

## УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»,  
доктор технических наук



*Остриков В.В.* Остриков В.В.

«18» марта 2020 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (ФГБНУ ВНИИТиН) на диссертационную работу Баскакова Ивана Васильевича на тему «Совершенствование технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала», представленную в диссертационный совет Д220.010.04, созданном на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ) на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (сельскохозяйственные науки)

### Актуальность темы диссертации

Необходимость внедрения в Российской Федерации новых прогрессивных технологий послеуборочной обработки и хранения зернового материала обусловлена постоянным ростом производства зерновых культур в нашей стране. Доведение возросшего объема собранного урожая до требуемых кондиций и качества на устаревших зерноочистительных комплексах уже невозможно. Это приводит к большим потерям зерна и энергетических ресурсов. Для повышения эффективности послеуборочной обработки и хранения зернового материала необходимо минимизировать воздействие рабочих органов оборудования на зерновку, интенсифицировать сушку влажного вороха, поддерживать семенную и товарную ценность зерна. В связи с этим важнейшее значение приобретают современные методы ведения сельского хозяйства, к которым можно отнести применение процесса озонирования. Озонная обработка позволит устранить большинство недостатков существующей технологии послеуборочной обработки и хранения зерна, проведя его санацию, дезинсекцию, стерилизацию, дезодорацию и т.д. Особенно актуально применение озонирования на посевном материале, поскольку озон активизирует ростовые процессы, повышая всхожесть семян и урожайность сельскохозяйственных культур. Однако исследований, направленных на выработку практических рекомендаций по использованию озонной обработки при послеуборочной обработке и хранении зернового материала, явно недостаточно.

Поэтому рецензируемая диссертационная работа Баскакова И.В., направленная на решение научной проблемы по повышению эффективности послеуборочной обработки и хранения зернового материала путём совершенствования технологии, основанной на применении процесса озонирования, и разработки технических средств, реализующих её, является актуальной.

### **Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере АПК**

*Для науки значимыми являются:*

- технологические решения послеуборочной обработки и хранения зернового материала, снижающие интенсивность воздействия рабочих органов оборудования на зерно и сохраняющие его качество;
- закономерность распада озона в межзерновом пространстве при отключении озонатора с учётом концентрации газа в момент прекращения озонной обработки;
- способ сушки влажного зерна, состоящий из предварительного озонирования и последующего нагревания;
- зависимости, определяющие процент влажности зерна, снимаемый за один этап сушки, а также количество циклов озонирования и нагревания в зависимости от исходного содержания влаги в зерновом материале;
- зависимости изменения влажности зерна внутри металлического силоса в зависимости от способа обработки зернохранилища с учётом количества выпавших осадков, температуры и относительной влажности воздуха;
- технические решения и режимы работы оборудования линии послеуборочной обработки и хранения зернового материала, снижающие повреждение зерна и обеспечивающие его сохранность.

*Значимыми практическими результатами являются:*

- конструктивно-технологические схемы зерновоза, силосного зернохранилища, комплекса послеуборочной обработки и хранения зернового материала, обеспечивающих озонную обработку зерна или семян;
- технические решения решётного модуля зерноочистительной машины, решётного стана, универсальной зерноочистительной машины позволяющие усовершенствовать технологическую линию послеуборочной обработки зерна;
- режимы работы очистителя товарного зерна ОЗФ-80, сепаратора очистки семян СВС-30, озонаторной установки в зависимости от вида обработки на предлагаемом комплексе послеуборочной обработки и хранения зернового материала.

Научная и практическая новизна диссертации подтверждается публикациями, сделанными в открытой печати. Основные результаты диссертации изложены в соответствующих отраслевых журналах, в том числе рекомендуемых ВАК РФ и в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных, доступных широкому кругу специалистов и ученых.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Результаты представленных научных исследований целесообразно использовать конструкторскими организациями сельхозмашиностроения при разработке новых зерноочистительных машин, зерноочистительных агрегатов, зерноочистительно-сушильных комплексов, элеваторов, а также сельскохозяйственным организациям, развивающим отрасль растениеводства, при предпосевной обработке семян.

Основные выводы и рекомендации могут быть учтены организациями и предприятиями, занимающимися изготовлением и реконструкцией технологических линий послеуборочной обработки и хранения зернового материала.

### **Оценка содержания диссертации в целом**

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 339 страницах, включая 298 страниц основного текста, 78 рисунков, 27 таблиц, 255 источников литературы и 16 приложений.

**Во введении** обоснованы актуальность проблемы, представлена цель и научная гипотеза, сформулированы задачи исследований, их научная и практическая значимость, определены основные научные положения, выносимые на защиту и их новизна.

В первой главе **«Состояние проблемы послеуборочной обработки и хранения зернового материала»** определены основные преимущества и недостатки современных технологий послеуборочной обработки и хранения зернового материала, проведен обзор и анализ процесса озонирования в сельском хозяйстве, рассмотрены проблемы применения озоноздушной смеси, представлены теоретические аспекты влияния озона на зерно.

Сформулированы выводы по главе.

Во второй главе **«Обоснование щадящей технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала»** проведён анализ зернового вороха и факторов, влияющих на его состояние при уборке, послеуборочной обработке и хранении зернового материала, рассмотрены причины заражённости зерна вредителями и меры борьбы с ними, обоснована необходимость первичной дезинсекции в кузове транспортного средства, разработана конструктивно-технологическая схема зерновоза, позволяющая провести озонную обработку при транспортировке зерна. Основные параметры зерновоза защищены патентом РФ на изобретение №2693139.

Рассмотрено изменение качественных показателей зерна и семян в процессе послеуборочной обработки и хранения, выявлены основные факторы, влияющие на качество зернового материала.

Разработана технологическая схема комплекса озонирования зернового материала. Озонирование зерна происходит в силосном зернохранилище,

конструкция которого запатентована (патент РФ №2659904). В работе подробно описывается технологический процесс комплекса и порядок расчёта основных параметров системы озонирования. Согласно требованиям ГОСТ Р 52325-2005 произведён расчёт максимальных параметров металлического силоса, предназначенного для хранения посевного материала.

Сформулированы выводы по данной главе.

В третьей главе **«Разработка технологической схемы комплекса послеуборочной обработки и хранения зернового материала»** разработана технологическая схема комплекса послеуборочной обработки и хранения зернового материала, состоящая из двух параллельных технологических линий: семенной и товарной. В качестве зерноочистительной машины очистки товарного зерна предлагается использовать очиститель ОЗФ-80. При подработке семенного материала рекомендуется применять сепаратор СВС-30. Обе машины в процессе очистки реализуют принцип фракционирования, что позволяет минимизировать интенсивность воздействия рабочих органов зерноочистительных машин на зерновку. Их конструкции разработаны с участием автора и имеют отличительные признаки, что подтверждается патентом РФ на изобретение №2611176, патентом РФ на полезную модель №189918, положительным решением о выдаче патента РФ на изобретение по заявке №2019110469. Сам комплекс позволяет реализовать щадящую технологию послеуборочной обработки и хранения посевного материала. Его конструктивно-технологическая схема способствует минимизации воздействия рабочих органов оборудования на зерновку за счёт применения самотечных устройств, и-образных ленточных конвейеров и поярусного расположения некоторых машин. При этом поддержание качества зернового материала и интенсификация процесса сушки влажного зерна осуществляется путём включения в технологическую схему централизованной системы озонирования. Разработанный комплекс послеуборочной обработки и хранения посевного материала имеет отличительные признаки, на него автором подана заявка на изобретение №2019114041.

В четвертой главе **«Программа и методика экспериментальных исследований»** в соответствии с поставленными задачами представлены экспериментальные установки, описаны методики получения экспериментальных данных и их обработки, приведено описание и принцип действия используемых приборов.

Для проведения озонной обработки зернового материала автором была разработана соответствующая экспериментальная установка. Она состоит из воздушного компрессора, осушителя воздуха, озонатора и металлической ёмкости. За безопасностью процесса следит специальный прибор, который также может определять концентрацию озона.

Для определения целесообразности предварительного озонирования влажного зернового вороха перед его сушкой была разработана и

изготовлена экспериментальная шахтная зерносушилка. Её рабочая камера разделена перегородками на два независимых отсека. Это позволяет производить сушку двух партий зернового материала в одинаковых условиях и при этом, не смешивая их.

Для выявления целесообразности озонирования посевного материала во время хранения были спроектированы и изготовлены экспериментальные металлические конусные силоса, внутри которых располагался газоход. Это позволяло производить обработку хранящихся семян озоновоздушной смесью или воздухом, в зависимости от способа аэрации силосного зернохранилища.

Подробно описывается методика проведения исследований и обработки экспериментальных данных. При этом для построения графических зависимостей и получения уравнений регрессии применялся персональный компьютер с пакетом прикладных программ «Microsoft Excel», «Statistica» и других.

В пятой главе **«Экспериментальные исследования процесса озонирования зернового материала»** выявлена закономерность изменения концентрации озона в озоновоздушной смеси внутри зернового материала после прекращения озонной обработки. Это позволило установить, что озонирование следует проводить циклами по 15 минут каждый с перерывами между ними до 10 минут в зависимости от концентрации озона на момент отключения озонатора. Это повысит ресурс озонаторной установки, снизит затраты на операцию и обеспечит непрерывную озонную обработку зернового материала.

Изучено влияние предварительного озонирования влажного зернового вороха на эффективность последующей сушки зернового материала и на посевные качества получаемых из него семян. В результате установлено, что сушка предварительно проозонированных зёрен в *1,18...3,4 раза* протекает быстрее, чем у необработанного зернового материала. При этом предварительное озонирование влажного вороха позволяет снизить пагубное воздействие температуры на посевные качества просушиваемых семян. Лабораторная всхожесть проозонированных семян на *2,5...4%* выше, чем у посевного материала, просушиваемого по традиционной технологии.

Определено влияние часовой озонной обработки на выживаемость вредителей зерна. Установлено, что озон при концентрации в воздухе  $5...15 \text{ мг/м}^3$  позволяет уничтожить *97%* амбарного долгоносика и *100%* зерновой моли.

Установлено влияние способа аэрации зерна на его влажность в силосном зернохранилище и посевные качества семян. Получены зависимости влажности зерна в силосном зернохранилище от способа его аэрации, отличающиеся комплексным учетом количества выпавших осадков, относительной влажности и температуры окружающего воздуха. В результате установлено, что наиболее целесообразным способом аэрации семян в экспериментальных металлических силосах является их периодическое озонирование. Лабораторная всхожесть семян, хранящихся с

аэрацией озоновоздушной смесью на 4,5% выше, чем в контрольном образце без обработки, а полевая всхожесть – на 10%. В конечном итоге, это сказывается на повышении урожайности кукурузы на зерно на 13,4%.

В шестой главе **«Обоснование параметров и режимов работы комплекса послеуборочной обработки и хранения зернового материала»** обоснованы режимы работы очистителя зерна фракционного *ОЗФ-80*, сепаратора вторичной очистки семян *СВС-30*, озонаторной установки и зерносушилки.

У зерноочистительных машин обоснованы скорости воздушного потока в каналах первой и второй аспирации, а также даны рекомендации по выбору решётных полотен в зависимости от культуры и назначения очистки. Представлены основные параметры сепараторов.

Обоснованы основные режимные параметры озонаторной установки, которая в предлагаемом комплексе послеуборочной обработки и хранения зернового материала используется при выполнении разных операций. При предварительном озонировании влажного вороха перед сушкой рекомендуется применять озонную обработку в течение часа и концентрации озона 5...20 мг/м<sup>3</sup>. Если исходная влажность зерна выше 19%, то обработку проводят циклами. Их количество можно рассчитать по предложенной автором методике. При обработке зернового вороха, заражённого вредителями, озонирование необходимо проводить в силосных зернохранилищах при концентрации озона в озоновоздушной смеси 5...70 мг/м<sup>3</sup> на протяжении 1...4 часов. При предпосевной озонной обработке семян в силосах хранения концентрация озона должна составлять от 0,2 до 5 мг/м<sup>3</sup>, а время проведения операции не превышать 1 часа.

Расчёт экономической эффективности модернизации существующего комплекса послеуборочной обработки и хранения зернового материала показал, что при дополнительных капитальных вложениях 43,65 млн. руб. затраты окупятся за 4,6 года, что значительно меньше срока службы подобного сооружения.

В заключении представлены выводы, **рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.**

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Зависимость 2.1 по определению приведённого микротравмирования зерна очень громоздкая. Для расчёта требуется провести много промежуточных лабораторных исследований, что затрудняет использование указанной зависимости на практике.

2. Выражения 2.6 и 2.7 позволяют спрогнозировать приведённое травмирование зерна в зависимости от оборотов обмолачивающего барабана или ротора зерноуборочного комбайна. Однако, в них следовало бы учесть: влажность зерна при уборке, тип зерновки и другие параметры.

3. Первое научное положение трудно считать таковым – «технологические решения». Остальные надо содержательно раскрыть, чтобы было что защищать. Например – «Способ сушки, в чём его новизна?»

Озонирование патентом не защищено.

4. Автор отмечает, что убранного вороха в среднем надо при очистке выделить 66,4% зерна, травмированного при уборке – по 7 ми видам травм. До 64% зерен заселены вредителями. Кроме того, автор отмечает, что в исходном ворохе содержится до 25% засорителей с влажностью 16...52%, а иногда – 70%. Как в этих условиях обеспечить эффективное производство семян?

5. Во второй главе, названной – «Обоснование щадящей технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала», а обоснование направлено (в первую очередь) на уборку. Оптимальная влажность хлебостоя 16...18%, уборка раздельная, молотильно-сепарирующее устройство роторное, распределение зерна по высоте хлебостоя дано. Далее приведены данные по травмированию зерна в технологии – без предложений «щадящих», даны рекомендации по хранению в силосных зернохранилищах.

6. Методики проведения исследований описаны излишне кратко (с.149-155).

7. Исследования по влиянию озонной обработки на выживаемость вредителей зерна проведены только на особях двух видов (с. 186-190).

8. Не указана размерность коэффициентов  $k_0$  и  $k_1$  зависимости 5.1.

9. При обосновании режимных параметров сепаратора СВС-30 (с. 232), размерные характеристики решётных полотен приведены только для двух культур, а для остальных культур автор предлагает воспользоваться аналогичными рекомендациями для очистителя ОЗФ-80.

### **Завершенность и качество оформления диссертационной работы**

Основные положения, научные результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы Баскакова И.В., направленные на совершенствование технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала на основе применения процесса озонирования и разработки соответствующих технических средств, являются обоснованными и имеют научную новизну.

Обоснованность, представленных в работе научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена глубиной проведенного автором анализа, обеспечена использованием в качестве ее исходной основы ведущих научных работ российских и зарубежных ученых.

Достоверность результатов и выводов, полученных в диссертации, обеспечивается применением общенаучных методов и приемов. Экспериментальные исследования выполнены на сертифицированном современном оборудовании. Полученные результаты исследований позволяют говорить об их адекватности, они не противоречат фактам, известным из специальной литературы.

На основании анализа теоретических и экспериментальных исследований сформулировано заключение диссертационной работы, включающее в себя одиннадцать общих выводов, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.





Почтовый адрес: 392022, Россия, город Тамбов, переулок Ново-Рубежный, д. 28; официальный сайт: [www.vniitin.ru](http://www.vniitin.ru); тел.: +7(4752) 44-64-14, факс +7(4752) 44-62-03; e-mail: [viitin-adm@mail.ru](mailto:viitin-adm@mail.ru).

Подпись Пштанникова Н.П. заверено  
Чемый секретарь ФТБНУ ВНИИТИИИ  
Кочез Кочезева Н.Т.