

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия
Профиль Технические системы в агробизнесе
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии предпосевной обработки семян с
разработкой универсальной машины для их очистки и протравлива-
ния

Шифр ВКР.35.03.06.226.20.ОС.000.000.ГЗ

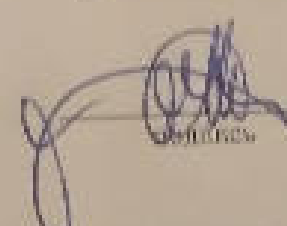
Студент группы Б 262-06у


подпись

Бикмуллин Р.Н.
ф.и.о.

Руководитель

доцент
ученое звание


подпись

Дмитриев А.В.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 7 от «05» февраля 2020 г.)

Зав. кафедрой

доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа Бикмуллина Р.Н. на тему: «Совершенствование технологии предпосевной обработки семян с разработкой универсальной машины для их очистки и протравливания».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 62 листах машинописного текста, включающую 5 - таблиц, 20 - рисунков. Библиографический список содержит 24 наименований. Графическая часть работы выполнена на 5 листах формата А1.

В первом разделе дан обзор существующих конструкций протравливателей семян. Были выявлены преимущества и недостатки рассмотренных конструкций протравливателей.

Во втором разделе приведены технические описания модернизированного протравливателя и были рассчитаны взаимодействия частицы зерна с лопаткой, технологические расчеты, а так же рассмотрены физические свойства обрабатываемых семян.

В третьем разделе приведены конструктивные расчеты для выбранной конструкции, а также разработаны мероприятия безопасности труда и охраны окружающей среды при работе с конструкцией. Приведен технико-экономический эффект от внедрения технологической линии приготовления кормов.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

The final qualification work of Bikmullin R.N. on the topic: "Improving the technology of pre-sowing seed treatment with the development of a universal machine for cleaning and dressing".

Graduation paper contains an explanatory note on 62 sheets of typewritten text, including 5 tables, 20 - drawings. The bibliographic list contains 24 items. The graphic part of the work was done on 5 sheets of A1 format.

The first section provides an overview of existing seed dresser designs. The advantages and disadvantages of the considered designs of etchants were identified.

The second section provides technical descriptions of the modernized seed dresser and the interactions of a grain particle with a blade, technological calculations were calculated, and the physical properties of the treated seeds were also considered.

The third section provides constructive calculations for the selected design, as well as measures for labor safety and environmental protection when working with the design. The technical and economic effect of the introduction of the technological line for the preparation of feeds is given.

The note concludes with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	9
1.1 Агротехнические основы протравливания семян	9
1.2. Агротребования к машине для протравливания семян	10
1.3 Анализ существующих конструкций	11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	23
2.1 Рабочий процесс метательного рабочего органа	23
2.2 Применяемые препараты при протравливании	25
2.3 Физические свойства обрабатываемых семян	27
2.4 Анализ ударного взаимодействия частицы зерна с лопаткой	27
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	31
3.1 Техническое описание модернизированного протравливателя	31
3.2 Выбор и обоснование предлагаемой конструкции	33
3.3 Техническое обслуживание универсальной машины для очистки и протравливания семян	35
3.4 Кинематический расчёт привода	35
3.5. Расчет клиноремённой передачи	38
3.6 Расчёт вала	41
3.7 Выбор и проверка подшипников	47
3.8 Выбор и проверка прочности шпоночных соединений	48
3.9. Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при использовании предлагаемой технологии предпосевной обработки семян	49
3.10 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии предпосевной обработки семян	51
3.11 Физическая культура на производстве	52
3.12 Экономическое обоснование конструкции	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	61
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Предпосевная подготовка семян является одним из основных приемов повышения эффективности сельскохозяйственного производства и в настоящее время оказывает существенное влияние на снижение дефицита продовольствия, вызываемого потерями урожая. По данным международной организации по обеспечению продовольствием (ФАО), наряду с ростом валового объема производства в мире потери урожая также увеличиваются.

Урожайность сельскохозяйственных культур и потери в процессе производства в значительной степени зависят от качества семенного материала. Не только чистосортность, высокая энергия прорастания, всхожесть, отсутствие сорной примеси, но и запасы элементов питания в семенах определяют величину урожая. В свою очередь, запас питательных веществ в семенах зависит от условий выращивания данной культуры, сроков ее уборки, хранения семян и их искусственного обогащения различными удобрениями и стимуляторами роста. Высев обогащенных семян позволяет им полнее использовать питательные вещества почвы.

По оценкам экспертов в первой половине текущего столетия глобальный спрос на продовольствие, корм и волокно увеличится почти в два раза, в то время как зерновые культуры будут, по всей вероятности, все шире использоваться для производства биоэнергии и в других промышленных целях.

Залогом высокого урожая и товарного качества сельскохозяйственной продукции является научно-обоснованная предпосевная подготовка семян. Для протравливания семян в сельскохозяйственном производстве применяются различные технические устройства для обработки семян, в основном, камерного и шнекового типа. Протравливание проводится в целях защиты семян от болезней и вредителей, находящихся в почве, а также болезней, переносимых с семенами и как следствие увеличения урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с непротравленными семенами. Для дальнейшего увеличения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо проводить интрукти-

рование – покрытие поверхности семян стимулирующими препаратами в жидком и порошковом виде вплоть до нанесения стартовой дозы удобрений.

Существующие протравливатели камерного и шнекового типов не обеспечивают требуемого качества инкрустирования семян и повышают их травмируемость рабочими органами машин. А устройства барабанного типа меньше травмируют семена, однако не обеспечивают одновременной обработки семян жидкими и порошковыми препаратами. Кроме того используемые инкрустаторы обеспечивают только однократное покрытие семян препаратами, что не позволяет наносить их в достаточном количестве.

Дальнейшее совершенствование устройств барабанного типа сдерживается отсутствием теоретических исследований в области обработки многокомпонентными смесями. В связи с этим дальнейшее совершенствование технических устройств для протравливания семян жидкими и порошковыми препаратами с требуемым качеством и минимальным травмированием является актуальной задачей.

1. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1 Агротехнические основы протравливания семян

Современное сельское хозяйство в Республике Татарстан характеризуется применением интенсивных технологий. Одной из обязательных составляющих этих технологий является предпосевная обработка семян химическими и биологическими препаратами, защищающими растения от болезней и повышающими урожайность.

Особое внимание необходимо уделяется фитозкспертизе семян, подбору соответствующего протравителя, организации работ по инкрустации семян, регулировка протравочной машины, виды средств индивидуальной защиты при работе с пестицидами.

В первую очередь необходимо разбудить семена от зимней спячки. Это достигается воздушно тепловым обогревом семян, для чего в теплое время суток необходимо настежь открыть все двери складских помещений и перелопачивать семена. Этот простой агротехнический прием способствует повышению жизнеспособности семян и в конечном итоге - повышению всхожести. Особенно резкое повышение всхожести семян проявляется в партиях семян со сниженной всхожестью с осени.

Еще более высокую эффективность дает пропуск семян через семяочистительные машины. В данном случае семена дополнительно калибруются, получают воздушно тепловой обогрев и очень важно, очищаются от многомесячной пыли, что в конечном итоге способствует к лучшему прилипанию применяемых препаратов.

А надо ли применять протравливание семян? Может быть, лучше семена не протравливать и не тратить и без того скудные средства хозяйств? В настоящее время не менее 20 процентов хозяйств семена не протравливают или протравливают формально «из лейки». С экономической точки зрения их можно понять – или нет средств или недостаточно рабочей силы.

Но при экономии этих средств хозяйства получают изреженные всходы, особенно в ранних посевах, так как зараженные семена в холодной почве сгниют и запланированный при любых затратах урожай хозяйства не получат.

Качественное протравливание семян начинается с обязательного проведения фитопатологической экспертизы семян в лабораториях ФГУ «Россельхозцентра». Здесь специалистами определяется видовой состав возбудителей и степень зараженности посевного материала семенной инфекцией. Ведь не зная болезни, нельзя назначить лечение и выписывать лекарство для ее лечения.

По данным ФГУ «Россельхозцентр» по состоянию на 1 апреля 2019 года проведен фитопатологический анализ 130 тыс. т семян. На сегодняшний день инкрустировано 14 тыс. т семян ранних яровых культур, что составляет 7% от общего потребного количества на весенний сев.

В случаях, где зараженность семян более 50%, единственным выходом остается применение полной дозы химических двух компонентных препаратов.

Перед протравливанием семян следует обратить особое внимание влажность семян, при этом влажность не должна превышать 15%. Для протравливания необходимо использовать мягкую или речную воду, не в коем случае артезианскую, вода должна быть нагрета до 25-28 градусов, рабочий раствор готовится в отдельной емкости за 1 час до начала обработки семян. Работу по протравливанию проводят специально подготовленные и прошедшие медосмотр, инструктаж по правилам безопасности люди.

1.2. Агротребования к машине для протравливания семян

К машинам и оборудованию для протравливания семян сельскохозяйственных культур предъявляются следующие основные требования:

в процессе обработки семенного материала не должны наноситься семенам повреждения, вызывающие понижение их всхожести;

при перемешивании или покрытии семян препаратом должна обеспечиваться равномерность обработки семян, и выдержаны нормы расхода ядохимиката;

выполнение технологического процесса обработки семян должно отвечать требованиям техники безопасности для обслуживающего персонала (не допускается пропыливания сухого или просачивания жидкого ядохимиката), быть несложным по устройству и удобным в эксплуатации.

Все существующие конструкции протравливателей, кроме термического обеззараживания, работают по одной схеме: порошкообразный, жидкий или распыленный жидкий ядохимикат вводится в массу семенного зерна, подаваемого порциями или непрерывным потоком. Затем зерно перемещается с ядохимикатом и далее выводится из машины.

1.3 Анализ существующих конструкций

Протравливатели разделяют: по характеру работы - на порционные и непрерывного действия; по способу протравливания — на машины для сухой и полусухой обработки, а также универсальные. Протравливатели бывают с ручным, механическим и комбинированным приводом.

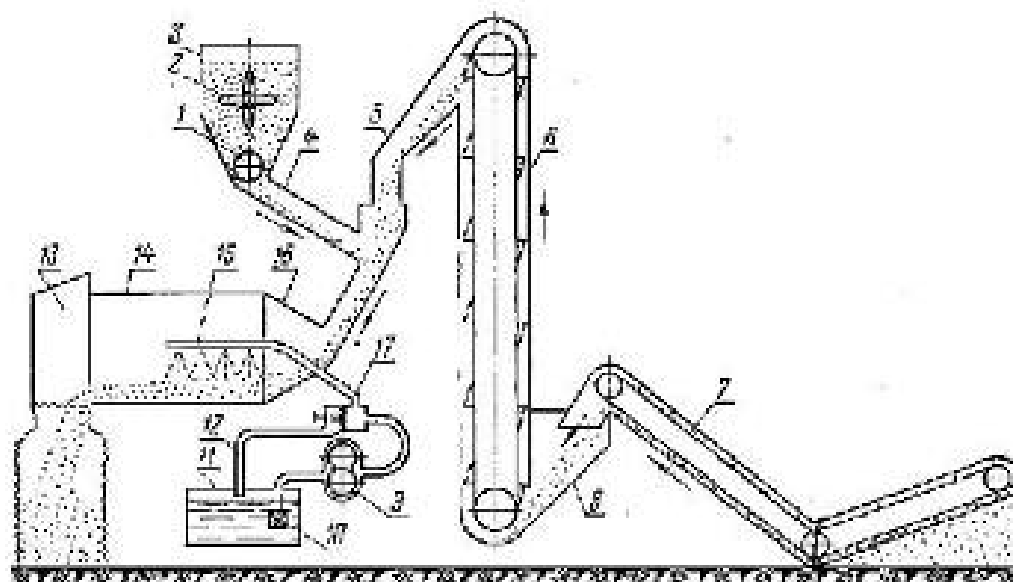
В настоящее время широко применяется протравливатель семян ПС-10 служит для увлажненного протравливания семян зерновых и технических культур распыленными водными суспензиями ядохимикатов. Машина самоходная, автоматизированная, с приводом механизмов от электродвигателей.

При перемещении машины около бурта зерна шнековый подборщик и скребковый транспортер подают семена в бункер. Когда уровень семян в бункере достигнет нижнего датчика, то он с помощью электромагнита, привод дозатора суспензии, поворачивает рычаг дозатора семян и включает привод на передвижение машину. Дозатор засасывает из резервуара через трубопровод с фильтром раствор ядохимиката подает его на вращающийся распыливатель. Раздробленная распылителем до туманообразного состояния суспензия занимает весь объем камеры протравливания. Семена поступают из бункера на распыливатель и вращающийся диск, с которого под действием центробежных сил подают через распыленный факел суспензии, равномерно со всех сторон

покрываются ею и сходя в шнек камеры протравливания. Шнеками протравленные семена выгружаются в транспортные средства, в отдельную кучу или мешки. При изготовлении бункера зерном до уровня нижнего датчика последний одновременно с включением дозаторов суспензий и семян выключает механизм передвижения протравливателя. Процесс обработки зерна продолжается. Постоянство подачи суспензии на распыливатель контролируется датчиком, связанным с сигнальной лампочкой на пульте управления. При опорожнении резервуара до уровня нижнего датчика процесс протравливания семян автоматически прекращается.

Выпускающиеся в последнее время протравливатели ПСК-15, ПСК-20, Мобитокс работают по аналогичному принципу. Машины высокопроизводительны, достаточно безопасны для обслуживающего персонала. Общим недостатком этих машин является высокое травмирование семян, невозможность протравливать гречиху, горох и другие культуры.

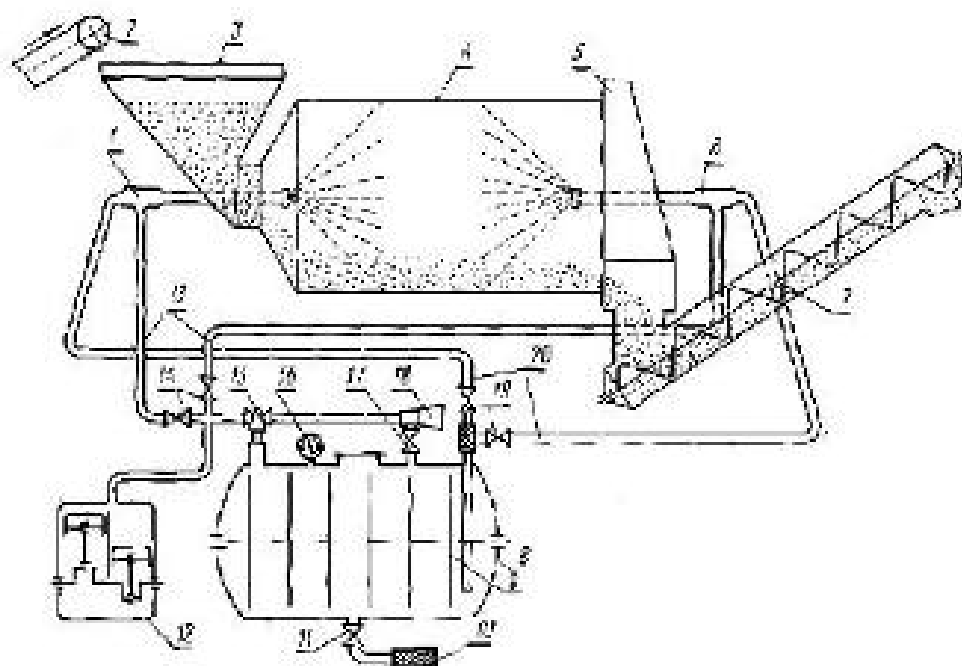
Известны барабанные универсальные протравливатели типа ПУ-3,0 (рисунок 1.1). Машина предназначена для протравливания семян зерновых культур сухим, полусухим и мокрым способами.



1 - подающий зерновой транспортер; 2 - зерновой бункер; 3 - элеватор; 4 - бункер для аэрозольного раствора; 5 - смешивательный барабан; 6 - рама

Рисунок 1.1 - Протравливатель ПУ-3, принципиальная схема

Примером протравливателей для обработки семян мелкодисперсными суспензиями служит самопередвижной протравливатель ПЗ-10 «Колос». Он состоит из смесительного барабана 4 (рисунок 1.2) бункера для семян 3, резервуара 8 для ядохимиката, выходной камеры 5, выгрузного шнека 7, компрессора 12. Рама машины опирается на четыре ходовых колеса. При включении контрпривода машина может передвигаться в пределах тока. Все механизмы, за исключением компрессора, приводятся в действие от электродвигателя мощностью 4,5 *квт*. Для компрессора предусмотрен отдельный электродвигатель мощностью 2,8 *квт*.



1- основная форсунка, 2 зернопогрузчик, 3 бункер, 4 –смесительный барабан, 5 –выходная камера, 6- дополнительная форсунка, 7- выгрузной шнек, 8 - резервуар для ядохимиката, 9 – мешалка.

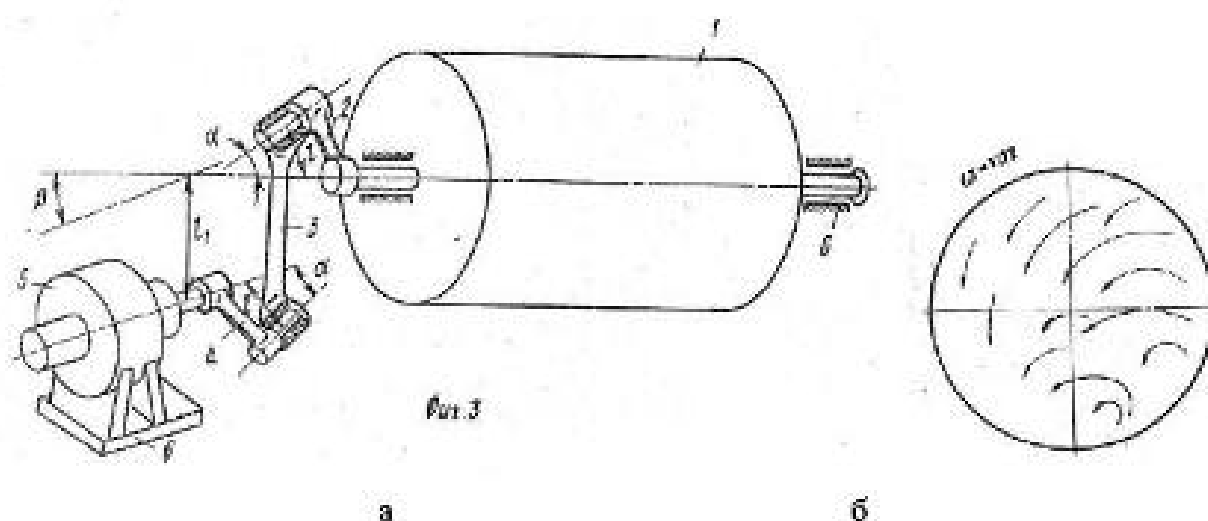
Рисунок 1.2 - Схема рабочего процесса протравливателя ПЗ-10

Для контроля за количеством жидкости в резервуаре и за работой, форсунки машина снабжена электрической сигнализацией.

Подачу зерна в смесительный барабан регулируют изменением величины выходного отверстия бункера 5. Величину открытия отверстия определяют по шкале и указателю.

Однако перемешивание зерна с ядохимикатом в этих машинах происходит только в поверхностном слое, так как при вращении барабана с постоянной угловой скоростью зерно вместе с ядохимикатом увлекается вверх за счет сил трения (сил трения семян и поверхностью барабана и сил внутреннего трения зерна) и, достигнув определенного угла подъема, скатывается вниз, при этом и происходит смешивание зерна с ядохимикатом. Недостаток такого протравливания заключается в том, что не вся масса зерна участвует в перемешивании с ядохимикатом, а только часть ее, находящаяся на поверхности. Зерно во внутренней зоне практически не перемещается, следовательно, и не перемешивается с ядохимикатом - это так называемая "мертвая зона". Зерно под действием центробежной силы прижимается слоем к внутренней стенке барабана и перемешивания вообще не происходит.

Известны конструкции, где барабан вращают с переменной угловой скоростью. На рисунке 1.3 а показана траектория движения зерна согласно предложенному способу, на рисунке 3 б - устройство для протравливания зерна.



а - траектория движения зерна б - устройство для протравливания зерна

Рисунок 1.3 - Устройство для протравливания семян.

Неравномерное движение барабана резко меняет характер движения зерна в нем. За счет дважды изменяющейся за оборот переменной скорости вращения барабана, зерно приобретает переменное ускорение и, следовательно,

образуются переменные силы инерции, которые дополнительно воздействуют на зерно и ядохимикат, которые получают перемещение по всему объему барабана и ядохимикат тщательно перемешивается с зерном.

Объемный характер движения зерна в барабане возможен при изменении угловой скорости с амплитудой, равной половине средней за период скорости вращения барабана по меньшей амплитуде

Устройство содержит барабан 1, на валу которого жестко закреплен кривошип 2. Кривошип 2 через шатун 3 связан с другим кривошипом 4, который жестко закреплен на валу привода 5. Барабан 1 и привод 5 установлены на станине 6.

Применение данного устройства увеличивает и производительность так как теперь ограничений на частоту вращения барабана нет, ибо увеличение частоты только способствует лучшему перемешиванию.

Технико-экономическая эффективность изобретения выражается в том, что улучшается равномерность смешивания зерна с ядохимикатом; увеличивается производительность протравливания за счет интенсификации перемешивания и возможности работы при увеличенной частоте вращения барабана.

Известны также устройства для предпосевной обработки, содержащее вращающийся барабан, выполненный в виде усеченного конуса, на внутренней поверхности которого расположена винтовая канавка с переменным шагом, уменьшающимся в сторону движения семян, большое основание конуса обращено в сторону выхода семян из барабана.

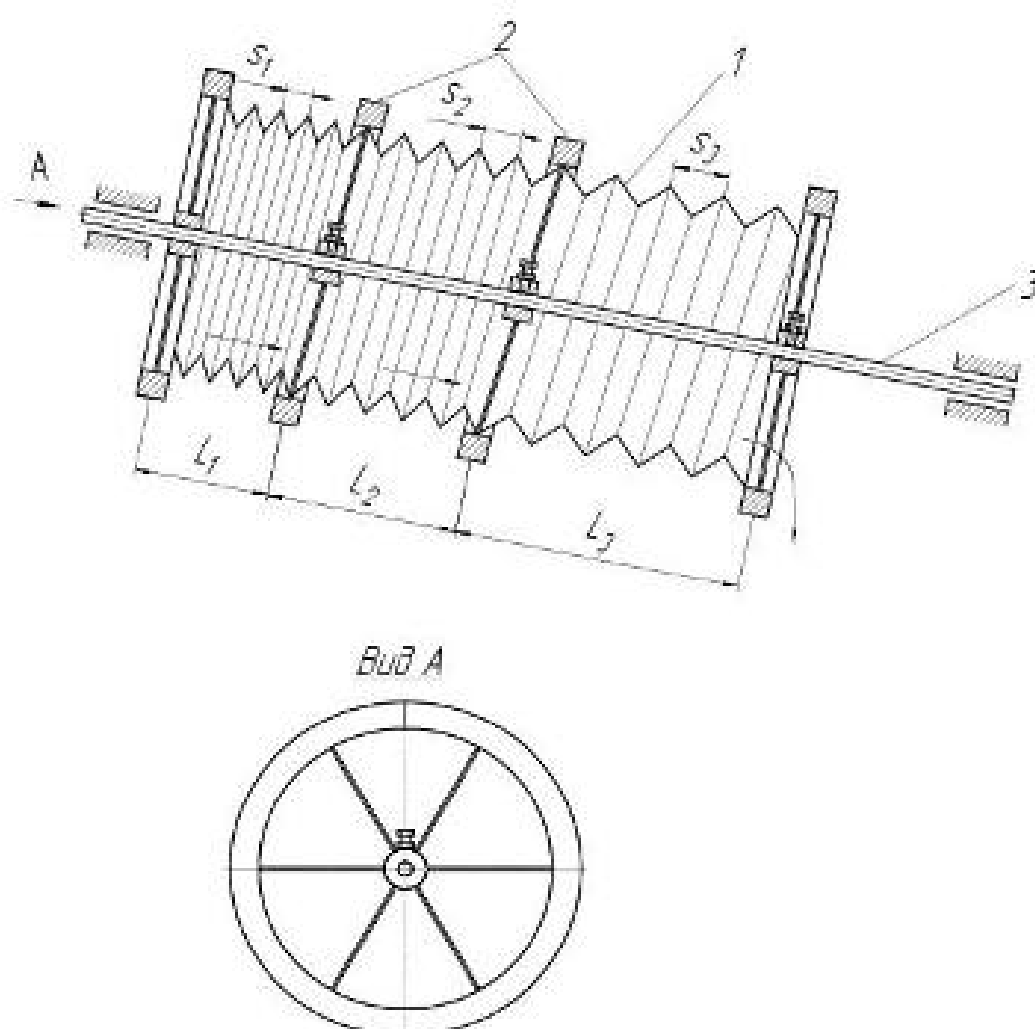
При этом барабан выполнен из эластичного материала в виде спирально-гофрированного цилиндра закреплённого на вырезных дисках, выполненных с возможностью осевого перемещения и фиксации на приводном валу.

Устройство для предпосевной обработки содержит барабан 1, выполненный из эластичного материала в виде спирально-гофрированного цилиндра закреплённого на вырезных дисках 2, выполненных с возможностью осевого перемещения и фиксации на приводном валу 3.

Устройство для предпосевной обработки работает следующим образом.

В зависимости от вида и физико-механических свойств семян, выбранного режима работы на участках между двумя дисками 2 устанавливают шаг канавок S спирально-гофрированного барабана 1 перемещением вырезных дисков 2 по приводному валу 3. В процессе работы семена перемещаясь по винтовой канавке к выходу из барабана 1.

Изменение шага канавок S барабана 1 в зависимости от технологических особенностей параметров процесса протравливания (вид семян, их влажность), обеспечивает различные режимы работы на участках и сохранение оптимальной высоты слоя семян по длине барабана 1.



1- гофрированная трубка, 2-опоры, 3-ось.

Рисунок 1.4 - Устройство для протравливания семян

Повышение качества процесса протравливания семян достигается за счёт того, что переменный шаг канавок спирально-гофрированного цилиндра позволяет создать равнозначные условия перемешивания и движения, а так же сохра-

нение оптимальной высоты слоя семян по длине барабана. Это обеспечивает равномерное распределение ядохимиката по всей массе семян и тем самым повышает качество протравливания. Универсализация устройства обеспечивается за счет изменения шага канавок спирально-гофрированного цилиндра под определённую культуру.

Таким образом, предложенное техническое решение обеспечивает получение технического результата: универсализация протравливателя и повышение качества обработки семян сельскохозяйственных культур.

Устройство для протравливания семян состоит из бункера, подающего и выгрузного устройств, распылителя водной суспензии ядохимикатов в виде трубочки с жиклером и сопла Лаваля представлено на рисунке 1.5.

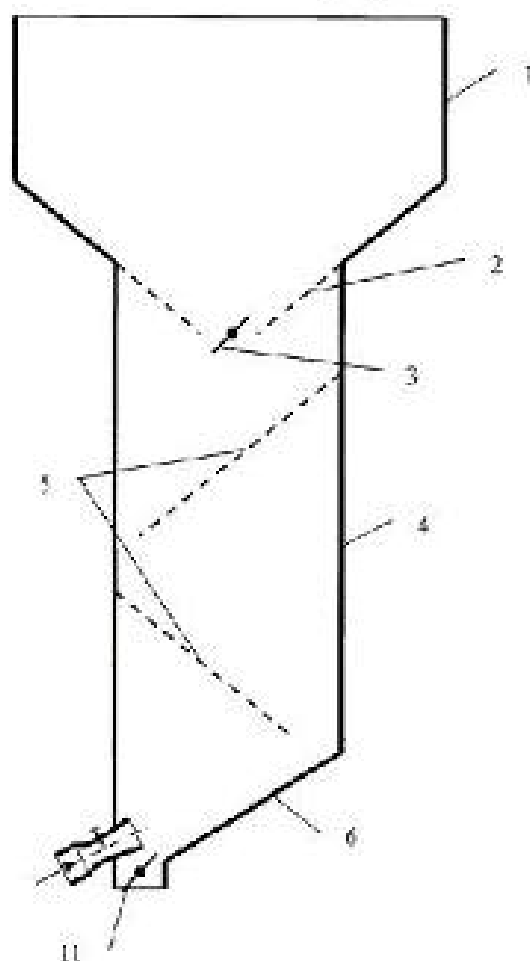


Рисунок 1.5 - Устройство для протравливания семян

Подающее устройство снабжено сетчатыми полками, расположенными встречно и наклонно под углами $45-50^\circ$. Дно корпуса выполнено под углом $120-130^\circ$. Дно бункера внутри корпуса подающего устройства выполне-

но сетчатым и по центру снабжено шибером. Распылитель водной суспензии расположен в нижней части корпуса параллельно дну корпуса устройства. Устройство для протравливания семян позволяет повысить производительность, качество нанесения тонкого слоя водной суспензии ядохимикатов на поверхность семян при экономии препарата.

Устройство для протравливания семян (рисунке 1.6), содержащее бункер-накопитель семян, механизмы транспортирования (подачи) и перемешивания зерна, механизм подачи раствора обрабатывающего препарата, отличающееся тем, что содержит установленный вертикально на раме устройства бункер-накопитель зерна, разделенный шиберной заслонкой на верхнюю часть - камеру загрузки и нижнюю часть - заборную камеру, в нижней части последней укреплено перфорированное (сетчатое) днище, сообщающееся через замкнутую камеру с трубопроводом подачи сжатого воздуха в заборную камеру, соединенную трубопроводом с нижней частью установленной вертикально камеры протравливания семян, на вертикальной внутренней поверхности которой на заданной высоте укреплены, по меньшей мере, в два яруса множество форсунок для подачи под давлением мелкодисперсной водной эмульсии раствора обрабатывающего препарата, соединенную трубопроводом в верхней части камеры протравливания с верхней частью установленной вертикально на раме устройства выгрузного бункера, в нижней части которого установлена шиберная заслонка с выгрузным трубопроводом, соосно с которым установлен трубопровод для подачи сжатого воздуха на выгрузку зерна, при этом транспортирование зерна в псевдооживленном (взвешенном) состоянии из заборной камеры в камеру протравливания, а затем в выгрузной бункер, осуществляют воздушным потоком (на воздушной подушке), образуемым вакуум-насосом по трубопроводу, укрепленному в верхней части выгрузного бункера, а микропроцессор осуществляет управление всеми агрегатами данного устройства в процессе протравливания семян.

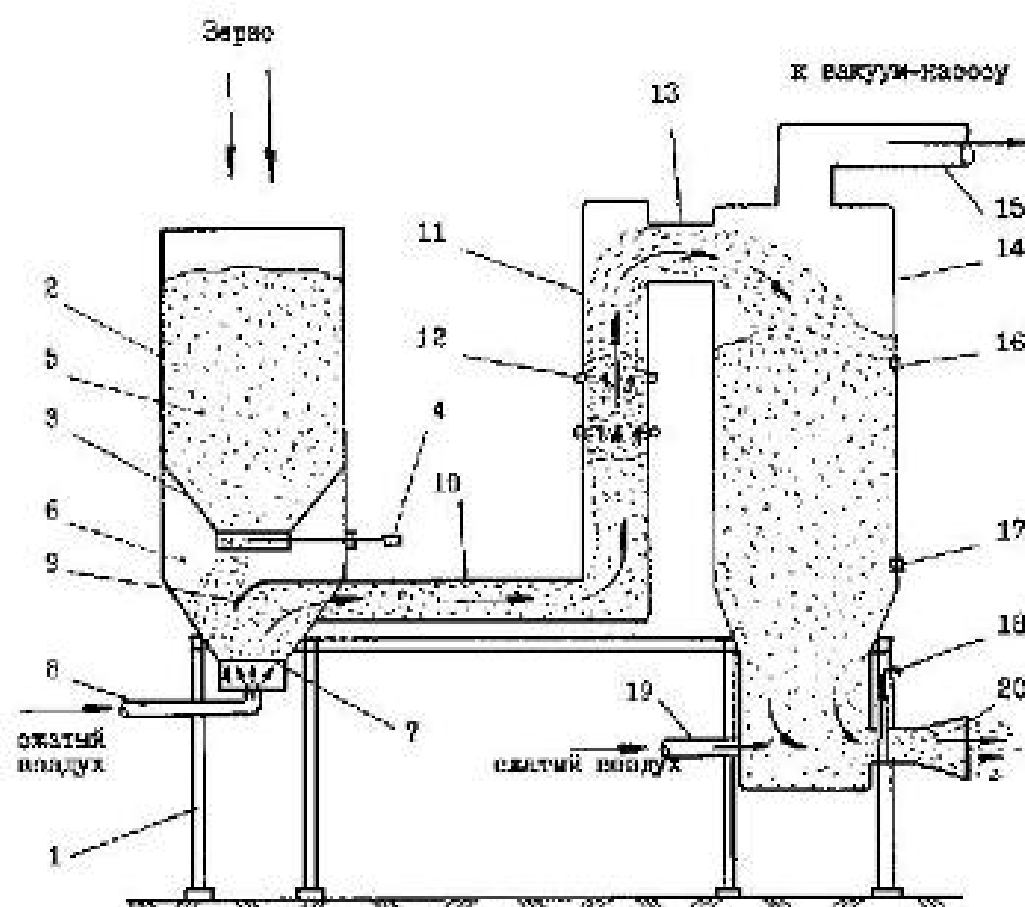


Рисунок 1.6 – Устройство для протравливания семян

Установка представленное на рисунке 1.7 относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам для обработки семян жидкими протравителями. Техническим результатом изобретения является повышение равномерности нанесения жидкого протравителя на поверхность обрабатываемых семян, повышение технологической эффективности и упрощение конструкции протравливателя.

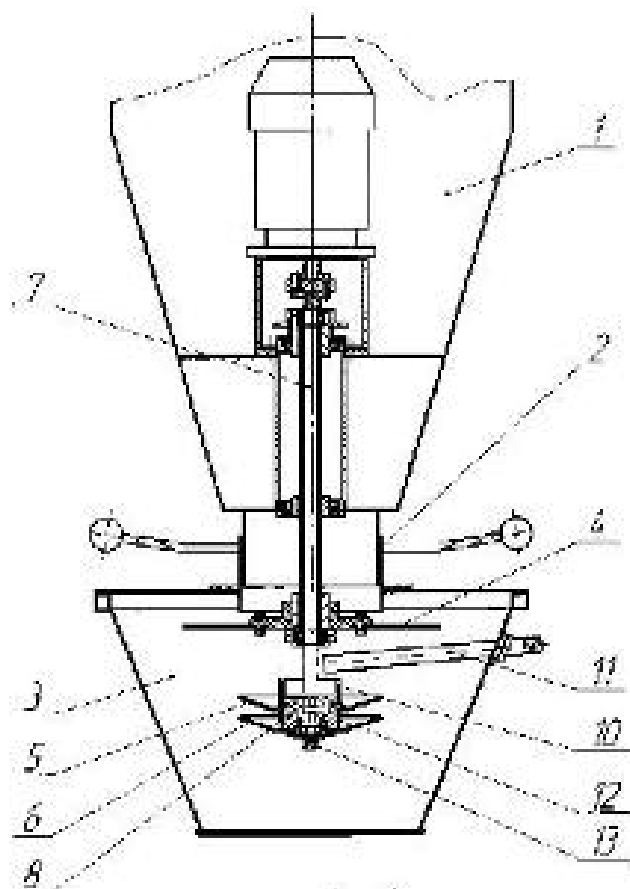


Рисунок 1.7 - Аппарат для протравливания семян

Аппарат для протравливания семян включает бункер для семян с дозирующей цилиндрической заслонкой, под которой concentрично с ней размещены камера протравливания с сужающейся в нижней части воронкой, распределительный зерновой диск и ротационный распылитель жидкости с вертикальным приводом в верхней части, патрубок для подвода жидкости. Распылитель выполнен двухдисковым. Диски установлены на цилиндрической втулке с дугообразными канавками по ее периферии, направленными от ее верхнего основания к нижнему. В верхней части втулки установлено конусообразное кольцо с цилиндрическим участком, имеющим прямоугольные вырезы в нижней части, и размещенное меньшим основанием кверху. Между дисками на втулке установлено распорное цилиндрическое кольцо с прямоугольными вырезами в нижней части.

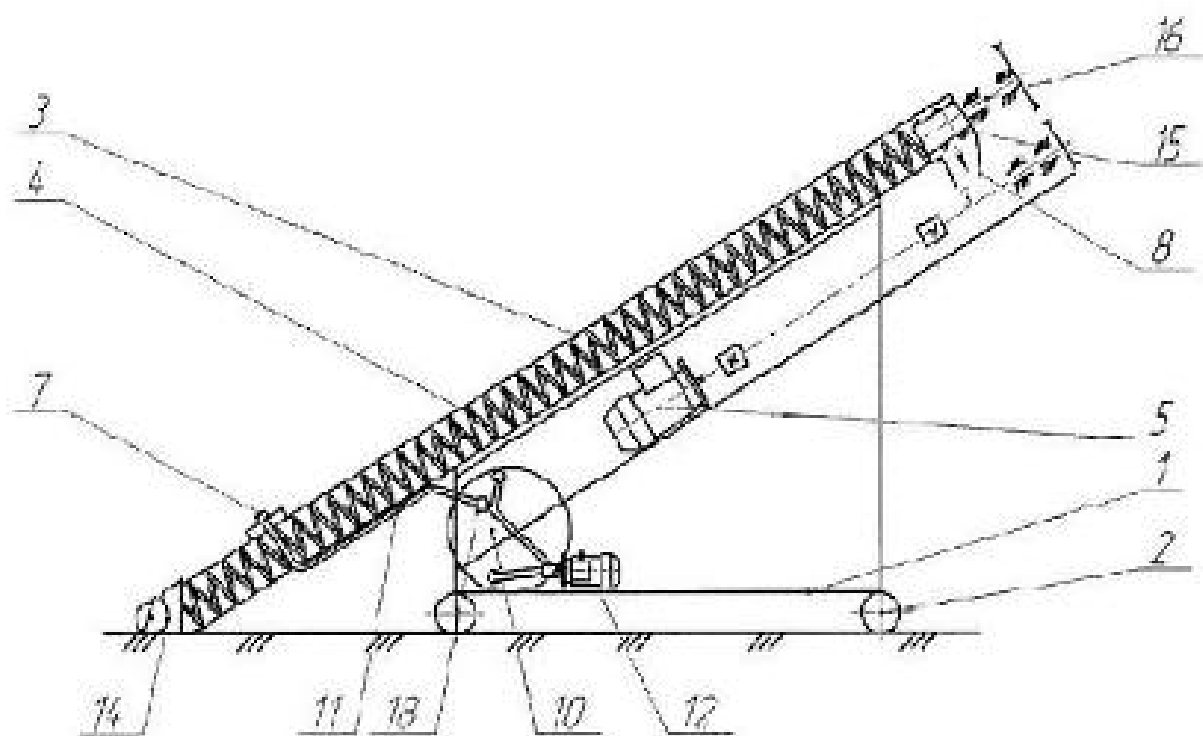


Рисунок 1.8 – Устройство для загрузки и протравливания зерна

Протравливатель семян показан на рисунке 1.8, включающий установленный в кожухе транспортирующий рабочий орган, выполненный в виде гибкого спирального винта, распылители, дозатор и привод транспортирующего рабочего органа, выполненный с регулируемой частотой вращения, при этом в нижней половине кожуха выполнено окно, закрытое вогнутой наружу крышкой, внутри которой установлен распылитель, выполненный в виде центробежной форсунки, а верхний конец кожуха снабжен выгрузным окном, отличающийся тем, что устройство выполнено с двумя параллельно установленными в одной плоскости рабочими органами, помещенными в кожухи круглого сечения, и двумя - в нижней части устройства, соединенными соосно с разным направлением наливки, которые установлены в открытом кожухе, имеющем в поперечном сечении форму полукруга, а два верхних спиральных винта с нижней их части выполнены выступающими за наружные края кожухов и снабжены защитными решетками, при этом сверху на кожухи установлены распылители по оси рабочих органов, причем каждый рабочий орган закреплен с одной стороны на металлический цилиндр, который посредством болтового соединения

через радиальное отверстие в нем прикреплен на валу их привода, который выполнен общим.

Протравливатель семян, представленный на рисунке 1.9 относится к сельскому хозяйству, в частности, к устройствам для протравливания семян.

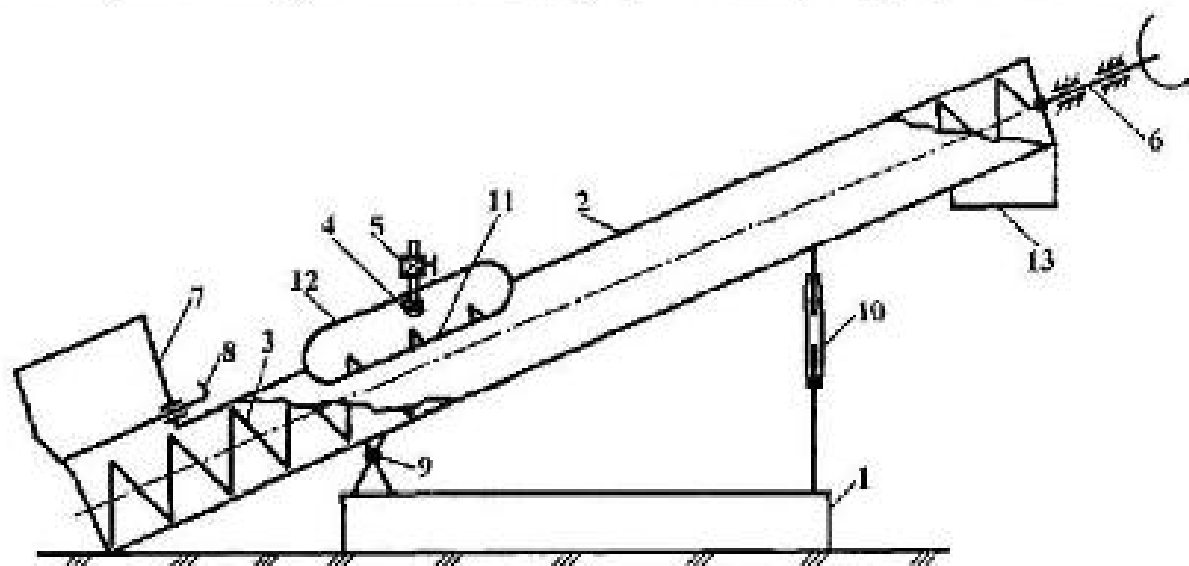


Рисунок 1.9 – Протравливатель семян

Протравливатель семян включает бункер семян с дозатором, установленный в кожухе транспортирующий рабочий орган, выполненный в виде гибкого спирального винта, распылитель, дозатор, и привод транспортирующего рабочего органа, выполненный с регулируемой частотой вращения. Кожух снабжен механизмом регулирования угла его наклона, включающим в себя шарнир и регулировочный винт. В нижней половине кожуха в его верхней части выполнено окно, закрытое вогнутой наружу герметичной крышкой. Внутри крышки установлен распылитель, выполненный в виде центробежной форсунки. Верхний конец кожуха снабжен выгрузным окном. Протравливатель семян отличается простотой конструкции и низкой трудоемкостью обслуживания.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Рабочий процесс метательного рабочего органа

Протравленное зерно из барабана через криволинейный желоб, попадают на лопатки метательного диска с начальной скоростью.

При вращении диска, частица испытывает влияние центробежной силы, под действием которой перемещается относительно лопатки. Таким образом, частица участвует в двух движениях: переносном вместе с лопаткой ускоряющей крыльчатки и относительном (уже относительно лопатки). На выходе ускоряющей крыльчатки зерновка движется по поверхности лопатки прямолинейно и сходит с периферии лопатки со скоростью равной геометрической сумме скоростей переносного и относительного движения. Зерновка покидает лопатку с определённой скоростью и под определённым углом, который принято называть углом схода. В реальных условиях работы рабочего органа участвует поток частиц (сыпучее тело) и на выходе диска соответственно получается веер, который характеризуется параметром – углом сектора рассева. За угол сектора рассева принимают разность между векторами скоростей бросания крайних частиц.

Для выполнения технологического процесса работы метателя необходимо, чтобы веерное распределение зерна осуществлялось в плоскости вращения диска по одну сторону от него (вдоль метателя), т.е. чтобы значение угла сектора метания не превышало $2\alpha_{m2}^{sp}$, т.е. необходимо чтобы выполнялось условие:

$$2\alpha_m \leq 2\alpha_m^{sp} \quad (2.1)$$

В противном случае будет наблюдаться значительный разброс зерна во все стороны.

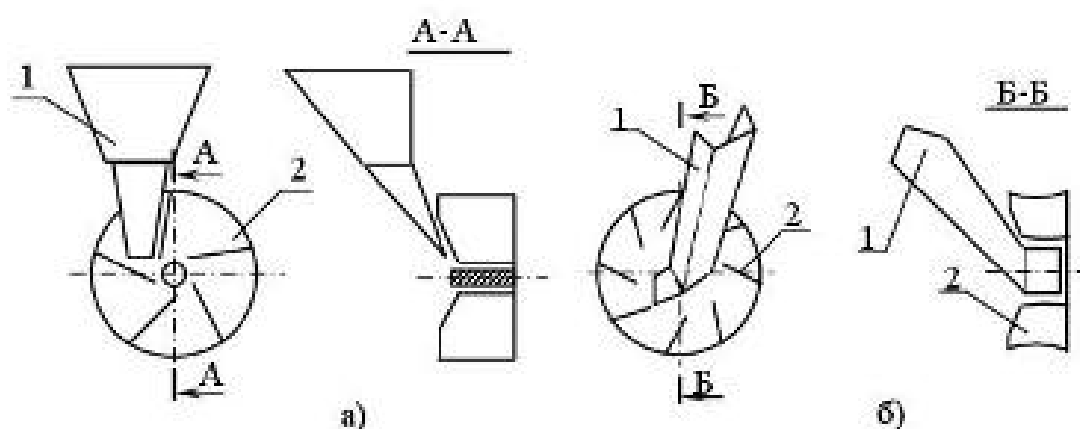


Рисунок 2.1 – Схемы способов подачи зернового вороха на лопатки диска метателя

Определённый интерес при разработке параметров аппарата представляет способ подачи зернового материала на лопатки диска метателя. На основе анализа литературных источников для поисковых экспериментов использовали два способа подачи зернового материала на лопатки диска метателя.

По первому способу подача осуществлялась с торцевой стороны лопатки (рисунок 2.1 а). В результате выявлено, что в момент встречи потока частиц зерна с лопатками происходит отскок и наблюдается хаотичное движение частиц в межлопаточном пространстве. Исходя из этого, данный способ подачи не приемлем, т.к. не удовлетворяет требованиям технологического процесса работы метателя.

Второй способ подачи осуществляли во внутреннюю полость ускоряющей крыльчатки (рисунок 2.1 б), т.е. вдоль лопаток. В этом случае рабочий процесс осуществлялся так, как это описано выше.

Предварительно задавшись основными кинематическими параметрами технологического процесса работы метателя с необходимо определить геометрические параметры ускоряющей крыльчатки и наружного лопастного диска. Величина окружной скорости зерновки, определяется по известной формуле:

$$V_{окр} = \omega_2 \cdot R_2 \quad (2.2)$$

где ω_2 – угловая скорость диска, c^{-1} ;

R_0 – наименьший радиус наружного диска, м.

Пользуясь формулой (2.2) можно предварительно определить диаметр наружного диска, который при частоте вращения не менее 550 об/мин и необходимой скорости схода не менее 10 м/с составит не менее 0,4 м.

2.2. Применяемые препараты при протравливании

В настоящее время на рынке представлено большое количество препаратов как для химической, так и биологической обработки [2,6,7]. В Республике Татарстан в реестре значится такие препараты, как Тебуктин, ТМТД плюс, Винцит и некоторые другие. Они значительно отличаются по физическим свойствам и дозе (например ТМТД плюс применяется в дозировке 1,5 литра на тонну семян, а Тебуктин 300 грамм на тонну).

Большинство хозяйств закупает препараты исходя не из эффективности или из соотношения «цена – качество», а только дешевизны. Это приводит к нарушению процесса обработки и снижению эффекта от протравливания.

Также хозяйства неохотно идут на применение биологических средств, хотя многочисленными исследованиями доказано, что они во первых позволяют снизить дозу обработки, во- вторых, снижают стрессовое воздействие от применения ядохимиката.

Наиболее изучен в этом плане фитоспорин - линия экологически безопасных фунгицидов (биофунгицидов), основу которых составляет дружественная природная бактериальная культура *Bacillus subtilis* на гуминовом носителе [4,8].

Препараты этой линии являются мощным средством борьбы с грибными и бактериальными инфекциями растений. Благодаря своей уникальной формуле препараты линии фитоспорин по целому ряду показателей превосходят известные отечественные и зарубежные аналоги, в том числе даже фунгициды на химической основе.

Действующим веществом препаратов являются живые клетки и споры природной бактериальной культуры *Bacillus subtilis* 26Д (ВНИСХМ-128). В качестве носителя бактериальной культуры используется оригинальная компо-

зиция на основе мела, различных наполнителей и ОД гумата в форме порошка ГУМИ. Присутствие в композиции ОД гумата усиливает фунгицидные свойства препарата и обеспечивает стабилизацию его характеристик в течение длительного срока, благодаря чему гарантийный срок хранения препарата до 2-х лет без потери своих качеств, а срок годности не ограничен.

Фитоспорин эффективен против широкого спектра грибных и бактериальных заболеваний, в том числе против парши, увядания, черной ножки, фитофтороза, плесневения семян, корневых гнилей, гнилей всходов, мучнистой росы, бурой ржавчины, пыльной головни, пузырчатой головни, альтернариоза, ризкτονниоза, фузариоза, септориоза и многих других.

Фитоспорин по эффективности превосходит все другие известные биофунгициды. Являясь абсолютно экологически безопасным он не уступает даже химическим фунгицидам. Препарат существенно снижает себестоимость продукции растениеводства за счет исключения из технологии дорогостоящих химических средств защиты.

Одним из существенных препятствий для более широкого применения данного фунгицида является то, что биологические препараты нельзя длительное время подвергать интенсивному перемешиванию и воздействию высокого давления.

Перед приобретением и применением препаратов необходим лабораторный анализ семян и консультации ученых агрономов насчет эффективности применения тех или иных препаратов.

Анализ показывает, что общим недостатком протравочных машин для защиты растений от вредных организмов является невозможность использования в одном устройстве физических, химических и биологических факторов воздействия на семена, отрицательное действие механизмов на клетки микроорганизмов в составе биопрепаратов, сложность конструкций, большая масса и невысокая мобильность, отсутствие мини- и макромоделей одной и той же марки, недостаточно высокая степень покрытия семян.

2.3. Физические свойства обрабатываемых семян

При конструировании протравливателя необходимо учесть следующие моменты и условия, которые сопровождают их работу:

- 1) влияние угловой скорости на работу машины и ее предельный максимум;
- 2) характер перемещения семян в машине во время рабочего процесса;
- 3) влияние угла наклона оси цилиндра;
- 4) количественный состав поступающей на триер зерновой массы;
- 5) толщину зернового слоя.

В таблице 2.1 приведены углы трения для основных культур, возделываемых в нашей зоне и которые необходимо протравливать.

Таблица 2.1 – Углы трения для семян разных культур

Культура	влажность	Угол трения
Пшеница яровая	17,4	36,2
Рожь яровая	14	27,4
Овес	12	35,62
Ячмень	13,3	31,8
Горох	15,5	24,5

Из таблицы 2.1 видно, что углы трения семян о поверхность барабана не только различны для разных культур, но и различны для отдельных семян одной и той же культуры. Экспериментальным путем можно найти пределы т.е. максимум и минимум углов трения для каждой культуры. Для расчетных целей имеет значение максимум угол трения. В зависимости от этих углов зависит предельное число угловой скорости барабана и числа оборотов в минуту.

2.4. Анализ ударного взаимодействия частицы зерна с лопаткой

В процессе работы аппарата предполагается, что взаимодействие зерновки с лопаткой происходит в определенном положении зерновки (спинкой или бороздкой) показанном на рисунке 2.2:

При анализе процесса взаимодействия частицы с лопаткой принимаем идеализированную форму зерновки – эллипсоид вращения.

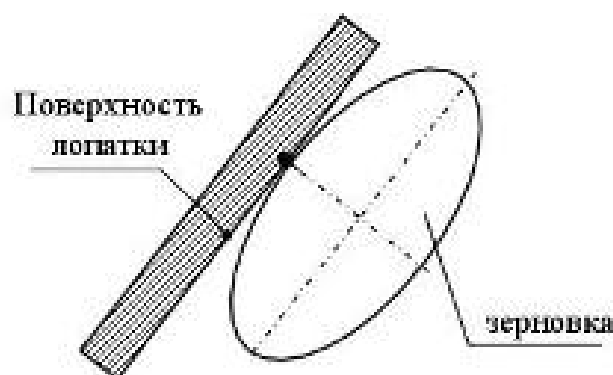


Рисунок 2.2 – Схема взаимодействия поверхности лопатки с зерном

В процессе взаимодействия частиц зерна с лопатками роторного метателя происходит удар. Определяющими факторами, которого являются форма лопатки и зерна и скорость в момент удара. При ударе частицы о лопатку характеристикой степени взаимодействия является мгновенная сила. Характеристикой прочности обрабатываемого материала является напряжение. Известно, что чем больше мера воздействия внешней нагрузки на зерно, тем больше зерно повреждается. Исходя из выше изложенного, мгновенную силу при ударе можно рассчитать по гипотезе предложенной Герцем, который рассматривает процесс удара тел в пределах упругой деформации.

Предполагая, что взаимодействие при ударе частицы о лопатку происходит в точке, получаем зависимость мгновенной силы:

$$P = k \cdot \alpha^{\frac{3}{2}}, \quad (2.3)$$

$$k = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1(1 - \mu_1^2) + E_2(1 - \mu_2^2)} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\Sigma r}}, \quad (2.4)$$

где α – сближение тел в точке контакта (упругая деформация зерновки);

k – коэффициент зависящий от кривизны поверхностей тел в точке контакта и от свойств материала

E_1, E_2, μ_1, μ_2 - модули Юнга и коэффициенты поперечной деформации (Пуассона) зерна и материала лопатки.

Анализ зависимости (2.3) указывает на то, что чем меньше коэф. K , тем меньше сила, а следовательно и повреждаемость зерна.

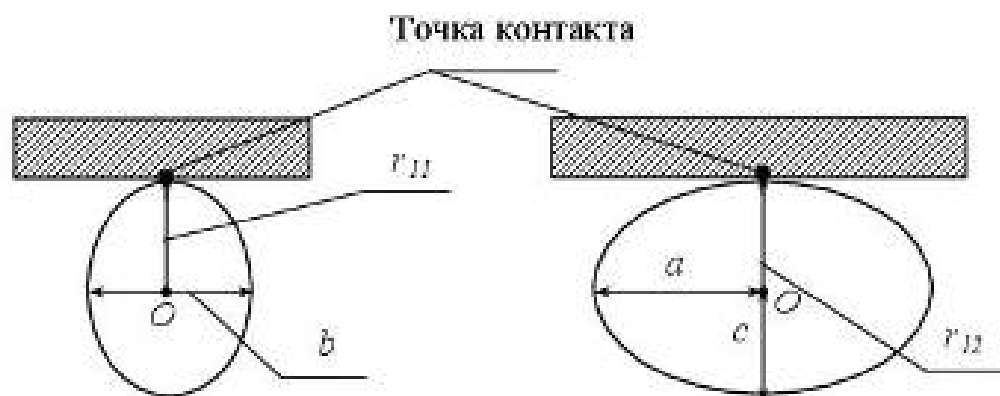


Рисунок 2.3 – Схема взаимодействия поверхности лопатки с зерновкой идеальной формы

При определении кривизны зерновки учитывая допущение, что форма зерновки представляет собой эллипсоид вращения, её размеры обозначим как полуоси a и c с шириной b (рисунок 2.3).

При увеличении начальной скорости зерна угол сектора рассева уменьшится. Также с увеличением угловой скорости диска происходит увеличение угла сектора рассева.

В результате взаимодействия зерна с лопатками диска метателя выявлены основные параметры и факторы, влияющие на технологический процесс работы метателя с ускоряющей крыльчаткой.

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Техническое описание модернизированного протравливателя

Исходя из анализа существующих конструкций и теоретических исследований, нами выдвинута гипотеза, что повышение качества инкрустирования семян возможно путем их многократного покрытия жидкими и порошковыми препаратами. С учетом вышесказанного, предлагается следующая схема обработки семян, согласно которой для многократной обработки семян жидкими и порошковыми препаратами необходимо получить две зоны в камере обработки, одна из которых – зона обработки жидкостью, другая – зона обработки порошком (рисунок 3.1).

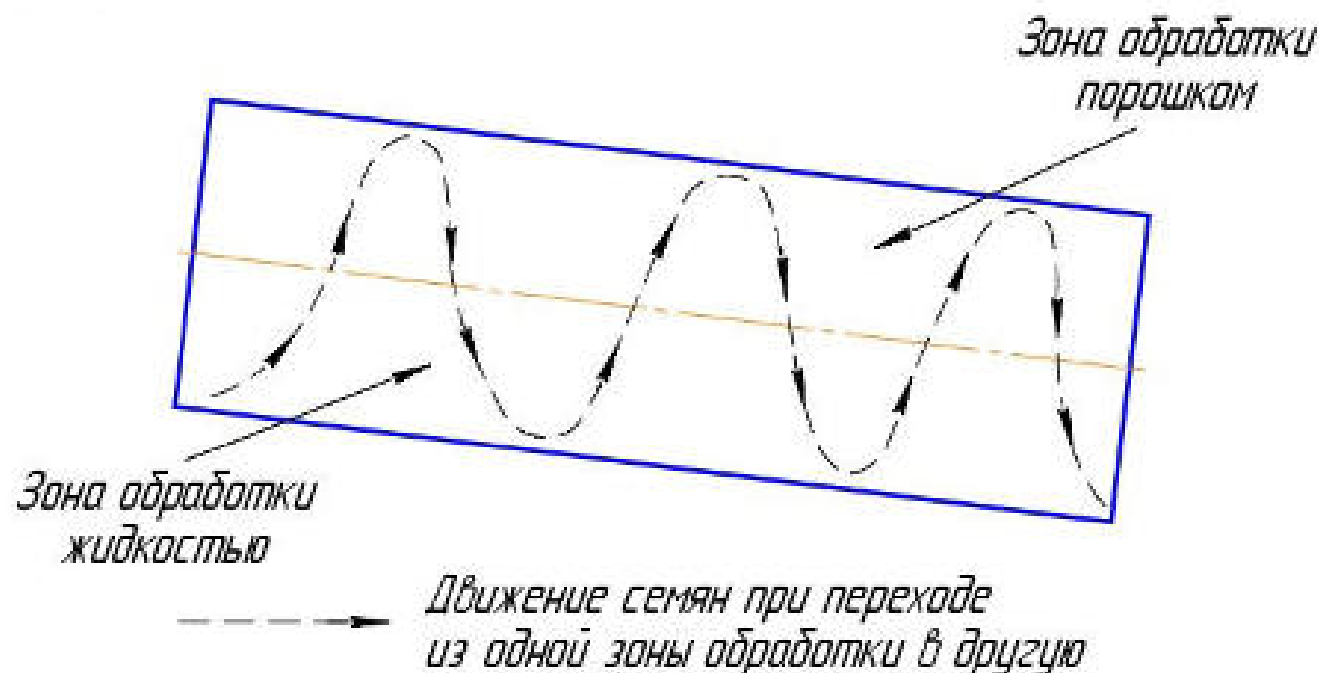


Рисунок 3.1 Схема обработки семян в камере обработки

При этом семена, поступая в камеру обработки, последовательно переходят из зоны обработки жидкостью, в зону обработки порошком и многократно покрываются препаратами.

					ВКР.35.03.06.226.20.0С.0000.0000ЛЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Усовершенствование конструкции протрав- ливателя семян	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Букцупов Р.Н.					1	28
Провер.		Дмитриев А.В.						
Реценз.								
Н. контр.		Дмитриев А.В.						
Утверд.		Харинкина Д.Т.						Казанский ГАУ каф. МОА

Процессы образования аэрозолей распыляемой жидкости и порошка происходят параллельно и независимо друг от друга.

При этом основными технологическими параметрами, влияющими на процесс образования аэрозоля распыляемого порошка, является скорость воздушного потока v_g , давление воздуха, создаваемого вентилятором P_g , плотность воздуха ρ_a , диаметр частиц порошка d_p , начальная скорость частиц порошка v_p , плотность частиц порошка ρ_p . На процесс образования аэрозоля распыляемой жидкости влияют скорость движения жидкости $v_{ж}$, давление в системе подачи жидкости $P_{ж}$, плотность жидкости $\rho_{ж}$, диаметр первичных капель жидкости d_k , начальная скорость капель жидкости v_k . Оба аэрозоля после их образования встречаются в камере обработки. При этом влияние на качество обработки семенного материала в камере обработки будут оказывать все вышеописанные технологические параметры одновременно, а также плотность посевного материала $\rho_{п.м}$ и такие конструктивно-технологические параметры камеры обработки как время смешивания семян с препаратами t , угловая скорость вращения барабана ω , длина барабана L , радиус барабана R , угол наклона барабана к горизонту α .

Инкрустация представляет собой покрытие семян оболочкой, в которую включены микроэлементы и биопрепараты, представляющие собой штаммы микроорганизмов, необходимые для роста и развития растений. Для закрепления на семенах микроорганизмов после обработки средствами защиты (смачивающийся порошок, водный концентрат эмульсии) необходимо последовательно нанести связующее вещество (прилипатель) и порошок. Данный состав закрепляет средство защиты на семенах и исключает его осыпание. Тонкая пленка создает оболочку вокруг семени, не изменяя его форму и размер. При этом закрепление порошка на поверхности семени возможно только после того как на них будет нанесен прилипатель в жидком виде. В связи с этим камера обработки, представляющая собой вращающийся барабан должна быть разделена на две зоны – зону обработки жидкостью и

зону обработки порошком. Для создания этих зон предлагается устанавливать вентиляторы, расположенные в продольной диагональной плоскости барабана и работающие в одном направлении (рисунок 3.2). По мере обработки семена поочередно переходят из одной зоны в другую и многократно обрабатываются рабочей жидкостью и порошком, а затем перемещаются к выгрузному окну. Предлагаемая технологическая схема обеспечит новый технический эффект – многократное покрытие семян жидкими и порошковыми препаратами, рециркуляцию и вторичное использование неосевшего порошка.

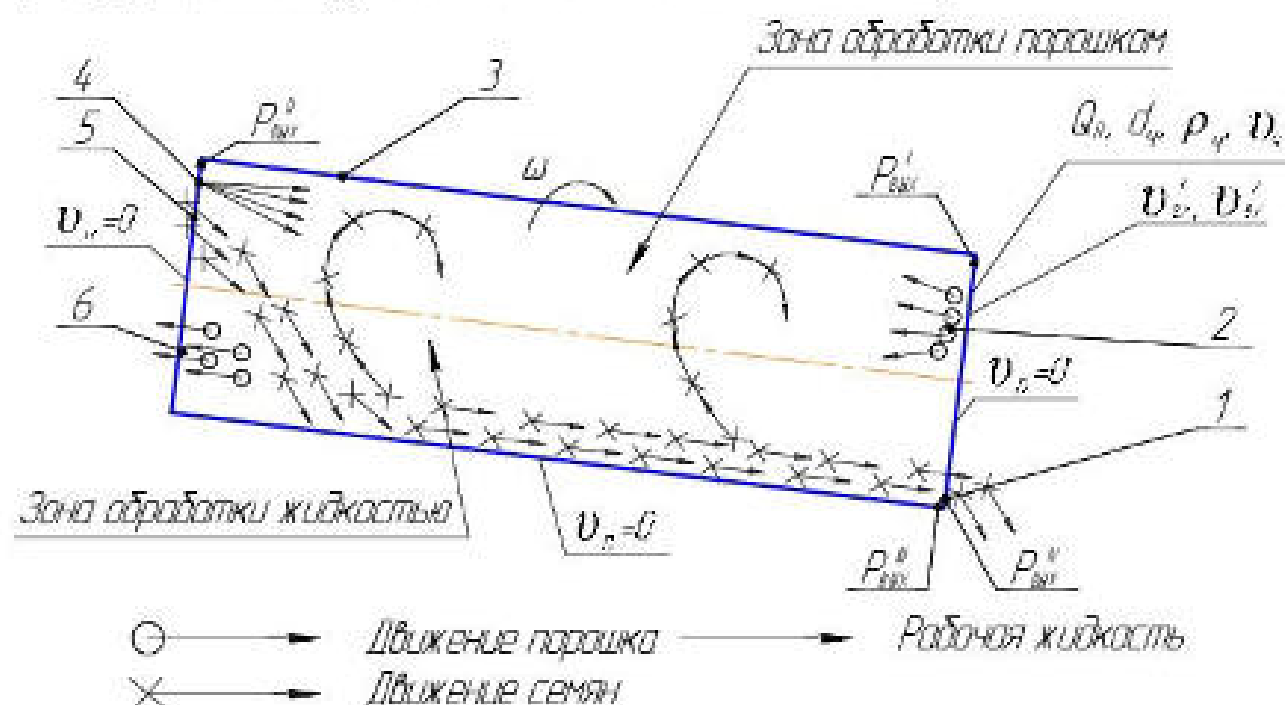


Рисунок 3.2 – Технологическая схема инкрустатора-протравливателя семян

Данная технологическая схема работает следующим образом.

Семена 5 поступают барабан 3. Барабан 3, установленный под некоторым углом наклона к горизонту, вращающийся с некоторой неизменной угловой скоростью ω , поднимает семена внутренней боковой поверхностью. Семена, достигшие критического угла подъема, падают вниз, и процесс подъема и падения многократно повторяется, чем обеспечивается их перемещение к выгрузному окну 1. В барабан 3 со стороны подачи семенного материала подается рабочая жидкость в виде аэрозоля 4. С противоположного конца барабана 3 помощью вентиляторов, работающих в одном направлении, вместе с воздушным потоком подается препарат в виде порошка 2. Порошок

подхватывается воздушным потоком и, соприкасаясь с предварительно нанесенной на семена клеящей рабочей жидкостью, прилипает к его поверхности. Также происходит рециркуляция порошка 6 и его вторичное использование. В барабане 3 воздушный поток разделяется на две зоны, одна из которых расположена в левой части, граница которой расположена по диагонали и заполнена рабочей жидкостью в виде аэрозоля, а другая в правой части и заполнена порошком в виде аэрозоля. По мере обработки семена поочередно переходят из одной зоны в другую и многократно обрабатываются рабочей жидкостью и порошком, а затем перемещаются к выпускному окну 1.

Расположение входного и выходного воздуховодов по диагонали обеспечивает создание разделительного движения воздушного потока в продольной диагональной плоскости барабана, тем самым достигается многократное поочередное покрытие семян порошком и жидкостью при переходе из одной зоны в другую, что значительно повысит эффективность инкрустации. Рециркуляция и вторичное использование порошка сократит его расход и предотвратит загрязнение окружающей среды.

3.2 Выбор и обоснование предлагаемой конструкции

Одним из путей повышения урожайности является качественное протравливание семян. Анализ существующих конструкций показал, что наиболее эффективной машиной являются барабанные протравливатели. Семена протравливают в складах с напольным содержанием, за период хранения они покрываются пылью.

Это приводит к перерасходу препарата (частицы оседают на пыль), снижению качества протравливания. Учитывая это, большинство протравливателей снабжены аспирационной камерой, при прохождении семян в камеру протравливания пыль удаляется за пределы машины.

При этом ширина канала небольшая, поэтому семена не до очищаются. Можно использовать аспирационную систему машины УЗМ (универсальная зерноочистительная машина), при этом этот агрегат можно использовать как

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		

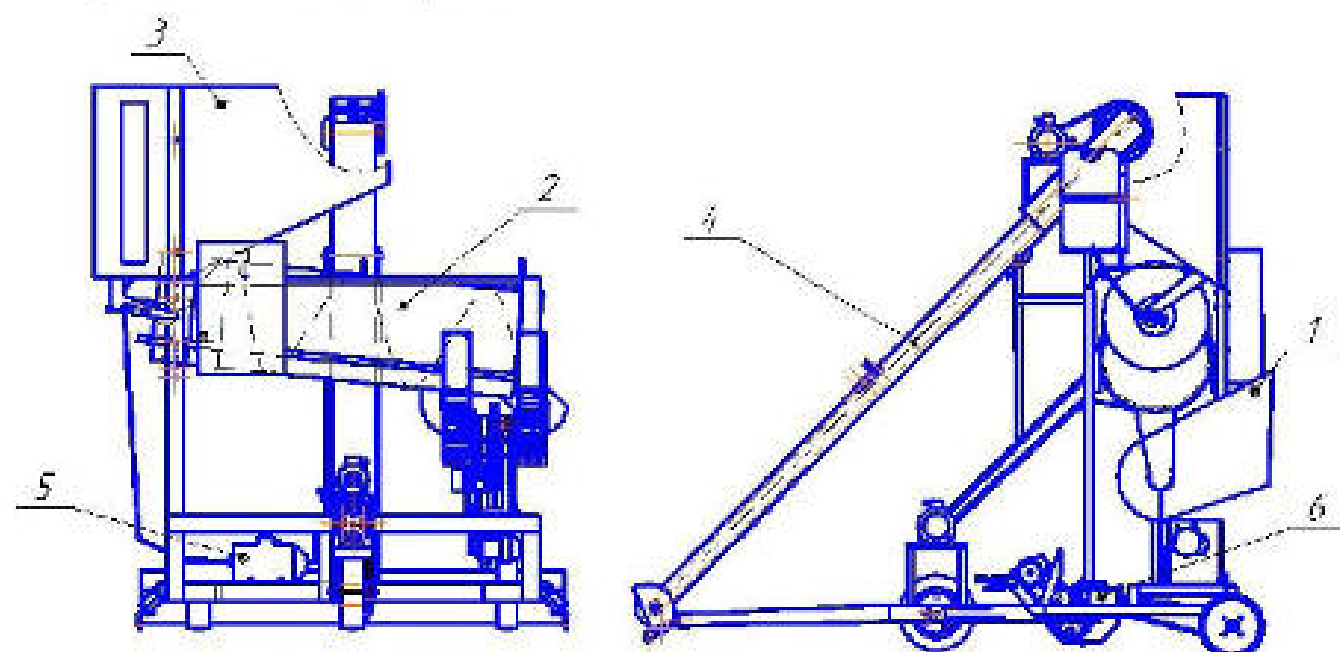
при протравливании, так и замене материала барабана на сетчатый - в режиме очистки семян.

Предложенная нами система работает следующим образом.

Семена загружаются скребковым транспортером в бункер для семян.

У входа зерна в барабан установлена аспирационная камера с вентилятором, регулировочным клапаном и шнеком выгрузки мелких примесей (Рисунок 3.3).

При работе, семена из бункера поступают в лоток, проходя который очищаются от легких примесей и пыли. Легкие примеси поднимаются по аспирационному каналу и попадают в камеру отделения, скорость потока уменьшается и примеси, упавшие на дно, выводятся из камеры при помощи шнека а пыль удаляется вентилятором.



1 – зернометатель роторного типа; 2 – барабан; 3 – бункер; 4 – загрузочное устройство;
5 – привод; 6 – компрессор для сжатого воздуха.

Рисунок 3.3 – Общий вид универсальной установки для очистки и протравливания зерна.

В барабан подается под давлением препарат, который распыливается распылителем. При совместном поступательном и вращательном движении семена интенсивно обволакиваются препаратом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ

Лист

При удалении семян из зон работы машины возникла необходимость вывести две фракции в режиме очистки и одну фракцию в режиме протравливания.

В связи с этим нами разработан и установлен зернометатель роторного типа с двумя входами и кожухами.

Зерновка покидает лопатку с определённой скоростью и под определённым углом, который принято называть углом схода.

При вращении диска, частица испытывает влияние центробежной силы, под действием которой перемещается относительно лопатки. На выходе ускоряющей крыльчатки зерновка движется по поверхности лопатки прямолинейно.

3.3 Техническое обслуживание универсальной машины для очистки и протравливания семян

Трущиеся поверхности и полости смазать консистентной смазкой ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-83. Перед началом работы проверить крепления, при ослаблении затянуть. После сборки конструкции и включении электродвигателей, вентилятор должен равномерно распыливать рабочую жидкость. На поверхность деталей рамы и барабана для избегания коррозии следует нанести краску АС-182 ГОСТ 19024-85 в несколько слоев.

Перед началом работы проверить изолированность проводов электродвигателей. Перед натяжением ремня, проверить вращение барабана, вращение должно проходить от небольшого усилия руки. Настроить натяжение ремней и цепи самохода с помощью натяжных роликов. Проверить вращение опорных колес. Проверить вращение транспортеров. Проверить полость барабана, лоток шнека, уловитель зерна, приемный лоток на наличие засора крупными предметами. Эксплуатировать устройство преимущественно в крытом помещении.

3.4 Кинематический расчёт привода

Полная мощность двигателя привода метательного рабочего органа /7/:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \text{ кВт}, \quad (3.1)$$

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист 10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где N_1 – мощность двигателя, затрачиваемая на сообщение частицам кинетической энергии, кВт;

N_2 – мощность двигателя, расходуемая на удары лопастей о частицы, кВт;

N_3 – мощность двигателя, расходуемая на преодоление трения частиц материала о диск и лопасти, кВт;

N_4 – мощность двигателя, расходуемая на преодоление сопротивления трения в опорах диска, кВт.

$$N_1 = \frac{Q(V_a^2 - V_0^2)}{734g\eta}, \quad (3.2)$$

где Q – производительность машины, $Q=40$ т/ч;

V_a – скорость метания, $V_a=14$ м/с;

V_0 – начальная скорость движения по лопаткам диска, $V_0=2$ м/с;

η – коэффициент полезного действия привода;

$$\eta = \eta_{кл} \cdot \eta_n^m, \quad (3.3)$$

где $\eta_{кл}$ – кпд клиноремённой передачи, $\eta_{кл}=0,95$;

η_n – кпд пары подшипников качения, $\eta_n=0,99$;

m – число пар подшипников качения, $m=2$;

$$\eta = 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,93$$

$$N_1 = \frac{40 \cdot (14^2 - 2^2)}{734 \cdot 9,81 \cdot 0,93} = 1,2 \text{ кВт.}$$

Мощность

$$N_2 = \frac{QV_{ср}^2}{734g\eta}, \quad (3.4)$$

где $V_{ср}$ – средняя линейная скорость движения лопатки в зоне подачи материала на диск, $V_{ср}=10$ м/с.

$$N_2 = \frac{40 \cdot 10^2}{734 \cdot 9,81 \cdot 0,93} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Мощность

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_3 = \frac{fQ(R_{\text{max}} \cdot R_0)}{367\eta} \cdot \left(1 + \frac{\omega V_s}{g}\right), \quad (3.5)$$

где f – коэффициент трения зерна о лопатку, $f=0,4$;

R_{max} – максимальный радиус диска, $R_{\text{max}}=0,25$ м;

R_0 – радиус встречи материала с лопатками диска, $R_0=0,16$ м;

V_s – наибольшая относительная скорость движения зерновки по лопаткам диска, $V_s=10,4$ м/с;

$$N_3 = \frac{0,4 \cdot 40 \cdot (0,25 \cdot 0,16)}{367 \cdot 0,93} \cdot \left(1 + \frac{62,8 \cdot 10,4}{9,81}\right) = 0,3 \text{ кВт.}$$

Мощность

$$N_4 = \frac{f_1(G + q_0) \cdot \pi d n}{60 \cdot 102\eta}, \quad (3.6)$$

где G – вес диска с валов, $G=23$ кг;

q_0 – вес находящегося на диске груза, $q_0=11,6$ кг;

f_1 – коэффициент трения в опорах диска, $f_1=0,002$;

d – диаметр цапфы вала, $d=0,035$ м;

n – число оборотов диска, $n=600 \text{ мин}^{-1}$.

$$N_4 = \frac{0,002 \cdot (23 + 11,6) \cdot 3,14 \cdot 0,035 \cdot 600}{60 \cdot 102 \cdot 0,93} = 0,002 \text{ кВт.}$$

Окончательно расчётная мощность электродвигателя будет равна

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 1,2 + 0,7 + 0,3 + 0,002 = 2,202 \text{ кВт.}$$

Учитывая заданную структуру привода, принимаем электродвигатель 4A100L6Y3, исполнение закрытое $P_{\text{им}}=2,2$ кВт, $n_{\text{дв}}=n_2=950 \text{ мин}^{-1}$, $d_b=28$ мм (9. с163).

Частота вращения выходного вала $n_1=600 \text{ мин}^{-1}$.

Передаточное отношение привода и клиноременной передачи

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_2} = \frac{950}{600} = 1,58$$

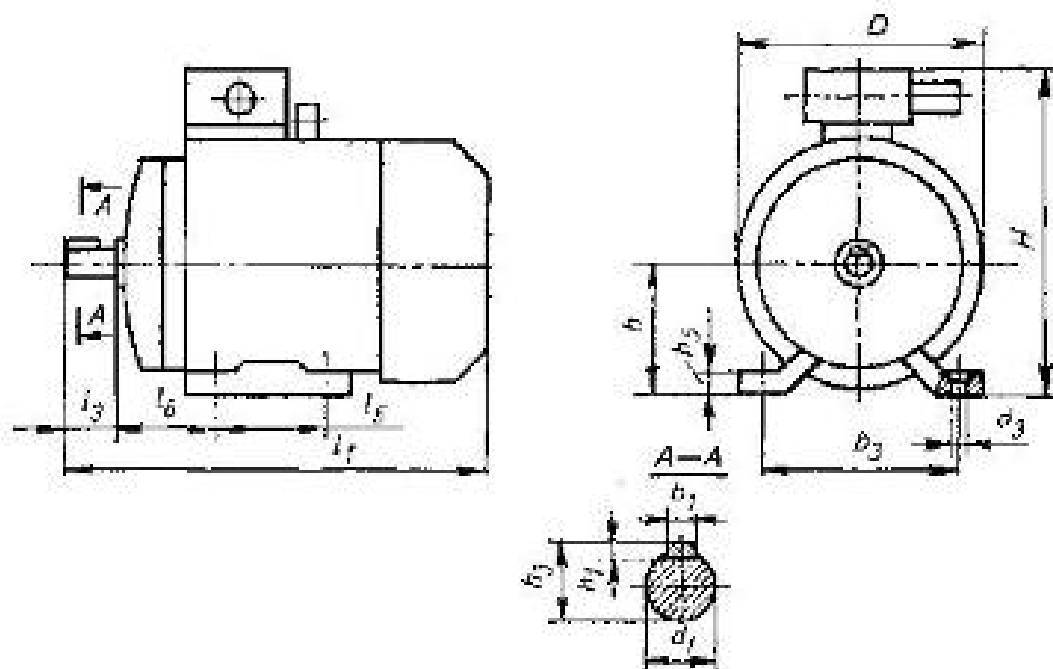


Рисунок 3.4 – Электродвигатель и его размеры

Основные габаритные размеры: $l_1=365$ мм, $H=263$ мм, $D=235$ мм.

Таблица 3.1 - Установочные и присоединительные размеры электродвигателя, мм

l_3	l_5	l_6	d_1	d_3	b_1	b_3	h	h_1	h_3	h_5
60	140	63	28	12	8	160	100	7	31	12

Вращающий момент на ведомом шкиве:

$$T_2 = \frac{P_{ном}}{\omega_2} \cdot \eta_{кв} = \frac{2,2 \cdot 10^3}{62,8} \cdot 0,95 = 33,3 \text{ Нм.} \quad (3.7)$$

3.5 Расчет клиноременной передачи

Таблица 3.2 – Исходные данные

P_1 , кВт	n_1 , мин ⁻¹ (ω_1 , с ⁻¹)	n_2 , мин ⁻¹ (ω_2 , с ⁻¹)	α , град	Число смен	Срок службы, ч
2,2	950 (99,4)	600 (62,8)	70°	2	14400

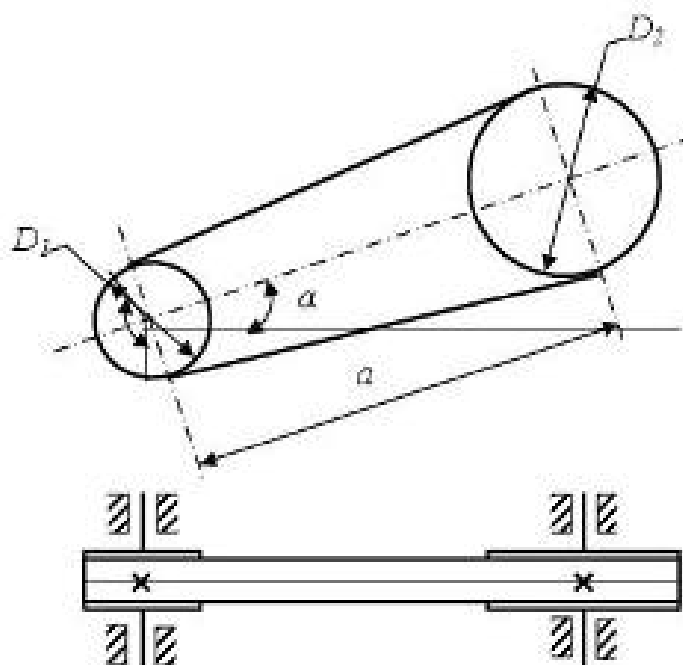


Рисунок 3.5 – Кинематическая схема клиноременной передачи

Определение вращающего момента на валу ведущего шкива /9/

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{2,2 \cdot 10^3}{99,4} = 22,1 \text{ Н м} \quad (3.8)$$

Определение диаметров шкивов

Диаметр ведущего шкива

$$d_1 \geq (30 \dots 40) \sqrt[3]{T_1} = (30 \dots 40) \sqrt[3]{22,1} = (84 \dots 112) \text{ мм} \quad (3.9)$$

Из конструктивных соображений принимаем $d_1 = 160 \text{ мм}$.

Диаметр ведомого шкива определим по формуле

$$d_2 = d_1 u (1 - \varepsilon), \quad (3.10)$$

где $\varepsilon = 0,02$ – коэффициент относительного скольжения;

$$d_2 = 160 \cdot 1,58 \cdot (1 - 0,02) = 248,3 \text{ мм}.$$

Принимаем $d_2 = 250 \text{ мм}$.

Кинематический расчёт передачи

Уточняем передаточное отношение

$$u = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} = \frac{250}{224 \cdot (1-0.02)} = 1,59. \quad (3.11)$$

Фактическая окружная скорость составит

$$V = \omega_1 \frac{d_1}{2 \cdot 10^3} = 99,4 \cdot \frac{160}{2 \cdot 10^3} = 6,9 \text{ м/с}. \quad (3.12)$$

Выбор сечения ремня

Принимаем ремень нормального сечения тип А, с кордшнуровым сердечником (обозначение А ГОСТ 1284.1-89)

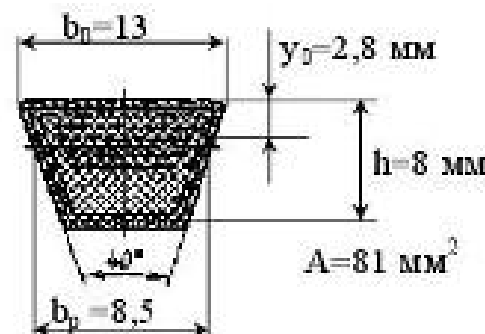


Рисунок 3.6 – Схема поперечного сечения ремня типа А

Геометрический расчёт

- межосевое расстояние

$$a_{\text{min}} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h = 0,55 \cdot (160 + 250) + 13,5 = 233,5 \text{ мм}. \quad (3.13)$$

- длина ремня

$$L = 2 \cdot a_{\text{min}} + 0,5 \cdot \pi(d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / 4 \cdot a_{\text{min}} = \\ = 2 \cdot 233,5 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (160 + 250) + (160 - 250)^2 / 4 \cdot 233,5 = 1120 \text{ мм}. \quad (3.14)$$

Принимаем $L_0 = 1600 \text{ мм}$.

- уточняем межосевое расстояние

$$a = 0,125 \cdot \{2L_0 - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[2L_0 - \pi(d_1 + d_2)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}\} = \\ = 0,125 \cdot \{2 \cdot 1600 - 3,14 \cdot (160 + 250) + \sqrt{[2 \cdot 1600 - 3,14 \cdot (160 + 250)]^2 - 8 \cdot (250 - 160)^2}\} = 476 \text{ мм}$$

- угол обхвата ведущего шкива

$$\alpha_1^0 = 180 \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 \cdot \frac{180}{3,14} \cdot \frac{250 - 160}{476} = 169^0 > 120^0. \quad (3.15)$$

Расчёт тяговой способности передач, т.е. определяем допускаемую мощность, передаваемую одним клиновым ремнём /9/:

$$[P] = [P_0] \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_i \cdot C_L \cdot C_Z, \quad (3.16)$$

где $[P_0]$ - допускаемая мощность, передаваемая одним ремнем,

$$[P_0] = 1,65 \text{ кВт для } V = 6,9 \text{ м/с и } d_f = 160 \text{ мм};$$

C_p - коэффициент режима работы, для 2-х сменной $C_p = 0,9$;

C_α - коэффициент угла обхвата, $C_\alpha = 0,98$;

C_i - коэффициент, учитывающий влияние передаточного отношения

$$C_i = 1,14;$$

C_L - коэффициент, учитывающий отклонение принятой длины ремня от базовой, $C_L = 1,07$;

C_Z - коэффициент числа ремней в передаче, $C_Z = 0,95$.

$$[P] = 1,65 \cdot 0,9 \cdot 0,98 \cdot 1,14 \cdot 1,07 \cdot 0,95 = 1,66$$

Определим число ремней, необходимое для передачи заданной мощности:

$$Z = \frac{P_1}{[P]} = \frac{2,2}{1,66} = 1,4, \quad (3.17)$$

Принимаем $Z = 2$.

Определяем силы, действующие в ветвях ремня

- сила предварительного натяжения одного ремня

$$F_0 = A \sigma_0, \quad (3.18)$$

где A - площадь сечения ремня, $A = 81 \text{ мм}^2$;

σ_0 - напряжение в ремне от предварительного натяжения, $\sigma_0 = 1,5 \text{ МПа}$.

$$F_0 = 81 \cdot 1,5 = 121,5 \text{ Н.}$$

- окружная сила, приходящаяся на один ремень

$$F_t = P_1 / V_Z = 2,2 / 6,9 \cdot 2 = 138,3 \text{ Н.} \quad (3.19)$$

- сила натяжения ведущей ветви одного ремня

$$F_1 = F_0 + 0,5 F_t = 121,5 + 0,5 \cdot 138,3 = 190,6 \text{ Н.} \quad (3.20)$$

- сила, действующая на валы в ременной передаче

$$F_k = 2 F_0 \sin \alpha / 2 = 2 \cdot 121,5 \cdot 2 \sin 169 / 2 = 484 \text{ Н.} \quad (3.21)$$

Проверяем ремень по числу пробегов

					ВКР.35.03.06.226.20.000.000ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$v = \frac{V}{L_n} = \frac{6,9}{1,6} = 4,9 < [v] = 10 \text{ с}^{-1}. \quad (3.22)$$

Выполним проверочный расчет принятой ременной передачи по максимальным напряжениям в ремне:

- напряжения от окружной силы

$$\sigma_t = F/A = 138,3/81 = 1,71 \text{ МПа}. \quad (3.23)$$

- напряжения от изгиба ремня на ведущем шкиве

$$\sigma_u = E \frac{2y_u}{d_1}, \quad (3.24)$$

где $E=90$ МПа - модуль продольной упругости;

$y_u=4,8$ мм.

$$\sigma_u = 90 \cdot \frac{2 \cdot 4,8}{160} = 3,15 \text{ МПа}$$

- напряжения в ремне от центробежных сил

$$\sigma_v = \rho V^2 \cdot 10^{-6} = 1200 \cdot 6,9^2 \cdot 10^{-6} = 0,01 \text{ МПа}. \quad (3.25)$$

Тогда

$$\sigma_{max} = \sigma_e + 0,5\sigma_t + \sigma_u + \sigma_v = 1,5 + 0,5 \cdot 1,71 + 3,15 + 0,01 = 5,5 \text{ МПа} < [\sigma] = 10 \text{ МПа}. \quad (3.26)$$

Прочность принятых ремней сечения А обеспечена.

Определяем размеры ступицы шкивов:

- внутренний диаметр ступицы

$$d_{cm1} = \sqrt[3]{\frac{T_1}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{22,1 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 20,5 \text{ мм}, \quad (3.27)$$

принимаем $d_{cm1}=28$ мм;

$$d_{cm2} = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{33,9 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 22,5 \text{ мм}, \quad (3.28)$$

принимаем из конструктивных соображений $d_{cm2}=34$ мм;

- наружный диаметр ступицы

$$D_{cm1} = (1,5 \dots 1,8)d_{cm1} = (1,5 \dots 1,8) 28 = (42 \dots 50) \text{ мм}, \quad (3.29)$$

принимаем $D_{cm1}=60$ мм;

$$D_{cm2} = (1,5 \dots 1,8)d_{cm2} = (1,5 \dots 1,8) 34 = (63 \dots 76) \text{ мм}, \quad (3.30)$$

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.73	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

принимая $D_{cm2}=66\text{ мм}$;

- длина ступицы

$$l_{cm1} = (1,5 \dots 2) d_{cm1} = (1,5 \dots 2) \cdot 28 = (42 \dots 56) \text{ мм}, \quad (3.31)$$

принимая $l_{cm1}=57\text{ мм}$;

$$l_{cm2} = (1,5 \dots 2) d_{cm2} = (1,5 \dots 2) \cdot 42 = (63 \dots 84) \text{ мм}, \quad (3.32)$$

принимая $l_{cm2}=80\text{ мм}$;

- ширина обода шкива

$$B = (n \cdot 1)e + 2f = (2 \cdot 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10 = 35 \text{ мм}. \quad (3.33)$$

- толщина обода

$$\delta = 1,3h = 1,3 \cdot 8 = 10,4 \text{ мм}, \quad (3.34)$$

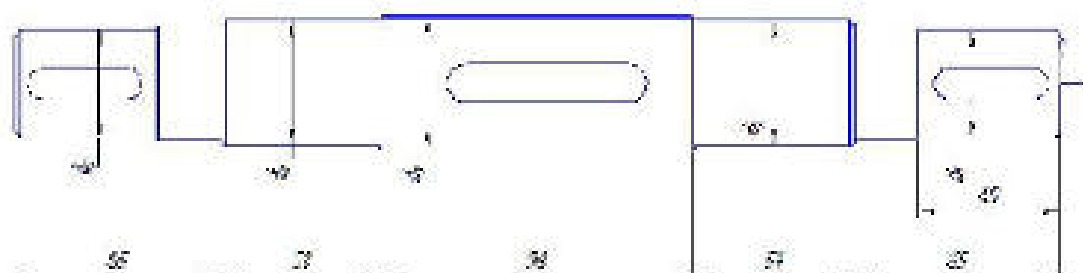
принимая $\delta = 10 \text{ мм}$;

- толщина диска

$$C = 1,3\delta = 1,3 \cdot 10 = 13 \text{ мм}. \quad (3.35)$$

3.6 Расчёт вала

Проектный расчёт



Диаметр наиболее тонкой части вала, на которой закреплены диски метателя определим из условия

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T'_2}{0,2[\tau]}}, \quad (3.36)$$

где T'_2 – вращающий момент на одном диске метателя,

$$T'_2 = \frac{T_2}{2} = \frac{33,3}{2} = 16,65 \text{ Нм}, \quad (3.37)$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16,65 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 19 \text{ мм}.$$

Из конструктивных соображений принимаем $d_1=34 \text{ мм}$.

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Диаметр под подшипник $d_2 = 40$ мм.

Диаметр под ведомый шкив клиноременной передачи $d_3 = 42$ мм.

Проверочный расчёт вала на статическую прочность

Исходные данные:

расстояние между опорой и посадочным местом диска принимаем $l_1 = l_4 = 44$ мм;

расстояние между опорой и посадочным шкива на валу принимаем $l_2 = l_3 = 74$ мм;

$F_B = 484$ Н - давление со стороны шкива на вал;

$\alpha = 70^\circ$ – угол наклона клиноременной передачи к горизонту;

$$F_B^Z = F_B \sin \alpha = 484 \sin 70^\circ = 455 \text{ Н}; \quad F_B^X = F_B \cos \alpha = 484 \cos 70^\circ = 165,5 \text{ Н};$$

$G_1 = G_2 = 100$ – вес дисков;

$T_1 = 33,3$ Нм – вращающий момент на ведомом шкиве;

$T_2 = 16,65$ Нм – вращающий момент приходящийся на один диск метателя.

Пользуясь принципом независимости действия сил рассмотрим изгиб вала в двух плоскостях – в вертикальной и горизонтальной.

Вертикальная плоскость.

Определим реакции в опорах

$$\sum M_A = 0, \quad -G_2 \cdot (l_2 + l_3 + l_4) + R_B^Z \cdot (l_2 + l_3) \cdot F_B^Z \cdot l_2 + G_1 \cdot l_1 = 0$$

$$R_B^Z = \frac{G_2 \cdot (l_2 + l_3 + l_4) + F_B^Z \cdot l_2 - G_1 \cdot l_1}{(l_2 + l_3)} = \frac{100 \cdot 192 + 455 \cdot 74 - 100 \cdot 44}{148} = 327,5 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0, \quad G_1 \cdot (l_2 + l_3 + l_1) - R_A^Z \cdot (l_2 + l_3) + F_B^Z \cdot l_1 - G_2 \cdot l_4 = 0$$

$$R_A^Z = \frac{G_1 \cdot (l_2 + l_3 + l_1) + F_B^Z \cdot l_1 - G_2 \cdot l_4}{(l_2 + l_3)} = \frac{100 \cdot 192 + 455 \cdot 74 - 100 \cdot 44}{148} = 327,5 \text{ Н}$$

Выполним проверку правильности определения реакций из условия $\sum Z = 0$,

$$R_A^Z + R_B^Z - G_1 - G_2 - F_B^Z = 0, \quad 327,5 + 327,5 - 100 - 100 - 455 = 0, \quad 0 = 0.$$

Определим изгибающие моменты в каждом характерном сечении вала:

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_Y^A = -G_1 \cdot l_1 = -100 \cdot 44 = -4400 \text{ Нмм}; \quad M_Y^B = M_Y^A = -4400 \text{ Нмм}$$

$$M_Y^C = -G_2 \cdot (l_4 + l_3) - R_B^Z \cdot l_3 = -100 \cdot 118 + 327,5 \cdot 74 = 12435 \text{ Нмм}$$

Горизонтальная плоскость.

Определим реакции в опорах

$$\Sigma M_A = 0, \quad R_B^Y \cdot (l_2 + l_3) - F_B^Y \cdot l_1 = 0, \quad R_B^Y = \frac{F_B^Y \cdot l_1}{(l_2 + l_3)} = \frac{165,5 \cdot 74}{148} = 82,8 \text{ Н};$$

$$\Sigma M_B = 0, \quad -R_A^Y \cdot (l_2 + l_3) + F_B^Y \cdot l_1 = 0, \quad R_A^Y = \frac{F_B^Y \cdot l_1}{(l_2 + l_3)} = \frac{165,5 \cdot 74}{148} = 82,8 \text{ Н}.$$

Выполним проверку правильности определения реакций из условия $\Sigma Y = 0$,

$$R_A^Y + R_B^Y - F_B^Y = 0, \quad 82,8 + 82,8 - 165,5 = 0, \quad 0,1 \approx 0.$$

Определим изгибающие моменты в каждом характерном сечении вала:

$$M_Z^C = R_B^Y \cdot l_3 = 165,5 \cdot 74 = 6125 \text{ Нмм}$$

Определим суммарный изгибающий момент в каждом характерном сечении

$$M_{сум} = \sqrt{M_Z^2 + M_Y^2}, \quad (3.39)$$

$$M_{сум}^A = M_{сум}^B = 4400 \text{ Нмм}; \quad M_{сум}^C = \sqrt{12435^2 + 6125^2} = 13862 \text{ Нмм}.$$

Построим эпюру внутреннего крутящего момента

$$M_{кр}^B = M_{кр}^A = -T_1^I = -16650 \text{ Нмм}; \quad M_{кр}^D = M_{кр}^B = M_{кр}^C = T_2^I = 16650 \text{ Нмм};$$

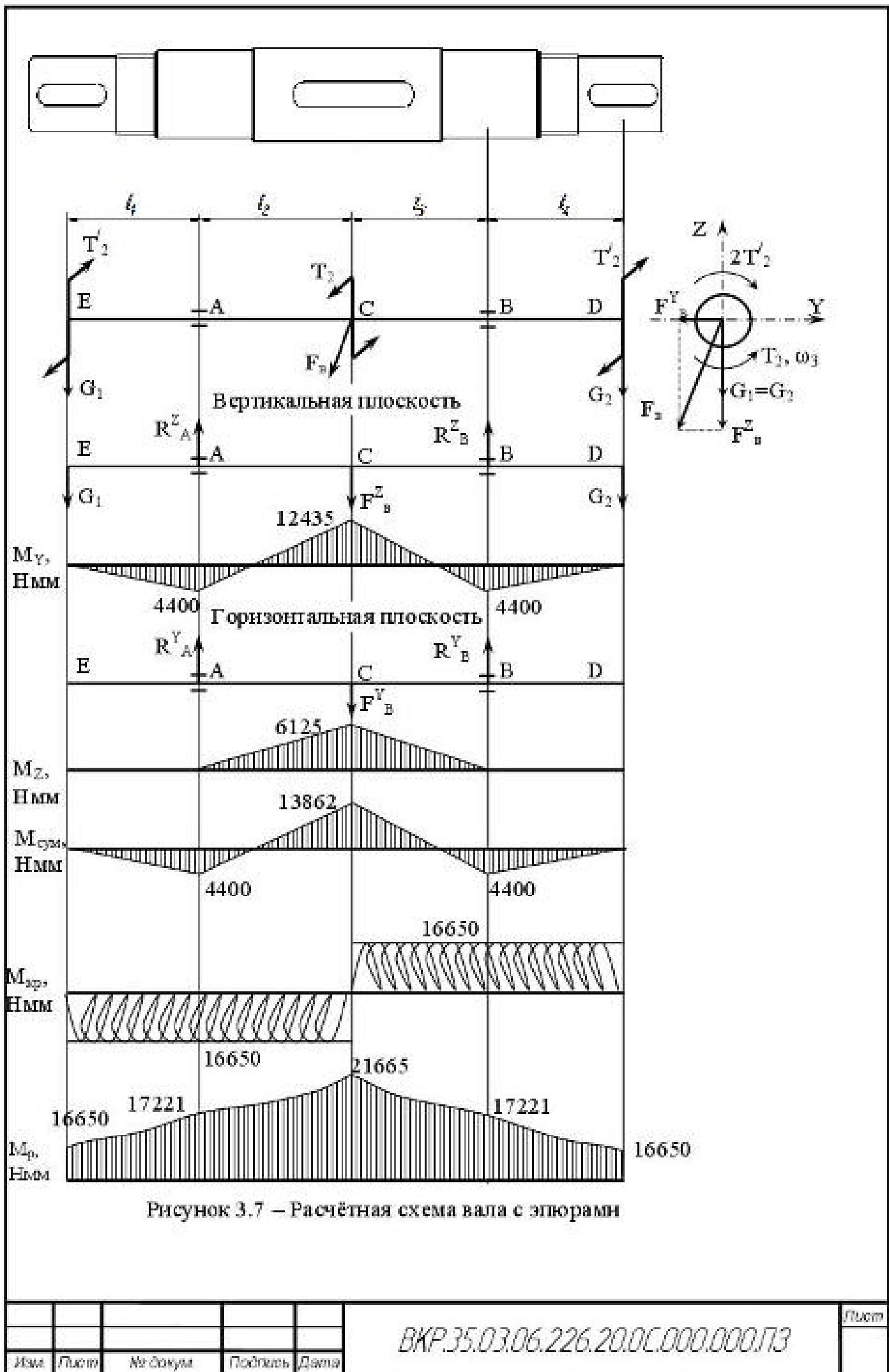


Рисунок 3.7 – Расчётная схема вала с эпюрами

По третьей теории прочности определим расчётный момент в каждом характерном сечении

$$M_P = \sqrt{M_{\text{оп}}^2 + M_{\text{кр}}^2}, \quad (3.40)$$

$$M_{P_E} = M_P = 16650 \text{ Нмм}; \quad M_{P_A} = M_{P_B} = \sqrt{4400^2 + 16650^2} = 17221 \text{ Нмм};$$

$$M_{P_C} = \sqrt{13862^2 + 16650^2} = 21665 \text{ Нмм}.$$

Уточняем диаметры в опасных сечениях по формуле:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_P}{0,1[\sigma]_P}},$$

где $[\sigma]_P$ – допускаемое напряжение на изгиб, $[\sigma]_P = 50 \text{ Н/мм}^2 / 3 / \text{с.11}$.

Тогда

$$d_E \geq \sqrt[3]{\frac{16650}{0,1 \cdot 50}} = 18 \text{ мм} < d_1 = 34 \text{ мм};$$

$$d_A \geq \sqrt[3]{\frac{17221}{0,1 \cdot 50}} = 20 \text{ мм} < d_2 = 40 \text{ мм};$$

$$d_C \geq \sqrt[3]{\frac{21665}{0,1 \cdot 50}} = 23 \text{ мм} < d_3 = 42 \text{ мм};$$

Оставляем ранее принятые диаметры вала.

3.7 Выбор и проверка подшипников

Исходные данные к расчёту

$$R_A = \sqrt{R_{\text{гор}}^2 + R_{\text{вер}}^2} = \sqrt{327,5^2 + 82,8^2} = 387,8 \text{ Н},$$

$$R_B = \sqrt{R_{\text{гор}}^2 + R_{\text{вер}}^2} = \sqrt{327,5^2 + 82,8^2} = 387,8 \text{ Н}.$$

Опоры А и В нагружены равнозначно. При $n_{\text{элл}} = 600 \frac{\text{об}}{\text{мин}} > 10 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ принимаем подшипники качения и проверяем их по динамической грузоподъёмности С.

Так как осевая нагрузка равна нулю, выбираем радиальные шариковые подшипники, таблица ПЗ. /10/.

Принимаем на каждую опору два радиальных шариковых подшипника особо легкой серии при $d_a=40\text{ мм}$ №80108 для которого $D=68\text{ мм}$; $B=15\text{ мм}$; $C=16,8\text{ кН}$; $C_0=9,3\text{ кН}$, стр. 393 ПЗ /10/.

$$L = \left(\frac{C}{P_3} \right)^3,$$

где P_3 – эквивалентная нагрузка.

Для радиальных подшипников эквивалентная нагрузка вычисляется по формуле:

$$P_3 = X \cdot V \cdot R \cdot K_G \cdot K_T,$$

где $X=1$ – коэффициент радиальной нагрузки, таблица 9.18 /10/;

$V=1$ – коэффициент (вращается внутреннее кольцо) стр.212 /2/;

$K_G=2,2$ – коэффициент безопасности для центробежных аппаратов, /10/ таблица 9.19;

$K_T = 1,1$ – температурный коэффициент по /10/ таблица

$$P_3 = 1 \cdot 1 \cdot 387,8 \cdot 2,2 \cdot 1,1 = 968\text{ Н}$$

$$\text{Тогда } L = \left(\frac{16,8}{2 \cdot 0,97} \right)^3 = 649,4 \text{ млн.об.}$$

Расчетная долговечность, ч

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n} = \frac{649,4 \cdot 10^6}{60 \cdot 600} = 18040 > [L] = 14400 \text{ ч.}$$

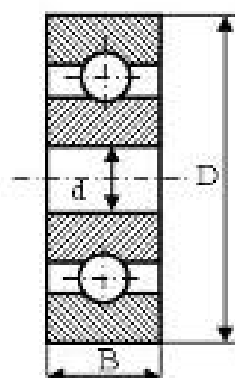


Рис.3.6 Схема подшипника

3.8 Выбор и проверка прочности шпоночных соединений

Принимаем шпонки призматические. Размеры сечений шпонок, пазов и длины шпонок по ГОСТ 23360-78. Материал шпонок — сталь 45 нормализованная. Напряжения смятия и условие прочности по формуле:

$$\sigma_{см}^{max} \approx \frac{2T}{d(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma]_{см}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ

Лист

Допускаемые напряжения смятия при стальной ступице
 $[\sigma]_{см} = 100 \dots 120 \text{ Н/мм}^2$

Выбираем по таблице 8.9 [10] и проверяем шпонку под ступицей диска метателя. Для диаметра вала $d = 34$ мм; сечение - $b \times h = 10 \times 8$ мм; глубина паза вала $t_f = 5$ мм; глубина паза втулки $t = 3,3$ мм; длина шпонки $l = 26$ мм; момент $T_2 = 33,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

$$\sigma_{см}^{max} \approx \frac{2 \cdot 16,65 \cdot 10^3}{20 \cdot (8 - 5)(26 - 10)} = 35 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]$$

Выбираем по таблице 8.9 [10] и проверяем шпонку под шкивом клиноременной передачи. Для диаметра вала $d = 42$ мм; сечение - $b \times h = 12 \times 8$ мм; глубина паза вала $t_f = 5,0$ мм; глубина паза втулки $t = 3,3$ мм; длина шпонки $l = 51$ мм.

$$\sigma_{см}^{max} \approx \frac{2 \cdot 33,3 \cdot 10^3}{42 \cdot (8 - 5,0)(51 - 12)} = 14 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma].$$

Условие выполнено.

3.9 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при использовании предлагаемой технологии предпосевной обработки семян с разработкой универсальной машины для очистки и протравливания семян

В выпускной квалификационной работе разработан протравливатель мелкосемянных культур, включающий зернометатель для выгрузки зерна. Поэтому задача состоит в том, чтобы устранить возможность поражения работников электрическим током в процессе эксплуатации зернометателя с электродвигателем.

Одним из эффективных мероприятий, исключающих опасное воздействие на человека электрического тока при аварийных ситуациях, является защитное зануление электродвигателя.

Занулением является преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное зануление превращает про-

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000ЛЗ	Лист 1
Изм	Лист	Из докум	Подпись	Дата		

бой тока на корпус в короткое замыкание между фазным и нулевым проводами и обеспечивает протекание тока большой силы через устройства защитной сети. С установкой плавкого предохранителя, ток короткого замыкания $I_{\text{кз}}$ вызовет перегорание предохранителя и отключение поврежденной фазы.

Плавкая вставка предохранителя подбирается по величине пускового тока электродвигателя с учетом режима его работы:

$$I_{\text{п}} = I_{\text{кз}} / \alpha$$

где $I_{\text{кз}}$ - пусковой ток электродвигателя;

α - коэффициент режима работы. Для асинхронных двигателей равен 1,6...2,5

Пусковой ток электродвигателя определяется по формуле:

$$I_{\text{кз}} = \frac{K * P * 1000}{\sqrt{3} * U_{\text{л}} * \eta_{\text{дв}} * \cos \varphi}$$

где P - мощность электродвигателя, кВт;

K - коэффициент кратности пускового тока (для 3-фазных электродвигателей переменного тока он равен 5...7);

$U_{\text{л}}$ - линейное напряжение электросети, В;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности

$\eta_{\text{дв}}$ - коэффициент полезного действия электродвигателя

По справочным данным/14/ при $K=6$, $\eta=0,89$, $\cos \varphi=0,87$, $P=1,1 \text{ кВт}$

$$I_{\text{кз}} = \frac{6 * 1,1 * 1000}{\sqrt{3} * 380 * 0,89 * 0,87} = 13 \text{ А}$$

Определяем ток плавкой вставки предохранителя:

$$I_{\text{п}} = \frac{I_{\text{кз}}}{2,5} = 5,2 \text{ А}$$

Выбираем предохранитель ПРС-6 с током плавкой вставки на 6А.

При химической обработке семян обслуживающий персонал подвергается опасности воздействия ядохимикатов на организм. Поэтому работающие с ядохимикатами должны быть предупреждены о токсических свойствах, а также о личной безопасности при работе с протравителем.

					ВКР.35.03.06.226.20.0С.000.000.ПЗ	Пуст
Изм	Пуст	№ докум	Подпись	Дата		

При появлении признаков отравления необходимо оказать первую помощь пострадавшему, а затем направить его на ближайший медицинский пункт. Работающие должны быть ознакомлены с правилами оказания первой помощи при отравлениях.

3.10 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии предпосевной обработки семян

Источником загрязнения атмосферы является выбросы загрязненного воздуха из вентиляционных систем, содержащие вредные вещества, выделяющиеся при сварочно-наплавочных работах, при очищении семян от пыли, испарении нефтепродуктов, кислот, щелочей, а также выбросы из труб котельной. Источником загрязнения земли являются нефтепродукты, моющие и красящие средства и различный производственный мусор.

В целях охраны окружающей среды предлагаем ряд мероприятий:

- повторное использование сточных вод путем их отстоя в грязесборнике для удаления грязи и крупных примесей и последующего пропускания через фильтры маслоуловителя;
- для удаления масел и других нефтепродуктов с поверхности производственных помещений необходимо установить ящики с песком или опилками;
- для сбора отходов производства установить металлические контейнеры, в местах курения-урны, после чего накопившейся мусор вывозить на свалку.

Для охраны окружающей среды при эксплуатации разработанного протравителя необходимо соблюдать следующие требования:

- разведение и заправку удобрения производить в строго отведенных местах;
- не допускать утечки препарата из заправочной емкости;
- не израсходованные удобрения утилизировать, нельзя выливать его в водоемы, на открытую местность;
- по окончании работы утилизировать средства индивидуальной защиты;

- мойку протравливателя осуществлять только в специально отведенных местах, где имеется сливная яма с фильтрующими элементами и отстойником.

3.11 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.12 Экономическое обоснование конструкции

Расчет стоимости устройства для обработки семян

Стоимость устройства вычислим по следующей формуле

$$B_c = C_{од} + C_{пр} + C_{сб} + C_{ин}, \quad (3.41)$$

где $C_{од}$ – стоимость изготовления оригинальных деталей (валы, втулки и т.д.), руб,

$C_{пр}$ – стоимость покупных деталей, изделий по прейскуранту, руб,

$C_{сб}$ – заработная плата рабочих занятых на сборке, руб,

$C_{ин}$ – общепроизводственные накладные расходы, руб.

Стоимость изготовления оригинальных деталей определяем из выражения

$$C_{од} = C_{пр.л} + C_m, \quad (3.42)$$

где $C_{пр.л}$ – заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб,

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Полная заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей рассчитывается по формуле

$$C_{пр.л} = C_{пр} + C_d + C_{соц}, \quad (3.43)$$

где $C_{пр}$ – заработная плата рабочих занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб,

C_d – дополнительная заработная плата, руб,

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Зарботная плата рабочих занятых на изготовлении оригинальных деталей определяется по формуле:

$$C_{пр} = t_1 \cdot C_q \cdot K_t \cdot n, \quad (3.44)$$

где t_1 средняя трудоемкость на изготовление отдельных оригинальных изделий, чел. – час, $t_1 = 3,5$ чел.·ч.,

C_q – часовая ставка рабочих по среднему разряду, руб, $C_q = 28,73$ руб.,

K_t – коэффициент, учитывающий дополнительную оплату к основной заработной плате, $K_t=1,39$,

n – количество деталей, шт., $n=15$.

$$C_{пр}=3,5 \cdot 28,73 \cdot 1,39 \cdot 15=2097 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{дл}=(5 \dots 12) \cdot C_{пр.н}/100, \quad (3.45)$$

$$C_{дл}=10 \cdot 2097 /100=209,7 \text{ руб.}$$

Начисляется по социальному страхованию:

$$C_{соцл}=0,26 \cdot (C_{пр.н}+C_{дл}), \quad (3.46)$$

$$C_{соцл}=0,26 \cdot (2097 +209,7)=599,74 \text{ руб.}$$

Отсюда полная заработная плата на изготовление деталей составит:

$$C_{п}=2097 +209,7 +599,74=2906,44 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{м}=Ц_1 \cdot Q_3 \quad (3.47)$$

где $Ц_1$ – цена 1 кг материала заготовки, руб., $Ц_1=15,5$ руб/кг;

Q_3 – масса заготовок, кг, $Q_3=26$ кг.

$$C_{м}=15,5 \cdot 26=403 \text{ руб.}$$

$$C_{зд}=2906,44 +403=3309,4 \text{ руб.}$$

Цены покупных изделий и деталей по прейскуранту составляет

$$C_{пд}=21000 \text{ руб.}$$

Заработную плату рабочих, занятых на сборке конструкции рассчитываем по формуле:

$$C_{сбл}=C_{сб}+C_{длсб}+C_{соцсб}, \quad (3.48)$$

$$C_{сб}=T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot K_c \quad (3.49)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.ч.,

$$T_{сб}=K_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (3.50)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, $K_c=1,08$,

$t_{сб}$ – трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел.ч,

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.03	Лист 7
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$t_{сб}=26 \text{ чел.-ч.}$$

$$T_{сб}=1,08 \cdot 26=28,08 \text{ чел.-ч.}$$

$$C_{сб}=28,08 \cdot 28,73 \cdot 1,39=1121,36 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{д.сб}=(5...12) \cdot C_{сб}/100, \quad (3.51)$$

$$C_{д.сб}=10 \cdot 1121,36 /100=112,136 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию:

$$C_{соц.сб}=0,26 \cdot (C_{сб}+C_{д.сб}), \quad (3.52)$$

$$C_{соц.сб}=0,26 \cdot (1121,36 +112,136)=320,7 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата:

$$C_{сб.п}=1121,36 +112,136 +320,7 =1554,2 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление определяем по формуле:

$$C_{оп}=C_{пр} \cdot K_{оп}/100, \quad (3.53)$$

где $C_{пр}$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.,

$K_{оп}$ – коэффициент общепроизводственных расходов, $K_{оп}=65\%$,

$$C_{пр}=C_{пр}+C_{сб.п}=2906,44 +1554,2 =4460,6 \text{ руб.,}$$

$$C_{оп}=4460,6 \cdot 65/100=2899 \text{ руб.}$$

Тогда стоимость проектируемого Устройства составит:

$$B_c=3309,4 +21000+1554,2 +2899=28763,6 \text{ руб}$$

Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты устройства для биологической обработки семян машины (и операций) рассчитывается по формуле:

$$\Xi_s=З+А+Р+Г+\Xi_{обсл}+М, \quad (3.54)$$

где $З$ – заработная плата обслуживающего персонала, руб.,

$А$ – амортизационные отчисления машин, руб.,

$Р$ – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание., руб.,

$Г$ – затраты на нефтепродукты, электроэнергию, руб.,

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\mathcal{E}_{обсл}$ – затраты по обслуживающему автотранспорту, живому тяглу, руб.,

M – затраты на основные и вспомогательные материалы (семена, удобрения, проволоку и т.п.), руб.

В данном случае применение новой машины не вызывает изменения норм расхода основных и вспомогательных материалов, а также не требует других обслуживающих средств. Поэтому расходы $\mathcal{E}_{обсл}$ и M не принимаются в расчете эксплуатационных затрат.

Заработная плата за час работы

$$З_ч = \frac{\sum_{i=1}^n K_{обсл.i} \cdot T_{сi} \cdot K_{от}}{t_{на}}, \quad (3.55)$$

где $K_{обсл.i}$ – количество обслуживающего (основного и вспомогательного) персонала i – го тарифного разряда, чел.;

$T_{сi}$ – тарифная ставка i – го разряда за норму выработки, руб.;

$K_{от}$ – коэффициент, учитывающий все виды дополнительной оплаты начисления на заработную плату;

$t_{на}$ – нормативное время смены, час.

При обработке биологическими веществами принимаем:

$K_{обсл.i} = 2$, $K_{от} = 2,0$.

По 7 разряду тарифная ставка $T_{с7} = 301$ руб.

По 5 разряду $T_{с5} = 235,2$ руб.

Так как обработка семян биологическими веществами производится в неблагоприятных условиях труда, то принимаем $t_{на} = 6$ часов

$$З_ч = \frac{1 \cdot 301 \cdot 2 + 1 \cdot 235,2 \cdot 2}{6,0} = 178,73 \text{ руб / час}$$

Заработная плата за весь период работы с учетом социальных отчислений (26%):

$$З = T \cdot З_ч \cdot 1,26 = 160 \cdot 178,73 \cdot 1,26 = 36032 \text{ руб}, \quad (3.56)$$

Для определения амортизационных отчислений и затрат на техническое обслуживание и ремонт определим балансовую стоимость протравливателя:

$$B = Ц \cdot \eta = 54 \cdot 1,11 = 59,9 \text{ тыс.руб.}, \quad (3.57)$$

где B – балансовая стоимость машины, руб.;

$Ц$ – оптовая цена машины по прейскуранту, тыс. руб.;

η – коэффициент, учитывающий торговую наценку и затраты на доставку и монтаж (принимается 1,1 – 1,125).

Амортизационные отчисления за час, руб:

$$A_{\text{ч}} = (B \cdot a) / T = (59900 \cdot 0,1) / 160 = 37,46 \quad (3.58)$$

Амортизационные отчисления за весь период работы:

$$A_{\text{чп}} = A_{\text{ч}} \cdot T = 37,46 \cdot 160 = 5994 \text{ руб}$$

Затраты на техническое обслуживание и ремонт за период:

$$P = B \cdot p = 59900 \cdot 0,08 = 4752 \text{ руб.}, \quad (3.59)$$

где p – норма отчислений на техническое обслуживание и текущий ремонт.

Затраты на электроэнергию

На час работы (Ээл.)

$$\text{Э}_{\text{эл}} = \frac{Ц_{\text{эл}} \sum_{i=1}^n K_{\text{эл}} P_i}{\eta_i}, \quad (3.60)$$

где $Ц_{\text{эл}}$ – цена 1 кВт.ч электроэнергии в рублях (для с.-х. предприятия $Ц_{\text{эл}} = 1,0 \text{ руб.}$);

$K_{\text{эл}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по мощности;

P_i – мощность i -го приемника энергии;

η_i – КПД i -го приемника электроэнергии.

Устройство для обработки семян биологическими веществами оборудовано 2-мя электродвигателями АИР 112 МА8 для мощность $P1 = 2,2 \text{ кВт}$, электродвигателем АИР 71 мощностью 0,25 кВт, АИРУ 112 М4 мощностью

1,5 кВт, АИР 71 мощностью 1,1 кВт. Принимаем $K_{30}=0,8$ и $\eta_t=0,96$ -для ре-
менной передачи.

$$\mathcal{E}_{эл} = \frac{1 \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 2,2 + 0,25 + 1,5 + 1,1)}{0,96} = 6 \text{ руб/час}$$

За весь период работы

$$\mathcal{E}_{эл п} = \mathcal{E}_{эл} \cdot T = 6 \cdot 160 = 960 \text{ руб.}$$

Таким образом, эксплуатационные затраты в пересчете за весь период
работы составят:

$$\mathcal{E}_3 = 36032 + 5994 + 4792 + 960 = 47778 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы (семена, удобрения, корма, гербициды и т.д.) – на
единицу продукции.

$$M = \alpha \cdot \beta \sum_{i=1}^n C_{mi} \cdot H_{mi}, \quad (3.61)$$

где α - коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы,
принимаем $\alpha=1,2$;

β - коэффициент, учитывающий складские расходы, принимаем $\beta=1,2$;

C_{mi} – цена единицы i-го материала;

H_{mi} – норма расхода i-го материала на единицу продукции.

Принимает для протравливания препарат Биосил. Стоимость данного
препарата 1100 рублей за литр. Норма внесения препарата 50 г на тонну. Таким
образом затраты на материалы составят:

$$M = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1100 \cdot 0,05 = 79,2 \text{ руб/т};$$

Определим материальные затраты за час работы:

$$M_q = M \cdot Q_{н опг} \quad (3.62)$$

$$M_q = 79,2 \cdot 4,347 = 344,29 \text{ руб/час.}$$

Определим материальные затраты за период:

$$Mп = M_q \cdot T \quad (3.63)$$

$$Mп = 344,29 \cdot 160 = 55086,4 \text{ руб.}$$

Таким образом, эксплуатационные затраты в пересчете за весь период работы
составят:

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Имя	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$\mathcal{E}_f = 47778 + 55086,4 = 102864,4 \text{ руб}$$

Расчет окупаемости устройства

Производительность протравливателя $Q_{\text{п}} = 16700 \text{ кг/час}$. Наибольшее качество протравливания достигается при использовании машины на 60-70% от максимальной мощности. Тогда оптимальная производительность

$$Q_{\text{п опт}} = 10020 \text{ кг/час.}$$

Рассчитаем производительность машины за период:

$$Q = Q_{\text{п опт}} \cdot T = 10020 \cdot 160 = 1603200 \text{ кг}$$

Площадь засеянная полученной массой семян при норме высева 200 кг/га составит:

$$S = Q/200 = 1603200/200 = 8016 \text{ га.}$$

Протравливание повышает урожайность культур на 0,2 т/га.

Тогда прирост урожая на площади S составит:

$$M = S \cdot 0,2 = 8016 \cdot 0,2 = 1603,2 \text{ т}$$

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{г.э} = M \cdot C \quad (3.64)$$

где M-прирост урожая за счет протравливания семян,

C - средняя стоимости 0,1 т пшеницы, $C = 400 \text{ руб.}$

Прибыль с 0,1 т пшеницы составляет 33% от средней с стоимости 0,1 т,

$$C = 0,33 \cdot 400 = 132.$$

Тогда

$$\mathcal{E}_{г.э} = M \cdot C = 16032 \cdot 132 = 2116224 \text{ руб.}$$

Рассчитаем общие затраты

$$\mathcal{Z}_{\text{об}} = \mathcal{E}_f + B_c = 47778 + 28763,6 = 76541,6 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составляет

$$O = \frac{\mathcal{Z}_{\text{об}}}{\mathcal{E}_{г.э}} = \frac{76541,6}{2116224} = 0,036 \text{ года}$$

Таким образом срок окупаемости составил 14 дней.

					ВКР.35.03.06.226.20.00.000.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка конструкции устройства для обработки семян дает возможность увеличения производительности в несколько раз за счет конструктивных изменений, что позволяет непрерывно качественно обрабатывать зерна. Это достигается установкой автоматизированных рабочих органов.

Конструктивный расчет показал, что разработанная конструкция работоспособна при соблюдении правил изготовления деталей устройства и правильной сборки.

Модернизация устройства позволяет наиболее качественно и с высокой скоростью производить обработку семян протравливателями. Это влияет на прирост урожайности, при минимальном травмировании семян, за счет чего повышается сбор зерновых на единицу площади.

На основе технико-экономического анализа видно, что капиталовложения в устройство для обработки семян окупаются за один сезон, а производство машин за 3 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клейнин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные и мелiorативные машины.-М.:КолосС,2003. 464с.
2. М.В. Саблинков. Сельскохозяйственные машины.-М.: «Колос»,1968. 336с.
- 3.Сельскохозяйственные и мелiorативные машины. Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов и др.-М.: Агропромиздат, 1986. 688с.
- 4.Шамаев Г.П., Шеруда С.Д. Механизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней.-М.: «Колос», 1978. 256с.
5. Колпаков А.П., Карнаухов И.Е. Проектирование и расчет механических передач.-М.: Колос, 2000. 328с.
6. Иванов М.Н. Детали машин. Учебник для машиностроительных специальностей вузов.-М.: Высш. шк., 2006. 408 с.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя.-М.: Машиностроение, 1982. 584 с.
8. Готовцев А.А., Котенок И.П. Проектирование цепных передач.-М.: Машиностроение, 1982. 336 с.
9. Детали машин. М.Н. Иванов, В.А. Финюгенов. М.: Высш. шк., 2007. 408 с.
10. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высш. шк., 1990, - 399 с.
11. Боголюбов С. К. Инженерная графика: Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2000. 352 с.
12. Чижикова Т.В. Стандартизация, сертификация и метрология. Основы взаимозаменяемости: учеб. пособие. М.: Колос, 2002. 240 с.
13. ГОСТы. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд. стандартов, 2001. -159 с.
14. ГОСТ 2.102-68 Виды и комплектность конструкторских документов. М.: Изд. Стандартов, 1988. 15 с.

15. ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам. М.: Изд. Стандартов, 1996. 36 с.
16. Возняковская Ю.М. Влияние микроорганизмов и протравителей на семена. -М.: Колос, 1972.
17. Груздев Г.С. Химическая защита растений. Учебник для вузов. -М.: Агропромиздат, 1987. 415 с.
18. Дунай Н.Ф., Рябцев Г.А., Слободюк П.И. Механизация защиты растений. М.: Колос, 1979. - 272с.
19. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 1989. 527 с.
20. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. Для факультетов механизации сельского хозяйства. М.: Колос, 1980.
21. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Москва, Колос, 1980, с. 664.
22. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - М.:Агропромиздат, 1986. 688с.
23. Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1972.
24. Шамаев Г.П., Шеруда С. Д. Механизация " защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. М.: Колос, 1978. -256с.