

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»**

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ  
ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

по дисциплине «**Новая техника и технологии в растениеводстве**»  
образовательной программы магистратуры  
по направлению 35.04.06 «Агроинженерия»

**Казань 2018**

УДК 631.348.4  
ББК 40.728  
Н 90

**Автор:** доктор технических наук, профессор, Нуруллин Э. Г.

**Рецензенты:**

- заведующий кафедрой «Тракторы, автомобили и энергетические установки» ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, доктор технических наук, профессор **Хафизов К.А.**
- заведующий кафедрой «Энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающих технологий» ФГБОУ ВО «КГЭУ», доктор технических наук, профессор **Ильин В.К.**

**Нуруллин Э. Г. Новые технологии и машины для предпосевной подготовки семян. Учебное пособие / Э. Г. Нуруллин – Казань: Казанский ГАУ, 2018. – 104 с.**

Печатается по решению Методического Совета Казанского ГАУ, протокол № 3 от 08.11.2018 г.

В учебном пособии рассматриваются новые технологии и машины для предпосевной подготовки посевного материала, современные способы предпосевной обработки семян защитно-удобрительно-стимулирующими средствами и показатели оценки её качества, конструктивно-технологические схемы новых проправливателей семян зерновых культур, в том числе собственные новые разработки автора.

Для обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия», направлено на формирование набора компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности.

© Нуруллин Э. Г., 2018 г.

© ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 2018 г

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	
1.1 Основные направления современного развития подготовки семян.....	6
1.2 Место предпосевной обработки в современных технологиях подготовки семенного материала.....	11
1.3 Предпосевная обработка семян в современной системе защиты растений.....	13
1.4 Цель, задачи и современные способы предпосевной обработки семян.....	15
1.5 Протравливание как основной современный способ предпосевной обработки семян.....	17
1.6 Новые показатели качества протравливания семян.....	20
2 НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН.....29	
2.1 Новая технология предпосевной обработки семян с предварительной очисткой их от пыли.....	28
2.2 Новая технология предпосевной обработки семян биопестицидами.....	33
3 НОВАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН...39	
3.1 Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян.....	39
3.2 Классификация протравливателей семян.....	42
3.3 Основные направления развития современных протравливателей семян.....	44
3.4 Конструктивно-технологические схемы современных протравливателей семян.....	47

3.5 Основные этапы технологического процесса протравливателей семян зерновых культур.....	77
<b>4 НОВЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА.....</b>	<b>80</b>
4.1 Новое направление по созданию комбинированных машин для предпосевной обработки семян с пневмомеханическими рабочими органами.....	80
4.2 Протравливатели семян зерновых культур пневмомеханического типа .....	82
4.3 Функциональная и конструктивно-технологическая схемы нового пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства для мобильных протравливателей семян зерновых культур.....	97
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>103</b>

*100 - летию Пограничных войск посвящается*  
**ВВЕДЕНИЕ**

В современных технологиях производства продукции растениеводства важное место занимает процесс предпосевной подготовки посевного материала с проведением обработки семян растворами защитно-удобрительно-стимулирующих средств, которая оказывает существенное влияние объемы производства сельскохозяйственных культур и качество урожая.

Исследования показывают, что в зависимости от культуры качественная предпосевная обработка семян способствует увеличению урожая до 10 %.

В учебном пособии представлены современные технологии предпосевной подготовки посевного материала, современные способы предпосевной обработки семян защитно-удобрительно-стимулирующими средствами. показатели оценки её качества, конструктивно-технологические схемы новых протравливателей семян зерновых культур.

Представлены собственные новые разработки автора в области предпосевной подготовки семян зерновых культур: новые технологии предпосевной обработки семян с очисткой от пыли в непрерывном герметичном технологическом потоке на новых протравливателях с пневмозагрузочно-пылеочистительным устройством.

Учебное пособие предназначено для магистров направления 35.04.06 «Агроинженерия» обучающихся по дисциплине «Новая техника и технологии в растениеводстве» и направлено на формирование набора профессиональных компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности. Может быть использовано для самостоятельной работы обучающимися по другим направлениям укрупненной группы направлений подготовки 35.00.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство».

# 1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

## 1.1 Основные направления современного развития подготовки семян

Основой продовольственной безопасности является зерно. Для обеспеченности в достаточном количестве качественным зерном, наряду с селекцией новых перспективных сортов, совершенствованием технологий возделывания, важную роль играет послеуборочная обработка зерна с целью получения продовольственного зерна с высокой добавочной стоимостью и качественных семян, соответствующих требованиям современных стандартов. Количество, качество, высокая добавочная стоимость продовольственного зерна и семян в основном зависят от технологии и технической базы послеуборочной обработки зерна подготовки семян.

К сожалению, за последние тридцать лет проблеме технической модернизации базы для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян со стороны государства, научного сообщества уделялось недостаточное внимание. В современной внешнеполитической обстановке значительно актуализируются вопросы продовольственной безопасности. Растущие барьеры и новые санкции требуют пересмотра подходов к сельскохозяйственному производству в целом, и к зерновому сектору в частности. Наибольшего внимания требует техническая база для послеуборочной обработки, хранения зерна и подготовки семян.

Поэтому разработка современной научно-обоснованной системы послеуборочной обработки, хранения зерна и подготовки семян, базирующейся на прогрессивных, широко апробированных технологиях и технических средствах отечественного производства, является важнейшей задачей.

Послеуборочная обработка зерна в зависимости от целевого назначения, технологий, состояния технической базы, климатических условий включает приёмку, очистку, сушку, закладку на хранение.

Подготовка семян, кроме технологических операций послеуборочной обработки включает окончательную очистку, сортирование семенного материала и протравливание готовых семян.

В настоящее время можно выделить три основных направления развития послеуборочной обработки зерна и подготовки семян.

1. *На хлебоприемных предприятиях или элеваторах*, оснащенных всем комплексом машин для очистки, сушки, временного хранения с активным вентилированием, очистки от металломагнитных примесей, складами для длительного хранения, а также лабораторным оборудованием. Многие технологические процессы на этих предприятиях автоматизированы. При этом товарное зерно доводится до уровня базисных кондиций. Такие предприятия могут иметь в своем составе семяприготовительные отделения (цехи). За рубежом послеуборочная обработка зерна и семян осуществляется в основном на таких предприятиях. Однако, в современных условиях послеуборочная обработка зерна и подготовка семян на хлебоприемных предприятиях и на элеваторах для сельхозпредприятий экономически не выгодна. В условиях рыночной экономики производителям зерна и семян необходимо принять весь урожай с поля, довести до кондиции по чистоте и влажности, состояния надежной сохранности (длительного хранения) и хранить его в условиях предприятия до момента наиболее выгодной реализации.

2. *На механизированных технологических линиях сельскохозяйственных предприятий, оснащенных стационарными машинами для очистки, сушки и сортирования зерна и семян*, которые позволяют довести товарное зерно до базисных кондиций, а семенной материал до требований ГОСТ Р 52325 – 2005 «Сортовые и посевные качества семян зерновых и зернобобовых растений». В итоге товарное зерно и семена могут быть проданы по наиболее высокой цене, что обеспечит рентабельность производства зерна и семян. При этом в составе линий могут быть установлены протравливатели семян, которые позволяют подготовить семена к посеву в непрерывном технологическом потоке, что повышает производительность и качество семян. Механизированные

технологические линии могут включать в свой состав семяподготовительные приставки с набором машин, обеспечивающих получение семян высокого качества и с высокой добавочной стоимостью (при продаже). Одним из вариантов подготовки семян в сельскохозяйственных предприятиях является протравливание подготовленного семенного материала на мобильных протравливателях, установленных вне технологической линии. Большинство крупных и средних сельскохозяйственных предприятий применяют данные варианты. Крупные агрохолдинги, нуждающиеся в больших количествах семенного материала для внутреннего пользования, имеют собственные семенные заводы, где осуществляется подготовка семян с протравливанием и фасовкой для собственных сельскохозяйственных предприятий и для продажи.

3. В сельскохозяйственных предприятиях с помощью набора самопередвижных зерноочистительных машин, стационарных зерносушилок, предназначенных для выполнения всех этапов послеуборочной обработки зерна и семян. При этом производительность и качество выполнения технологического процесса очень низкие, поэтому затягиваются сроки уборки, увеличиваются потери зерна в поле и т. д., что намного снижает эффективность зернового бизнеса. К тому же зерно после обработки в основном доводится только до ограничительных кондиций, соответственно его необходимо сдать на хлебоприемные предприятия или элеватор. Протравливание подготовленного семенного материала осуществляется на мобильных протравливателях, установленных вне технологической линии. По этому пути идут сельскохозяйственные предприятия, у которых слабая техническая база для послеуборочной обработки зерна и семян.

Наиболее рациональной с точки зрения ведения эффективного зернового бизнеса является второй вариант. Сельскохозяйственные предприятия, занимающиеся зерновым бизнесом, для получения наибольшей экономической выгоды, обязательно должны иметь современный зерноочистительно-сушильный комплекс, где очистка, сушка зерна и семян осуществляется в едином технологическом потоке. Они позволяют повысить производительность

и качество послеуборочной обработки, и обеспечивают доведение валового сбора зерна до продовольственных заготовительных (ограничительных и базисных) и семенных кондиций. Кондиционное зерно хранится длительно с сохранением качества и может быть реализовано по наиболее выгодным условиям.

На технологическую и экономическую эффективность послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, при всех вариантах, в основном влияют три группы факторов: техническая, технологическая, человеческая.

Техническая группа факторов определяется физическим и моральным уровнем машин и оборудования, используемых для очистки, сушки, сортирования зерна и подготовки семян. В настоящее время техническая база послеуборочной обработки зерна и семян в Российской Федерации, в том числе и в Республике Татарстан физически и морально устарела и нуждается в модернизации. В то же время в России есть много предприятий, которые выпускают зерно- и семяочистительные машины и зерносушилки различной конструкции, а также осуществляют строительство новых и реконструкцию старых зерноочистительных агрегатов, зерноочистительно-сушильных комплексов, линий для подготовки семян. Только в Республике Татарстан успешно функционируют три предприятия по производству машин для очистки зерна и семян, а также несколько организаций, которые осуществляют строительство и реконструкцию технологических линий для послеуборочной обработки зерна и семян. Немаловажной составляющей этой группы является замена морально устаревших зерноочистительных машин и транспортеров зерна (шнековых, скребковых, ковшовых) техническими средствами нового поколения аэродинамического и пневмомеханического типа, снижающих травмирование зерна и семян.

Технологическая группа факторов включает: строгое соблюдение агротехнических требований к каждому этапу послеуборочной обработки зерна и подготовки семян; соблюдение технологической дисциплины; расчет производительности технологической линии с подбором соответствующих

машин (зерновой ворох, поступающий на послеуборочную обработку с полей в сутки должен пройти 100% предварительную очистку и последующую сушку в течение этих же суток); компоновку технологической линии, обеспечивающей перенаправление обрабатываемого зерна с одного потока на другой на всех этапах, что повышает вероятность безостановочной работы зерно- и семяочистительно-сушильного комплекса при выходе из строя одной машины в технологической линии; минимальное механическое воздействие на зерно с целью снижения травмирования (особенно это важно для семенного материала); учет уменьшения массы зернового вороха в процессе очистки.

Человеческая группа факторов включает: уровень подготовленности персонала, обеспечивающего производственный процесс послеуборочной обработки зерна и семян; производственную дисциплину; добросовестность операторов при выполнении технологических операций.

На основании анализа технической политики в области сельского хозяйства, научных исследований, практического опыта, факторов, влияющих на эффективность послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, можно сформулировать следующие основные проблемы в области послеуборочной обработки зерна и подготовки семян:

1. Со стороны государства уделяется недостаточное внимание к послеуборочной обработке зерна и подготовке семян.
2. Отсутствует научно-обоснованная система послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, учитывающая современные требования государственных и международных стандартов, уровень техники и технологий.
3. Отсутствует техническая политика в области послеуборочной обработки зерна и подготовки семян.

Указанные проблемы дают основание сформулировать следующие первоочередные задачи в области послеуборочной обработки, хранения зерна и подготовки семян:

1. Научно обосновать агротехнические требования и систематизировать способы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян в соответствии с

требованиями действующих государственных и международных стандартов и современных достижений техники и технологий.

2. Разработать современную научно-обоснованную систему послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, базирующуюся на прогрессивных, широко апробированных технологиях и технических средствах отечественного и зарубежного производства.

3. Научно обосновать важные и перспективные направления развития технического прогресса, учитывая данные научно-технических прогнозов, реальные ресурсы, которыми располагает страна, а также задачи внешней политики, и разработать государственную программу по модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян на основе наиболее эффективных машин отечественного производства.

## 1.2 Место предпосевной обработки в современных технологиях подготовки семенного материала

Современные технологии подготовки семенного материала включают несколько основных этапов (рисунок 1.1).

Рассмотрим эти этапы. Технологии предпосевной подготовки семенного материала в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры могут включать разные технологические операции.

Первый этап. После уборки урожая проводится послеуборочная обработка, в процессе которой осуществляется её очистка от неиспользуемых примесей и разделение на семенную, продовольственную и фуражную фракции. При необходимости, дополнительно для некоторых видов сельскохозяйственных культур проводится сушка.

Второй этап. Семенную фракцию, после прохождения всех требуемых этапов послеуборочной обработки урожая, дополнительно сортируют по размерам (зерно, картофель) и по удельной плотности (зерно). Крупные и

плотные семена дают более крупное и здоровое потомство, что увеличивает урожайность и качество получаемой продукции.

Третий этап. Отсортированный семенной материал закладывается в семенные хранилища, предварительно обработанные аэрозолем растворов специальных препаратов, предназначенных для уничтожения инфекций, вредителей, грибков и других вредных организмов. В процессе хранения осуществляется постоянный контроль влажности, температуры (для семян картофеля), зараженности вредными организмами. Проводят также борьбу с грызунами.

### **ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА (ОЧИСТКА И СУШКА) УРОЖАЯ**

**СОРТИРОВАНИЕ СЕМЕННОГО (ПОСЕВНОГО) МАТЕРИАЛА  
(ОТБОР НАИБОЛЕЕ КРУПНЫХ И (ИЛИ) ПЛОТНЫХ СЕМЯН)**

**ХРАНЕНИЕ СЕМЯН ДО ПОСЕВА В СЕМЕННЫХ СКЛАДАХ,  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ ПРОТИВ  
ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ**

**СНЯТИЕ СЕМЕННОГО (ПОСАДОЧНОГО) МАТЕРИАЛА  
С ХРАНЕНИЯ**

**ПРОВЕДЕНИЕ ФИТОСАНИТАРНОГО АНАЛИЗА СЕМЯН**

**ПОДГОТОВКА К ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ**

**ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН**

**ПОСЕВ СЕМЯН**

Рисунок 1.1 – Этапы современных технологий предпосевной подготовки семенного материала

Четвертый и пятый этапы. Перед посевом семена снимают с хранения, проводят фитосанитарный анализ с целью выявления вида зараженности. По результатам анализа назначают вид и параметры предпосевной обработки.

Шестой этап. Проводят подготовку посевного материала к предпосевной обработке. Этот процесс заключается: для семян-зёрен в удалении с поверхности зёрен пыли; для картофеля в удалении гнильных, испорченных, заболевших семян.

Седьмой этап – предпосевная обработка. Она может осуществляться разными способами, в зависимости от технологических требований.

*Таким образом, в технологии подготовки семенного материала предпосевная обработка является завершающим этапом. При этом она выступает как первый этап в системе защиты растений.*

### 1.3 Предпосевная обработка семян в современной системе защиты растений

В современных технологиях производства продукции растениеводства очень важное место занимает защита растений. Предпосевная обработка выступает как первый этап в системе защиты растений.

*Защита растений* – применение методов и способов предотвращения и снижения потерь урожая от вредных организмов. Под вредными организмами подразумеваются инфекции, насекомые, грибки, сорняки, бактерии и другие вредители, которые могут вызвать гибель или торможение развития семян и растений.

#### *Методы защиты растений.*

1. *Химический* – защита растений от вредных организмов с помощью химических средств (пестицидов).

*Пестицид* – препарат, предназначенный для уничтожения вредных организмов (лат. *pestis* – зараза, *caed* – убивать, т.е. убивающие заразное).

Пестициды по назначению бывают разных видов: *гербициды* для борьбы

с сорняками, *фунгициды* против грибных болезней, *бактерициды* против бактерий и т.д..

2. *Биологический* – защита растений с использованием естественных врагов вредных организмов (хищников, антибиотиков, различных паразитов, *биопестицидов* – микроорганизмов, пожирающих вредные организмы и др.).

3. *Агротехнический* – защита растений применением комплекса агротехнических приемов неблагоприятных для вредных организмов (подбор сортов, обработка почвы, применение севооборотов и др.)

4. *Механический* – защита растений применением различных заграждений, препятствующих расселению вредителей или устройств непосредственно их уничтожающих (канавы, липкие кольца, капканы, ловушки и т.д.).

5. *Термический* – защита растений путем теплового воздействия воды.

6. *Биофизический* – защита растений с использованием ультразвука, токов высокой частоты, радиоактивных излучений.

Наиболее широкое применение из-за высокой универсальности, производительности и эффективности нашел химический способ. Однако не обоснованное применение химических средств может привести к ряду отрицательных экологических последствий. Поэтому необходимо применять интегрированную систему защиты растений.

Одной из особенностей современных технологий предпосевной подготовки семян и систем защиты растений является применение биологических пестицидов (*биопестицидов*) вместо химических пестицидов. Это связано в основном с экологическими проблемами и внедрением органического земледелия для производства экологически чистой продукции. Начали широко внедряться

На разных этапах современных технологий производства продукции растениеводства применяются различные способы защиты растений.

*При предпосевной обработке семенного (посевного) материала в основном применяются химический и биологический методы защиты. Редко находит применение и термический метод.*

### *Современные способы защиты растений.*

1. *Опрыскивание* – нанесение рабочих жидких растворов пестицидов в капельном виде на листья растений в процессе их вегетации (роста и развития).

2. *Протравливание* – обработка посевного и посадочного материала рабочими растворами пестицидов в мелкодисперсном виде для уничтожения вредных организмов.

3. *Аэрозольная обработка* – нанесение пестицидов в виде тумана-аэрозоля (диаметр капель 10...40 мкм). Используется для уничтожения вредных насекомых в садах, лесополосах, складских и животноводческих помещениях.

4. *Фумигация* – обработка пестицидами в виде пара или газа. В основном применяется в ограниченном пространстве (складские помещения, парники, теплицы и т.д.).

5. *Отравление приманок* – насыщение пестицидами кормовых веществ и разбрасывание в местах обитания грызунов и вредных насекомых.

В технологии подготовки семенного материала (рис. 1.1) перечисленные методы применяются на разных этапах.

Аэрозольная обработка и фумигация применяется на этапе подготовки семян к хранению для обеззараживания хранилищ (складских помещений). Отравления приманок – в период хранения посевного материала для борьбы с грызунами.

*Протравливание применяется на этапе предпосевной обработки семян.*

#### 1.4 Цель, задачи и современные способы предпосевной обработки семян

Цель предпосевной обработки – обеспечение здоровой полевой всхожести семян максимально близкой к лабораторной всхожести.

*Основные задачи предпосевной обработки семян:*

- уничтожение вредных организмов семенного материала;
- предохранение семян от вредных организмов в почве;

- обеспечение удобрением семян на начальном этапе развития;
- стимулирование произрастания семян и развития ростков.

Своевременное и качественное проведение пропаривания семян культурных растений обеспечивает повышение количества и качества урожая.

Анализ литературы, научных исследований, а также производственный позволяют выделить четыре основных способа предпосевной обработки семенного материала.

### *Способы предпосевной обработки семян.*

1. *Пропаривание* – обработка растворами химических и биологических пестицидов непосредственно перед посевом или заблаговременно для уничтожения вредных организмов. Наиболее широко применяемый. Далее рассмотрим более подробно.

2. *Инкрустация* – покрытие семян водорастворимой пленкой, включающей защитные средства, удобрения, стимуляторы роста, краситель, kleящие вещества. В основном применяется в промышленных условиях подготовки семян-зёрен (на семенных заводах).

*Преимущества* – позволяет прочно закрепить защитно-удобрительно-стимулирующий состав на поверхности семян и предотвратить осыпание его в при хранении, транспортировке и посеве. Семена имеют более привлекательный вид из-за красителей.

*Недостатки* – пленкообразующий состав дорогой, технически трудно покрывать всю поверхность семян пленкой.

3. *Дражирование* – обволакивание семян защитной оболочкой из смеси пестицидов, удобрений, торфа, стимуляторов роста, kleящего вещества до приобретения шаровидной формы. Осуществляется в специальном аппарате дражираторе. В основном применяется в условиях специализированных семенных заводов для подготовки семян мелкозернистых культур (морковь, петрушка) и шероховатых семян (сахарная свекла).

*Преимущества* – позволяет прочно закрепить защитно-удобрительно-стимулирующий состав на поверхности семян и предотвратить осыпание его

при хранении, транспортировке и посеве, обеспечивает равномерность высева мелкосеменных культур из-за увеличения их размеров, повышает сыпучесть шероховатых семян за счет приобретения шаровидной формы, можно проводить обработку заранее и хранить дражированные семена долго.

*Недостатки* – состав смеси для образования оболочки дорогой, малопроизводительный и трудоемкий способ, эффективен только для узкого круга семян (мелких и шероховатых).

4. *Термическое обеззараживание* предусматривает выдержку посевного (посадочного) материала в воде при температуре 45...47°C в течение 2 – 4 ч с последующей сушкой. Не нашел широкого применения.

*Преимущества* – высокая экологичность и эстетичность, при достаточно высокой эффективности.

*Недостатки* – энергоемкий, трудоёмкий, малопроизводительный.

## 1.5 Протравливание как основной современный способ предпосевной обработки семян

Из всех рассмотренных способов предпосевной обработки наиболее широкое применение нашел протравливание. Протравливание посевного материала осуществляется на *протравливателях* (протравочных машинах). Вкратце рассмотрим технологии протравливания семян.

### *Технологии протравливания семян.*

1. *Протравливание с увлажнением* (наиболее распространенный способ), при котором на семена наносят рабочую жидкость (сусpenзии, растворы) или порошковидные препараты с одновременным или последующим смачиванием жидкостью.

*Преимущества* данного способа – требует небольших затрат препарата, позволяет использовать комбинированные рабочие жидкости, содержащие удобрения, инсектициды, стимуляторы роста и пр., может быть механизирован и автоматизирован с высокими технико-экономических показателями.

*Недостатки* способа – осыпание протравителя с семян по мере его высыхания (для лучшей удерживаемости применяются прилипатели), неблагоприятные санитарно-гигиенические условия труда, загрязнение окружающей среды.

2. *Полусухое протравливание* – обработка семян жидкими протравителями в количестве 10...30 л/т без последующего просушивания.

*Преимущество* – высокая биологическая эффективность.

*Недостатки* – низкая производительность и излишнее увлажнение семян.

3. *Мокрое протравливание* предусматривает обильное увлажнение семян (до 100 л/т) суспензией, эмульсией или замачивают в подготовленном рабочей жидкости (растворе), затем томят в течение двух часов. После томления семена просушивают до нормальной влажности преимущественно в тени или под навесом на деревянном или цементном полу. Сушка под солнцем не рекомендуется, так как это снижает всхожесть семян. Мокрое протравливание производится за 2...3 дня до посева.

*Преимущество* – высокая биологическая эффективность.

*Недостатки* – трудоёмок, малопроизводителен, требует последующей сушки семян. Применяется в основном при сильном заражении семян головней.

3. *Сухое протравливание* – обработка порошкообразными протравителями. Запрещен экологами, поэтому может применяться в исключительных случаях, при повышенной влажности семян.

*Преимущество* – не увлажняет семена.

*Недостатки* – малоэффективен, из-за слабого контакта препарата с поверхностью семян и плохой удерживаемости, экологически опасен.

Эффективность протравливания семенного материала в основном определяется характеристикой протравителя, качеством приготовления рабочего раствора и его физико-механическими, технологическими свойствами, совершенством технических средств, строгим соблюдением технологии, грамотностью и добросовестностью персонала.

Развитие химии, биологии и биохимии позволили разработать очень эффективные комплексные препараты-протравители с высокими характеристиками, выполняющие не только защитные функции, а включающие в свой состав пестициды широкого спектра действия, удобрения, стимуляторы роста, kleящиеся вещества.

Современные протравители выпускаются в жидкой форме, которые легко растворяются в воде, образуя качественные растворы. Эти растворы по своим физико-механическим и технологическим свойствам намного превосходят суспензии, эмульсии, и положительно влияют на показатели качества протравливания на работу протравочных машин.

Научно-технический прогресс позволил создать новые конструкции протравочных машин, которые позволяют осуществлять процесс протравливания в непрерывном автоматическом режиме с точной дозировкой семян и рабочих растворов.

Современные протравители и протравочные машины позволяют реализовать технологию *протравливания с увлажнением* в ограниченном объёме (камере протравливания) с мелкодисперсным нанесением (диаметр капель 25...50 мкм) рабочего раствора на поверхность семян. Чем мельче капли, тем эффективнее процесс обработки. *Преимущества этой технологии –* маленькая норма расхода за счет мелкодисперсного распыла и ограниченного пространства (камеры протравливания), высокое качество протравливания, практически отсутствует повышение влажности семян (не более чем на 1%), поэтому не требуется дополнительной сушки и семенной материал можно хранить перед посевом длительное время. *Недостатки –* трудности создания мелкодисперсного распыла рабочей жидкости.

В настоящее время практически все современные протравиватели семян работают по этой технологии, и она является наиболее эффективной.

Однако следует отметить самую простую и дешевую технологию, которая применяется при малых объёмах – это протравливание в бетономешалке, которое позволяет получить качественное протравливание при

использовании повышенных норм расхода воды в рабочих растворах (до 20 л на 1 т семян с учетом объема жидкого протравителя).

Таким образом, *современное протравливание* можно рассматривать как основной способ предпосевной обработки семян с мелкодисперсным нанесением рабочих растворов защитно-удобрительно-стимулирующих средств.

### 1.6 Новые показатели качества протравливания семян

Качество протравливания зависит от множества факторов, связанных с состоянием посевного материала, характеристикой протравителя и его preparativной формы, конструктивно-технологической схемы машины для протравливания. Следует также отметить, что качественное протравливание возможно только в том случае, если оно будет выполняться квалифицированным персоналом с учетом правильного сочетания всех перечисленных составляющих.

Высокое качество протравливания достигается только при соблюдении следующих условий:

1. На качество протравливания достаточно значимо влияет количество рабочего раствора. Десять литров на 1 тонну семян в любом протравивателе можно распределить намного равномернее, чем 3 или 4 л. Расход рабочего раствора в пределах 3...5 л/т при протравливании с увлажнением следует считать самыми низкими пределами и они применимы только в современных установках.

2. Объемы рабочего раствора в пределах 5...10 л/т семян следует рассматривать как среднюю, а в пределах 20 л/т посевного материала – как высокую норму расхода жидкости при протравливании.

3. Улучшения качества протравливания можно добиться также за счет уменьшения производительности протравивателя до 50-60 % их номинальной производительности.

4. Соблюдением рекомендуемых норм расхода, то есть количество протравителя, необходимое для определенного объема посевного материала должно быть точно выдержано.

5. Препарат, соответственно и действующее вещество, должен равномерно распределяться по всей поверхности каждого отдельного зерна.

6. Клеящее вещество, используемый в протравителе, должно обеспечить сохранение всей дозы нанесенного на зерновку препарата даже после таких механических воздействий при хранении, затаривании в мешки, транспортировке и посеве.

7. Травмированные семена, после протравливания, не должна превышать нормы агротехнических требований.

Высокое качество протравливания возможно только при соблюдении агротехнических требований к протравливанию.

#### *Агротехнические требования к протравливанию:*

- семена, подлежащие протравливанию, должны соответствовать государственным стандартам;
- протравливание самоподвижными машинами должно осуществляться только при положительных температурах воздуха ровных площадках под навесами или в хорошо проветриваемых помещениях;
- семена, протравленные самоподвижными машинами, поступают в загрузчики сеялок, транспортные средства, бурты.
- рабочий раствор должна быть однородной по составу;
- отклонение концентрации раствора от расчетной *не более  $\pm 5\%$* ;
- отклонение фактической дозы семян от заданной *не более  $\pm 3\%$* ;
- отклонение от нормы подачи рабочей жидкости *не более  $\pm 10\%$* ;
- влажность семян после протравливания *не более 15%*;
- неравномерность распределения рабочего раствора в массе семян *не более  $\pm 20\%$* ;
- механические повреждения семян *не более 0,5%*.

Качество пропаривания зависит от множества различных факторов. Анализ показывает, что факторы, определяющие качество пропаривания семян зерновых культур, можно объединить в четыре основные группы (рисунок 1.2):

- физико-механические свойства семян;
- физико-химические свойства пропарочного препарата;
- технологические факторы;
- факторы, зависящие от конструкции пропаривателя.

К первой группе факторов относятся режим работы и технологические регулировки пропаривателя. Так как установку на режим работы и технологические регулировки пропаривателя производит рабочий персонал, то эту группу факторов можно отнести к человеческим факторам. Поэтому к работе допускаются лица, знающие устройство, технологические регулировки и режимы работы пропаривателя. Многое зависит от квалификации рабочего персонала, от того как он настроит пропариватель на режимы работы, как приготовит рабочий раствор.

К конструктивным факторам можно отнести конструктивно-технологическую схему пропаривателя, конструкцию отдельных рабочих органов, материал рабочих органов и геометрические параметры рабочих органов.

Физико-механические свойства семян: влажность, пыльность, размер, насыпная масса, выравненность по размерам, твердость, масса тысяча семян, остистость и др.

Семена необходимо подготовить к пропариванию. Нужно убедиться, что они отвечают требованиям ГОСТ, имеют высокую энергию прорастания, у них нет механических повреждений и в них не содержатся примеси. Эти мельчайшие частицы имеют большую относительную поверхность, в связи с чем пропариватель в большей мере связывается с этими частицами, и, в меньшем количестве, попадает на полноценное зерно.



Рисунок 1.2 – Структурная схема факторов, влияющих на качество протравливания

Все семена зерновых перед протравкой обязательно следует откалибровать. Обработка неочищенного семенного материала приводит к тому, что до 15–20% препарата остается на щуплом, битом зерне, адсорбируется пылью, что существенно снижает экономическую эффективность обработки семян. Расчет нормы внесения делается только на семенной материал. В процессе протравливания на каждое зерно необходимо нанести относительное небольшое количество препарата, в пределах 1/2000...1/10000 мл/шт.

Поэтому, чем выше объемная масса и масса тысячи семян, тем больше попадает препарата на каждую зерновку при строго определенной норме расхода рабочей жидкости.

При протравливании семян остистых культур, например, ячменя важную роль играет предварительное удаление остьей, так как при недостаточном их удалении возрастает объемная масса семян, что приводит к недопротравливанию всей партии, так как расчет нормы расхода препарата производится на вес семян. При этом не следует забывать еще об одной тонкости протравливания ячменя. В процессе удаления остьей следует обратить внимание на сохранность цветковых чешуй ячменя, поскольку оголенные зерновки накапливают на себе значительно больше препарата, чем семена с неудаленными чешуями. Следовательно, если у оголенных семян возможны повреждения от избытка протравителя, то для остальной массы зерна не хватит действующего вещества для достаточной защиты .

При низкой массе 1000 штук семян и объемной массе ухудшается не только качество протравливания, но и их сыпучесть. Этот эффект усиливается за счет шероховатости поверхности неполноценных семян и небольшого количества воды при использовании протравливания с увлажнением. В связи с

этим в отдельных случаях могут возникнуть проблемы при транспортировке семян по трубопроводам сеялок при посеве и, прежде всего, при автоматическом затаривании семян на весах в момент засыпания их в клапанные бумажные мешки. При возникновении таких проблем при затаривании семян достаточно заменить имеющиеся выбоины патрубок на патрубки с увеличенным (примерно 90 мм) диаметром и использовать удлиненные (примерно на 5 см) мешки. Важно также соответствующее регулирование сеялки на норму высева именно этой партии протравленных семян и контроль нормы высева в процессе сева.

Норма внесения протравителя не выдерживается и в том случае, если семенной материал переувлажнен: у семян с влажностью более 15% резко ухудшается сыпучесть. Кроме того, влага несет с собой и другую опасность. Если семенной материал хранится при повышенной влажности, то зерновки перегреваются, создавая благоприятную среду для возбудителей, активируется жизнеспособность грибов. Наиболее целесообразно использовать среднюю фракцию семян, так как семена максимально крупной фракции не всегда несут в себе признаки и свойства, характерные для сорта, и часто имеют низкую всхожесть.

Физико-химические свойства протравочного препарата: химический состав, равномерность консистенции, прилипаемость, температура, вязкость, плотность, количество действующего вещества и др.

Необходимо подобрать протравитель с нужным составом. В препарате может быть одно, два или больше действующих веществ.

Кроме того надо выбрать удобную препаративную форму протравителя. Современный препарат для протравливания может быть порошковым (маркируется как П), в форме смачивающегося порошка (СП),

водорастворимого концентрата (ВРК) и концентрата суспензии (КС). Сухие протравители сегодня применяют достаточно редко, и их считают «морально устаревшими». Их минус – низкая прилипаемость к семенному материалу, которая чревата пылевыделением и вынуждает добавлять к препарату прилипателем – например, декстриновый раствор. Смачивающиеся порошки удобнее в работе. От них меньше пыли, а прилипаемость – выше. Но протравители с маркировкой СП также часто требуют добавления пленкообразователя. Еще удобнее препараты ВРК – это растворы, уже готовые к применению для обеззараживания семян. Они равномерно покрывают зерновку и хорошо прилипают к ней. Наиболее перспективными сегодня считаются препараты КС. Растворы с повышенной концентрацией действующих веществ превосходно обволакивают зерновку.

В численном виде качество протравливания традиционно определяется тремя показателями:

1. Полнота протравливания.
2. Равномерность распределения препаратов по отдельным семенам.
3. Степень удерживаемости (иногда используют обратную ей величину – степень осыпаемости).

Первый показатель зависит от субъективных факторов, в частности от персонала, работающего на протравливании, и поэтому должен постоянно контролироваться специалистами.

*Полнота протравливания определяется:*

$$\Pi = \frac{\Phi}{H} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

где  $\Phi$  – фактическая масса препарата на семенах, кг/т;

$H$  – рекомендуемая норма расхода, кг/т.

Остальные два показателя мало зависят от субъективных факторов и в целом хорошо выдерживаются.

*Равномерность распределения препарата по семенам* оценивается по формуле:

$$C = \frac{S}{\Phi_{cp}} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

где  $S$  – среднее квадратичное отклонение;

$\Phi_{cp}$  – среднее арифметическое, определенных в отдельных партиях (кг/т) или на отдельных семенах (мкг).

Она считается удовлетворительной, если коэффициент вариации  $C_v$  не превышает 30%.

*Степень удерживаемости* определяется по формуле:

$$y = \frac{\Phi_1}{\Phi} \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

где  $\Phi$  и  $\Phi_1$  – фактическая масса препарата на поверхности семян соответственно до и после стандартного механического воздействия.

Она считается удовлетворительной, если превышает 70 %.

Очевидно, что для оценки упомянутых показателей необходимо иметь специальное оборудование и квалифицированных в данной области сотрудников.

Кроме вышеперечисленных традиционных показателей для более полной численной оценки качества протравливания семян зерновых культур в настоящее время применяются два новых показателя:

- равномерность распределения препарата по поверхности семян;
- степень травмирования семян.

*Равномерность распределения препарата по поверхности семян может быть оценено визуально и численно определяется по формуле:*

$$\Pi_{\text{пс}} = \frac{K_{\text{пс}}}{K_{\text{oc}}} \cdot 100\%, \quad (1.4)$$

где  $\Pi_{\text{пс}}$  – показатель равномерности распределения препарата по поверхности семян, %;

$K_{\text{пс}}$  – количество семян в выборке, покрытых препаратом более чем на 80%, шт;

$K_{\text{oc}}$  – общее количество семян в выборке, шт.

Чем больше количество семян в выборке, тем точнее получаются результаты.

Данный показатель позволяет более объективно оценивать покрытие отдельно каждой семени протравочным препаратом.

*Травмируемость семян может быть количественно оценена следующей формулой:*

$$T = \frac{K_{\text{тп}} - K_{\text{т}}}{K_{\text{oc}}} \cdot 100\%, \quad (1.5)$$

где  $T$  – показатель травмируемости семян, %;

$K_{\text{т}}$  – количество травмированных семян в выборке до протравливания, шт;

$K_{\text{тп}}$  – количество травмированных семян в выборке при однократном пропускании через протравливатель, шт.

Чем больше количество семян в выборке, тем точнее получаются результаты.

При оценке травмируемости следует учесть, что по агротехническим требованиям дробление семян при протравливании допускается не более 0,5%.

## 2 НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

### 2.1 Новая технология предпосевной обработки семян с предварительной очисткой их от пыли

При предпосевной обработке посевного материала рабочими растворами защитно-удобрительно-стимулирующих средств важно качество прилипания их к поверхности семян. От этого зависят их эффективность и продолжительность воздействия. На качество прилипания, наряду с другими факторами, влияет чистота поверхности семян от пыли. Поэтому одним из важнейших направлений в совершенствовании технологий предпосевной подготовки семян зерновых культур является разработка новых технических средств и способов предварительной очистки их от пыли перед проправливанием.

Анализ и систематизация накопленных знаний в области подготовки семенного материала показал, что в настоящее можно выделить следующие основные технологии предпосевной обработки семян зерновых культур с очищением от пыли.

*1. Однофазная.* По этой технологии семенное зерно после хранения с целью очистки от пыли дополнительно пропускают через зерноочистительное оборудование, проводят предпосевную обработку защитно-стимулирующими средствами, дозируют по весу и затаривают в мешки в едином непрерывном технологическом потоке.

Преимущества однофазной технологии заключаются в следующем:

- семена после очистки непосредственно поступают в машину для предпосевной обработки, исключая соприкосновение очищенных семян с пыльной средой, что обеспечивает высокое качество обработки;
- незакрепленные на поверхности семян защитно-стимулирующих средств также попадают в мешки, что снижает их потери и загрязнение окружающей среды.

В качестве основных недостатков однофазной технологии следует отметить высокую энергоемкость и потребность дополнительных транспортно-перегрузочных работ.

По данной технологии работают семенные заводы и семенные линии зерноочистительно-сушильных комплексов сельскохозяйственных предприятий.

*2. Двухфазная.* Данная технология предусматривает два этапа связанных между собой перегрузочными работами. Семена сначала с мест хранения перевозят на зерноочистительные комплексы и для очистки от пыли пропускают через зерноочистительное оборудование. Очищенные семена перевозят снова в семенной склад, засыпают в бурты и проводят предпосевную обработку на мобильных машинах. Обработанные семена складируют в рассыпном виде или затаривают непосредственно в мешки. С целью снижения энергоемкости и трудоемкости, в некоторых случаях для очистки от пыли используют мобильные зерноочистительные машины непосредственно в семенном складе.

Двухфазная технология также энергоемкая и требует дополнительных транспортно-перегрузочных работ. При такой технологии очищенные от пыли семена перед нанесением защитно-стимулирующих средств соприкасаются с пыльной средой, что снижает качество предпосевной обработки.

По такой технологии работают сельскохозяйственные предприятия и фермерские хозяйства, у которых в составе зерноочистительно-сушильных комплексов не имеются семенные линии.

В обоих рассмотренных технологиях семена в процессе движения по рабочим зонам очистительных и загрузочно-разгрузочных работ многократно подвергаются интенсивному механическому воздействию, что приводит к увеличению количества травмированных семян, соответственно снижает их всхожесть.

В Казанском государственном аграрном университете учеными и практиками во главе с доктором технических наук профессором Нуруллиным

Э.Г. разработана новая технология подготовки семян зерновых культур к посеву на основе комплекса машин для предпосевной обработки пневмомеханического типа (рисунок 2.1).

Главный принцип новой технологии – комбинация нескольких технологических операций в едином непрерывном потоке воздушно-зерновой смеси.

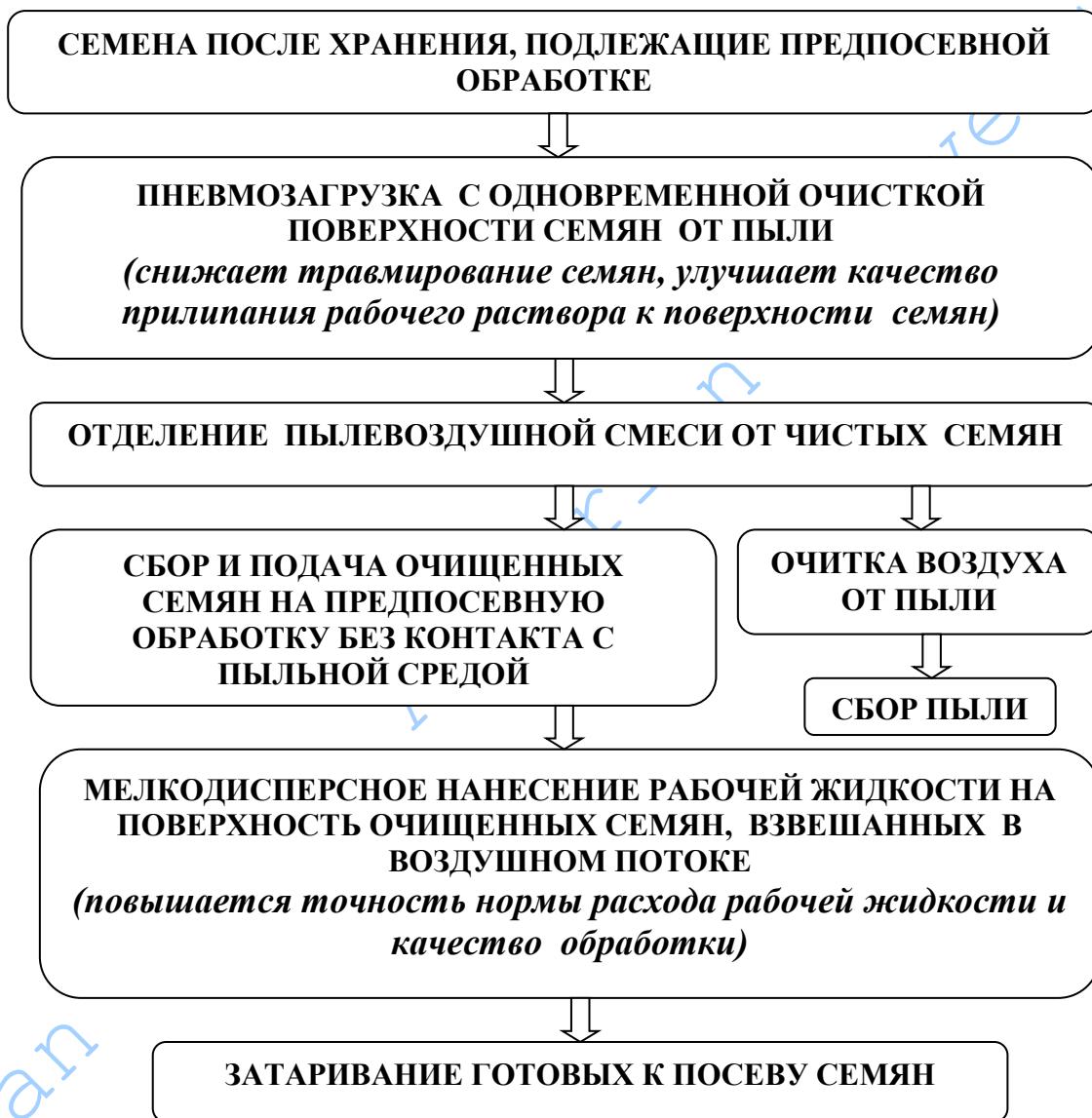


Рисунок 2.1 – Схема новой технологии предпосевной подготовки семян

По данной новой технологии предпосевная подготовка осуществляется непосредственно на месте хранения семян, что исключает энергоемкие и трудоемкие загрузочно-разгрузочные и перевозочные работы.

Новая технология включает следующие основные этапы.

Семена, подлежащие предпосевной обработке защитно-стимулирующими средствами, из бурта забираются пневматическим способом и подаются в пылеотделительное устройство. Способ пневмозагрузки исключает жесткое воздействие на семена механических устройств, что снижает (практически исключает) травмирование семян. В процессе движения воздушно-зерновой смеси происходит очищение поверхности семян от прилипшей во время хранения пыли и других мелких частиц специальными приспособлениями.

Данная технологическая операция создает условия для повышения эффективности обработки за счет улучшения прилипаемости рабочего раствора к поверхности семян. На следующем этапе происходит отделение семян от пыльно-воздушной смеси. При этом очищенные семена без контакта с пыльной средой направляются на предпосевную обработку. Предпосевная обработка осуществляется нанесением на поверхность семян, взвешенных в воздушном потоке, мелкодисперсных частиц рабочей жидкости (менее 40 мкм).

Такой способ нанесения повышает точность нормы расхода и равномерность распределения рабочего раствора по массе семян и по поверхности каждого зерна. Обработанные семена затариваются в мешки и направляются на посев. Отделенный от семян пыльный воздух очищается и выбрасывается в атмосферу или может использоваться повторно совместно с отравленным воздухом по замкнутой схеме.

Рассмотренная новая технология предпосевной подготовки семян, обеспечивает:

- повышение производительности и снижение энергоемкости технологического процесса за счет исключения энерго-металлоемкого технологического оборудования и транспортных средств для очистки семян от пыли и выполнения погрузочно (разгрузочно)-перевозочных работ;

- снижение травмирования семян, что сохраняет их всхожесть, соответственно повышается урожайность;
- исключение перерасхода дорогостоящих защитно-стимулирующих средств и повышение качества обработки за счет мелкодисперсного нанесения рабочего раствора на поверхность семян, движущихся в воздушном потоке во взвешенном состоянии;
- снижение экологической нагрузки и вредного воздействия на человека за счет исключения выброса засоренного и отравленного воздуха в окружающую среду.

Таким образом, можно утверждать, что данная технология имеет большие преимущества и большие перспективы.

## 2.2 Новая технология предпосевной обработки семян биопестицидами

Важнейшим аспектом решения проблемы экологии и сохранения здоровья людей во всем мире является развитие органического сельского хозяйства. Одним из основных направлений органического сельскохозяйственного производства выступает органическое земледелие, которое предусматривает охват всех этапов от обработки почвы до послеуборочной обработки, хранения и первичной переработки продукции растениеводства. Анализ научных исследований и мирового опыта дает основание рассматривать техническое и технологическое обеспечение как главную проблему органического земледелия, в том числе в производстве зерна.

В технологии производства зерна важное место занимает предпосевная обработка семян защитными средствами с целью защиты их от болезней и вредителей. В органическом земледелии в качестве защитных средств предлагаются биопрепараты, которые представляют собой микроорганизмы, пожирающие вредителей и распространителей болезней (биопестициды).

Однако их применение требует совершенствование существующих технологий и технических средств предпосевной обработки семян. Наиболее важными факторами, обеспечивающими эффективность процесса предпосевной обработки семян биопестицидами, являются: чистота поверхности семян от пыли и температурный режим. Чистота поверхности семян обеспечивает высокое качество прилипания биопрепарата, а требуемый температурный режим живучесть и эффективность действия микроорганизмов.

Как уже было отмечено выше, в настоящее можно выделить два вида технологий предпосевной обработки семян зерновых культур с предварительным очищением от пыли.

Однофазная технология, когда семенное зерно после хранения с целью очистки от пыли дополнительно пропускают через зерноочистительное оборудование, проводят предпосевную обработку защитно-стимулирующими средствами, дозируют по весу и затаривают в мешки в едином непрерывном технологическом потоке.

Преимущества однофазной технологии заключаются в следующем:

- семена после очистки непосредственно поступают в машину для предпосевной обработки, исключая соприкосновение очищенных семян с пыльной средой, что обеспечивает высокое качество обработки;
- незакрепленные на поверхности семян защитно-стимулирующие средства также попадают в мешки, что снижает их потери, а при использовании химических препаратов и загрязнение окружающей среды.

В качестве основных недостатков однофазной технологии следует отметить высокую энергоемкость и потребность дополнительных транспортно-перегрузочных работ. По данной технологии работают семенные заводы и семенные линии зерноочистительно-сушильных комплексов сельскохозяйственных предприятий.

Двухфазная технология предусматривает два этапа связанных между собой перегрузочными работами. Семена сначала с мест хранения перевозят на зерноочистительные комплексы и для очистки от пыли пропускают через

зерноочистительное оборудование. Очищенные семена перевозят снова в семенной склад, засыпают в бурты и проводят предпосевную обработку на мобильных машинах. Обработанные семена складируют в рассыпанном виде или затаривают непосредственно в мешки. С целью снижения энергоемкости и трудоемкости, в некоторых случаях для очистки от пыли используют мобильные зерноочистительные машины непосредственно в семенном складе.

Двухфазная технология также энергоемкая и требует дополнительных транспортно-перегрузочных работ. При такой технологии очищенные от пыли семена перед нанесением защитно-стимулирующих средств соприкасаются с пыльной средой, что снижает качество предпосевной обработки.

По такой технологии работают сельскохозяйственные предприятия и фермерские хозяйства, у которых в составе зерноочистительно-сушильных комплексов не имеются семенные линии.

В обеих рассмотренных технологиях семена в процессе движения по рабочим зонам очистительных, загрузочно-разгрузочных, обрабатывающих машин многократно подвергаются интенсивному механическому воздействию, что приводит к увеличению количества травмированных семян, соответственно снижает их всхожесть. При обработке биопрепаратами микроорганизмы также получают жесткие воздействия от механических рабочих органов машины для предпосевной обработки.

В Казанском государственном аграрном университете учеными и практиками во главе с доктором технических наук профессором Нуруллиным Э.Г. разработана новая технология предпосевной обработки семян зерновых культур биопестицидами обеспечивающая снижение травмирования семян, качество прилипания и высокую эффективность действия биопрепарата. Основу технологии составляет комплекс машин для предпосевной обработки пневмомеханического типа (рисунок 2.2).

Главный принцип новой технологии – комбинация нескольких технологических операций в едином непрерывном потоке воздушно-семенной

смеси. По предлагаемой технологии предпосевная обработка осуществляется непосредственно на месте хранения семян, что исключает энергоемкие и трудоемкие загрузочно-разгрузочные и перевозочные работы. Она включает следующие основные этапы.

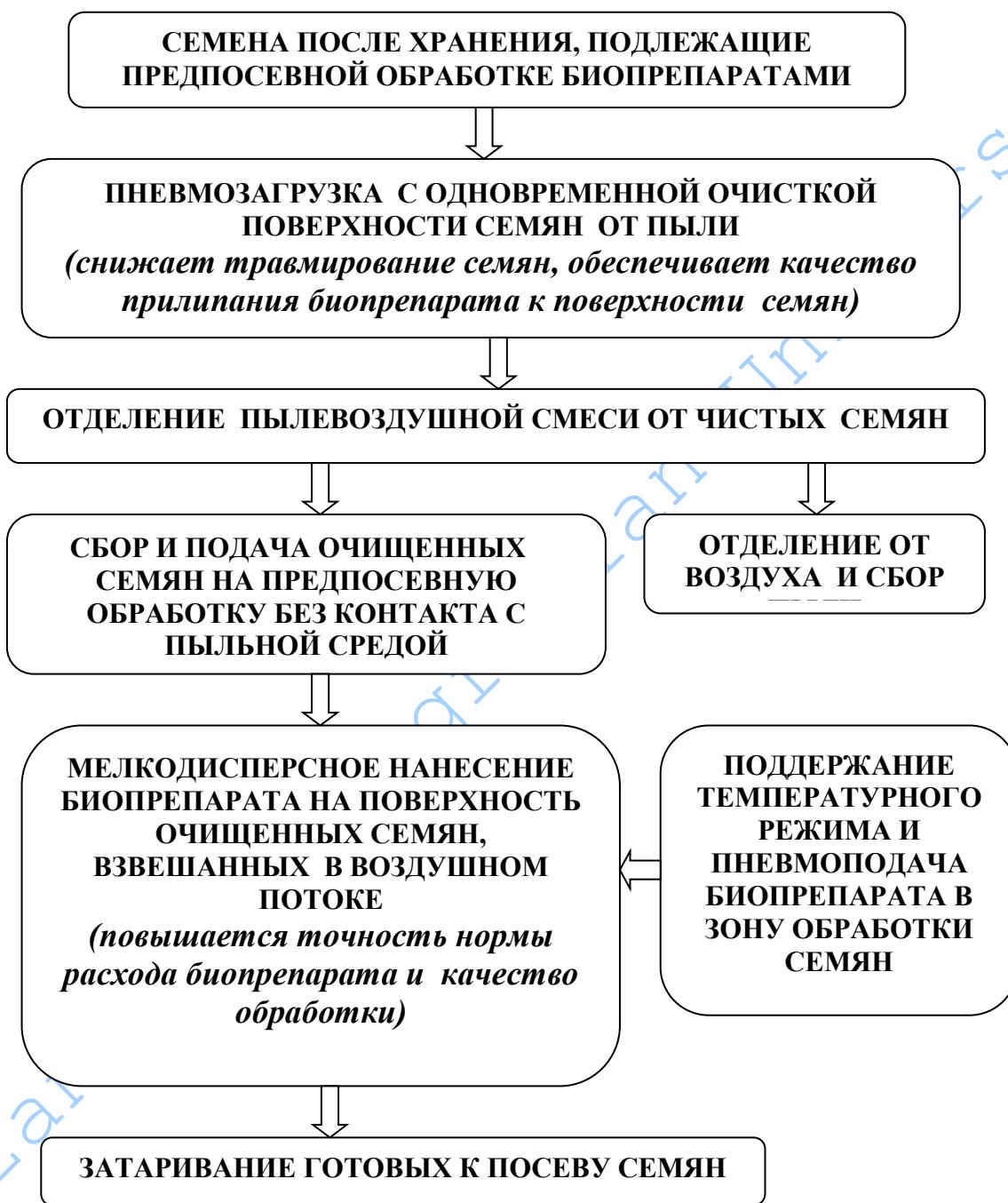


Рисунок 2.2 – Схема новой органической технологии предпосевной обработки семян зерновых культур биопрепаратами

На первом этапе семена, подлежащие предпосевной обработке биопрепаратами, из бурта забираются пневматическим способом и подаются в пылеотделительное устройство. Способ пневмозагрузки исключает жесткое воздействие на семена механических устройств, что исключает травмирование семян. В процессе движения воздушно-зерновой смеси происходит очищение поверхности семян от прилипшей во время хранения пыли и других мелких частиц специальными приспособлениями. Данная технологическая операция создает условия для повышения эффективности обработки за счет улучшения прилипаемости биопрепарата к поверхности семян.

На следующем этапе происходит отделение семян от пыльно-воздушной смеси. При этом очищенные семена без контакта с пыльной средой направляются на предпосевную обработку. Предпосевная обработка осуществляется нанесением биопрепарата в мелкодисперсном виде на поверхность семян, движущихся во взвешенном состоянии в воздушном потоке. Подача биопрепарата в мелкодисперсном виде обеспечивается также воздушным потоком. Такой способ нанесения повышает точность нормы расхода и равномерность распределения биопрепарата по массе семян и по поверхности каждого зерна. Необходимая для жизнедеятельности и эффективного воздействия микроорганизмов температура обеспечивается воздушным потоком.

Обработанные биопрепаратами семена затариваются в мешки и направляются на посев. Отделенный от семян пыльный воздух очищается и выбрасывается в атмосферу или может использоваться повторно по замкнутой схеме.

Основой предлагаемой технологии является протравливатель семян пневмомеханического типа с пневмозагрузочно-пылеочистительным устройством, отвечающий требованиям мелкодисперсного нанесения биопрепарата на поверхность очищенных семян, находящихся во взвешанном

состоянии в воздушном потоке, что обеспечивает точность нормы расхода биопрепарата и качество обработки. Пневмозагрузочно-пылеочистительное устройство легко встраивается в пневмосистему протравливателя пневмомеханического типа и может адаптировано под все существующие и вновь создаваемые протравливатели семян зерновых культур. Конструкции протравливателей пневмомеханического типа и пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства будут рассмотрены в следующем разделе.

Новая технология предпосевной обработки семян зерновых культур биопестицидами обеспечивает:

- повышение производительности и снижение энергоемкости технологического процесса за счет исключения энерго-металлоемкого технологического оборудования и транспортных средств для очистки семян от пыли и выполнения погрузочно (разгрузочно)-перевозочных работ;
- снижение травмирования семян, что сохраняет их всхожесть, соответственно повышается урожайность;
- исключение перерасхода дорогостоящих биопестицидов и повышение качества обработки за счет их мелкодисперсного нанесения на поверхность семян, движущихся в воздушном потоке во взвешенном состоянии;
- высокую жизнедеятельность и эффективность воздействия микроорганизмов;
- снижение экологической нагрузки и вредного воздействия на человека.

Следует подчеркнуть, что в данной технологии важными моментом выступает поддержание температурного режима раствора биопестицида.

Рассмотренные технологии предпосевной обработки посевного материала химическими и биопестицидами с предварительным очищением от пыли в едином технологическом потоке без соприкосновения очищенных семян с окружающей средой является в настоящее время наиболее перспективной тенденцией в данной области.

### 3 НОВАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

#### 3.1 Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян



Повышение урожайности и качества зерновых культур – одна из основных задач сельскохозяйственного производства. Долгосрочной стратегией развития зернового комплекса России до 2030 предусматривается наращивание производства зерна до 130 млн. тонн в год. Для достижения поставленных целей, наряду с наращиванием использования удобрений, возвращением в оборот неиспользуемых земель, селекцией новых перспективных сортов, совершенствованием технологий возделывания и другими факторами, важную роль играет совершенствование технических средств для предпосевной подготовки семян.

Предпосевная подготовка семян включает два основных этапа. Первый этап – подготовка семенного материала в процессе послеуборочной обработки зерна с целью получения семян, соответствующих требованиям современных стандартов.

Второй этап – предпосевная обработка семенного материала защитно-стимулирующими средствами, которая осуществляется протравливателями. Качество обработки, наряду с производительностью и энергоемкостью технологического процесса предпосевной подготовки семян зависит в основном от технологии и совершенства технических средств.

На качественные показатели предпосевной обработки семян влияют

 следующие основные взаимосвязанные группы факторов:

1. Соответствие семенного материала требованиям современных стандартов по чистоте, содержанию семян других растений, примесей. Чистота поверхности семян от пыли.
2. Правильный выбор препаратов на основе фитосанитарной

экспертизы и обеспечение их совместимости. Соблюдение технологий и требований к приготовлению рабочей жидкости.

3. Соответствие рабочих мест требованиям технологии и условиям охраны труда. Квалификация персонала (агроном, машинист, разнорабочие), соблюдение технологии и требований безопасности жизнедеятельности. Правильная подготовка к работе, регулировка, эксплуатация техники для предпосевной обработки.

4. Конструктивно-технологическая схема протравливателя. Конструкция и материал его рабочих органов (загрузочно-разгрузочных устройств, бункера-дозатора, насоса-дозатора, камеры протравливания, распылителей рабочей жидкости и др.).

Пути обеспечения эффективности первой группы факторов были рассмотрены ранее.

Анализ современных мировых и отечественных препаратов для предпосевной обработки семян и опыт их применения показывают, что рабочие растворы, приготовленные из них с точным соблюдением пропорций и технологий, имеют высокую эффективность воздействия и степень удерживаемости, при чистоте поверхности семян.

Положительный эффект на качество предпосевной обработки семян третьей группы факторов обеспечивается организационными мероприятиями и обучением персонала.

Четвертая группа факторов требует наибольшего внимания, так как зависит от разработчиков и производителей протравливателей семян. Факторы данной группы кроме качественных показателей протравливания влияют на степень травмированности обрабатываемых семян, расход дорогостоящих препаратов, степень антропогенного воздействия.

Исследования современных мировых и отечественных протравливателей семян показывают, что они имеют большое многообразие и осуществляется в следующих направлениях.

1. Копирование конструкции и принципа работы шнековых и камерных протравливателей, серийно выпускаемых в прошлом, на основе использования современных комплектующих (насосы, регуляторы давления, электроприборы, электронные системы автоматизации, дистанционное управление) и материалов (нержавеющая сталь, полимерные изделия, др.).

2. Совершенствование конструктивно-технологической схемы и принципа работы протравливателей камерного типа, серийно выпускаемых в прошлом со следующими изменениями:

а) упрощение конструкции и снижение энергопотребления путем сокращения технологических процессов (самозаправки водой, электронагревания рабочей жидкости, возможности поворота и наклона выгрузного шнека, исключения системы отсоса и очистки отравленного воздуха и др.);

б) использование новых технических решений в конструкции камерного узла с целью повышения качества нанесения рабочей жидкости на поверхность семян: турбодисковые рассеиватели семян, каскадные решета, дисковые (плоские, волнистые) или форсуночные распылители рабочей жидкости;

в) использование вращающихся барабанных камер протравливания с форсуночным впрыском рабочей жидкости;

г) замена шнековых питателей и загрузочно-разгрузочных устройств на скребковые, что позволяет снижать травмирование семян;

д) создание стационарных протравливателей с классической и усовершенствованной конструкцией, которые могут встраиваться в технологические линии зерноочистительных комплексов или семенных заводов, что позволяет исключить из конструкции загрузочно-разгрузочное устройства тем самым упростить конструкцию машины и обеспечить предварительное очищение семян от пыли при прохождении их через зерноочистительные и сортировочные машины.

Результаты этих исследований показывают, что в настоящее время в мире нет машины, которая удовлетворяла бы всем требованиям качества

протравливания, о которых было сказано выше. Поэтому, создание и внедрение в производство новых конструкций протравивателей, удовлетворяющих одновременно всем требованиям качества и обеспечивающих повышение производительности и снижение энергоемкости процесса предпосевной подготовки семян, является актуальной задачей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в направлении совершенствования конструкций машин для предпосевной обработки семян.

### 3.2 Классификация протравивателей семян

В результате анализа способов протравливания и конструкции протравивателей нами составлена классификация протравивателей семян, которая приведена на рисунке 3.1.

Литературный обзор, анализ результатов НИОКР и изучение современного рынка существующих конструкций протравивателей показывает, что они выполнены по единой принципиальной конструктивной схеме, предусматривающей последовательное выполнение таких основных технологических операций: механическую подачу семян в камеру протравливания, дозирование ядохимиката, транспортирование частиц ядохимиката до объекта обработки и распыливание механическими распыливающими органами его на мелкие частицы. При этом дозирующие устройства должны обеспечить заданный расход ядохимиката на единицу обрабатываемой площади и выдерживать его неизменным в процессе работы, а распределяющие устройства – равномерное распределение ядохимиката по поверхности обрабатываемого объекта. Кроме того, воздействие механических рабочих органов травмирует семенной материал, что снижает их всхожесть, соответственно урожайность и качество зерна.

На существующих протравивателях для обеспечения удерживаемости препарата на поверхности семян перед протравливанием необходимо

предварительно очистить семена от пыли, что существенно повышает энергоемкость технологического процесса.

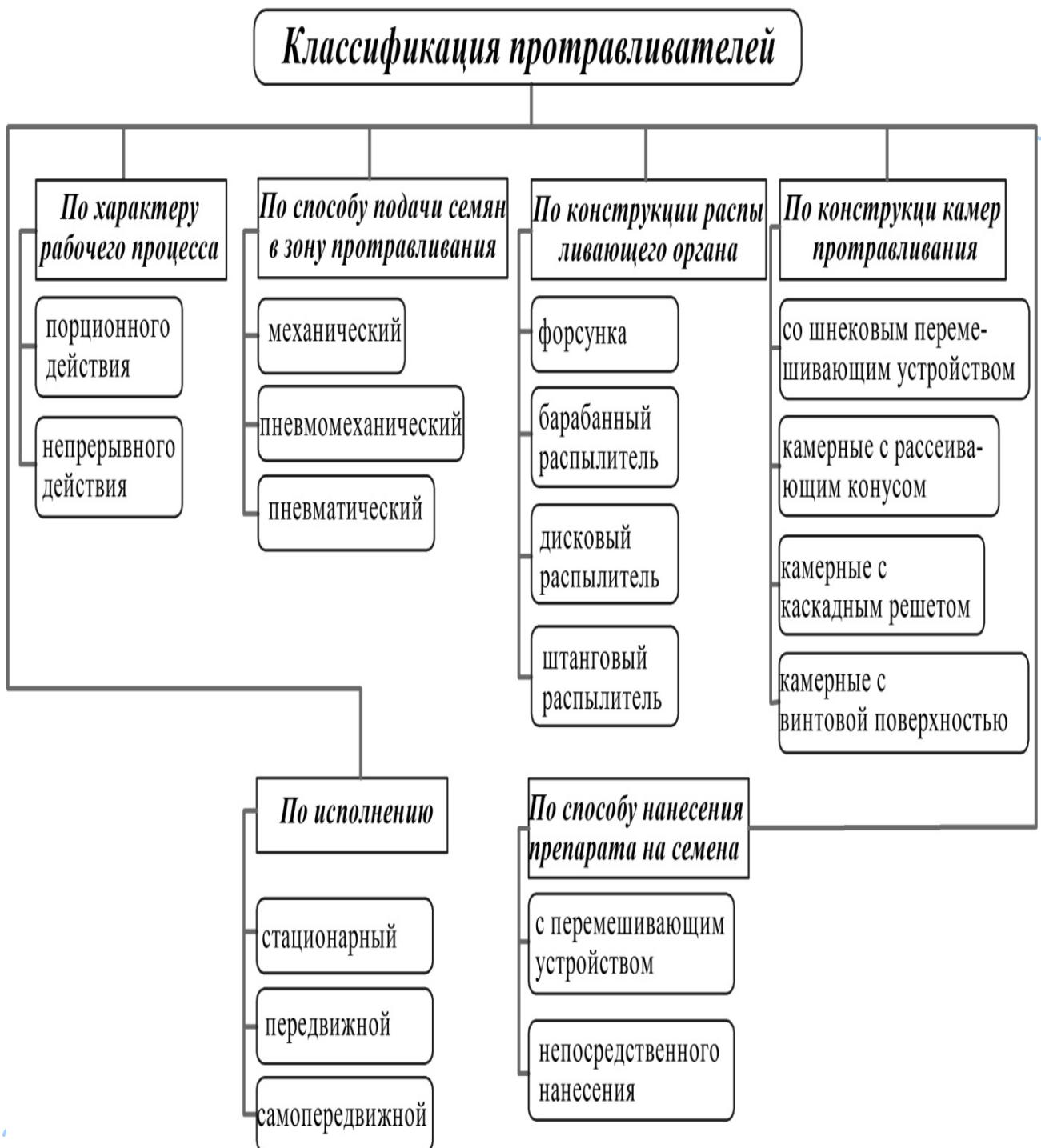


Рисунок 3.1 – Схема классификации протравивателей семян

На основании вышеизложенного можно утверждать, что создание протравливателя, позволяющего повысить качество протравливания, уменьшить травмируемость семян, обеспечивающий снижение энергоемкости является актуальной задачей.

Анализируя схему классификаций протравливателей можно отметить, что перспективным направлением в совершенствовании разработке протравливателей семян зерновых культур является использование пневмомеханических рабочих органов, где воздух транспортирует смесь семян и мелкодисперсных частиц рабочей жидкости, а также дополнительно диспергирует частицы рабочей жидкости, что будет обеспечивать более качественное протравливание и меньше травмировать посевной материал.

### 3.3 Основные направления развития современных протравивателей семян

Для протравливания большого количества посевного материала используются современные установки и машины для протравливания семян. В состав установок для протравливания с увлажнением должна входить распылительная камера, через которую обрабатываемый посевной материал проходит в виде тонкой вуали или тонкого слоя и где каждое зерно опрыскивается необходимым количеством протравителя.

Современное производство протравивателей семян зерновых культур на современном этапе осуществляется в следующих направлениях:

А) Копирование конструкции и принципа работы шнековых и камерных протравливателей, серийно выпускаемых в прошлых годах, на основе использования современных комплектующих (насосы, регуляторы давления, электроприборы, электронные системы автоматизации, дистанционное

управление) и материалов (нержавеющая сталь, полимерные изделия, др.). Сюда можно отнести протравливатели ПНШ-3 «Фермер» (рисунок 3.2), ПС-5 "Фермер" (Белоруссия) (рисунок 3.3), ПНШ-5 «Господар» (Украина) (рисунок 3.4), ПС-10АМ (Россия) (рисунок 3.5), «Мобитокс-20» (Венгрия) (рисунок 3.6).

Б) Совершенствование конструктивно-технологической схемы и принципа работы протравливателей, серийно выпускаемых в прошлом со следующими изменениями:

- упрощение конструкции и снижение энергопотребления путем сокращения технологических процессов (самозаправки водой, электронагревания рабочей жидкости, возможности поворота и наклона выгрузного шнека, исключения системы отсоса и очистки отравленного воздуха и др.). В качестве примера можно назвать протравливатели семян российского производства ПСС-20 (рисунок 3.7), УПС-10 (рисунок 3.8), ПС-20М-4 (рисунок 3.9).

- использование новых технических решений в конструкции шнека и камерного узла с целью повышения качества нанесения рабочей жидкости на поверхность семян: шнек с возможностью осевого перемещения, турбодисковые рассеиватели семян, каскадные решета, дисковые (плоские, волнистые) или форсуночные распылители рабочей жидкости. Сюда можно отнести протравливатели семян ПС-20 (Россия) (рисунок 3.10); СТ 2-10/ СТ 5-25 (фирма «Петкус» Германия) (рисунок 3.11); протравливатель семян шнековый по патенту РФ №2217897 (рисунок 3.12); протравливатель семян камерный по патенту РФ №2316925 (рисунок 3.13);

- использование вращающихся барабанных камер протравливания с форсуночным впрыском рабочей жидкости, например В 10-S и В-4 (фирма «Кимбрия» Дания, рисунок 3.14);
- замена шнековых питателей и загрузочно-разгрузочных устройств на скребковые, что позволяет снижать травмирование семян, например самопередвижной протравливателем семян KLEVER (Россия) (рисунок 3.15);
- создание стационарных протравливателей с классической и усовершенствованной конструкцией, которые могут встраиваться в технологические линии зерноочистительных комплексов или семенных заводов, что позволяет исключить из конструкции загрузочно-разгрузочное устройства тем самым упростить конструкцию машины и обеспечить предварительное очищение семян от пыли при прохождении их через зерноочистительные и сортировочные машины СТ 2-10/ СТ 5-25 (фирма «Петкус» Германия); В10-S и В-4 (фирма «Кимбрия» Дания); протравливателем семян пневматический по патенту РФ №2161394 (рисунок 3.16); устройство для протравливания семян по патенту РФ №2223623 (рисунок 3.17).

Основными недостатками шнековых протравливателей является низкое качество покрытия и травмирование семян. Шнек является основным травмирующим устройством в известных протравливателях.

К недостаткам протравливателей камерного типа относятся низкое качество обработки семян из-за того, что большая часть потока протравителя осаждается на внутренней стороне потока семян, что ведет к неравномерности их покрытия препаратом, время обработки незначительно, плохое перемешивание семенного материала с протравителями и травмирование при выгрузке выгрузным шнеком.

### 3.4 Конструктивно-технологические схемы современных протравливателей семян

#### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ ШНЕКОВЫЙ ПНШ-3 "ФЕРМЕР"**



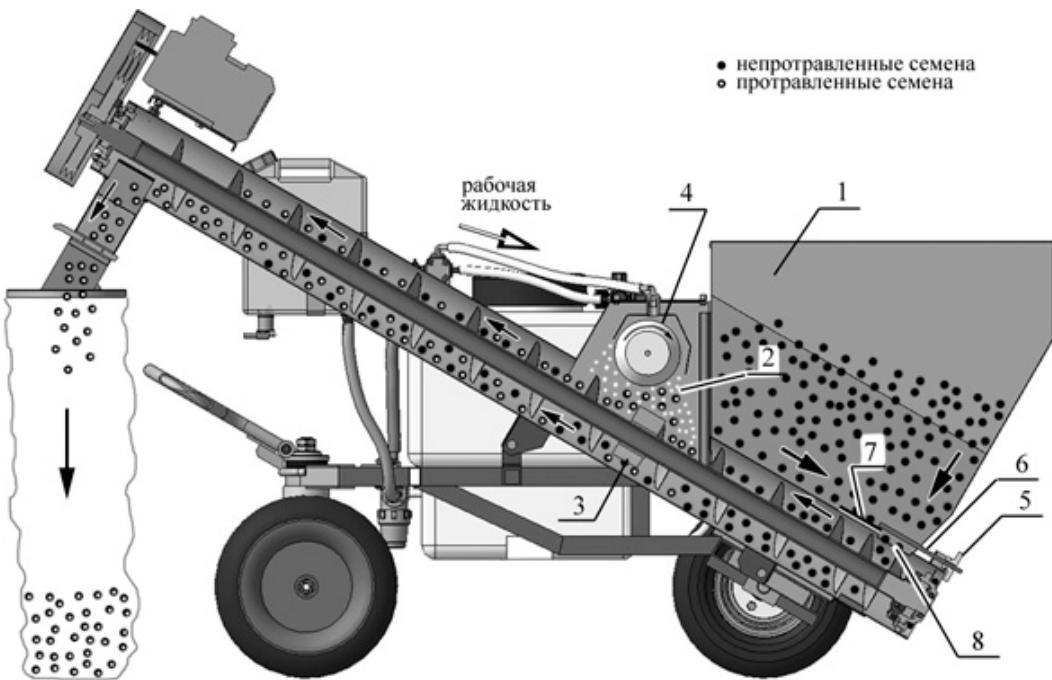
Рисунок 3.2 – Протравливатель семян шнековый ПНШ-3 "Фермер"

#### Технические характеристики:

- Производительность, т/ч: 3;
- Емкость бака, л: 50;
- Подача дозатора, л/мин: 0,1-0,75;
- Потребляемая мощность, кВт: 0,75;
- Габаритные размеры, мм: 2050x680x1250;
- Масса, кг: 100.

Протравливатель применяется для предпосевной обработки семян зерновых и технических культур. В протравливателе применена синхронизация подачи семян и рабочей жидкости, и плавная регулировка подачи рабочей жидкости и семян. Загрузка семян может производиться как ручным методом, так и с помощью механических средств. Выгрузку семян протравливатель производит в мешки.

### ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ ПС-5 "ФЕРМЕР"



- 1 - бункер;
- 2 – камера протравливания;
- 3 – лопатки встряхивателя;
- 4 - форсунка;
- 5 – маховик регулировочный;
- 6 – винт регулировочный;
- 7 – заслонка дозатора зерна;
- 8 – окно дозировочное

Рисунок 3.3 – Технологическая схема работы протравливателя ПС-5 "Фермер"

#### Технические характеристики ПС-5 "Фермер"

Производительность за 1 час (на пшенице), т/час	0,7-3,4
Полнота протравливания, %	100±20
Механическое повреждение семян, %, не более	0,5
Увеличение влажности семян, %, не более	1,0
Неравномерность подачи семян, %, не более	±5
Неравномерность подачи рабочей жидкости, %, не более	±5
Потребляемая мощность, кВт, не более	1,4
Масса, кг, не более	250
Количество обслуживающего персонала, чел.	2
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	2300×1270×1470
Удельный расход электроэнергии, не более, кВт/т	0,42

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ШНЕКОВЫЙ ПНШ-5 "ГОСПОДАР"



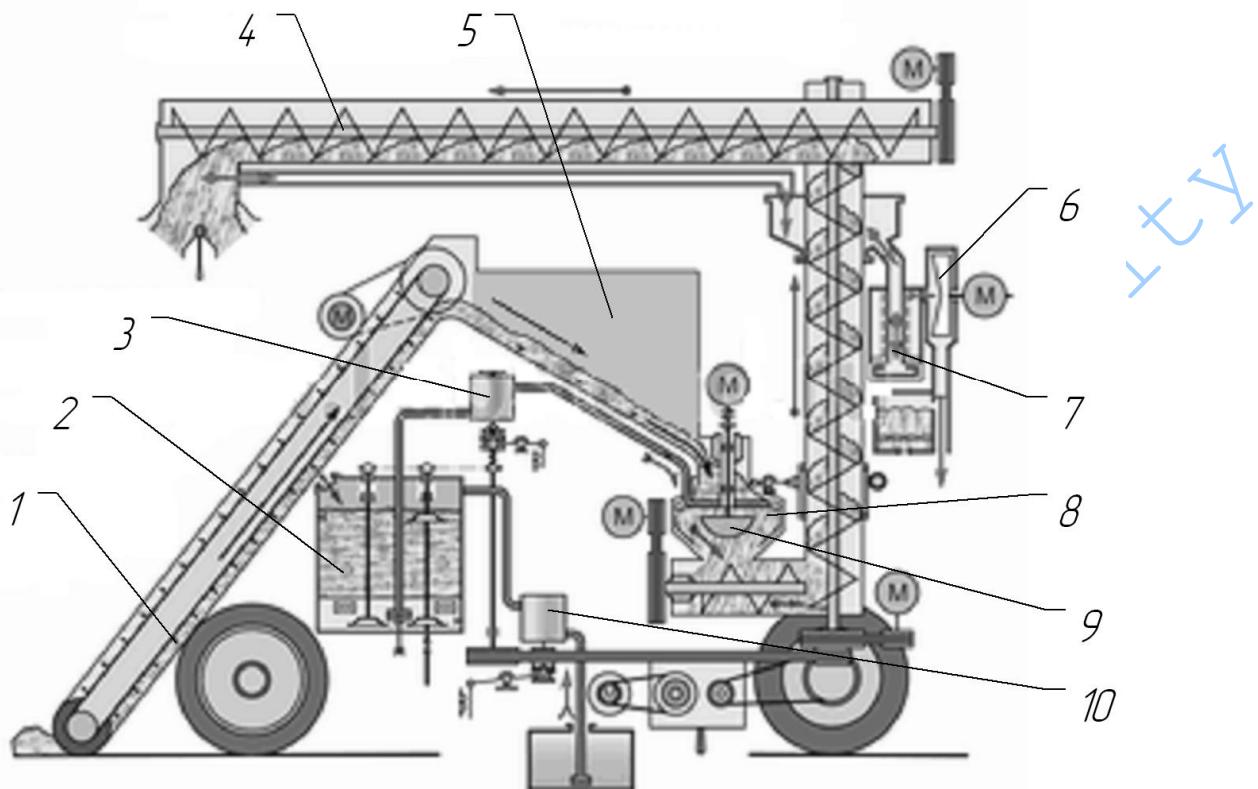
Рисунок 3.4 – Протравливатель семян шнековый ПНШ-5 "Господар"

### Технические характеристики:

- Производительность, т/ч: 5;
- Емкость бака, л: 50;
- Подача дозатора, л/мин: 0,3-1,0;
- Потребляемая мощность, кВт: 2,2;
- Габаритные размеры, мм: 2350x1570x1510;
- Масса, кг: 245.

Протравливатель семян шнековый ПНШ-5 применяется для предпосевной обработки зерновых и технических культур. Протравливатель является самоподвижным агрегатом с электроприводом механизмов. Обработка семян проводится в специальном протравливающем шнеке. Дозатор рабочей жидкости дает возможность получать точную и равномерную подачу в процессе работы. Шнековый подборщик обеспечивает механизированную загрузку семян в камеру протравливания. Машина малогабаритная, обеспечивает высокую маневренность и удобна в эксплуатации.

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ПС-10АМ



1 – загрузочный транспортер; 2 – резервуар для рабочей жидкости; 3 – дозатор;  
 4 – выгрузной шнек; 5 - бункер семян; 6 – вентилятор; 7 – фильтр; 8 – камера  
 протравлиивания; 9 – распыливающий диск; 10 – насос

Рисунок 3.5 – Схема протравливателя семян ПС-10АМ

### Технические характеристики ПС-10АМ

Производительность за час основного времени, т	до 20
Вместительность бака, л	200
Подача дозатора, л/мин	0,5- 3,5
Скорость движения при маневрировании, м/сек	0,4
Потребная мощность, кВт	5,6
Габаритные размеры в рабочем положении, (длина, ширина, высота) мм	5080x2090x3000
Масса, кг	800

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН САМОПЕРЕДВИЖНОЙ «МОБИТОКС-20»



Рисунок 3.6 – Протравливатель семян «Мобитокс-20»

Технические характеристики:

- Ширина захвата подборщика, м: 2;
- Вместимость бака, л: 300;
- Производительность (по пшенице) до, т/ч: 20;
- Расход рабочего раствора, л/т: 3-15;
- Потребляемая мощность, кВт: 6;
- Масса, кг: 850.

Камерный узел протравливателя с дисковым распылителем обеспечивает равномерное протравливание высокого качества. Машина оборудована специальными датчиками, позволяющими осуществлять синхронизацию поступления суспензии и семян. Два автоматических режима работы: высокий бурт, низкий бурт, а так же ручной режим работы.

Подшипниковые узлы на ступицах колес. Дистанционный приводной пульт управления (15м) для снижения воздействия пыли и пестицидов на оператора. Надежный насос и очень простая схема настройки подачи рабочей жидкости, визуальный контроль. Перемешивание рабочего раствора гидромешалкой. Большой удобный и герметичный щит управления. Высота выгрузного шнека позволяет производить загрузку протравленных семян в кузов грузового автомобиля с наращенными бортами (высота 2,6 м). Все органы управления в одной плоскости (на одной стороне). Защита электродвигателей от перегрузок.

### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ПСС-20**



Рисунок 3.7 –Протравливателя семян ПСС-20

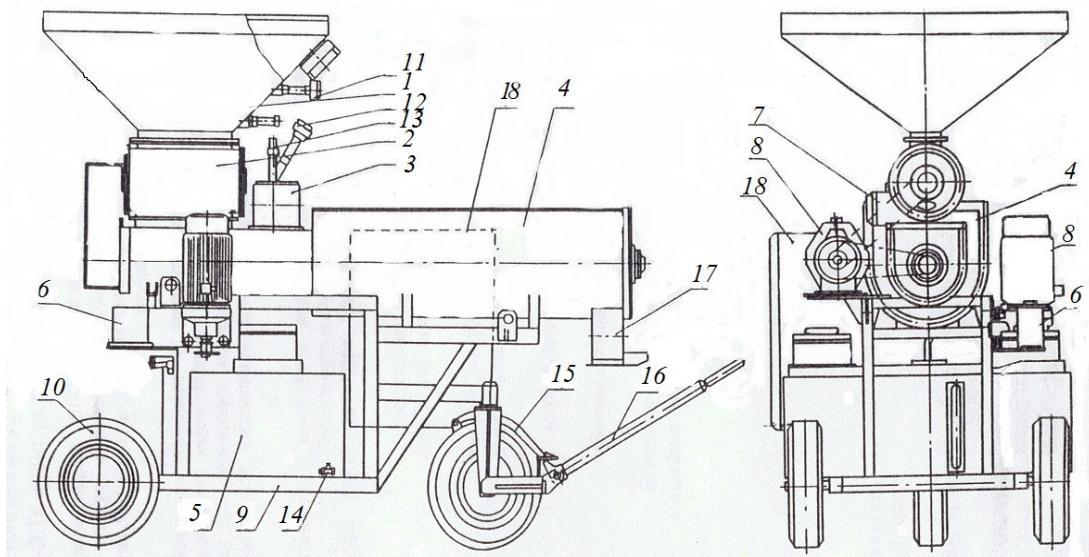
Универсальный самоходный протравливатель семян ПСС 20, предназначен для обеззараживания семян зерновых, бобовых и технических культур ядохимикатами, наносимыми на семена в виде суспензий. Работа протравливателя производится в мобильном режиме, в ходе которого загрузка, протравливание и выгрузка семян осуществляется при одновременном и

непрерывном движении машины посредством самоходного механизма. Семена в протравливатель загружаются непосредственно из бурта и разгружаются либо на транспортное устройство, либо в мешкотару или обратно в бурт.

#### Технические характеристики:

- Производительность, т: за 1 ч. основного времени: 20, за 1 ч. эксплуатационного времени: 16,6;
- Скорость передвижения, м/с: рабочая: 0,01-0,1, транспортная: 0,17-0,4;
- Масса машины, кг: конструкционная:  $800\pm20$ ; эксплуатационная:  $1000\pm20$ ;
- Габаритные размеры, мм, не более: длина: 5650; ширина: 2220; высота: 1950;
- Источник энергии: сеть переменного тока;
- Напряжение, В: 380;
- Частота, Гц: 50;
- Тип электродвигателей: асинхронный;
- Установленная мощность эл/двиг., кВт: 6,07;
- Полнота протравливания, %: 100;
- Неравномерность протравливания семян, %: 5;
- Неравномерность концентрации рабочей жидкости, %, не более: 5;
- Дробление семян, %, не более: 1;
- Повышение влажности, %, не более: 1;
- Насос-дозатор мембранный; максимальная подача, не более: 10 л/мин;
- Разбрасыватель рабочей жидкости дисковый (диаметр диска 160 мм, частота вращения – ,  $2850 \text{ мин}^{-1}$ );
- Бак рабочей жидкости стеклопластиковый; вместимость  $200\pm20$  л;
- Бункер стеклопластиковый; вместимость, не менее  $125 \text{ дм}^3$ ;
- Разбрасыватель семян дисковый диаметр диска, мм: 384, частота вращения  $145 \text{ мин}^{-1}$ ;
- Срок службы, лет, не менее: 10.

## УСТАНОВКА ПРЕДПОСЕВНОГО ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН УПС-10



1 – приемный бункер; 2 – дозатор семян; 3 – распылительная камера; 4 – смесительная камера; 5 – бак рабочей жидкости; 6 – насос-дозатор; 7 – распыливающее устройство; 8 – электропривод; 9 – рама; 10 – колесный ход; 11, 12 – датчик уровня; 13 – подводящий патрубок; 14 – сливной кран; 15 – стояночный тормоз; 16 – тяга; 17 – выгрузное устройство (мешкодержатель); 18 – пульт управления

Рисунок 3.8 – Общий вид и схема установка предпосевного протравливания семян УПС-10

## Технические характеристики УПС-10

Производительность на обработке семян пшеницы, т/ч	10
Диапазон регулирования подачи семенного материала дозатором, т/ч	2,5; 5,0; 7,5; 10
Диапазон регулирования подачи рабочей жидкости дозатором, л/мин	0,5-3,5
Неравномерность подачи обрабатываемого семенного материала и рабочей жидкости, %	$\pm 5$
Неоднородность распределения компонентов суспензии по объему ёмкости для рабочей жидкости не должна превышать в процессе работы, %	$\pm 5$
Дробление семян, %, не более	0,5
Удельная энергоёмкость процесса, кВт	0,35
Габаритные размеры, мм	1200×2900×2300
Масса, кг	$850 \pm 50$

Установка протравливания семян УПС-10 предназначена для предпосевной обработки семян зерновых, зернобобовых культур и льна защитно-стимулирующими препаратами в виде водных суспензий, эмульсий или растворов с добавлением клеющих веществ.

Установка стационарного типа с возможностью перемещения, пригодна к использованию как в составе технологических линий предпосевной подготовки семян так и автономно в складских помещениях, под навесами или открытых специальных площадках, привод электрический, номинальное напряжение 380 В, 50 Гц.

## ПРОТРАВОЧНАЯ МАШИНА ПС-20М-4



Рисунок 3.9 – Протравочная машина ПС-20М-4

Технические характеристики:

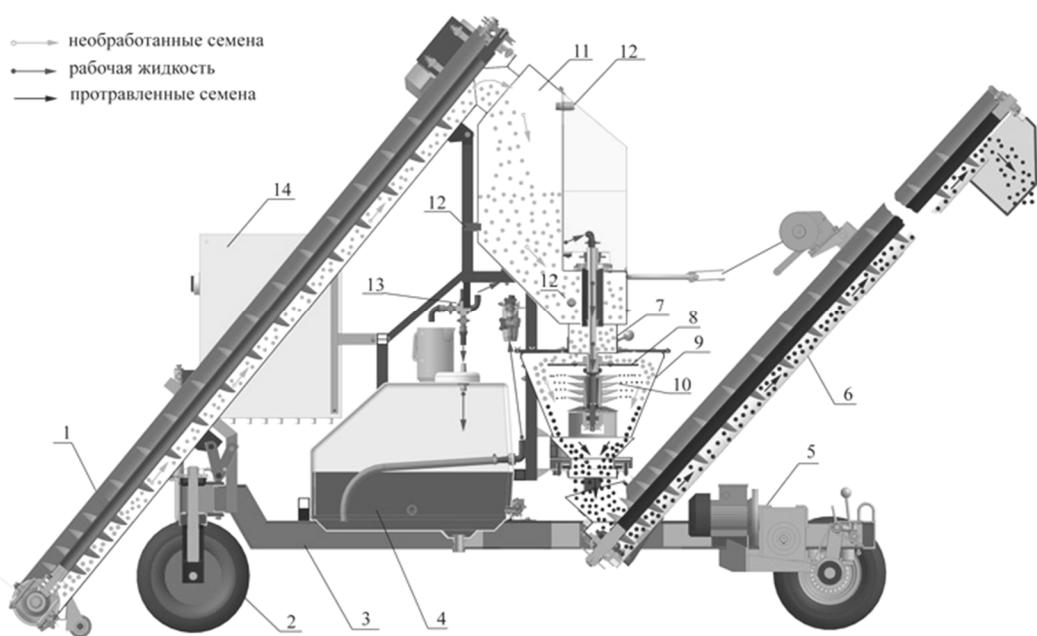
- Ширина захвата подборщика, м: 2,0
- Вместимость бака, л. – 300;
- Производительность до, т/ч – 20,0
- Высота выгрузного шнека, м – до 2,7
- Потребная мощность, кВт – до 6
- Рабочее оборудование – Италия.

Машина предназначена для протравливания семян зерновых и технических культур. Протравливание производится водными суспензиями ядохимикатов.

Преимущества:

- Камерный узел протравливания с дисковым распылителем обеспечивает равномерное протравливание высокого качества.
- Две скорости – транспортная и рабочая, а также нейтральная передача.
- Пластиковый бак для химикатов.
- Перемешивание рабочего раствора гидромешалкой.
- Защита электродвигателей от перегрузок.
- Дозатор для семян от 3 до 20 тонн.

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ПС-20



- 1 – загрузочный шнек; 2 – колесо; 3 – рама; 4 – резервуар для ядохимикатов;  
 5 – механизм самопередвижения; 6 – выгрузной шнек; 7 – дозатор семян;  
 8 – рассеивающий диск; 9 – камера протравливания; 10 – распылитель;  
 11 – каскадный диск; 12 – бункер семян; 13 – датчики; 14 – дозатор ядохимикатов; 14 – щит управления.

Рисунок 3.10 – Общий вид и конструктивно-технологическая схема протравливателя семян ПС-20

Протравливатель ПС-20 предназначен для обработки семян зерновых и бобовых культур всеми протравителями, применяемыми в сельском хозяйстве в виде растворов, эмульсий и суспензий.

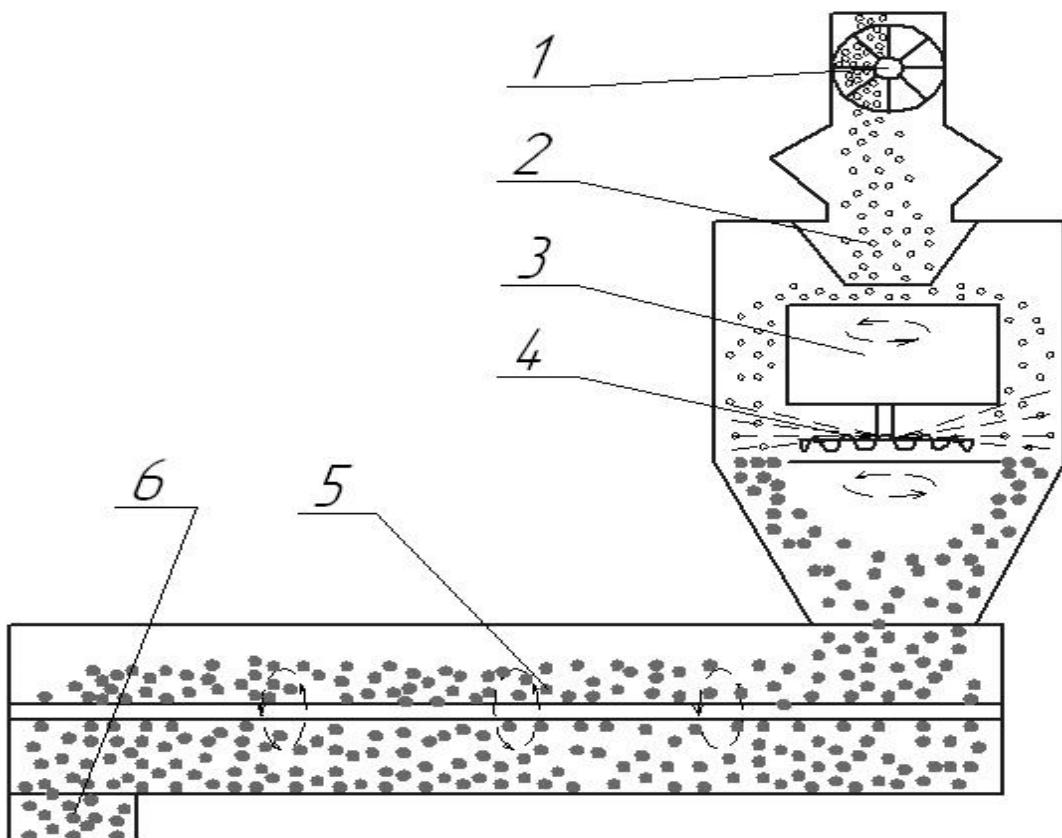
#### Технические характеристики ПС-20

Производительность (по пшенице), т/ч	20
Полнота протравливания, %	100±20
Механическое повреждение семян, %, не более	1,0
Увеличение влажности семян, %, не более	0,5
Неравномерность подачи семян, %, не более	±5
Неравномерность подачи рабочей жидкости, %, не более	±5
Потребляемая мощность, кВт	6
Габаритные размеры, мм	5700x2200x3300
Масса, кг	750
Удельный расход электроэнергии, кВт/т	0,38

#### Преимущества:

- высокая точность дозирования, благодаря наличию емкости постоянного уровня;
- высокая полнота протравливания;
- уникальная патентованная система распыла жидкости;
- дистанционное управление самоходом и поворотом протравливателя;
- простота конструкции;
- простота в обслуживании и очистке.

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СТ 2-10 PETKUS



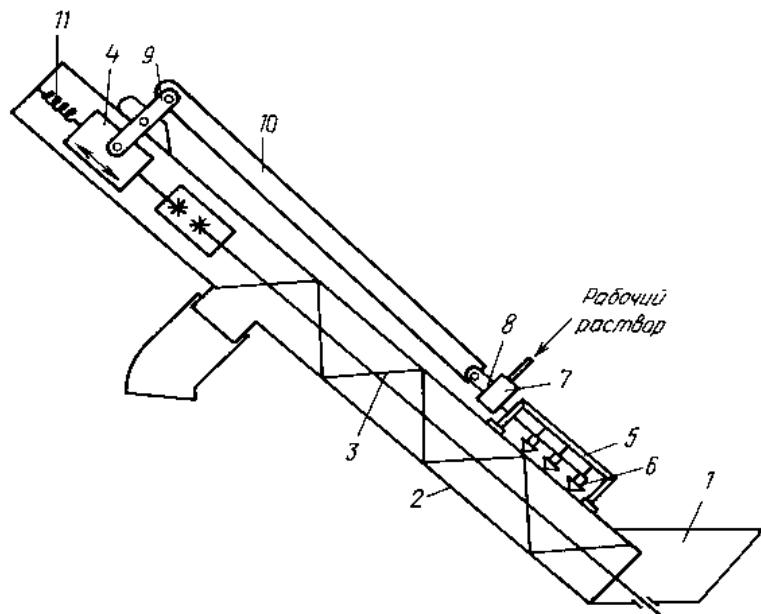
1 – шлюзовой дозатор; 2 – загрузочная воронка; 3 – распределительный диск;  
4 – распыливающий диск; 5 – дополнительный смеситель; 6 – выходное отверстие.

Рисунок 3.11 – Конструктивно-технологическая схема протравливателя СТ 2-10 PETKUS

### Технические характеристики СТ 2-10 PETKUS

Производительность (пшеница), т/ч	2-10
Установленная мощность двигателя:	
Диска, кВт	0,55
Очистного устройства (опция), кВт	0,18
Дополнительного смесителя, кВт	1,1
Насос ,кВт	0,18/0,37/0,55
Шлюзовой затвор-дозатор, кВт	0,37
Дозирование протравителя мл/100кг	200 - 800

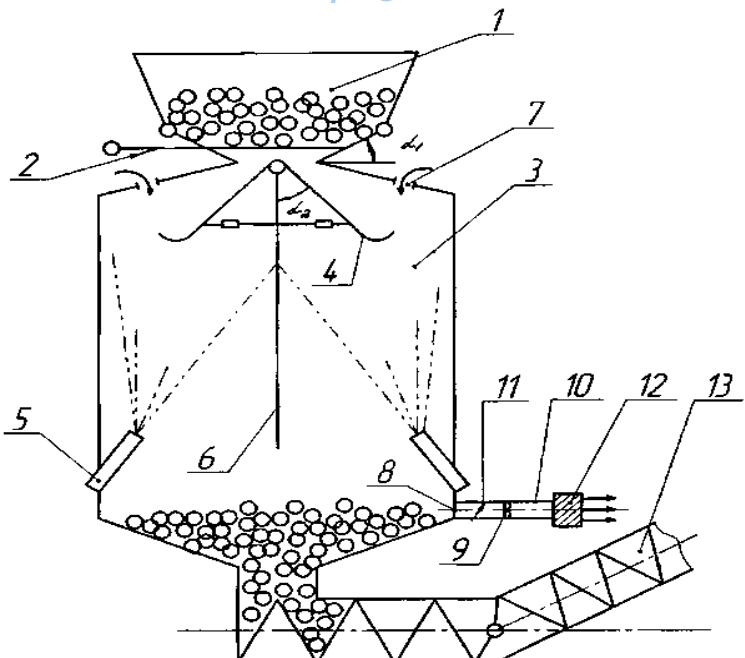
**ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН КАМЕРНЫЙ ПАТЕНТ РФ №2316925**



1- бункер; 2- корпус; 3- шнек; 4- датчик; 5- штанга; 6- распылитель; 7- дозатор;  
8- исполнительный механизм дозатора; 9- двухплечий рычаг; 10- тяга; 11- пружина

Рисунок 3.12 – Протравливатель семян шнековый, патент РФ № 2217897

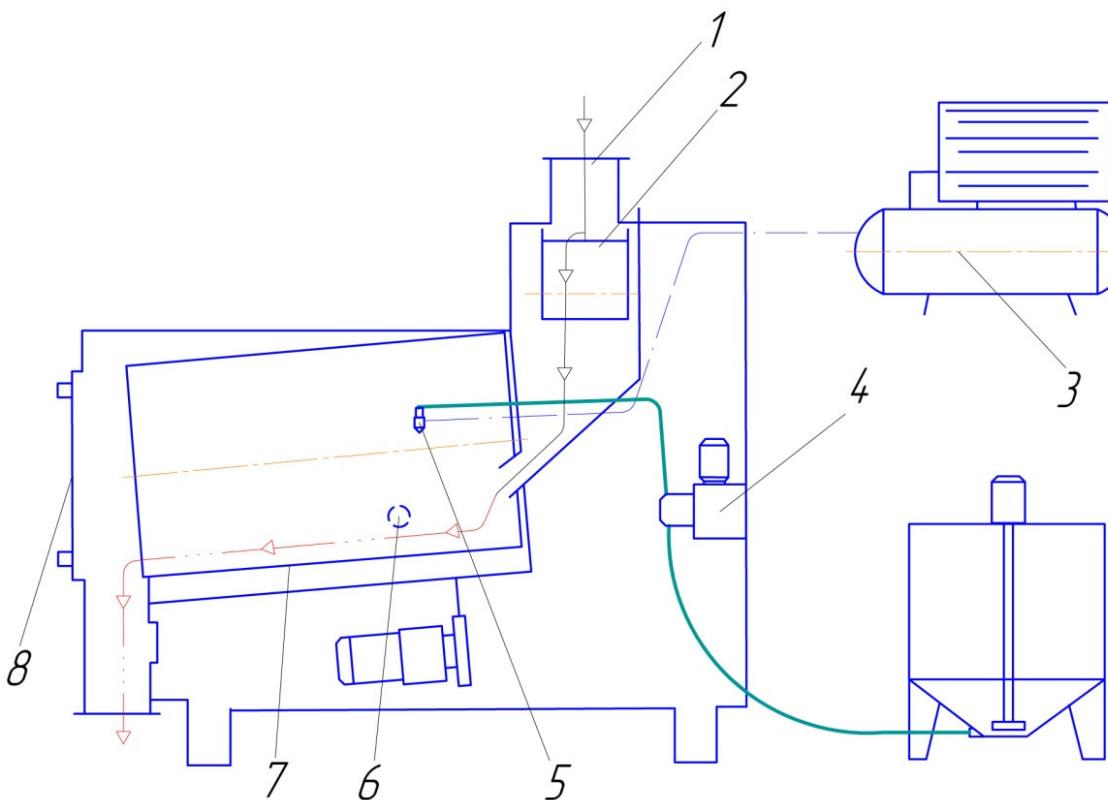
**ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН КАМЕРНЫЙ ПАТЕНТ РФ №2316925**



1- бункер; 2- заслонка; 3- камера протравливания; 4- распределитель; 5- распылитель;  
6- перегородка; 7- вентиляционное отверстие; 8- всасывающий патрубок; 9-  
вентилятор; 10- патрубок; 11- заслонка; 12- фильтр; 13- шнек

Рисунок 3.13 – Протравливатель семян камерный патент РФ №2316925

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ СЕМЯН КИМБРИЯ В-4 (ДАНИЯ)



1 – впускное окно; 2 – регулятор количества семян; 3 – компрессор сжатого воздуха; 4 – дозирующий насос; 5 – распылитель; 6 – связь с аспирацией; 7 – смесительный барабан; 8 – контрольное окно

Рисунок 3.14 – Схема протравливателя семян Кимбрия В-4 (Дания)

### Технические характеристики Кимбрия В-4

Производительность по зерну, т/ч	до 5,0
Мощность электродвигателей, кВт:	
– смесительный барабан	0,55
– дозирующий насос	0,18
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	10
Давление воздуха, атм	3
Размеры, мм	1730×700×2808
Вес, кг	360

## САМОПЕРЕДВИЖНОЙ ПРОТРАВИТЕЛЬ СЕМЯН KLEVER



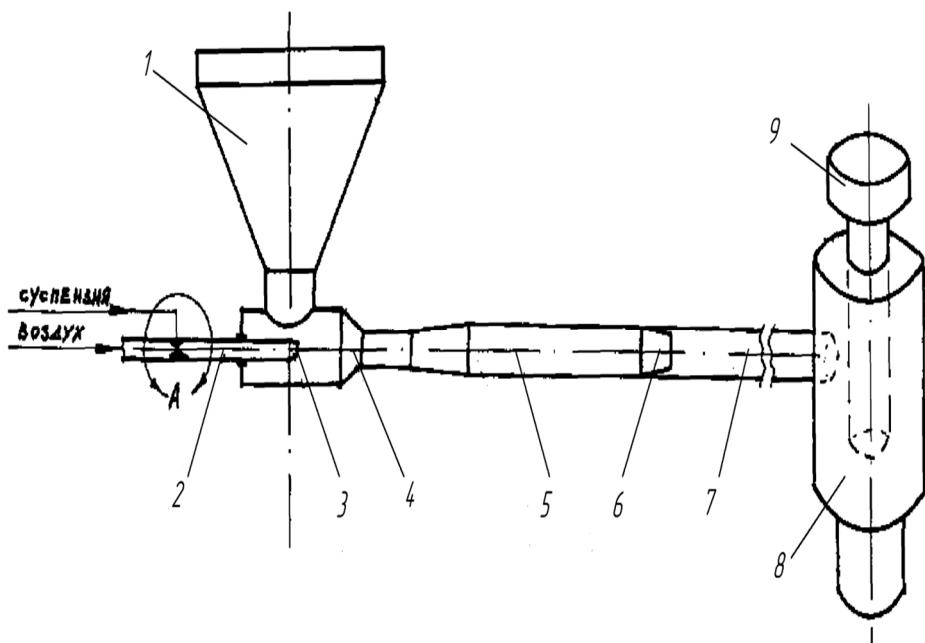
1 – скребковое питающее устройство; 2 – резервуар для ядохимикатов; 3 – камера протравливания; 4 – выгрузной шнек

Рисунок 3.15 – Самопередвижной протравитель семян KLEVER

### Технические характеристики KLEVER

Производительность (по пшенице), т/ч	20
Полнота протравливания, %	100-5
Механическое повреждение семян, %, не более	0,3
Увеличение влажности семян, %, не более	1,0
Потребляемая мощность, кВт	6,6
Габаритные размеры, мм	5100x4120x2012
Масса, кг	920±30

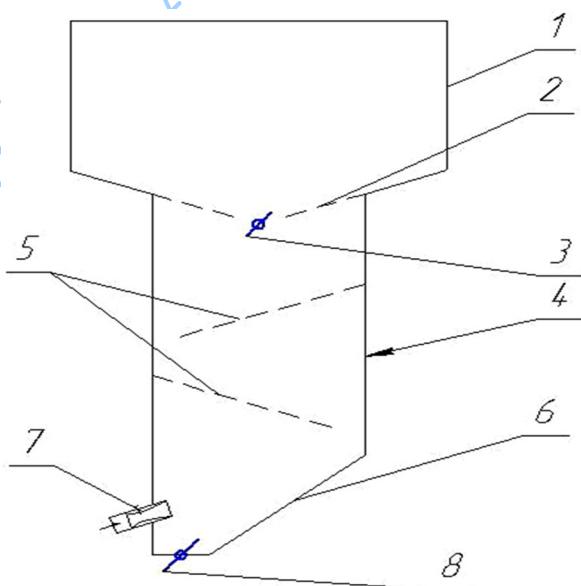
**ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ,  
ПАТЕНТ РФ №2161394**



1- бункер; 2- эжектор; 3- наконечник; 4 - трубка смешения; 5- трубка; 6- сопло  
Лаваля; 7- шланг; 8- выгрузное устройство; 9- фильтр

Рисунок 3.16 – Протравливатель семян пневматический, патент РФ №2161394

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН, ПАТЕНТ РФ №2223623**



1 – бункер; 2 – сетчатое дно; 3 и 8 – шибер; 4 – корпус; 5 – сетчатые полки;  
6 – дно; 7 – распылитель.

Рисунок 3.17 – Устройство для протравливания семян, патент РФ №2223623

## КАМЕРНЫЙ ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН, ПАТЕНТ 2373677

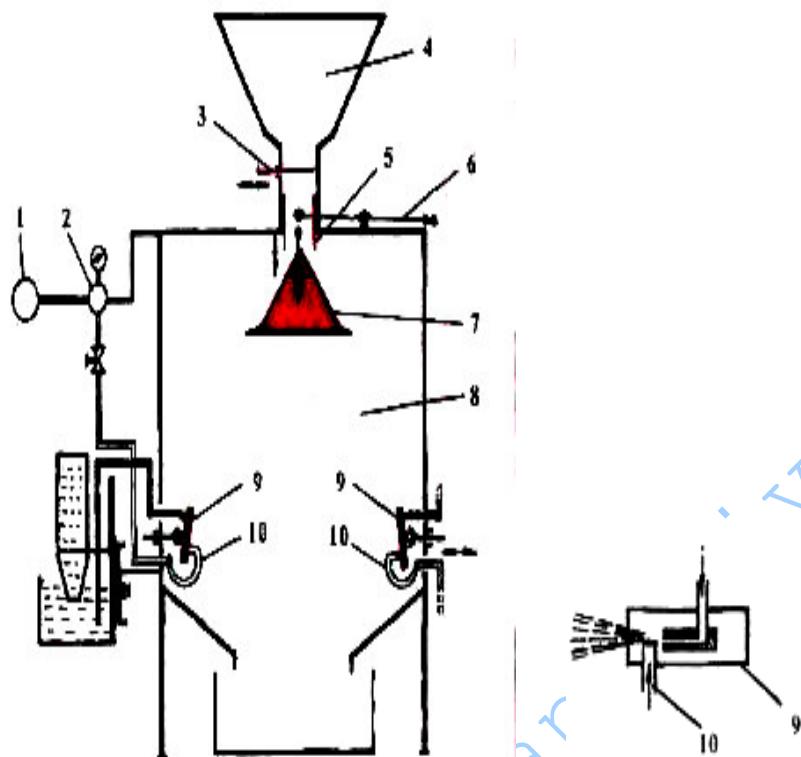


Рисунок 3.18 – Конструктивно-технологическая схема камерного протравливателя семян, патент 2373677

Протравливатель работает следующим образом: зерно поступает в бункер 4, из которого в камеру протравливания 8 его подают открытием заслонки 3. Изменение подачи обеспечивают дозирующей втулкой 5. Втулка 5 перемещается рычагом 6 относительно вершины конуса 7. Для уменьшения скорости скатывания семян и лучшего их распределения нижняя часть конуса выполнена в форме логисты. В нижней части камеры протравливания 8 расположены по периметру распылители 9. Факел распыла регулируется редуктором 2 воздуха, подаваемого от компрессора 1 по трубкам 10.

Преимущества перед существующими машинами: распылитель образует более мелкие капли, что позволяет снизить потери препарата и улучшить качество покрытия семян рабочей жидкостью; увеличивает пористость (скважность) потока семян, что обеспечивает лучшее распространение капель препарата по объему рабочей камеры; увеличивает время пребывания семян в зоне интенсивной обработки.

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН, ПАТЕНТ 2354097**

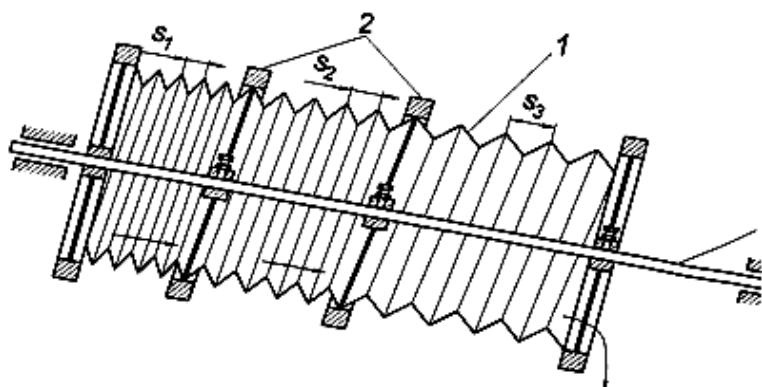


Рисунок 3.19 – Устройство для протравливания семян, патент 2354097

Устройство включает барабан, механическую передачу и привод. Барабан выполнен из эластичного материала в виде спирально-гофрированного цилиндра, закрепленного на вырезных дисках. Диски выполнены с возможностью осевого перемещения и фиксации на приводном валу.

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН, ПАТЕНТ 2346422**

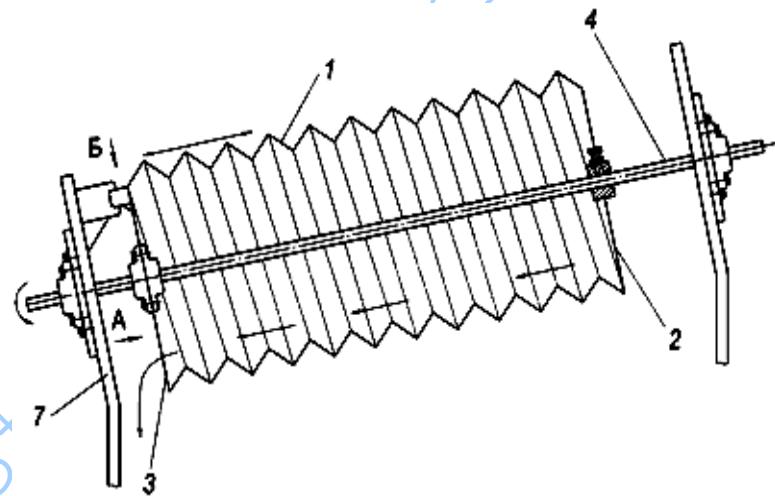


Рисунок 3.20 – Устройство для протравливания семян, патент 2346422

Устройство включает раму, барабан, механическую передачу и привод. Барабан выполнен из эластичного материала в виде спирально-гофрированного цилиндра, закрепленного на приводном и выходном дисках. Приводной диск жестко закреплен на валу. Выходной диск выполнен с возможностью осевого перемещения и вращения на приводном валу и снабжен упором, взаимодействующим с фиксатором переменной длины, укрепленным на раме.

**ПРОТРАВОЧНАЯ МАШИНА ПС-10АМ**

Рисунок 3.21 – Протравочная машина ПС-10АМ

Технические характеристики:

- производительность за час основного времени. Т – до 20,0;
- вместительность бака, л. – 200;
- подача дозатора, л/мин. – 0,5-3,5;
- скорость движения при маневрировании, м/сек. – 0,4;
- потребная мощность, кВт – 5,6.

Преимущества:

- механизированная загрузка и выгрузка протравленных семян;
- бесступенчатая точная дозировка рабочего раствора;
- автоматический режим работы агрегата;
- соблюдение экологической безопасности работы.

## ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН САМОПЕРЕДВИЖНОЙ ПСК-15



Рисунок 3.22 – Протравливатель семян самопередвижной ПСК-15

Протравливатель, работающий от сети трехфазного переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380 В, сохраняет свои характеристики при изменении напряжения питания от 342 до 418 В и частоты от 49 до 51 Гц. Имеет 2 режима работы – автоматический и наладочный.

Автоматический режим работы имеет 2 положения: при высоте бурта зерна до 1 м, при высоте бурта зерна более 1 м.

В наладочном режиме протравливателя выполняются следующие функции:

- включение и выключение загрузочного шнека;
- включение и выключение выгрузного шнека;
- включение и выключение распылителя;
- включение и выключение насоса подачи водного раствора;
- включение и выключение привода самохода.

### Технические характеристики:

- Максимальная производительность при протравливании семян пшеницы с плотностью не менее 780 кг/м<sup>3</sup> и высоте бурта не менее 1 м при установившемся режиме работы, т/час, не менее 15;
- Неравномерность подачи семян, характеризуемая коэффициентом вариации, %, не более ±5;
- Неравномерность подачи рабочей жидкости, характеризуемая коэффициентом вариации, %, не более ±5;
- Неравномерность концентрации рабочей жидкости в баке не более ±5 %;
- Дробление семян, %, не более: 1;
- Повышение влажности семян после протравливания, %, не более: 1;
- Температура окружающей среды, град. С: +10+35;
- Масса протравливателя, кг, не более: 800.
- Габаритные размеры протравливателя в рабочем положении, мм: длина 5600; ширина 2100; высота 2200;
- Тип электродвигателей, применяемых в протравливателе: асинхронные;
- Мощность электродвигателей, кВт:
  - шнека загрузочного: 2,2;
  - шнека выгрузного: 2,2;
  - привода самохода: 0,25;
  - распылителя: 0,55;
  - вентилятора системы аспирации: 0,55;
  - привода насоса: 0,75;
- Потребляемая мощность протравливателя, кВт, не более: 5,8;
- Предел регулирования расхода:
  - семян пшеницы, т/ч: 3-20;
  - водного раствора, л/мин: 0,5-3,5;
- Вместимость емкости для рабочего раствора, л: 210;
- Скорость движения при протравливании, м/мин: 0,5;

- Производительность вентилятора системы аспирации, м<sup>3</sup>/ч: 350 (при установке системы аспирации);
  - Оперативная трудоемкость очистки протравливателя при переходе на обработку другой культуры (семян), чел.-ч: 1,0;
  - Обслуживающий персонал (без загрузки в мешкотару), чел.: 1;
  - Средняя наработка на отказ, ч, не менее: 200;
  - Коэффициент готовности по оперативному времени, не менее: 0,99;
  - Ежесменное оперативное время технического обслуживания, ч: 0,15;
  - Удельная суммарная оперативная трудоемкость технических обслуживаний, чел.ч/ч: 0,08;
  - Срок службы, лет, не менее: 10.

### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ КАМЕРНЫЙ ПК-20 "СУПЕР"**



Рисунок 3.23 – Протравливатель камерный ПК-20 "Супер"

### Технические характеристики:

- Производительность, т/ч: 3-20;
- Емкость бака, л: 160;
- Подача дозатора, л/мин: 0,5-3,5;
- Потребляемая мощность, кВт: 5;
- Габаритные размеры в транспортном положении, мм: 2350x2040x2070;
- Масса, кг: 645.

Протравливатель ПК-20 – современная самоходная машина с электроприводом, оборудованная элементами контроля и регулировки потока семян, дозирования и подачи рабочего раствора, которые позволяют работать в полном автоматическом режиме. Благодаря оптимальной конструкции машина отличается хорошей маневреностью, малыми металло- и энергоемкостями.

Протравливатель выполняет такие операции: приготовление рабочей жидкости, самозагрузка семенами, протравливание семян, выгрузка обработанных семян в транспортные средства, мешки и бурт.

### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН САМОПЕРЕДВИЖНОЙ ПС-20 К.М.**



### Рисунок 3.24 – Протравливатель семян самопередвижной ПС-20 К/М

Технические характеристики:

- Ширина захвата подборщика, м: 2;
- Вместимость бака, л: 200;
- Производительность (по пшенице) до, т/ч: 20;
- Расход рабочего раствора, л/т: 3-15;
- Потребляемая мощность, кВт: 6;
- Масса, кг: 650.

Предназначен для обработки семян зерновых, зернобобовых и технических культур водными суспензиями пестицидов с целью защиты от возбудителей болезней и вредителей.

Камерный узел протравливателя с дисковым распылителем обеспечивает равномерное протравливание высокого качества.

Машина оборудована специальными датчиками, позволяющими осуществлять синхронизацию поступления суспензии и семян.

Два автоматических режима работы: высокий бурт, низкий бурт, а так же ручной режим работы.

Подшипниковые узлы на ступицах колес.

Дистанционный приводной пульт управления (15 м) для снижения воздействия пыли и пестицидов на оператора. Надежный насос и очень простая схема настройки подачи рабочей жидкости, визуальный контроль. Перемешивание рабочего раствора гидромешалкой. Большой удобный и герметичный щит управления.

Высота выгрузного шнека позволяет производить загрузку протравленных семян в кузов грузового автомобиля с наращенными бортами (высота 2,6 м).

Все органы управления в одной плоскости (на одной стороне). Защита электродвигателей от перегрузок.

### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ КАМЕРНЫЙ СТАЦИОНАРНЫЙ ПКС-20.**



Рисунок 3.25 – Протравливатель камерный стационарный ПКС-20

#### Технические характеристики:

- Продуктивность, т/ч: 3-20;
- Емкость баков, л: 320;
- Подача дозатора, л/хв: 0,5-3,5;
- Потребляемая мощность, кВт: 2;
- Габаритные размеры в транспортном положен, мм: 1630x1350x2000;
- Масса, кг: 290.

Применяется для предпосевной обработки семян и технических культур в цехах по подготовке семян или в семенных пунктах предприятий. Удобное расположение пульта управления и основных рабочих узлов дает возможность

оператору контролировать все параметры процесса протравливания с рабочего места.

### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР SBI-1**



Рисунок 3.26 – Протравливатель семян зерновых культур SBI-1

#### **Технические характеристики:**

- Мощность электродвигателя шнековой мешалки, кВт: до 1,5;
- Мощность электродвигателя насоса, кВт: до 0,37;
- Производительность, т/ч: до 4;
- Ёмкость бака хим. раствора, л: до 50;
- Высота загрузки семян, мм: до 1510;
- Обслуживающий персонал, чел.: 1;
- Габаритные размеры (длина/ширина/высота), мм: 2200/900/1550;
- Масса, кг: 160.

Протравитель семян состоит из следующих основных узлов: рамы, бункера, регулируемого дозатора семян, дозатора протравы, точно изготовленного из нержавеющей стали, шнекового транспортера нержавеющей стали, конструкция которого гарантирует точное смешивание как больших доз, так и малых доз семян с протравой, системы приготовления протравы,

состоящей из бака, насоса и химических препаратов. Протравитель семян управляется из коробки пуска и тепловой защиты электродвигателей.

### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МАЛООБЪЕМНЫЙ ПЗМ-1**



Рисунок 3.27 – Протравливатель семян малообъемный ПЗМ-1

#### **Технические характеристики:**

- Производительность протравливания по зерну, т/ч: до 60;
- Габаритные размеры, мм:
  - агрегата для приготовления рабочей жидкости: 1480x750x850;
  - протравливающей камеры: 1550x480x840;
- Подача рабочей жидкости, л/мин: 1,5-10;
- Масса, кг (суммарная): 56,7;
- Вместимость бака, л: 140;
- Рабочее давление в нагнетательной системе, МПа: до 0,65;
- Полнота протравливания, %: 100;
- Расход рабочей жидкости, л/т семян: 10,1;
- Неравномерность подачи рабочей жидкости, %: 0,5;
- Способ агрегатирования: камеры протравливания монтируются к трактору зернопогрузчика или зернометателя с помощью стремянок;
- Агрегатирование: зернопогрузчики, зернометатели ЗПС-60/100; ЗМ-60;
- Потребляемая мощность от электросети 220В, кВт: 1,5.

Малообъемный протравливатель семян зерна ПЗМ-1 представляет собой передвигаемую вручную конструкцию, состоящую из агрегата для приготовления рабочей жидкости, включающего насосную станцию с подающей высоконапорной и подводящей низконапорной коммуникациями, смесительный бак и тележку, на которой монтируются узлы; протравливающую камеру (насадку), на которой монтируются распылители, отражатели и соединительные пластмассовые трубы.

Насадка устанавливается на выгрузной транспортер зернопогрузчика (зернометателя). Агрегат питается от электросети с напряжением 220В. Подача рабочей жидкости регулируется изменением рабочего давления с помощью регулировочного клапана и заменой распылителей различного сечения.

### **УЛЬТРАМАЛООБЪЕМНЫЙ ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ КАРТОФЕЛЯ УМОП-20**

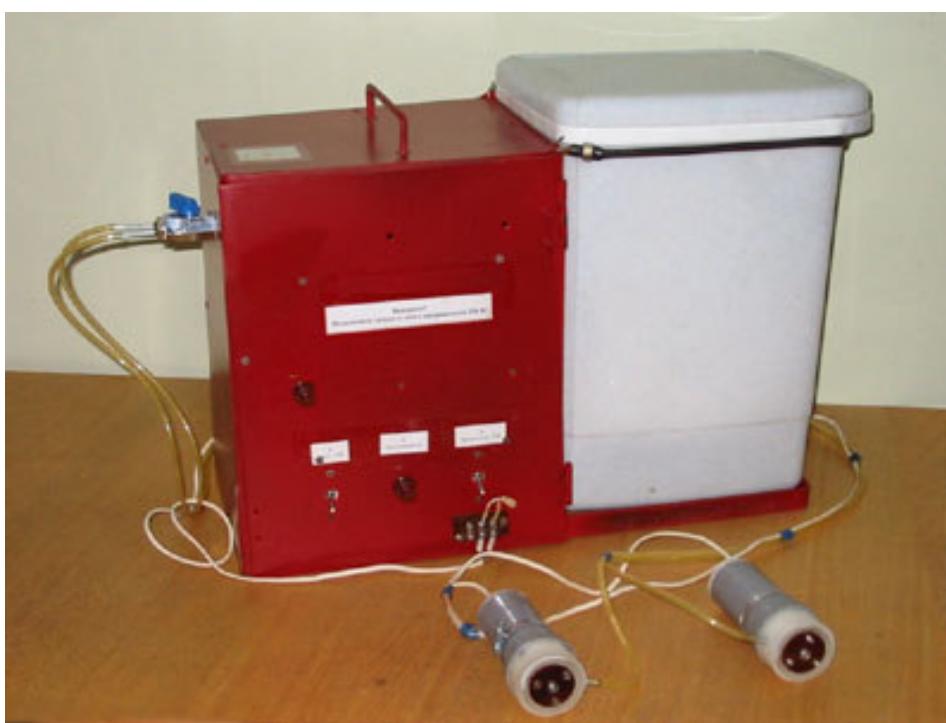


Рисунок 3.28 – Ультрамалообъемный протравливатель УМОП-20

### Технические характеристики:

- Производительность по картофелю, т/ч: 20;
- Вместимость бака для рабочей жидкости, л: 20;
- Расход препарата на 1 т. картофеля, мл: 100 – 200;
- Нанесение на поверхность картофеля, капель/1 см: не менее 100;
- Масса, кг: 15;
- Напряжение питания, В: 220;
- Потребляемая мощность, Вт: 100.

Предназначен для предпосевной и послеуборочной обработки семенного картофеля защитно-стимулирующими препаратами. Устанавливается на транспортёр-загрузчик ТЗК-30.

Состоит из бака, насосного блока с пультом управления насосом и распылителями, рамки с распылителями.

Из бака суспензия препарата подаётся насосом на тройник, который распределяет жидкость на дозирующий шариковый кран и кран обратного слива. Установленная доза суспензии препарата подаётся через распылители на клубни картофеля. Кран обратного слива необходим для создания напора в шлангах распылителей и для перемешивания суспензии в баке. Потери при хранении картофеля не превышают 5-6%; предпосадочная обработка снижает уровень болезней в 1,5 – 2,0 раза.

Таким образом, рассмотрены все основные модели и модификации современных протравливателей семян зерновых культур и картофеля.

### 3.5 Основные этапы технологического процесса протравливателей семян зерновых культур

Анализ их технических характеристик, конструктивного исполнения, конструктивно-технологических схем и принципа работы всех рассмотренных протравливателей показывают, что они ненамного отличаются друг от друга.

Поэтому для общего представления технологического процесса работы протравливателей семян зерновых культур рассмотрим более подробно принцип работы одного из современных протравочных машин «АГРИНЕКС» ПС-20К-4.

#### **ПРОТРАВЛИВАТЕЛЬ СЕМЯН «АГРИНЕКС» ПС-20К-4**

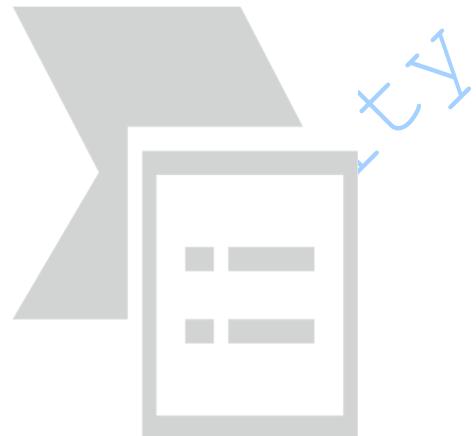


Рисунок 3.29 – Протравливатель семян «АГРИНЕКС» ПС-20К-4.

#### *Основные этапы технологического процесса*

- Протравливатель подключается к трехфазной сети питания 380 В через гибкий кабель (в комплект поставки входит 15 м кабеля и стандартные вилка и разъем).

- В емкость объемом 300 л через сетчатый фильтр горловины заливается рабочий раствор. В емкости есть уровнемер для визуального контроля уровня жидкости. Крышка бака с дыхательным клапаном. Центробежным насосом *PEDROLLO* (Италия) рабочий раствор через всасывающий фильтр *ARAG* (Италия) подается в узел дозирования состоящего из трехпозиционного регулировочного крана – задвижки, манометра и калиброванного жиклера. Настройка подачи рабочего раствора аналогична настройке полевых опрыскивателей, только отсутствует фактор скорости.



• С помощью регулировочного крана выставляется определенное давление, которое по таблице соответствует определенному расходу в литрах в минуту и должно соотноситься с устанавливаемой подачей зерна. Для точной настройки нормы расхода рабочего раствора поток этого раствора переключается в мерный цилиндр и таким образом происходит точная калибровка подачи рабочего раствора замером объема подачи в минуту.

• Визуальный контроль подачи рабочего раствора контролируется показаниями манометра. Насос подает рабочий раствор больше потребного для процесса протравливания в 5-8 раз. Поэтому обратным сбросом рабочего раствора в емкость достигается его непрерывное и качественное перемешивание. Все краны и шланги – химостойкие с большим ресурсом эксплуатации.

• В зависимости от высоты бурта с семенами выбирается режим работы протравливателя «Высокий бурт» или «Низкий бурт». Дело в том, что при высоком бурте семена сами осыпаются вниз всего лишь от вращения загрузочного шнека и излишне частое включение самохода приводит к пересыпанию и пробуксовке. При низком бурте, для равномерной подачи семян необходимо более частое включение самохода. Поэтому имеющиеся два

автоматических режима и позволяют иметь два разных алгоритма включения самохода с загруженным шнеком. Так же предусмотрен и аварийный ручной режим включения всех узлов, ведь процесс сева не должен останавливаться в случае выхода из строя автоматики.



- Как только семена попали в накопительный бункер автоматически включается насос. Дозированный рабочий раствор через полый вал привода подается на тарельчатый распылитель вращающийся со скоростью  $3000 \text{ мин}^{-1}$  и создающий мелкокапельный, очень плотный и качественный распыл рабочего раствора.
- Семена из бункера через дозатор ( $3-20 \text{ м/час}$ ) попадают на вращающийся со скоростью  $500 \text{ мин}^{-1}$ . плоский металлический диск –  $350 \text{ мм}$  и получая вращательное движение несколько секунд находятся в протравочном узле в разбрызгиваемом тарельчатом распылителем рабочем растворе. Этим достигается превосходное качество протравливания.
- Далее семена попадают в выгрузной шnekовый транспортер где происходит их дополнительное перемещение и выгрузка то ли на пол склада, то ли в кузов автомобиля. Высота подъема выгрузного шнека позволяет производить погрузку грузовых автомобилей. Шнек так же поворачивается влево и в право на  $120^\circ$ .
- Для удобства управления при переездах по складу на протравливателе применен автомобильный руль и сиденье, а также есть транспортная скорость. В приводе применяются надежные необслуживаемые итальянские мотор-редукторы *BINFIGLIOLI* или *SITI*.

## 4 НОВЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА

4.1 Новое направление по созданию комбинированных машин для предпосевной обработки семян с пневмомеханическими рабочими органами

Анализ факторов, влияющих на качество предпосевной обработки и исследование существующих протравочных машин дают основание сформулировать следующие направления по совершенствованию машин для предпосевной подготовки семян.

1. Они должны обеспечивать отделение пыли от поверхности семян в едином технологическом потоке и подачу очищенных семян в герметичный бункер без контакта с окружающей пыльной средой, что позволит:

- повысить производительность труда, снизить энергоемкость технологического процесса и уменьшить количество травмированных семян, за счет исключения из технологии операций связанных с погрузкой, перевозкой, разгрузкой семян и энергоемкого зерноочистительного оборудования для очистки их от пыли;

- обеспечит высокую степень прилипаемости и удерживаемости препарата на поверхности семян, за счет сохранения чистоты поверхности семян при поступлении в камеру протравливания.

2. Транспортировка семян в зоне обработки должна осуществляться во взвешенном состоянии и синхронно с мелкодисперсным (15...25 мкм) нанесением рабочей жидкости, что обеспечить требуемую полноту протравливания, высокую степень равномерности распределения препарата по семенам, снижение расхода препарата.

3. Рабочие органы протравливателей нового типа должны исключить травмирование семян при их движении в рабочих зонах машины.

4. Новые протравочные машины должны обеспечить исключить выброс отделенной пыли в атмосферу и утечку рабочей жидкости в окружающую среду.

5. Использование современных полимерных материалов при изготовлении емкостей и рабочих органов, которые исключают разрушительное воздействие агрессивных химических препаратов, облегчают конструкцию, снижают травмирование семян.

6. Протравочные машины нового поколения должны быть основаны на рабочих органах пневмомеханического типа, которые показали свою эффективность. Пневмомеханические рабочие органы представляет собой комбинацию регулируемых рабочих органов механического типа с управляемым воздушным потоком, осуществляющим загрузку, транспортировку, выгрузку семян, а также их смешивание с мелкодисперсной рабочей жидкостью.

Одним из новых направлений решения проблемы качественного протравливания семян зерновых культур при снижении энергоемкости процесса протравливания и травмирования семян является создание модельного ряда новых автоматизированных агрегатно-модульных трансформируемых протравивателей пневмомеханического типа, конструкция и принцип работы которых не имеют аналогов в мире.

Работа по созданию протравивателей семян нового поколения пневмомеханического типа в течение многих проводится научной школой под руководством доктора технических наук профессора Нуруллина Э. Г.

В протравивателях пневмомеханического типа впервые реализуется новая концепция технического осуществления способа протравливания семян с очищением от пыли, мелкодисперсным нанесением и обволакиванием их рабочей жидкостью в едином непрерывном технологическом потоке без травмирования рабочими органами, с повторным использованием концентрированного пестицидами воздуха по замкнутому циклу без выброса в атмосферу или выброса с очисткой.

Конструкция пневмомеханического протравливателя может трансформироваться в различные варианты (мобильный, стационарный, с пылеочистительным устройством и без него, с устройством для загрузки протравленных семян в мешки или в транспорт) и их сочетание. Они могут изготавливаться производительности от 3 до 10 т/ч.

#### 4.2 Протравливатели семян зерновых культур пневмомеханического типа

Создано несколько моделей протравливателей семян зерновых культур пневмомеханического типа нового поколения. Все они работают по функциональной схеме, которая представлена на рисунке 4.1.

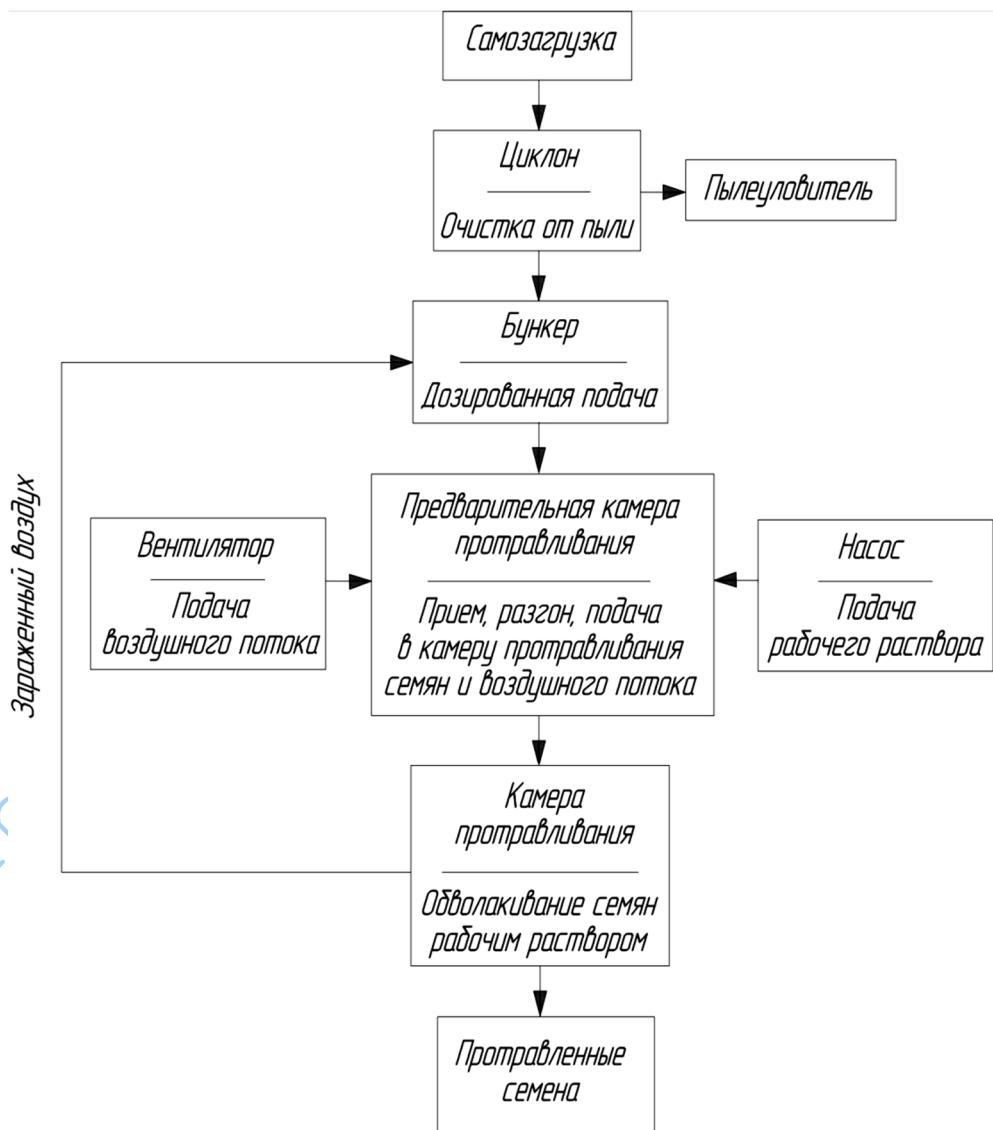


Рисунок 4.1 – Функциональная схема протравливателя семян зерновых культур пневмомеханического типа

Принцип работы всего модельного ряда протравливателей семян зерновых культур пневмомеханического типа предполагает непрерывное мелкодисперсное протравливание семян растворами защитно-стимулирующе-удобрительных средств на протяжении всего рабочего процесса, что будет обеспечивать полноту, высокую равномерность обработки семян. Кроме того, циркуляция воздуха по замкнутому контуру позволяет исключить зараженность окружающей среды и снизить расход рабочей жидкости. Использование воздушного потока при загрузке, перемещении семян в рабочих зонах позволяет снизить травмирование семян.

Рассмотрим конструктивно-технологические схемы некоторых моделей пневмомеханических протравливателей.

*1. Протравливатель семян пневмомеханического типа (рисунок 4.2, патент на изобретение № 2380876, авторы: Нуруллин Э.Г., Дмитриев А.В., Халиуллин Д.Т., Маланичев И.В., Чернявский С.А., Нуруллин Э.Э.).*

Протравливатель содержит бункер семян для семян 1 с дозатором, выходное отверстие которого выполнено регулируемым за счет изменения площади проходного сечения с помощью заслонки 11, бросковый вентилятор 9, камеру протравливания 4. Камера протравливания содержит распылители высокого давления 2, направленные на встречу потоку семян, неподвижный винтовой рабочий орган 6, канал 5 для всасывания остаточного количества смеси воздуха и рабочей жидкости с помощью броскового вентилятора 9, шлюзовой затвор 7 для выгрузки семян в тару.

Распылители высокого давления 2 подают рабочую жидкость в виде мелкодисперсной структуры на поток движущихся семян, полностью покрывая обрабатываемую поверхность.

Обработанные семена выгружаются из камеры протравливания 4 с помощью шлюзового затвора 7 в специально приготовленную тару.

Бросковый вентилятор создает разряжение в канале 5 камеры протравливания семян 4, всасывая остаточную смесь воздуха и рабочей жидкости для использования ее по замкнутому циклу.

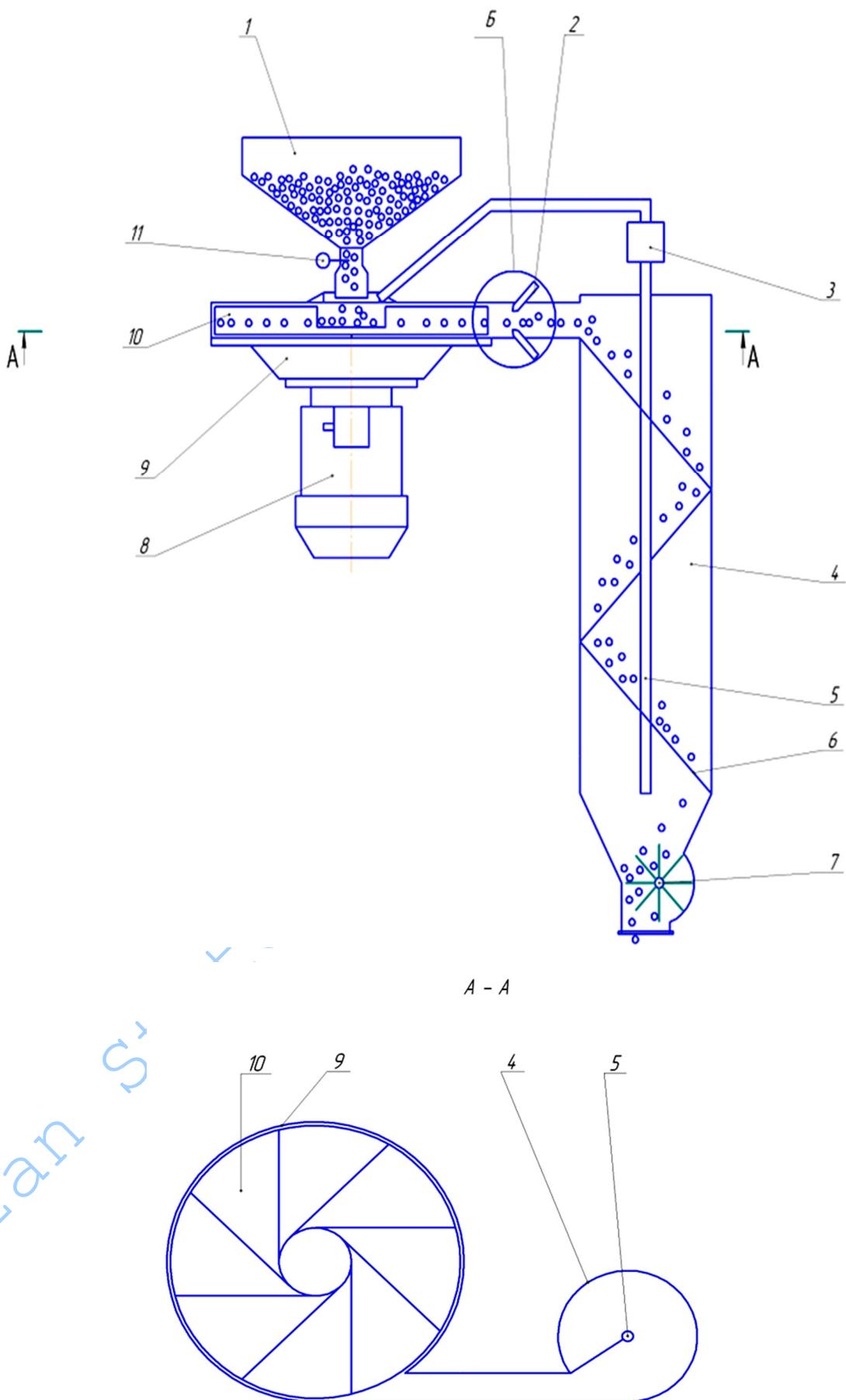


Рисунок 4.2 – Протравливатель семян пневмомеханического типа (патент на изобретение № 2380876)

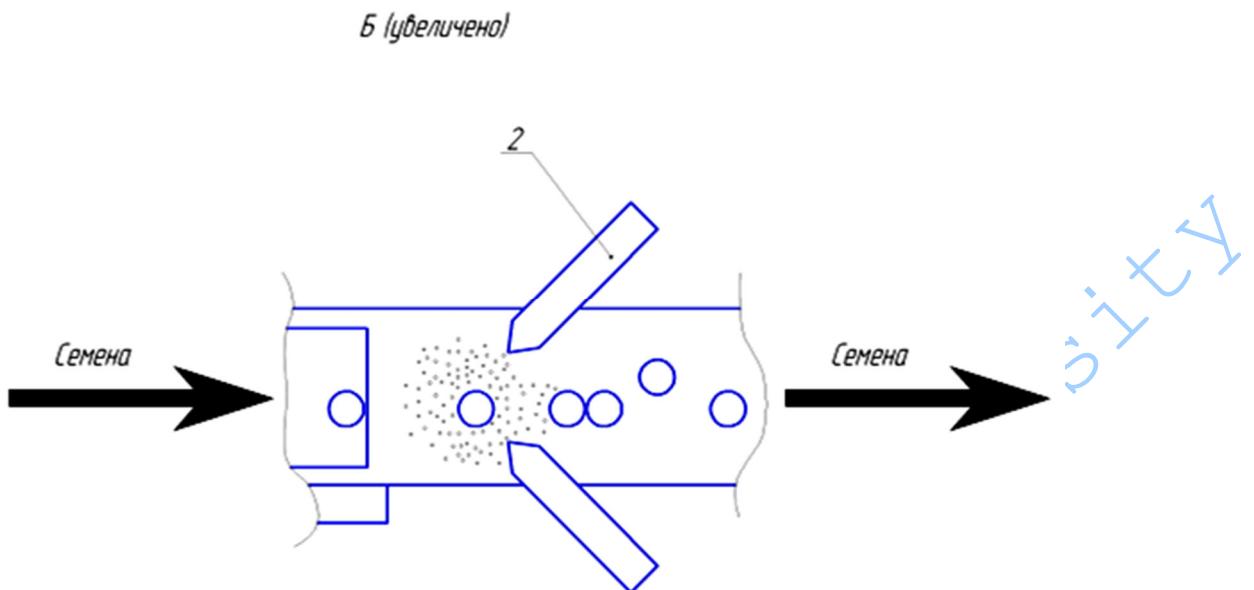


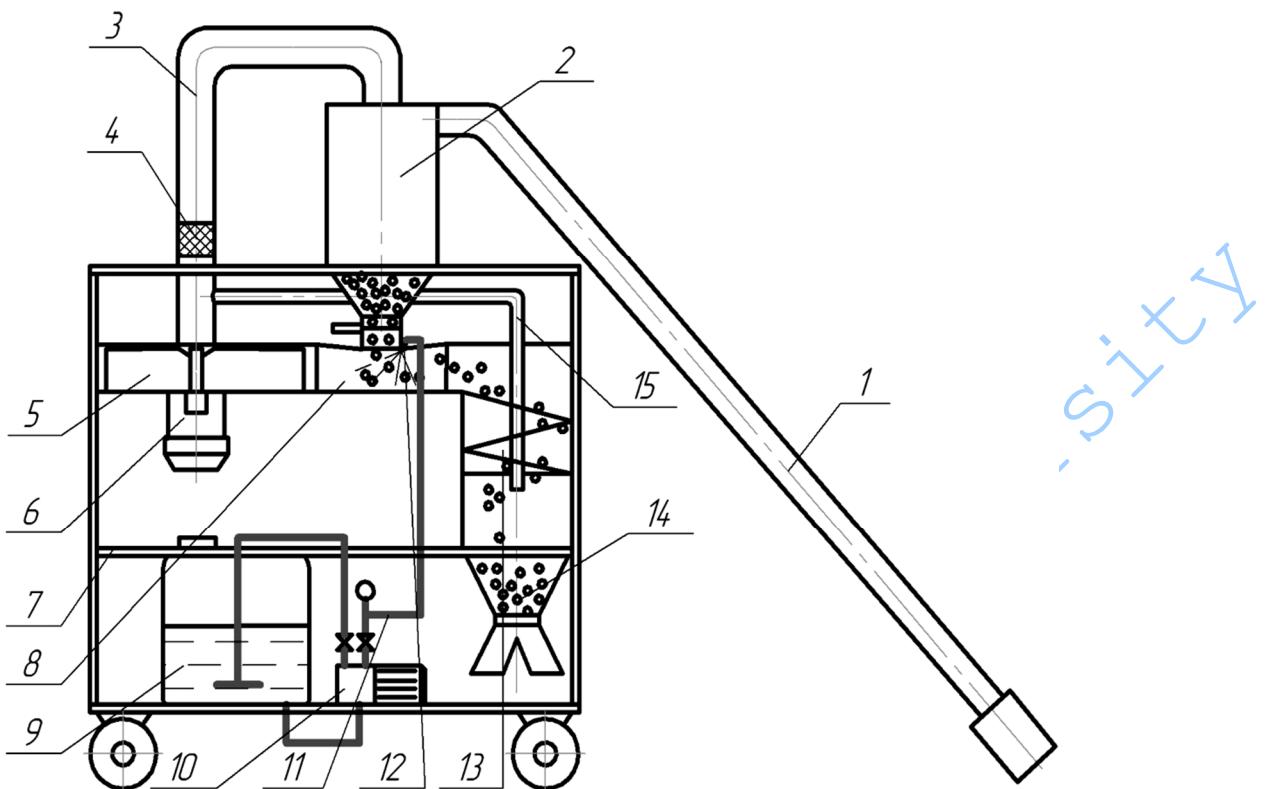
Рисунок 4.3 – Распылители протравливателя семян пневмомеханического типа по патент на изобретение № 2380876.

Норма расхода рабочей жидкости регулируется изменением давления распыла и заменой распылителей высокого давления (рисунок 4.3).

*2. Протравливатель семян зерновых культур пневмомеханического типа с дополнительным винтовым рабочим органом (разработан по патенту на изобретение № 2380876).*

По патенту на изобретение № 2380876 создан протравливатель семян пневмомеханического типа с дополнительным винтообразным рабочим органом, обеспечивающий качество протравливания семян. На рисунке 4.4 представлена конструктивно-технологическая схема нового протравливателя семян зерновых культур с дополнительным винтовым рабочим органом.

Пневмомеханический протравливатель работает следующим образом. Семена пневмотранспортом загружаются в бункер-дозатор, откуда дозировано подаются в предварительную камеру протравливания 8. Рабочий раствор готовится в баке с гидромешалкой 9 и насосом 10 подается к распылителю 12, который в мелкодисперсном виде распыливает рабочую жидкость в предварительной камере протравливания 8.



1 – загрузочный трубопровод; 2 – бункер-дозатор; 3 – воздуховод; 4 – фильтр;  
 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – рама; 8 – предварительная камера  
 протравливания; 9 – бак для рабочей жидкости с гидромешалкой; 10 – насос с  
 регулятором давления и электродвигателем; 11 – гидротрубки; 12 – распылитель  
 рабочей жидкости; 13 – основная камера протравливания; 14 – бункер-накопитель с  
 распределителем семян; 15 – трубка для отсоса отравленного воздуха из бункера  
 накопителя.

Рисунок 4.4 – Конструктивно-технологическая схема пневмомеханического протравливателя.

Из первичной камеры семена и мелкодисперсные частицы рабочей жидкости воздушным потоком, очищенным от пыли фильтром 4 транспортируются в основную камеру протравливания 13. При движении смеси семян и мелкодисперсной рабочей жидкости в воздушном потоке в предварительной камере и по поверхности винтового рабочего органа основной камеры происходит обволакивание семян рабочей жидкостью. Протравленные семена оседают в бункере-накопителе, затем распределяются в мешки, прикрепленные к распределителю.

3. Протравливатель семян пневмомеханического типа с подвижным винтовым рабочим органом (рисунок 4.5, патент на полезную модель № 111382, авторы: Салахов И.М., Дмитриев А.В., Нуруллин Э.Г.).

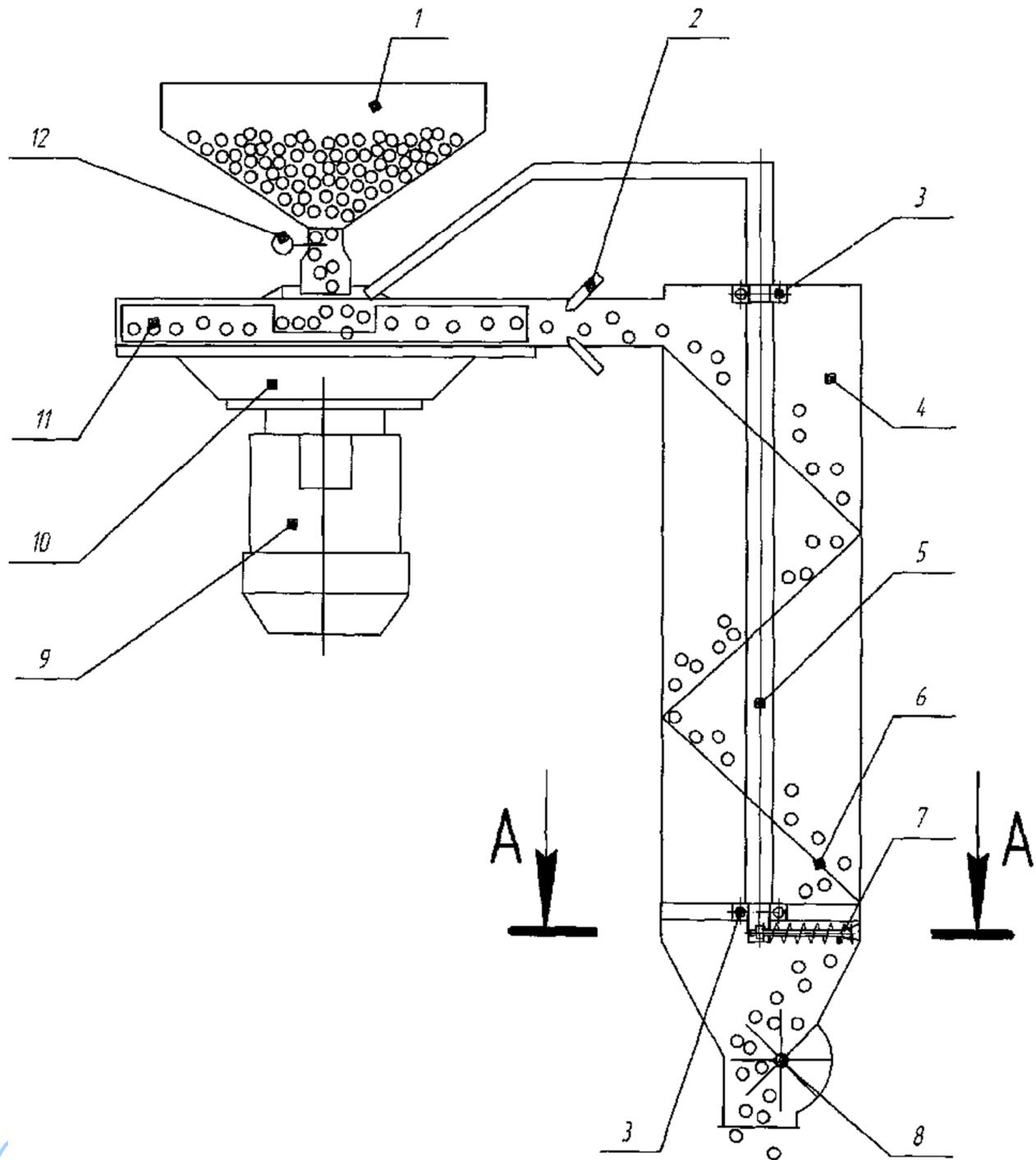


Рисунок 4.5 – Конструктивно-технологическая схема протравливателя семян пневмомеханического типа с подвижным винтовым рабочим органом.

Конструкция протравливателя семян пневмомеханического типа с подвижным винтовым рабочим органом в основном аналогична с конструкцией патента на изобретение № 2380876.

Она отличается тем, что установленный в ней подвижный винтовой рабочий орган может совершать возвратно-вращательное движение, которое осуществляется с помощью пружинного механизма 7 и подшипникового узла 3. Это позволяет исключить образование заторов от влажного зерна на винтовой рабочей поверхности дополнительной камеры протравливания.

*4. Протравливатель семян пневмомеханического типа со спиралеобразной вертикальной вторичной камерой протравливания (рисунок 4.6, патент на полезную модель № 130777, авторы: Салахов И.М., Нуруллин Э.Г.).*

Протравливатель семян пневмомеханический включает: бункер-дозатор 1 с механическим затвором 3, форкамеру предварительного протравливания 5 с мелкодисперсным распылителем 4, основную камеру протравливания, которая состоит из прямого горизонтального участка с мелкодисперсными распылителями 4 и вертикального участка спиралеобразной формы 6, центробежный вентилятор 2.

Протравливатель семян пневмомеханический, представленной на рисунке 4.6 работает следующим образом.

Семена подаются из бункера-дозатора 1 через механический затвор 3 в форкамеру 5, где происходит предварительное протравливание, затем семена подхватываются воздушным потоком, создаваемым центробежным вентилятором 2 и перемещаются по горизонтальному участку основной камеры протравливания 6, где после нанесения на семян, распылителями 4, рабочую жидкость в мелкодисперсном виде, попадают в вертикальный участок спиралеобразной формы, где продолжается процесс обволакивания семян рабочей жидкостью и происходит выгрузка семян.

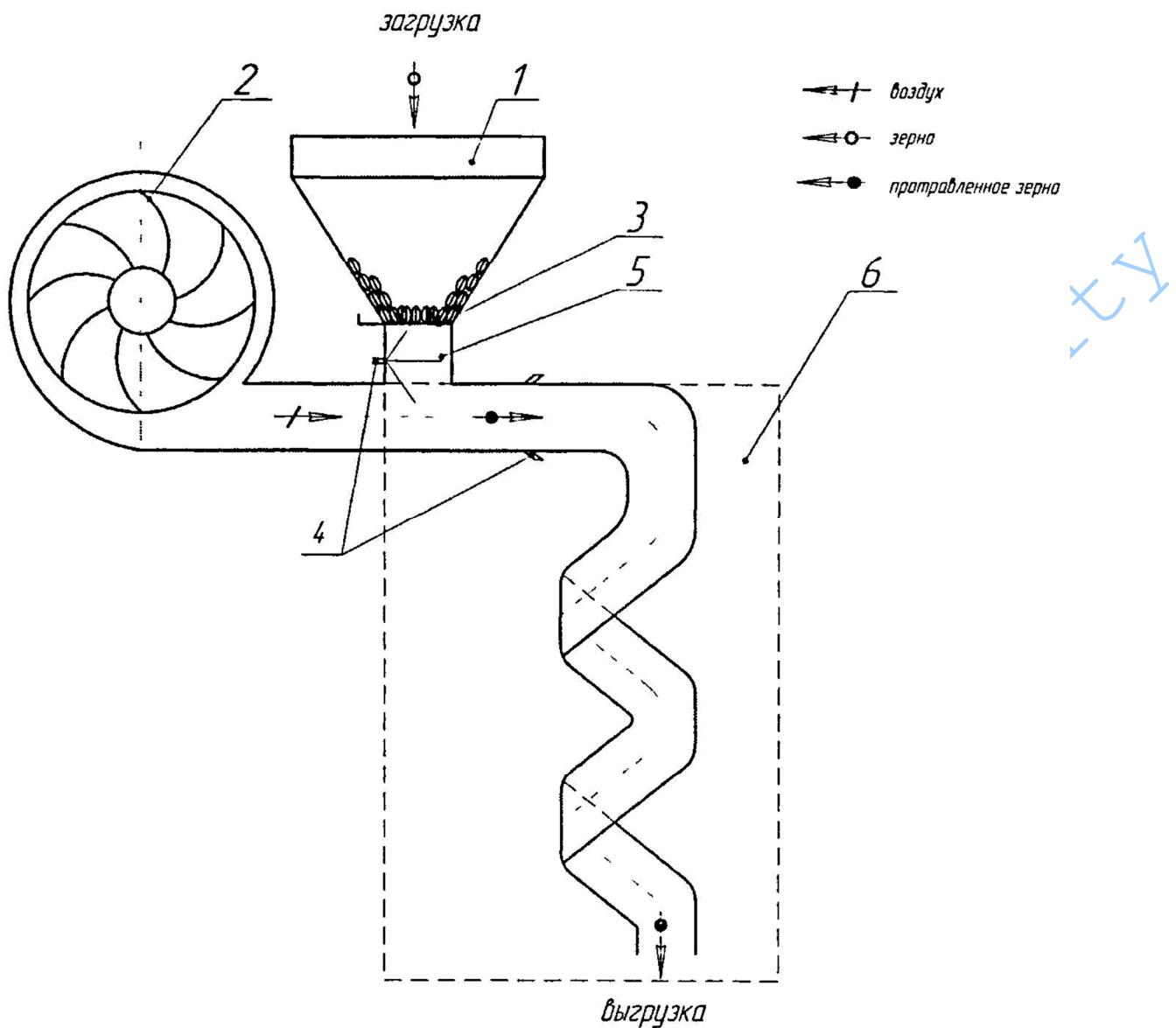


Рисунок 4.6 – Конструктивно-технологическая схема протравливателя семян пневмомеханического типа со спиралеобразной вертикальной вторичной камерой протравливания.

Протравливатель семян пневмомеханического типа со спиралеобразной вертикальной вторичной камерой протравливания обеспечивает степень покрытия поверхности семян рабочей жидкостью, за счет установки форкамеры с мелкодисперсным распылителем для предварительного протравливания семян и основной камеры протравливания, которая состоит из прямого горизонтального участка с мелкодисперсными распылителями,

расположенными в вертикальном и горизонтальном плоскостях и вертикального участка спиралеобразной формы, исключающей образование заторов протравленных семян при выгрузке; исключается травмирование семян и снижается энергоемкость выгрузки семян, за счет замены броскового вентилятора на центробежный вентилятор для пневмотранспортировки семян.

Норма расхода рабочей жидкости регулируется изменением давления распыла и заменой распылителей высокого давления.

Таким образом, использование протравливателя семян пневмомеханического типа позволяет снизить травмирование, предотвратить образование заторов в основной камере протравливания и повысить степень покрытия поверхности семян рабочей жидкостью.

### *5. Протравиватели семян пневмомеханического типа непрерывного действия.*

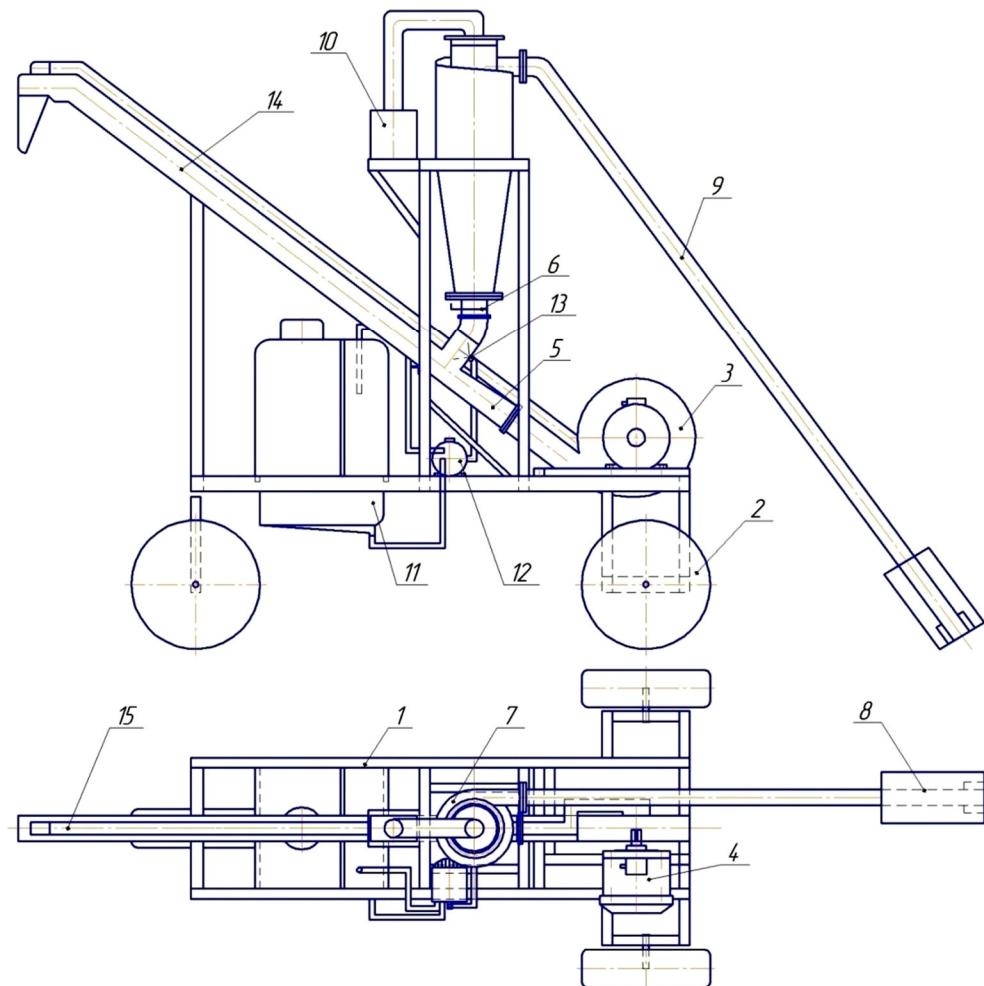
Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, проведенные в рамках научной школы профессора Нуруллина Э.Г. позволили разработать модельный ряд протравивателей семян зерновых культур пневмомеханического типа непрерывного действия мобильного и стационарного исполнения, которые позволяют реализовать двухфазную технологию предпосевной обработки семян зерновых культур в условиях сельскохозяйственных предприятий непосредственно в семенохранилищах. Они обеспечивают снижение энергоемкости и трудоемкости процесса предпосевной обработки семенного материала.

Рассмотрим их более подробно.

А). На рисунке 4.7 представлена конструктивно-технологическая схема передвижного пневмомеханического протравивателя семян зерновых культур оснащенного пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством и с возможностью загрузки протравленных семян в транспортное средство.

Протравиватель семян пневмомеханического типа непрерывного действия включает раму 1 с колесами 2, воздухонагнетатель 3 с

электродвигателем 4, камеру протравливания 5, дозатор семян 6, бункер-разгрузитель 7, приемник семян 8, пневмозагрузочный семяпровод 9, пылеотделитель 10, бак для рабочей жидкости 11, насос-дозатор 12 рабочей жидкости, форсунки мелкодисперсного распыла 13, пневморазгрузочный семяпровод 14, воздуховод для отравленного воздуха 15.

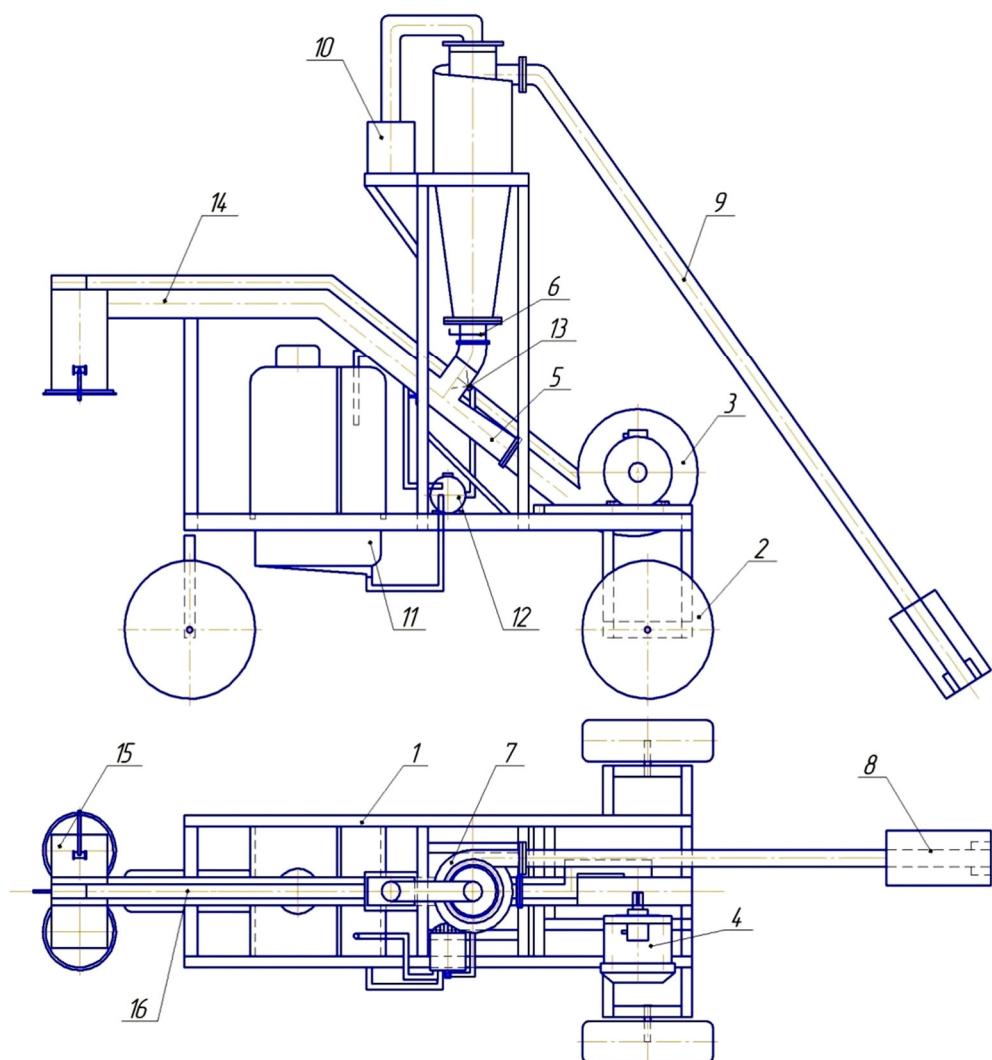


1 – рама; 2 – колеса; 3 – воздухонагнетатель; 4 – электродвигатель; 5 – камера протравливания; 6 – дозатор семян; 7 – бункер-разгрузитель; 8 – приемник семян; 9 – пневмозагрузочный семяпровод; 10 – пылеотделитель; 11 – бак для рабочей жидкости; 12 – насос-дозатор; 13 – форсунки мелкодисперсного распыла; 14 – пневморазгрузочный семяпровод; 15 – воздуховод для отравленного воздуха.

Рисунок 4.7 – Конструктивно-технологическая схема передвижного пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством и с возможностью загрузки протравленных семян в транспортное средство.

Протравливатель работает следующим образом. Воздухонагнетатель 3, получающий привод от электродвигателя 4 и соединенный через пылеотделитель 10 своим всасывающим отверстием с выхлопной трубой бункер-разгрузителя 7, создаёт вакуум в пневмозагрузочном семяпроводе 9 и воздуховоде для отравленного воздуха 15. Одновременно он создает нагнетательный воздушный поток в камере протравливания 5 и пневморазгрузочном семяпроводе 14. Под действием вакуума семена из бурта через приемник 8 по пневмозагрузочному семяпроводу 9 поступают в бункер-разгрузитель 7. В процессе движения по пневмозагрузочному семяпроводу 9 происходит снятие пыли с поверхности семян. В бункер-разгрузителе 7 из-за разряжения происходит отделение очищенных семян от пылевоздушной смеси. Пылевоздушная смесь через выхлопную трубу бункер-разгрузителя 7 поступает в пылеотделитель 10 где воздух очищается от пыли и поступает во всасывающий патрубок воздухонагнетателя 3 и нагнетается в камеру протравливания 5 и пневморазгрузочный семяпровод 14. Очищенные семена оседают в нижней части бункера-разгрузителя 7 и дозатором семян 6 дозировано подаются в приемный отвод камеры протравливания 5. Здесь на семена форсунками мелкодисперсного распыла 13 наноситься рабочий раствор, который подается к форсункам насос-дозатором 12 из бака для рабочей жидкости 11. Воздушный поток, нагнетаемый воздухонагнетателем 3 в камеру протравливания 5 захватывает поток семян и мелкодисперсные капли рабочей жидкости, не осевшие на поверхность семян в приемном отводе камеры протравливания 5 и транспортирует их по пневморазгрузочному семяпроводу 14. При этом воздушный поток дополнительно разбивает капли рабочей жидкости и перемешивает их с семенами. В результате поверхность каждого семени покрывается каплями рабочей жидкости. Далее протравленные семена загружаются непосредственное в транспортное средство и отвозятся на поле к посевным агрегатам.

Б). На рисунке 4.8 представлена конструктивно-технологическая схема *передвижного* пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством и с возможностью загрузки протравленных семян в мешки.



1 – рама; 2 – колеса; 3 – воздухонагнетатель; 4 – электродвигатель; 5 – камера протравливания; 6 – дозатор семян; 7 – бункер-разгрузитель; 8 – приемник семян; 9 – пневмозагрузочный семяпровод; 10 – пылеотделитель; 11 – бак для рабочей жидкости; 12 – насос-дозатор; 13 – форсунки мелкодисперсного распыла; 14 – пневморазгрузочный семяпровод; 15 – распределитель семян; 16 – воздуховод для отравленного воздуха.

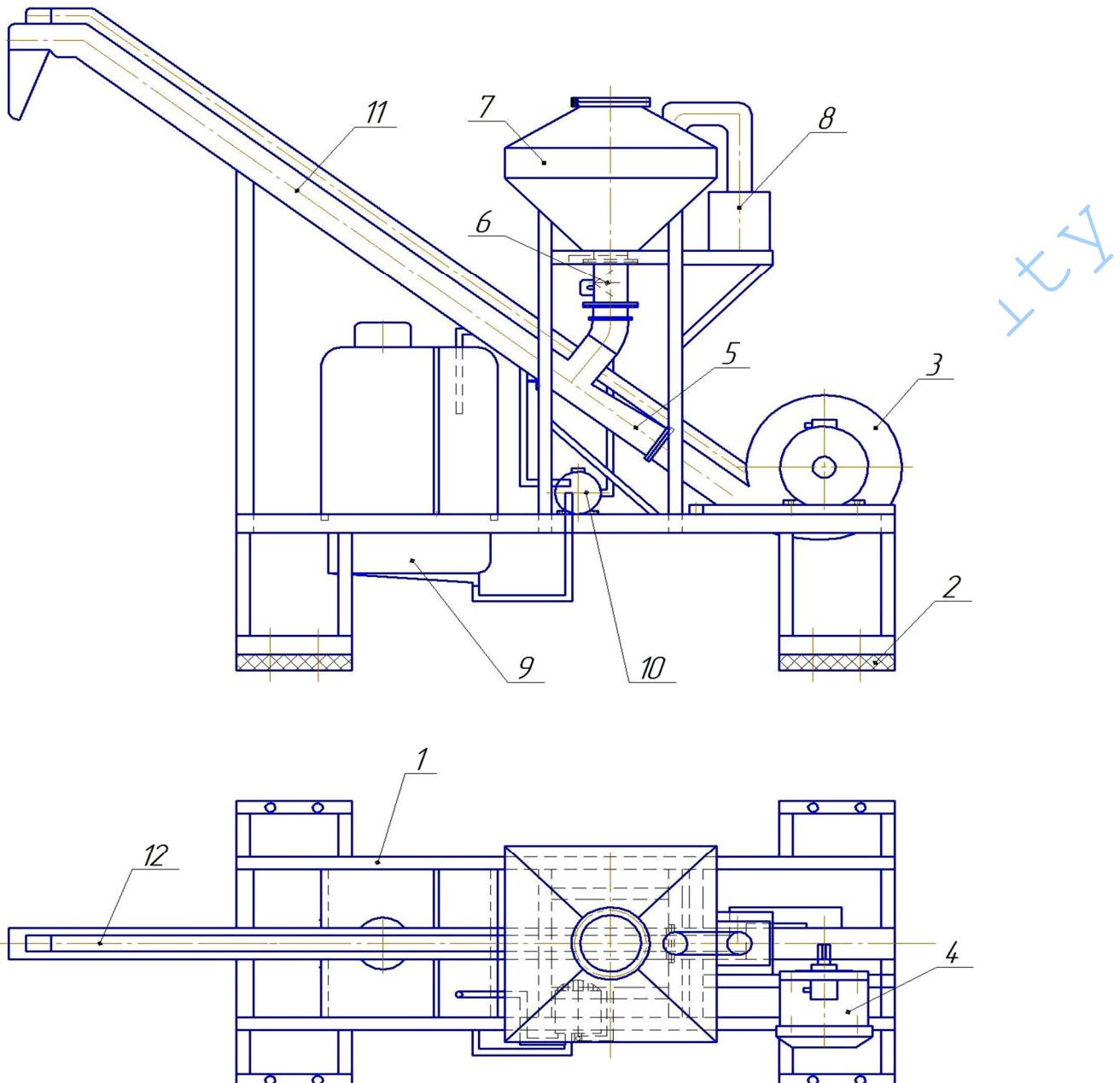
Рисунок 4.8 – Конструктивно-технологическая схема *передвижного* пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством и с возможностью загрузки протравленных семян в мешки.

Устройство и принцип работы передвижного пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством, имеющего возможность загрузки протравленных семян в мешки в основном аналогичен предыдущей модификации (рисунок 4.7). Отличием является конструкция пневморазгрузочного семяпровода 14, имеющего распределитель семян 15 и предназначенного для загрузки протравленных семян в мешки в непрерывном режиме.

Пневмомеханические протравливатели этих двух модификаций (рисунки 4.7, 4.8) обеспечивают реализацию новой технологии предпосевной подготовки посевного материала с предварительной очисткой от пыли в едином технологическом потоке без повторного соприкосновения очищенных семян с пылью непосредственно в семяхранилищах.

В). На рисунке 4.9 представлена конструктивно-технологическая схема стационарного пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пылеотделительным устройством и с возможностью загрузки протравленных семян в транспортное средство.

Пневмомеханические протравливатели данной модификации обеспечивают реализацию однофазной технологии предпосевной подготовки посевного материала, т.е. они предназначены для работы в составе семяприготовительных линий зерноочистительно-сушильных комплексов сельскохозяйственных предприятий. Могут также работать в составе технологических линиях семенных заводов. При этом они являются завершающей технологический процесс подготовки семян техническим средством, и всегда устанавливаются в конце технологической линии. Они также загружают протравленные семена непосредственно в транспортное средство.



1 – рама; 2 – демпфер; 3 – воздухонагнетатель; 4 – электродвигатель; 5 – камера протравливания; 6 – дозатор семян; 7 – бункер-накопитель; 8 – пылеотделитель; 9 – бак; загрузочный зернопровод; 10 – насос-дозатор; 11 – разгрузочный зернопровод; 12 – воздухопровод.

Рисунок 4.9 – Конструктивно-технологическая схема стационарного пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пылеотделительным устройством и с возможностью загрузки протравленных семян в транспортное средство.

Принцип работы стационарного пневмомеханического протравливателя семян зерновых культур оснащенного пылеотделительным устройством и имеющего возможность загрузки протравленных семян непосредственно в транспортное средство в основном аналогичен принципу работы машины, представленной на рисунке 4.7. В отличие от этой модификации, здесь загрузка семян осуществляется разными способами (самотёком, механическими загрузчиками или пневмотранспортером) из промежуточного бункера-накопителя или непосредственно из выхода предыдущей машины технологической линии.

*Г). Стационарный пневмомеханический протравливателя семян зерновых культур оснащенный пылеотделительным устройством и имеющего возможность загрузки протравленных семян в мешки.*

Пневмомеханические протравливатели данной модификации также применяются в однофазной технологии предпосевной подготовки посевного материала, т.е. они предназначены для работы в составе семяприготовительных линий зерноочистительно-сушильных комплексов сельскохозяйственных предприятий. Могут также работать в составе технологических линиях семенных заводов. При этом они являются завершающей технологический процесс подготовки семян техническим средством, и всегда устанавливаются в конце технологической линии. Они загружают протравленные семена в мешки. Могут быть использованы при подготовке семян задолго до начала посева.

Конструкция данного протравливателя является гибридом двух конструкций, представленных на рисунках 4.8 и 4.9. Здесь загрузка осуществляется, как и в машине, представленной на рисунке 4.9 разными способами (самотёком, механическими загрузчиками или пневмотранспортером машины) из промежуточного бункера-накопителя или непосредственно из выхода предыдущей машины технологической линии. Далее принцип работы аналогичен протравливателю семян, изображенной на рисунке 4.8.

### 4.3 Функциональная и конструктивно-технологическая схемы нового пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства для мобильных протравливателей семян зерновых культур

Как показал представленный выше анализ, в настоящее время в мире нет технологий и машин, осуществляющих способ предпосевной обработки семян с очищением от пыли непосредственно перед нанесением рабочего раствора пестицидов.

В Казанском государственном аграрном университете под руководством доктора технических наук профессора Нуруллина Э. Г. разработано новое пылеочистительное устройство пневмомеханического типа позволяющее реализовать новые технологии предпосевной обработки семян зерновых культур с предварительной очисткой от пыли и комбинацией нескольких технологических операций в едином непрерывном потоке воздушно-зерновой смеси (см. рисунок 2.2).

Функциональная схема пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства пневмомеханического типа для мобильных протравливателей семян зерновых культур представлена на рисунке 4.10.

Новое пылеочистительное устройство пневмомеханического типа может адаптироваться и устанавливается на всех типах протравливателей семян зерновых культур. Оно позволяет осуществить комбинацию операций загрузки, снятия и отделения пыли в непрерывном потоке воздуха без соприкосновения с пыльной средой, и обеспечивает качество прилипания и снижение травмирования семян.

Устройство комбинированное и совмещает в себе выполнение нескольких рабочих операций в едином непрерывном технологическом потоке воздушно-зерновой смеси: пневмозагрузка семян, снятие пыли с поверхности семян, разделение пыли и очищенных семян.

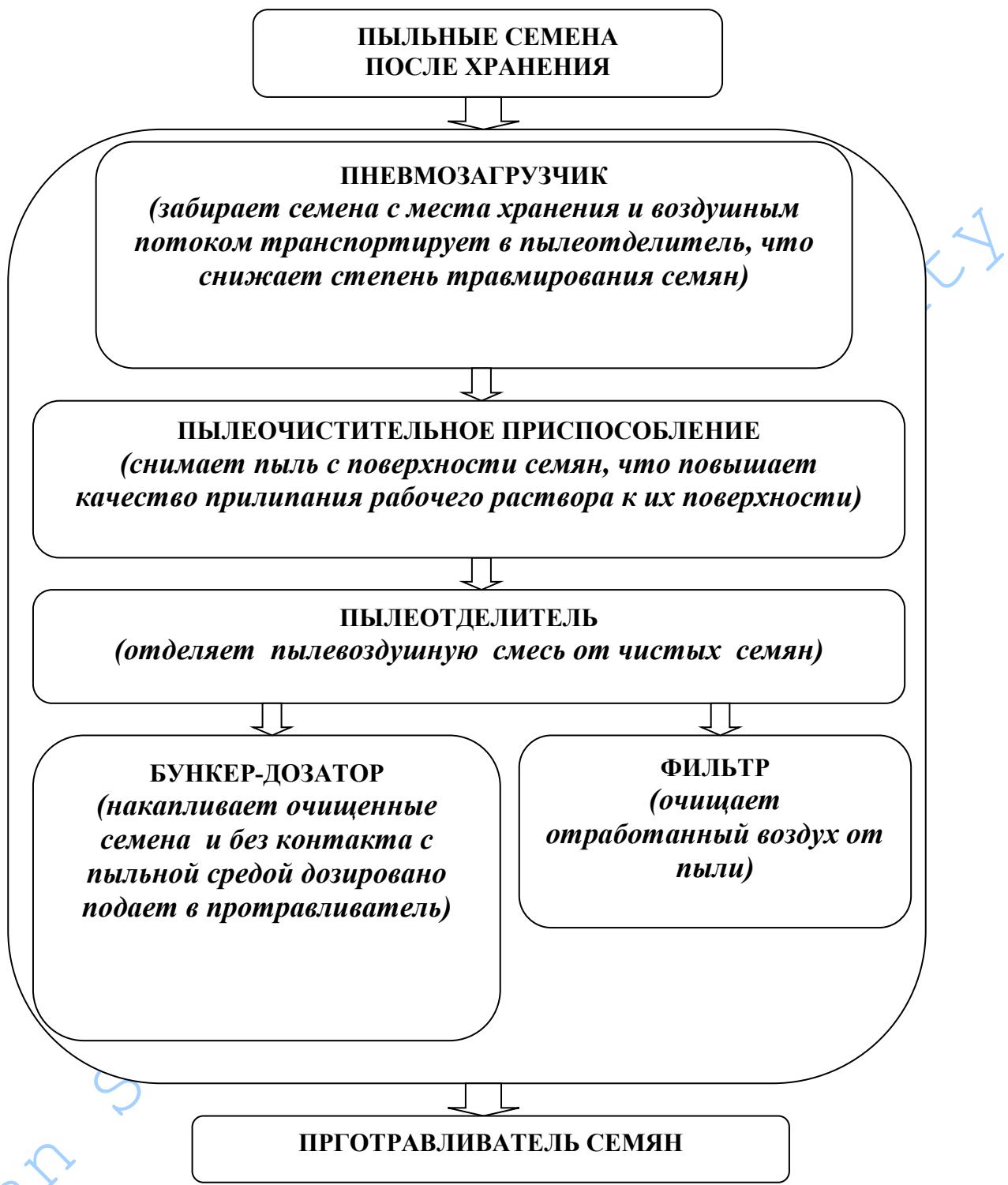
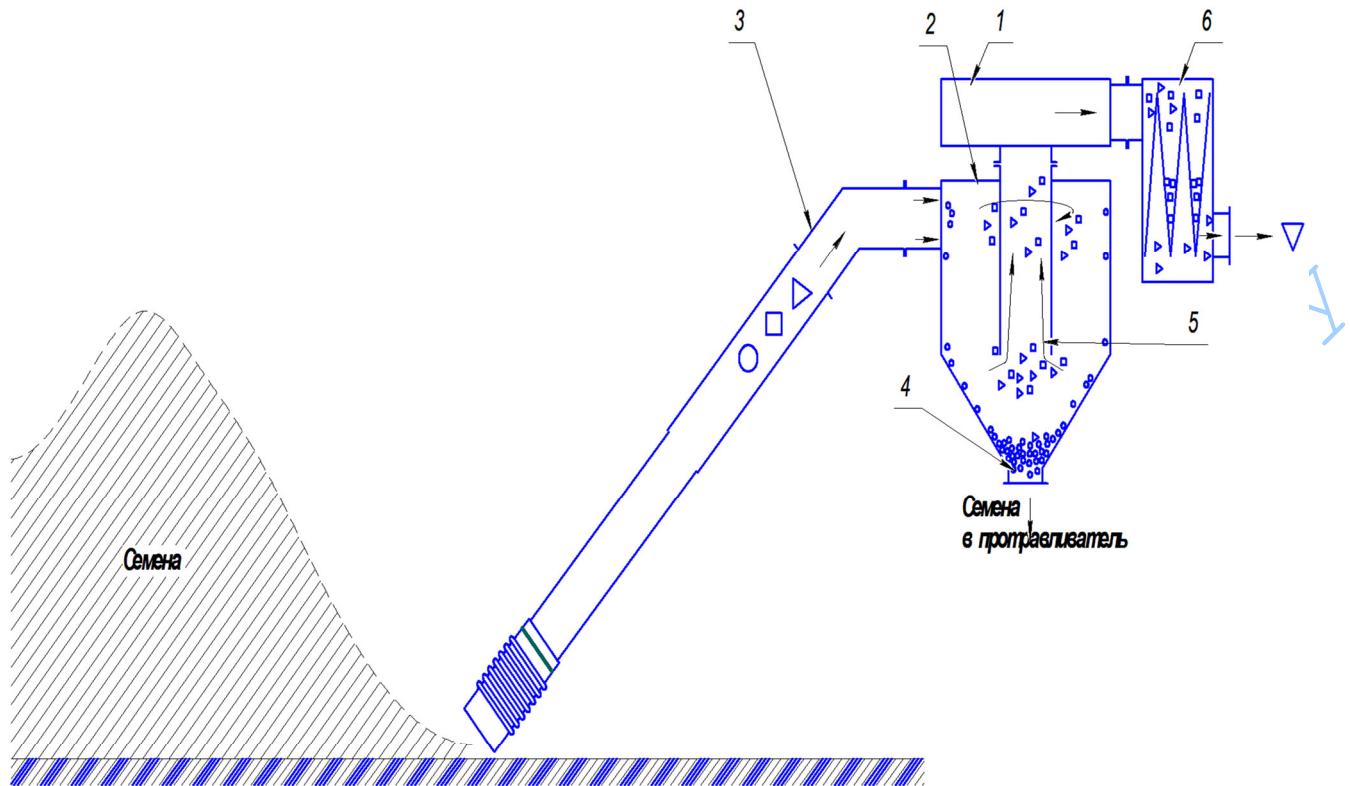


Рисунок 4.10 – Функциональная схема пневмомеханического пылеочистителя для протравливателей семян

Конструктивно-технологическая схема пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства представлена на рисунке 4.11



**Условные обозначения:** ▶ воздух □ пыль ○ семена

1 – генератор воздушного потока; 2 – пылеотделитель; 3 – пневмотранспортер с пылеочистителем; 4 – осадочная камера для очищенных семян; 5 – пылеотводящий пневмоканал; 6 – фильтр очистки засоренного воздуха.

Рисунок 4.11 – Конструктивно-технологическая схема пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства

Пневмомеханическое пневмозагрузочно-пылеочистительное устройство для протравливателей семян работает следующим образом. Семена после хранения из бурта пневмозагрузочным рабочим органом (пневмотранспортер с пылеочистителем 3), снижающим травмирование семян, подаются в пылеотделитель 2. В процессе движения воздушно-зерновой смеси по каналу пневмотранспортера с пылеочистителем 3 происходит снятие пыли с поверхности семян пылеочистительным приспособлением. Далее смесь зерна и пыли транспортируется воздухом в пылеотделитель 2, где происходит разделение очищенных семян и пыльного воздуха.

Очищенные от пыли семена собираются в осадочной камере для очищенных семян и по герметичному каналу, не соприкасаясь с пыльной средой, подаются непосредственно в бункер протравливателя.

Пыльный воздух по пылеотводящему пневмоканалу 5 через генератор воздушного потока поступает в фильтр и очищаясь выбрасывается в атмосферу.

На рисунке 4.12 представлена конструктивно-технологическая схема протравливателя семян зерновых культур с пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством вместо механического загрузчика шнекового типа (*патент на полезную модель 184965, авторы Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И. Р., Файзуллин А. Р.*)

Протравливатель семян содержит раму с колесами 1, механизм самопередвижения 2, загрузочное устройство 3, бункер семян 4, резервуар ядохимикатов 5, дозатор ядохимикатов 6, камеру протравливания 7, выгрузной шnek 8.

При этом загрузочное устройство 3, для снижения травмирования семян и снижения энергоемкости процесса протравливания, выполнено в виде полого пневмотранспортного трубопровода 9, размещенного на раме с колесами 1 по продольной оси под углом 45°.

Причем полый пневмотранспортный трубопровод 9 в верхней части плавно переходит в горизонтальное положение и герметично соединяется с горизонтально расположенным входным патрубком 10 разгрузителя 11 загрузочного устройства 3.

Разгрузитель 11 загрузочного устройства 3 выполнен в виде перевернутого усеченного конуса с углом наклона боковой стенки к горизонту 70°, нижняя выходная горловина 12 которого герметично соединяется с бункером семян 4, а верхняя горловина 13 – с всасывающим патрубком 14 центробежного вентилятора 15. Угол наклона стенки разгрузителя относительно горизонта в 70° обеспечивает беззаторное поступление семян в бункер 4.

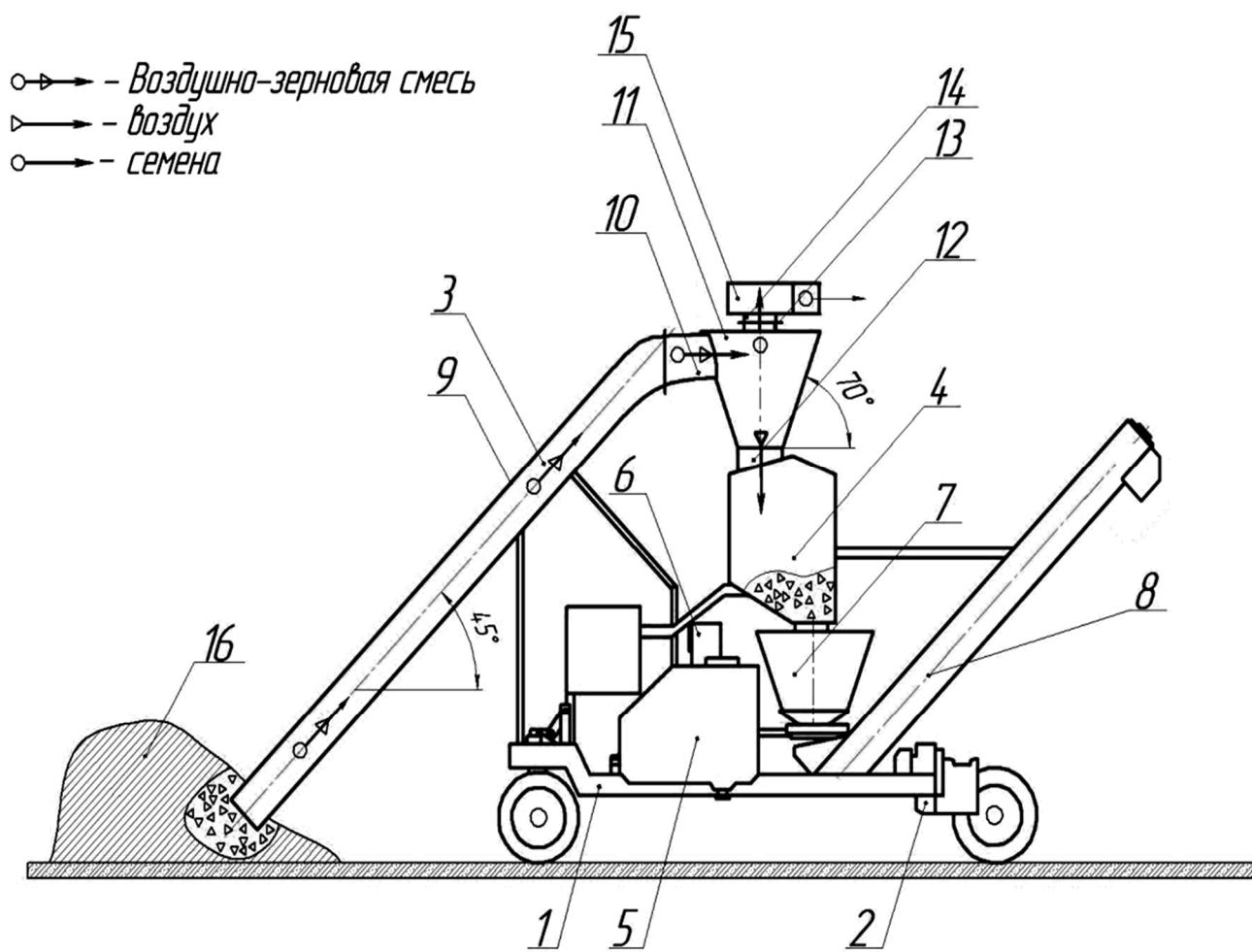


Рисунок 4.12 – Конструктивно-технологическая схема протравливателя семян зерновых культур с пневмозагрузочно-пылеотделительным устройством (патент на полезную модель 184965, авторы Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И.Р., Файзуллин А.Р.)

Устройство работает следующим образом.

При включении центробежного вентилятора 15 в разгрузителе 11 и полом пневмотранспортном трубопроводе 9 возникает разрежение, за счет которого семена из бурта 16 засасываются в полый пневмотранспортный трубопровод 9 и воздушно-зерновая смесь транспортируется в разгрузитель 11.

Использование в загрузчике 3 полого пневмотранспортного трубопровода 9 вместо вращающихся шнековых рабочих органов снижает травмирование семян и энергоемкость процесса протравливания.

Размещение полого пневмотранспортного трубопровода 9 под углом 45° также частично снижает удельную энергоемкость процесса проправливания семян. В разгрузителе 11 под действием силы тяжести семена отделяются от воздушного потока и через нижнюю выходную горловину 12 разгрузителя 11 поступают в бункер семян 4, а воздушный поток центробежным вентилятором 15 выдувается в окружающую среду. Выполнение разгрузителя 11 в виде перевернутого усеченного конуса с углом 70° обеспечивает беззаторное поступление семян в бункер 4.

Применение пневмомеханического пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства на проправливателях семян зерновых культур обеспечит:

- повышение производительности труда и снижение энергоемкости технологического процесса, за счет исключения из технологии операций связанных с погрузкой, перевозкой, разгрузкой семян и энергоемкого зерноочистительного оборудования для очистки их от пыли;
- снижение степени травмирования готовых семян за счет использования пневмозагрузки, что сохранит их полевую всхожесть, соответственно повысит урожайность зерновых культур;
- увеличение степени прилипания рабочего раствора к поверхности семян за счет освобождения от пыли, что повысит качество проправливания и снизит перерасход дорогостоящих химических и биологических пестицидов.

Устройство конструктивно может быть адаптировано для всех типов существующих и вновь создаваемых проправливателей семян.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нуруллин Э.Г. Новые технологии и машины для послеуборочной обработки зерна: учебное пособие по дисциплине «Новая техника и технологии в растениеводстве» образовательной программы магистратуры по направлению 35.04.06 «Агроинженерия». Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. 96 с.
2. Нуруллин Э.Г., Салахов И.М. Пневмомеханический протравливатель семян. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. 136 с.
3. Нуруллин Э. Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян // Журнал техника и оборудование для села. 2018. № 3 (249). С. 13 – 15.
4. Нуруллин Э. Г. Предпосевная подготовка семян по новой технологии // Вестник Казан. технол. ун-та. 2016. Т. 19. № 16. С. 28 – 30.
5. Нуруллин Э. Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // Техника и оборудование для села. 2015. № 10 (220). С. 5 – 8.
6. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Э. Г. Нуруллин и [др.]. Казань: «Слово», 2009. 128 с.
7. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Обоснование структурной модели мобильного протравливателя семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 92-95.
8. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 95-98.
9. Протравливатель семян пневмомеханического типа: пат. 2380876 Рос. Федерации. № 2008126363/13; заявл. 27.06.2008; опубл. 10.02.2010. Бюл. № 4.

10. Протравливатель семян пневмомеханического типа с подвижным рабочим органом: пат. № 111382 Рос. Федерации. № 2011117205/13; заявл. 28.04.2011; опубл. 20.12.2011 Бюл. № 35.
11. Протравливатель семян пневмомеханический: пат. 130777 Рос. Федерации. № 2012152119/13; заявл. 04.12.2012; опубл. 10.08.2013. Бюл. № 22.
12. Протравливатель семян: пат. 184960 Рос. Федерации. № 2018125162; заявл. 09.07.2018; опубл. 15.11.2018. Бюл. № 32.