D.A. Normov, N.N. Kurzina, A.A. Shevchenko// nauchnyj zhurnal Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №47. - S. 168-171.

2. Normov D.A. Raspredelenie ozonovozdushnoj smesi v sloe zerna /D.A. Normov, A.A. Shevchenko// Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №07(101). S. 1897-1907. – IDA [article ID]: 1011407126. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/126.pdf>.

3. Normov D.A. Mehanizm vozdejstvija ozonovozdushnoj smesi na semena kukuruzy i metodika provedenija jeksperimental'nogo issledovanija vlijanija jelektroozonirovanija na rostovye processy semjan /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova// Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar:

KubGAU, 2015. - №01(105). S. 775-787. – IDA [article ID]: 1051501047. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/47.pdf>.

4. Normov D.A. Ozon protiv miktotoksikozov furazhnogo zerna /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko// nauchnyj zhurnal Sel'skij mehanizator. – M.: 2009. - №4. – S.24-25.

5. Normov D.A. Obezrazhivanie zerna ozonirovaniem /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko// nauchnyj zhurnal Kombikorma. – M.: Folium, 2009. - №4. – S. 44.

6. Normov D.A. Vlijanie ozonovozdushnoj obrabotki na fitopatogennuju mikrofloru v ovoshhehranilishhe /D.A. Normov, A.A. Shevchenko// nauchnyj zhurnal Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2008. - №13. - S. 208-210.

7. Normov D.A. Jelektroozonnyje tehnologii v sel'skohozjajstvennom proizvodstve /D.A. Normov// dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktor tehniceskich nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2008.

8. Pat. 2253608 Rossijskaja Federacija, MPK7 7S 01V 13/11 A. Ozonator /D.A. Normov, A.V. Snitko, A.A. Shevchenko, A.A. Petuhov, E.A. Saprunova ; zajavitel' i pravoobladatel' KubGAU. – №2004111052/15; zajavl. 12.04.04 ; opubl. 10.06.05, Bjul. №8. – 2 s. : 1 il.

9. Pat. 2198134 Rossijskaja Federacija, MPK7 C01 B13/11. Ozonator /V.K. Andrejchuk, D.A. Normov, S.V. Verbickaja, D.A. Ovsjannikov, V.V. Lisicin, A.A. Shevchenko, T.A. Normova ; zajavitel' i pravoobladatel' KubGAU. - №2001129273/12 ; zajavl. 30.10.01 ; opubl. 10.02.03, Bjul. №11. — 2 s. : 2 il.

10. Pat. na polezn. mod. 97237 Rossijskaja Federacija, MPK7 A01 S1 00. Ustrojstvo dlja predposevnoj obrabotki semjan /I.A. Potapenko, A.E. Uskov, A.A. Shevchenko, A.V. Kvitko ; zajavitel' i pravoobladatel' KubGAU. - № 2009137957/22; zajavl. 13.10.09.

11. Shevchenko A.A. Parametry jelektroozonirovanija dlja predposevnoj obrabotki semjan kukuruzy /A.A. Shevchenko// avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskich nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – 21 s.

12. Shevchenko A.A. Parametry jelektroozonirovanija dlja predposevnoj obrabotki semjan kukuruzy /Shevchenko A.A./ dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskich nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – 137 s.

13. Shevchenko A.A. Vozdejstvie ozonovozdushnoj smesi na populjaciju plesnevych gribov /A.A. Shevchenko, E.A. Denisenko// nauchnyj zhurnal Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2011. - №29. - S. 191-195.

14. Shevchenko A.A. Dezinfekcija substratov ozonovozdushnoj smes'ju pered prigotovleniem biopreparatov /A.A. Shevchenko, E.A. Denisenko// Nauchnoe obozrenie. – M.: OOO «APEKS 94», 2013. - №1. - S. 102-106.

15. Shevchenko A.A. Vlijanie ozonovozdushnoj smesi na vredonosnye mikroorganizmy, sodержashiesja v substratah /A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova, E.A. Denisenko// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №06(100). S. 519-531. – IDA [article ID]: 1001406029. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/30.pdf>.

16. Shevchenko A.A. Postroenie nomogrammy dlja opredelenija geometricheskich razmerov jelektroozonatora po kolichestvu patogennoj mikroflory na poverhnosti rastitel'nyh substratov kormoproduktov /A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova, V.V. Hristichenko// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №08(102). S. 541-550. – IDA [article ID]: 1021408035. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/35.pdf>.

17. Shevchenko A.A. Sposoby sterilizacii produktov rastenievodstva i kormosmesej /A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova, S.Ju. Chelebiev// Politematiceskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №04(098). S. 405-415. – IDA [article ID]: 0981404021. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/21.pdf>.

18. Shevchenko A.A. Issledovanie vlijanija parametrov ozonovozdushnoj obrabotki na sterilizaciju rastitel'nyh substratov / A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova, A.A. Mumro// Politematiceskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №04(098). S. 255-269. – IDA [article ID]: 0981404019. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/19.pdf>.

19. Shevchenko A.A. Issledovanie vlijanija ozona na rostovye processy semjan kukuruzy /A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova// Politematiceskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. - №01(105). S. 760-774. – IDA [article ID]: 1051501046. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/46.pdf>.

20. Shhlahov R.S. Parametry jelektroozonatora bar'ernogo tipa zadannoj stabil'nosti dlja predposevnoj obrabotki semjan saharnoj svekly /R.S. Shhlahov// dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2006.