

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПАТОГЕННОЙ МИКОФЛОРЫ НА ЗЕРНЕ И СЕМЕНАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Стародубцева Г.П., д-р с.-х. наук, Любая С.И., канд. с.-х. наук, Ливинский С.А.,
Рубцова Е.И., канд. техн. наук

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный аграрный университет» (Ставрополь)

Реферат. Представлен преобразователь сетевого напряжения в электрическое импульсное поле с автоматизированной системой контроля энергетических процессов, протекающих в зоне обработки зерна и семян озимой пшеницы. Показаны результаты влияния обработки на патогенную микофлору (*Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*).

Ключевые слова: режим обработки, доза воздействия, микотоксины, посевные качества семян, патогенная микофлора

Summary. The Converter of mains voltage into the electric impulse field with the automated system of control of the power processes proceeding in a zone of processing of grain and seeds of winter wheat is presented. The results of the treatment effect on the pathogenic mycoflora (*Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*).

Key words: the mode of treatment, the dose of exposure, mycotoxins, sowing qualities of seeds, pathogenic mycoflora

Введение. Согласно литературным источникам, около 30 % мирового зерна и зернобобовых культур заражено патогенной микофлорой. Самыми распространёнными из известных 240 видов токсиногенных грибов являются: пеницилиум, аспергилус, фузариум, альтернарии, ризопус. Продуктами из жизнедеятельности являются микотоксины, образующиеся на поверхности пищевых продуктов и кормов, при переработке они попадают во внутрь продуктов. Многие исследователи относят микотоксины к группе наиболее опасных веществ для человека и животных .

Существует ряд методов повышения посевных качеств семян и борьбы с патогенной микофлорой семян (обработка с применением биологических препаратов, обработка озонированием, применение гамма-излучения, рентгеновского, ультрафиолетового, видимого оптического, инфракрасного, СВЧ, радиочастотного, облучение альфа- и бета-частицами, ионами различных элементов, гравитационным воздействием и т.д.) [1-3], но ни один из них не дает полной гарантии на успех.

Наиболее эффективной является обеззараживающая и стимулирующая обработка семян импульсным электрическим полем (ИЭП) [4].

Обработка семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем в рациональном режиме, как показывают результаты исследований, дает хорошие результаты в борьбе с заражением семян патогенной микофлорой, повышением энергии прорастания и всхожести семян.

Внедрению обработки зерна ИЭП в технологический процесс препятствует недостаточная изученность рациональных режимов обработки, а также отсутствие понимания воздействия физических факторов на биологические объекты. Но, в первую очередь, отсутствие необходимой техники, позволяющей контролировать и регулировать процессы, протекающие в рабочей камере обработки семян и зерна.

В известных установках [4,5] оператор вручную выставляет режим для обработки, а затем также вручную изменяет режимы обработки в зависимости от степени влажности, травмированности и размеров обрабатываемого материала. Для каждой партии семян, зерна перед обработкой необходимо провести серию лабораторных опытов с целью подбора режимов обработки, что чаще всего не выполняется. Как следствие, слабая стабильность и повторяемость получаемых результатов, а иногда получение отрицательных результатов.

При промышленной (поточной) обработке необходима установка, обеспечивающая возможность определить изменения обрабатываемой массы, а затем, автоматически преобразовать параметры воздействия: амплитуду, длительность и частоту следования импульсов.

Учитывая это, целью исследования является разработка и испытание опытного образца преобразователя сетевого напряжения в электрические импульсы с автоматизированной системой контроля и проведение испытаний влияния параметров, режимов работы преобразователя сетевого напряжения на посевные качества семян и патогенную микрофлору.

Объекты и методы исследований. Анализ на присутствие патогенной микрофлоры проведён по ГОСТ 12044-93 биологическим методом. Для стимуляции образования конидиеносцев и конидий с целью идентификации патогенов грибов родов *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.* необходимо двенадцатичасовое чередование света и темноты при проращивании семян в чашках Петри (ГОСТ12044-93).

Для эксперимента отбирали четыре рабочие пробы по 100 штук семян в каждой и помещали в стерильную посуду с питательной средой. Семена обрабатывали ИЭП в рациональном режиме: напряженность в слое семян $15 \cdot 10^3$ В/м; частота следования импульсов 1200 Гц; длительность импульса 40 мкс; экспозиция 4 секунды; время от обработки до закладки семян на проращивание – 3 суток.

Обработанные ИЭП и контрольные семена помещали в чашки по 100 штук и ставили на проращивание в термостат при температуре 22 - 25 °С.

Проращивание семян проводили в течение срока, указанного для определения всхожести семян по ГОСТ 12038-84. Экспериментально определяли заселенность патогенной микрофлорой семян пшеницы, грибами родов *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.* Подсчет колоний грибов, развивающихся на семенах озимой пшеницы, проводили после 7 суток проращивания. Количество колоний рассчитывали на 100 зернах образца.

Обсуждение результатов. При изменениях, происходящих в слое обрабатываемого материала (влажности, степени травмированности и загрязненности, размеров), изменяются электрические характеристики: сопротивление, диэлектрическая проницаемость, что приводит к изменению параметров импульсного поля и к изменению дозы обработки до ± 20 %.

В отличие от известных генераторов импульсов, предлагаемый нами преобразователь имеет замкнутую систему управления с автоматизированной системой контроля. Блок схема преобразователя представлена на рис. 1.

Принцип работы преобразователя сетевого напряжения следующий. От сети ток поступает на стабилизатор. Оператор выставляет на блоке управления необходимый, рассчитанный в лаборатории режим обработки. После стабилизатора переменного тока включается источник высокого напряжения ИВН, нагруженный на инвертор напряжения ИН. Нагрузкой ИН является рабочая камера, где происходит обработка, и к которой ин-

вертор подключен через датчик тока ДТ. Напряжение в рабочей камере измеряется датчиком напряжения ДН.

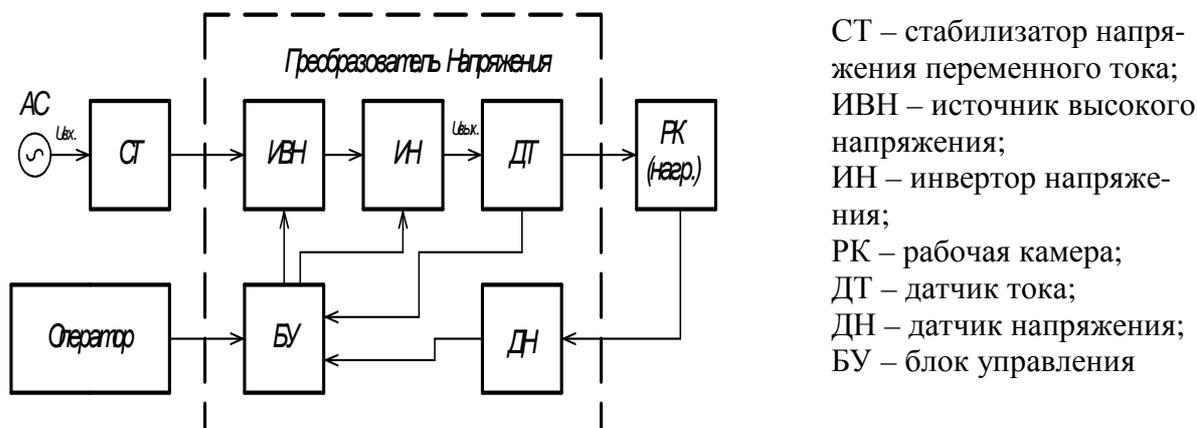


Рис.1. Преобразователь сетевого напряжения в электрические импульсы

В настоящее время нагрузка на электросеть сельской местности всё более увеличивается. И становятся острее известные проблемы сельской электросети: удаленность подстанции или трансформатора, неоднородность и слабая пропускная способность кабельной сети, и т. д. К тому же сети может не быть вообще и оборудование может работать от электроагрегата. Для устранения этих недостатков можно использовать стабилизатор напряжения, представленный на рис. 2.

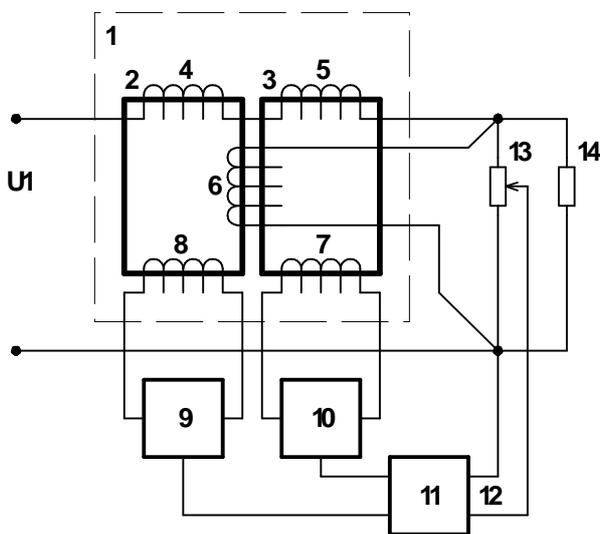


Рис. 2. Схема стабилизатора регулятора напряжения переменного тока

Стабилизатор напряжения переменного тока состоит из автотрансформатора 1 на сердечниках (магнитопроводах) 2 и 3, на которых намотаны первичные обмотки 4, 5 и вторичная обмотка 6. Кроме того, на сердечниках автотрансформатора намотаны управляющие обмотки 7 и 8 с подключенными блоками электронных регуляторов 9, 10. Управление стабилизатором осуществляется блоком управления 11 посредством цепи обратной связи 12 и потенциометром 13. К выходу стабилизатора – регулятора напряжения переменного тока подключается нагрузка 14. Следует отметить, что первичные обмотки 4 и 5 соединены между собой последовательно встречно.

Стабилизатор напряжения выполнен в автотрансформаторном включении, а расположение обмоток таково, что стабилизация напряжения на нагрузке при изменении как напряжения сети, так и величины нагрузки производится во всем диапазоне плавно, без разрыва цепей сетевого питания и нагрузки .

ИНВ представляет собой классический обратногоходовой преобразователь, выполняющий одновременно функции коррекции коэффициента мощности и стабилизации или регулирования выходного напряжения.

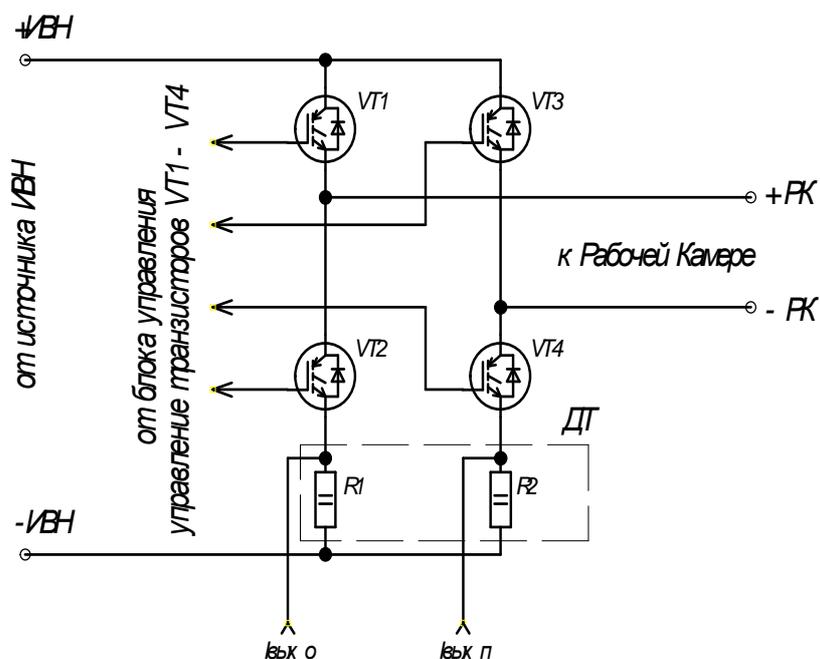


Рис. 3. Принципиальная схема выходного каскада инвертора напряжения

Принципиальная схема выходного каскада ИН (рис. 3) выполнена по схеме мостового преобразователя, подключенного к электродам рабочей камеры РК.

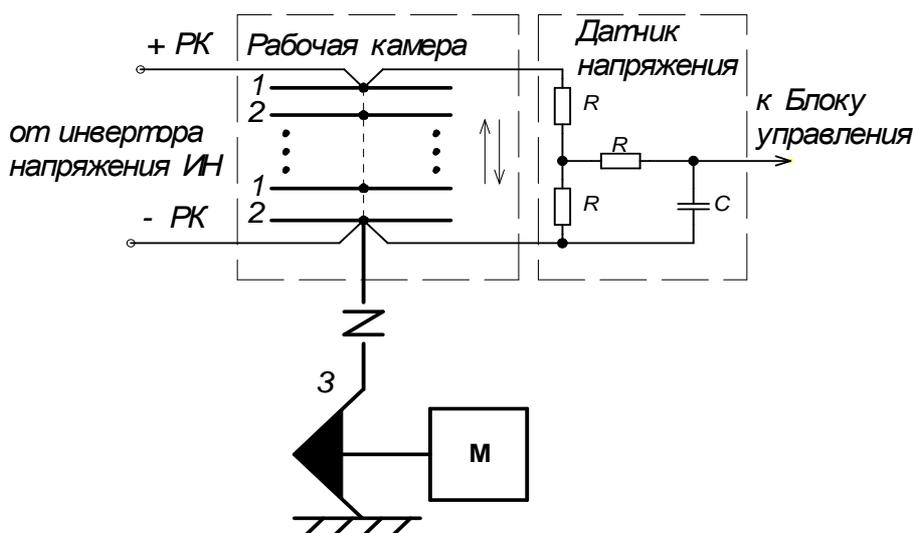


Рис. 4. Функциональная схема рабочей камеры (РК) и датчика напряжения (ДН)

Схема рабочей камеры и датчика напряжения содержит потенциальный и заземленный электроды 1 и 2 соответственно, выполненные в виде металлических пластин. Электроды 1 и 2 расположены на одинаковом расстоянии и строго параллельно друг другу (рис. 4).

Для исключения воздушного зазора между электродами 1 и 2 и обрабатываемым материалом применяется механизм 3 регулирования межэлектродного расстояния с двигателем М. Датчик напряжения (ДН), представляющий собой делитель напряжения для согласования уровня напряжения на электродах РК с уровнем напряжения блока управления, подключается к потенциальному и заземленному электроду рабочей камеры.

Информация от датчика тока и напряжения в рабочей камере (РК) поступает в микроконтроллер блока управления БУ. Микроконтроллер выполняет расчет значений амплитуды, длительности следующего импульса ИЭП и межимпульсной паузы в зависимости от дозы обработки, заданной оператором. На основе расчета микроконтроллер формирует сигналы управления для транзисторов инвертора ИН и управления установкой амплитуды ИВН.

Опыт по влиянию ИЭП на патогенную микрофлору был проведен с семенами озимой пшеницы сортов Трио и Юкка (табл. 1).

Таблица 1– Влияние ИЭП на патогенную микрофлору семян озимой пшеницы

Сорт	Вариант	Микофлора семян, %				
		Rhizopus	Alternaria	Penicillium	Fusarium	Aspergillus
Трио	Контроль	21,0	10,0	0,0	0,0	0,0
	Опыт	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Юкка	Контроль	35,0	18,0	20,0	27,0	0,
	Опыт	10,0	4,0	2,0	1,0	0,0

В результате эксперимента установлено, что семена сорта Трио не значительно заселены микрофлорой (табл.1): обнаружены грибы родов *Rhizopus* – 21,0 %, *Alternaria* – 10,0 %.

В опытном варианте у семян озимой пшеницы сорта Трио, обработанных ИЭП, отмечено снижение заселённости грибами рода *Rhizopus* с 21,0 до 2,0 %, рода *Alternaria* с 10,0 до 2,0 %.

Семена контрольного варианта сорта Юкка были заселены грибами рода *Rhizopus* – с 35,0 до 10,0 %, рода *Alternaria* - 18,0 %, рода *Penicillium* – 20,0 %, р.*Fusarium* 27,0 %. После проведения обработки в рациональном режиме заселённость семян микрофлорой значительно изменилась в сторону снижения. Количество грибов рода *Rhizopus* снизилось на 71,5 % грибов р.*Alternaria* с 18,0 до 4,0 %, грибов рода *Penicillium* с 20,0 до 2,0 %, а грибов рода *Fusarium* с 27,0 до 1,0 %.

Следует отметить, что микрофлора зерна озимой пшеницы в процессе хранения в контрольном варианте продолжала развиваться. Интенсивность развития микроорганизмов на семенах опытного образца была значительно ниже. Через семь недель количество грибов рода *Rhizopus* на контроле увеличилось на 8%, а в опытном варианте только на 1 % (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние ИЭП на патогенную микрофлору семян озимой пшеницы сорта Юкка при хранении

Вариант	Микофлора семян, %				
	Rhizopus	Alternaria	Penicillium	Fusarium	Aspergillus
Контроль	43,0	20,0	30,0	30,0	0,0
Опыт	11,0	4,0	2,0	1,0	0,0

С течением времени в опытном образце интенсивность развития грибов рода *Alternaria* не изменялась, в то время как в контроле их число выросло на 2,0 %.

На контроле наиболее интенсивно происходило увеличение грибов рода *Penicillium*, их число увеличилось с 20 до 30 %. В то время, как в опытном образце этот показатель не изменился.

Таким образом, обработка семян озимой пшеницы сортов Трио и Юкка ИЭП способствовала снижению развития патогенной микрофлоры. При длительном хранении после обработки отмечено снижение интенсивности нарастания патогенных микроорганизмов.

Выводы. В результате контроля изменений в слое обрабатываемого материала с помощью датчиков тока и напряжения появляется возможность автоматически регулировать параметры поля: амплитуду, частоту, длительность импульса с целью поддержания постоянной дозы обработки.

Обработка ИЭП семян и зерна озимой пшеницы в рациональном режиме подавляет патогенную микрофлору и сдерживает интенсивность ее развития в процессе хранения.

Литература

1. Данилов Д.В. Воздействие физических факторов, биологического препарата «Биофит - 1» и озона на посевные качества семян/ Д.В Данилов, Г.П. Стародубцева// Семеноводство. – 2008. – №4. – С.23-25.
2. Стародубцева Г.П. Обоснование параметров воздействия импульсного электрического поля при предпосевной обработке семян озимой пшеницы/ Ливинский С.А, Любая С.И.//Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – №2 (26). – С. 43-48.
3. Хайновский В.И. Моделирование электрических временных параметров активатора импульсного электрического поля /В.И. Хайновский, Г.П. Стародубцева, Е.И.Рубцова, О.С. Копылова, С.И. Любая//Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – №2(22). – С. 39-44.
4. Хныкина, А. Г. Обоснование параметров низковольтного активатора электрического поля установки для улучшения посевных качеств семян лука : дис. канд. с.-х. наук: / Хныкина Анна Георгиевна. – Ставрополь, 2014. – 170 с.
5. Ливинский С.А. Преобразователь напряжения для установки предпосевной обработки семян/ Ливинский С.А, Стародубцева Г.П., Афанасьев М.А.//Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – №4.(23) – С. 35-39.