

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра общинженерных дисциплин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

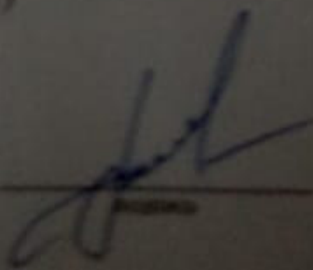
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование уборки зерновых культур с разработкой
конструкции бункера-перегружника зерна

Шифр ВКР 350306.187.20

Дипломник	студент		Хакимов Г.Р.
		подпись	Ф.И.О.
Руководитель	профессор		Яхин С.М.
	ученая степень	подпись	Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(Протокол № 8 от 5 февраля 2020 г.)

Зав. кафедрой	доцент		Пикмуллин Г.В.
	ученая степень	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу студента ИМиТС

Хакимова Гаделя Рафисовича, на тему:

«Проектирование уборки зерновых культур с разработкой
конструкции бункера-перегрузчика зерна»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на листах печатного текста формата А4 и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает рисунков, таблиц. Список использованной литературы содержит 20 наименований.

В выпускной квалификационной работе проведено проектирование уборки зерновых культур с разработкой конструкции бункера-перегрузчика зерна.

В частности, разработана структурная схема комплексного уборочно-транспортного отряда, осуществлен подбор техники для звеньев технического обслуживания, комбайново-транспортных звеньев, звена подготовки полей к уборке, а так же звена по уборке незерновой части урожая, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды.

В третьем разделе проведена разработка конструкции бункера-перегрузчика зерна. Составлена инструкция по безопасной эксплуатации бункера-перегрузчика зерна, оценено его влияние на окружающую среду. Так же проведен расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.

Текстовая часть пояснительной записки завершается выводами.

ABSTRACT

to final qualification work
Hakimov Gadel Rafisovich
on the theme: "Design of harvesting crops
with development grain hopper designs ”

The final qualification work consists of an explanatory note on sheets of printed text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of introduction, 3 sections, conclusions and includes figures, tables. The list of used literature contains 20 items.

In the final qualifying work, the design of grain harvesting was carried out with the development of the design of the grain hopper-reloader.

In particular, a block diagram of an integrated harvesting and transport team was developed, equipment was selected for maintenance links, combine transport links, a field preparation unit for harvesting, as well as a link for harvesting the non-grain part of the crop, measures were taken for life safety and environmental protection .

In the third section, the design of the grain silo hopper is developed. An instruction has been drawn up on the safe operation of the grain bunker, and its impact on the environment has been evaluated. The calculation of technical and economic indicators of the effectiveness of the design.

The text part of the explanatory note ends with conclusions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- 1 ОБЗОР БУНКЕРОВ-ПЕРЕГРУЗЧИКИ ЗЕРНА И ЗАДАЧИ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
 - 1.1 Назначение бункеров-перегрузчиков зерна
 - 1.2 Обзор существующих бункеров перегрузчиков зерна
 - 1.3 Задачи выпускной квалификационной работы
- 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
 - 2.1 Агротехнические требования к уборке зерновых культур
 - 2.2 Подготовка уборочных агрегатов к работе
 - 2.3 Подготовка полей к работе машин уборочно-транспортного комплекса
 - 2.4 Подготовка полей к уборке урожая
 - 2.5 Работа агрегата на загоне
 - 2.6 Контроль и оценка качества уборочных работ
 - 2.7 Технологические особенности уборки хлебов
 - 2.8 Способы уборки зерновых культур
 - 2.9 Определение продолжительности уборки
 - 2.10 Рациональная организация уборки зерновых культур
 - 2.11 Оптимизация размеров и состава уборочно-транспортных отряда
 - 2.12 Технологические схемы транспортного обслуживания комбайнов
 - 2.13 Технология порционного способа уборки зерновых культур
 - 2.14 Организация технического обслуживания машин уборочно-транспортного отряда

- 2.15 Планирование мероприятий по безопасности труда на производстве
- 2.16 Физическая культура на производстве
- 2.17 Планирование мероприятий по охране окружающей среды

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БУНКЕРА-ПЕРЕГРУЗЧИКА ЗЕРНА

- 3.1 Назначение конструкции
- 3.2 Устройство конструкции
- 3.3 Принцип действия конструкции
- 3.4 Конструктивные расчёты
- 3.5 Обеспечение безопасности жизнедеятельности при эксплуатации конструкции бункера-перегрузчика
- 3.6 Техничко-экономическая оценка конструкции бункера-перегрузчика зерна

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

СПЕЦИФИКАЦИЯ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях хозяйствования, когда повысилась материальная заинтересованность и ответственность трудовых коллективов в конечных результатах производства, большое значение имеет максимальное использование потенциальных возможностей техники. За последние годы в сельском хозяйстве страны накоплен значительный научно-практический опыт и ведется дальнейший активный поиск путей высокопроизводительного использования техники и труда механизаторов.

Наиболее эффективно используются имеющиеся ресурсы при организации полевых механизированных работ, который предусматривает сокращение в напряженные полевые периоды числа и видов одновременно выполняемых работ, а также применяемых для этого комплексов машин различного технологического назначения. Это позволяет организовать многосменное использование техники, как правило, не увеличивая число механизаторов в хозяйстве, при четко налаженной службе специализированного технического обслуживания машинных комплексов.

Внедрение прогрессивных методов выполнения механизированных уборочных работ позволяет:

- увеличить валовое производство сельскохозяйственной продукции и повысить ее качество за счет выполнения всех полевых работ в оптимальные агротехнические сроки;
- повысить дневную выработку машин в напряженные периоды полевых работ;
- увеличить коэффициент сменности работы машинно-тракторного парка;
- сократить сроки проведения полевых работ;
- улучшить занятость механизаторов на выполнении механизированных работ в течение года;
- создать условия для специализированного технического обслуживания машинно-тракторных агрегатов.

В выпускной квалификационной работе изложены особенности проектирования уборки зерновых культур с разработкой конструкции бункера-перегрузчика зерна применительно к нынешним условиям ведения сельского хозяйства.

1 ОБЗОР БУНКЕРОВ-ПЕРЕГРУЗЧИКИ ЗЕРНА И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.1 Назначение бункеров-перегрузчиков зерна

Зерновой бункер-накопитель предназначен для увеличения производительности комбайнов за счёт сокращения потерь рабочего времени на выгрузку зерна в транспортные средства. Экономия составляет 30 – 40 % от времени, затрачиваемого обычно на выгрузку зерна. Дополнительным плюсом для сельхозпроизводителей станет существенное сокращение трудозатрат.

Бункеры-перегрузчики принимают зерно из ЗУК во время уборки, обеспечивают его перевозку к краю поля и перегрузку в транспортные средства. При этом не требуется остановка комбайна, чем обеспечивается непрерывность уборочного процесса. Специальная конструкция выгрузного шнека накопителя позволяет перегружать зерно не только в кузов зерновозов, но и в приёмный бункер шнековых перегрузчиков для перемещения урожая в зернохранилища.

Агрегаты позволяют сельхозтоваропроизводителям сократить время и на посевную, благодаря возможности доставлять семенной материал в поле. В базовой комплектации машины оборудованы высокопроизводительным шестиметровым выгрузным шнеком, поворотным рукавом выгрузного шнека и укомплектованы роликовым брезентовым тентом, защищающим содержимое от дождя.

Зерновые бункеры-накопители как правило изготавливаются из высококачественных компонентов и предназначены для долгой и бесперебойной работы в сложных условиях уборочного сезона.

1.2 Обзор существующих бункеров перегрузчиков зерна

Контейнер перегрузчик зерна Kinze 650, изображён на рисунке 1.1. Предназначен для перевозки зерна с поля к зернохранилищу или от элеваторов к посевной технике. Для работы с высокопроизводительными комбайнами с емкостью бункеров от 8 до 12 м³ поставляются контейнеры

перегрузчики, емкостью от 22 м³ (модель 650) до 37,6 м³ (модель 1050). Скорость выгрузки 18 м³ в минуту. Система автоматической очистки шнека от зерна. Специальная "порошковая" технология покраски. Качество изготовления и сборки - раскрой с помощью роботизированной лазерной резки. Широкие сдвоенные колеса с изменяемым расстоянием либо гусеницы. Вертикальный шнек для выгрузки - 55 см диаметром. 1000 RPM кардан с 20 шлицевым концевиком. Требуемый трактор 275 л.с. для НС 1050, 245 л.с. для НС 850 и 210 л.с. для НС 650.



Рисунок 1.1 - Контейнер перегрузчик зерна Kinze 650.

Технические характеристики контейнер перегрузчик зерна Kinze 650 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Технические характеристики контейнера перегрузчика зерна Kinze 650.

Показатели	Значения
Производительность разгрузки, т/ч	475
Требуемая мощность трактора, кВт	180.2
Требуемая мощность трактора, л.с.	245
Объем бункера, м ³	24
Диаметр разгрузочного шнека, мм	550
Скорость разгрузки, л/мин	10500
ВОМ, об/мин	1000
Высота разгрузки, мм	4000

Прицепы накопители оборудованы широкопрофильными шинами низкого и сверхнизкого давления и их применение минимизирует негативное воздействие на почву в процессе уборки. Отсутствие пробуксовок на

влажной почве позволяет сохранять целостность стерни, что является важным элементом влагоудержания. Система распределения зерна внутри кузова обеспечивает равномерное распределение, постоянный поток при выгрузке. Сверхпрочная система соединения с трактором. Возможная опция - электронные весы с памятью и контроллером.

Перегрузочный бункер накопитель ПБН-20 – изображён на рисунке 1.2. Во время уборки урожая данный тракторный прицеп используется как бункер-накопитель. Он отвозит зерно от комбайна и перегружает в грузовики или другие транспортные средства. Использование ПБН-20 позволяет сократить транспортный парк, а также уменьшить его простой и простой комбайна. Эффективность использования ПБН-20 возрастает при больших расстояниях между полем и током (элеватором). Еще одно преимущество перегрузочного прицепа над автомобилем это то, что трактор имеет большую проходимость по влажному полю. Учитывая, что во время уборки часто выпадают осадки, это преимущество существенно.



Рисунок 1.2 - Перегрузочный бункер накопитель ПБН-20.

Технические характеристики перегрузочного бункера накопителя ПБН-20 представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2- Технические характеристики перегрузочного бункера накопителя ПБН-20.

Показатели	Значения
Максимальная скорость, км/час	30

Тормозная система	Одноконтурная пневматическая
Диаметр прицепного кольца, мм	90
Объем, м ³	20
Грузоподъемность, кг	15050
Масса прицепа, кг	4950
Полная масса, кг	20000
Скорость разгрузки, т/мин.	3/6

Каждая широкозахватная сеялка имеет свой самозагрузочный шнек, но при этом она стоит под загрузкой 30-40 минут, из-за низкой производительности данного шнека, а посевная - это всегда жаркое время, когда каждая минута на вес золота.

"Завод Кобзаренка" предлагает перегрузочный бункер ПБН-20, который уменьшит простой сеялки, его производительность 3 тонны за минуту. На загрузку такой сеялки ПБН-20 необходимо не более пяти минут. Использование полуприцепа экономит до 20...30 минут на каждой заправке сеялки.

Бункер-накопитель зерновой Bourgault 750 – изображён на рисунке 1.3. Предназначен для приема, транспортировки и перегрузки зерна. Ходовая часть оснащена восемью колесами, что обеспечивает низкое удельное давление на почву, всего 1,3 кг/см², и гарантирует, что определенная производителем номинальная нагрузка на колесо никогда не будет превышена. С полностью загруженным кузовом бункер может перемещаться со скоростью 16 км/ч. Широкая ходовая часть, где оси балансируют как в продольном, так и в поперечном направлениях, гарантирует высокую стабильность бункера на неровных полях и при работе на склонах. Бункер

справляется с любыми неровностями рельефа.



Рисунок 1.3- Бункер-накопитель зерновой Bourgault 750.

Технические характеристики бункера-накопителя зернового Bourgault 750 представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Технические характеристики бункер-накопитель зерновой Bourgault 750.

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	22113
Скорость разгрузки, л/мин	9100
Объем бункера, м ³	27,3
Длина бункера, мм	5330
Ширина бункера, мм	3400
ВОМ, об/мин	800/1000
Частота вращения шнека, об/мин	550/680
Требуемая мощность ВОМ, кВт	89

Бункер имеет систему, которая позволяет полностью очищать от продукта, как шахту шнека, так и весь кузов. Специальные люки могут быть легко открыты для очистки через отверстия 150x1420 мм, что позволяет быстро разгружать бункер в выгрузные ямы. Передняя и задняя стенки бункера оснащены окнами, позволяющими оператору наблюдать за объемом продукта в кузове. Данные окна так же позволяют расширить поле зрения оператора, что повышает безопасность работы и предоставляет дополнительные удобства. Несущая раскосная рама бункера способна

принимать большие нагрузки. Эффективный дизайн рамы позволяет без проблем загружать в кузов до 42000 литров зерна, уменьшая нагрузку на колеса и прицепное устройство.

Бункер перегрузчик зерна (Агригант) БПЗ-16 – изображён на рисунке 1.4. Предназначен для накопления зерна во время работы комбайна и перегрузки его в грузовики или другие транспортные средства или транспортировки на склад. Использование бункеров "Агригант" позволяет повысить эффективность работы зерноуборочных комбайнов и автопарка на 20-30%. Особенно эффективны бункеры перегрузчики по влажному полю, т.к. проходимость тракторов выше автомобилей.



Рисунок 1.4 - Бункер перегрузчик зерна (Агригант) БПЗ-16

Технические характеристики бункера-перегрузчика зерна БПЗ-16 (Агригант) представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4- Технические характеристики Бункера перегрузчика зерна (Агригант) БПЗ-16

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	16000
Производительность разгрузки, т/ч	150
Требуемая мощность трактора, кВт	110
Объем бункера, м ³	20
Скорость разгрузки, л/мин	3333
Высота разгрузки, мм	4500
Тип ходовой системы	жесткая

Транспортная скорость, км/ч	25
-----------------------------	----

В моделях БПЗ-20 и БПЗ-30 применяется рессорная подвеска с осями TVZ (Италия), обеспечивающая плавный и быстрый ход и снижающая нагрузку на задний мост трактора. Применение на бункерах перегрузчика "Агригант" электронной системы взвешивания позволяет контролировать количество отгружаемого зерна прямо на поле. Второе направление использования бункера накопителя "Агригант" - быстрая загрузка сеялок и посевных комплексов, что позволяет уменьшить простои посевной техники во время загрузки. Высота выгрузки - 4,5 м, скорость выгрузки 200 м³/ч.

Бункер-накопитель перегрузочный (Pronar T740) – изображён на рисунке 1.5. Предназначен для приема, транспортировки и перегрузки зерна. Перегрузочный бункер накопитель Pronar T740 благодаря своим техническим данным может обслуживать несколько комбайнов. Конструкция перегрузчика, геометрия колес и применение широких шин положительно влияют на работу в тяжелых условиях. Максимальная скорость движения перегрузчика - 40 км/ч. Перегрузчик значительно ускоряет работу на поле, но также прекрасно оправдывается в транспортировке на малых расстояниях до склада без необходимости перегрузки на грузовую машину.



Рисунок 1.5 - Бункер-накопитель перегрузочный (Pronar T740)

Технические характеристики бункера-накопителя перегрузочного (Pronar T740) представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5- Технические характеристики бункера-накопителя перегрузочного (Pronar T740)

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	16000
Производительность разгрузки, т/ч	20-30
Требуемая мощность трактора, кВт	120
Объем бункера, м ³	28
Максимальная скорость, км/ч	40
Длина бункера, мм	6040
Ширина бункера, мм	2530
Высота бункера, мм	2570

Мощность агрегирующего трактора составляет 120 кВт, управление перегрузчиком проходит непосредственно из кабины трактора. Применение современного веса с шести точечной весовой системой дает хорошее измерение загруженного и выгружаемого зерна. Брезентовое покрытие предохраняет зерно от сырости во время транспортировки в плохих атмосферных условиях.

Бункер-перегрузчик для зерновых культур (Тонар) ПТ-1- изображён на рисунке 1.6. Предназначен для приема зерна с комбайна, дальнейшей перевозки к краю поля и перегрузки в автопоезд-зерновоз. При этом процесс выгрузки зерна из комбайна не требует его остановки, что обеспечивает непрерывность уборочного процесса. Кроме того данный прицеп может использоваться при загрузке посевных комплексов (сеялок) и машин для упаковки зерна.



Рисунок 1.6 - Бункер-перегрузчик для зерновых культур (Тонар) ПТ-1.

Технические характеристики бункера-перегрузчика для зерновых культур (Тонар) ПТ-1 представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Технические характеристики бункера-перегрузчика для зерновых культур (Тонар) ПТ-1.

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	16000
Производительность разгрузки, т/ч	200
Требуемая мощность трактора, кВт	120
Объем бункера, м ³	20
Максимальная скорость, км/ч	40
Диаметр разгрузочного шнека, мм	300
Диаметр донного шнека, мм	200
Количество осей, шт.	2

Преимущества: исключение простоя комбайнов при ожидании автомобилей; уменьшение давления на плодородный слой почвы за счёт широких колёс; возможность забирать зерно с двух-трёх комбайнов; снижение затрат на уборку зерновых культур.

Бункер-перегрузчик зерна (Лилиани) БП 16.С2 – изображён на рисунке 1.7. Предназначен для приема, перевозки и выгрузки различных рассыпных

сельскохозяйственных грузов, в первую очередь зерна и семян, а также удобрений. Бункеры-перегрузчики Лилиани – multifunctional transport-reloading devices, which help solve a number of logistics problems of harvesting and sowing of grain crops. They are especially relevant for companies, which have moved to the No-Till technology, where soil compaction by tractors is unacceptable.



Рисунок 1.7 - Бункер-перегрузчик зерна (Лилиани) БП 16.С2

Технические характеристики бункера-перегрузчика зерна (Лилиани) БП 16.С2 представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Технические характеристики бункера-перегрузчика зерна (Лилиани) БП 16.С2.

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	16000
Производительность разгрузки, т/ч	250
Требуемая мощность трактора, кВт	73,5
Объем бункера, м³	20
Максимальная скорость, км/ч	40
Диаметр разгрузочного шнека, мм	450
Диаметр донного шнека, мм	360
Количество осей, шт.	1

Бункер принимает зерно у комбайна, происходит увеличение производительности комбайнов за счет сокращения потерь рабочего времени - на 30-40%, сокращение количества необходимого автотранспорта для вывоза - более чем в 2 раза, увеличение плодородия земли за счет исключения ее уплотнения автотранспортом, возможность весового контроля урожая.

Бункер-загрузчик универсальный (БЗК-12) – изображён рисунке 1.8. Предназначен для транспортировки и загрузки сыпучих веществ (зерно, комбикорм, удобрения и т.п.).



Рисунок 1.8 - Бункер-загрузчик универсальный (БЗК-12)

Технические характеристики бункера-загрузчика универсального (БЗК-12) представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Технические характеристики бункера-загрузчика универсального (БЗК-12).

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	16000
Производительность разгрузки, т/ч	48
Высота разгрузки, мм	4000
Объем бункера, м ³	12,5
Максимальная скорость, км/ч	40
Вылет шнека по горизонтали, мм	3000
Вылет шнека по вертикали, мм	4200

Время полной разгрузки, мин.	15
------------------------------	----

Гидравлическое открытие шибера канала облегчает и ускоряет процесс разгрузки. Высота элеватора (более 4 метров) позволяет работать с крупногабаритными сеялками и высокобортными грузовиками. Элеватор скребковый используемый в загрузчике для перемещения материала обеспечивает бережную транспортировку семян, не повреждая их даже при работе с деликатными семенами. Он также используется для загрузки гранулированных гербицидов, удобрений и комбикорма. Загрузчик разработан для высокопроизводительной работы, значительно сокращая время и количество персонала. Нужно просто остановиться вдоль задней части сеялки, развернуть элеватор и соединить с выгрузным устройством, открыть шибер, начать заполнение. Элеватор с легкостью поворачивается из транспортного в рабочее положение. Также этот загрузчик может быть использован для доставки и выгрузки комбикорма.

Бункер-загрузчик зерна и сыпучих материалов (Graviton)18 - изображён на рисунке 1.9. Предназначен для транспортировки зерна с последующей его выгрузкой в месте хранения и переработки, а так же для загрузки посевных комплексов. Не требует гидравлической системы трактора. Комплектуется шнеком загрузчиком. Одновременно можно использовать до 3-х прицепов в составе автопоезда.



Рисунок 1.9 - Бункер-загрузчик зерна и сыпучих материалов
(Graviton)18

Технические характеристики бункера-загрузчика зерна и сыпучих материалов (Graviton)18 представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Технические характеристики бункера-загрузчика зерна и сыпучих материалов (Graviton)18.

Показатели	Значения
Грузоподъемность, кг	15000
Производительность разгрузки, т/ч	48
Высота разгрузки, мм	3000
Объем бункера, м ³	18
Максимальная скорость, км/ч	38
Время полной разгрузки, мин.	15

Бункер-перегрузчик J&M 818 - изображён на рисунке 1.10. Конструкция бункера обеспечивает его полное опорожнение. Разный наклон передней и задней внутренних поверхностей бункера позволяет зерну продвигаться к нижней части шнека с разными скоростями, что препятствует слипанию влажного зерна. Приблизительный остаток зерна в бункере составляет не более 6...7 кг.



Рисунок 1.10- Бункер-перегрузчик J&M 818

Технические характеристики бункера-перегрузчика J&M 818 представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 - Технические характеристики бункера-перегрузчика J&M 818

Показатели	Значения
Общая вместимость, куб.м.	30,86
Диаметр шнека, см	45,7
Скорость выгрузки, куб.м. /мин	15,4
Масса порожнего прицепа, кг	4185
Масса порожнего прицепа на сцепке, кг	600
Масса полностью груженого прицепа на сцепке, кг	1757

Редуктор с прямой передачей и усиленная трансмиссия обеспечивают отменные характеристики работы и минимизируют необходимую для этого мощность. В сравнении с двухшнековыми конструкциями отсутствуют дополнительные зубчатые, цепные или ременные передачи. Шнеки сбалансированы с помощью компьютера с предельной точностью, что обеспечивает бесшумную работу, увеличивает срок службы шнека и его производительность, уменьшая передачу вибрации на привод системы. Усиленные витки шнека особой конструкции. Это позволяет перемешивать больше материала по внешней кромке. Кроме того, усиление наиболее критичных участков шнека увеличивает срок его службы.

1.3 Задачи выпускной квалификационной работы

Исходя из проведенного обзора бункеров-перегрузчиков для зерна, планируется в выпускной квалификационной работе спроектировать бункер-перегрузчик для использования в транспортно-перегрузочных процессах при уборке сельскохозяйственных культур.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Операционные технологии, как правило, включают следующие разделы:

- 1) агротехнические требования к выполнению данной операции;
- 2) подготовка агрегатов к работе;
- 3) подготовка поля;
- 4) работа агрегатов к работе;
- 5) контроль качества к работе;
- 6) техника безопасности и противопожарные мероприятия.

Ряд сложных операций может включать и большее количество требований.

2.1 Агротехнические требования к уборке зерновых культур

К временным показателям относятся календарные сроки выполнения технологических операций - продолжительность в рабочих днях и время в течение суток. Количественные показатели при уборочных работах характеризуют полноту сбора урожая, а качественные – изменения в материалах, подвергающихся воздействию рабочих органов машин. Данные показатели взаимообусловлены. При их установлении общим определяющим принципом должно быть получение максимального количества продукции высокого качества.

Преждевременное или позднее выполнение отдельных технологических операций приводит к снижению сбора урожая.

На выполнение указанных требований во многом влияют условия работы уборочных агрегатов, техническое состояние и регулировка машин, эксплуатационные режимы работы уборочных агрегатов.

Агротехнические требования - это система нормативных показателей оценки качества выполнения уборочных работ. Поэтому чем выше показатели качества работы машины по сравнению с нормативными, тем большего поощрения заслуживает механизатор. Если эти показатели выходят

за пределы указанных агротехнических требований, то такая работа бракуется, и соответствующие рабочие органы комбайна подлежат немедленной проверке и настройке.

Зерноуборочный комбайн должен обеспечивать высококачественную уборку зерновых в широком диапазоне как по урожайности культур, так и по их соломистости и влажности.

Практика раздельной уборки показывает, что оптимальная высота среза прямостоящих хлебов находится в пределах 18...25 см. При низкорослых и полеглых растениях следует работать на невысоком срезе—до 15 см. При этом допустимая неравномерность составляет $\pm 20\%$.

Уборку прямым комбайнированием следует начинать при влажности зерна не более 14...17%. Срез стеблей необходимо вести на высоте не более 15 см. На уборке низкорослых и полеглых хлебов высота среза должна быть не выше 10 см.

Рядковые жатки. Потери зерна при скашивании прямостоящих зерновых культур должны составлять не более 0,5%, полеглых и путаных хлебов - не более 1,5% при любом направлении движения агрегата. При этом срез стеблей должен быть чистым и ровным по высоте.

Полоса скошенной массы, уложенная в валок, должна иметь одинаковую толщину по ходу агрегата и обеспечить хорошее проветривание по всей ширине. При этом стебли в валке должны располагаться под углом 10...15° к продольной оси вала, а колосья равномерно распределены по его ширине.

Валки следует формировать шириной 1,7 м для подборщиков с рабочим захватом 2,4 м и не более 2,3 м — для подборщиков с захватом 3 м. Расстояние между валками следует выдерживать не менее 3,8 м.

Наклон стеблей в валках должен быть таким, чтобы при атмосферных осадках обеспечивалось стекание воды от колоса к корню, а не наоборот.

Жатка комбайна. Допустимые значения потерь зерна при прямом комбайнировании прямостоящего стеблестоя составляют не более 0,5%, а

полеглого, независимо от направления движения комбайна -1,5%. Срез растений также должен быть чистым и равномерным по высоте.

Потери половы не должны превышать 5%.

В большинстве случаев основная доля потерь за подборщиком бывает неподобранными колосьями. Суммарные потери зерна за подборщиком не должны превышать 0,5%.

Молотилка комбайна. Допускаемое значение потерь зерна всех видов культур после молотилки составляет 1,5%. При этом дробление и обрушивание зерна при обмолоте на продовольственные и фуражные цели допускается не более 2%, а на семена - не более 1%, зернобобовых и кукурузы — не более 3%.

Засоренность зерна органической и минеральной примесью должна составлять при раздельной уборке не выше 5%, при прямом комбайнировании - не выше 6%.

Максимально допустимые значения общих потерь зерна за комбайном составляют при уборке раздельным способом прямостоящих хлебов —2,5%, а для полеглых —3,5%, при прямом комбайнировании -2% для прямостоящего стеблестоя и 3%—для полеглого.

2.2 Подготовка уборочных агрегатов к работе

Подготовка включает в себя:

- 1) выбор типов тракторов и сельскохозяйственных машин;
- 2) определение необходимого количества зерноуборочных комбайнов;
- 3) комплектование уборочных и уборочно-транспортных агрегатов;
- 4) технологическую настройку, то есть регулировку рабочих органов машин на площадке;
- 5) уточнение регулировок агрегатов на загоне

Тип трактора выбирают исходя из условий работы, энергоемкости операций. На полях с большой длиной эффективно работают широкозахватные агрегаты. На транспортных работах лучше всего

использовать колесные тракторы с бункерами перегрузчиками зерна и самоходные шасси.

2.3 Подготовка полей к работе машин уборочно-транспортного комплекса

Для обеспечения высокого качества выполнения механизированных работ и эффективного использования техники большое значение имеет своевременная и правильная подготовка поля для работы уборочных и транспортных и машинно-тракторных агрегатов. Она включает:

1. Осмотр поля с целью устранения преград, которые могут ухудшать качество выполнения работ и создать неблагоприятные условия использования уборочных агрегатов.

2. Выбор способа движения уборочных агрегатов, с учетом которого определяют расположение загонов.

3. Подготовку поворотных полос с помощью вешек и контрольных прокосов.

4. Разбивку участка на загоны, подготовку прокосов на поворотных полосах или углах загонов при уборочных работах.

Опыт передовых хозяйств свидетельствует о том, что для работы агрегатов, особенно на повышенных скоростях движения, наилучшими являются большие участки, на которых агрегаты могут работать в течение сравнительно продолжительного времени с наибольшей производительностью и минимальным расходом топлива. Важным организационным мероприятием сельскохозяйственных предприятий является улучшение полей, приведение их состояние, наиболее приспособленное к механизированным работам (выравнивание поверхности поля, удаление камней, засыпка рвов, оврагов; осушение заболоченных мест). Все это будет способствовать эффективному использованию уборочных и транспортных машин. При этом возникают необходимые

условия для организации групповой и поточной работы машинно-тракторных агрегатов.

После осмотра поля, определение его размеров, уточнения рельефа и конфигурации выбирают способ движения агрегатов с учетом требований к выполнению операции. Например, при уборке полеглых хлебов выбирают направление движения агрегата против полеглости или под углом к ней.

При возможности выезда агрегатов для поворота за пределы участка поворотные полосы не отбивают.

Выполнив подготовительные операции, поле разбивают на загоны, длинные стороны которых должны быть прямолинейными и параллельными. При не соблюдении этих условий под конец работы на загоне остаются клинья, обработка которых сопряжена с большим количеством поворотов, в результате чего перерасходуется топливо и уменьшается производительность уборочных агрегатов. Кроме того, не прямолинейность сторон загонов приводит к увеличению огрехов и снижению качества выполнения работы.

Загон – это участок поля, предназначенный для работы уборочных агрегата в течение определенного времени. С целью обеспечения прямолинейности рабочих ходов вешками высотой 2...2,5 м провешивают линии первых проходов. Для отбивки прямого угла применяют обыкновенный или зеркальный экер. Этот угол можно отбить также при помощи деревянного угольника или способом засечек шнуром длиной 15...20 м. Угол склона определяют при помощи уклономера.

Поле неправильной конфигурации по возможности разбивают на загоны правильной прямоугольной формы. При работе на очень длинных гонах усложняется как технологическое (разгрузка комбайнов и пр.), так и техническое обслуживание агрегатов.

2.4 Подготовка полей к уборке урожая

Подготовка полей состоит из нарезки загонок, поворотных полос, транспортных и разгрузочных магистралей, обкашивания полей перед началом уборки.

В настоящее время оптимальный размер загонок чаще всего определяют в зависимости от длины гона и типа жатвенных агрегатов, занятых на скашивании хлебов в валки. Однако при поточной организации труда и групповом использовании техники основной технологической операцией, определяющей ритм потока, темпы и сроки уборки, является обмолот хлебов. Следовательно, выбор размера загонки должен способствовать достижению максимальной производительности агрегатов, занятых на обмолоте хлебов.

Так как при групповом использовании техники все уборочно-транспортные группы, объединенные в отряд, работают, как правило, на одном поле, но каждая из них в своей загонке, то и размер загонки должен соответствовать составу и количественному размеру конкретной уборочно-транспортной группы.

Если на поле планируют одновременно использовать две и более уборочно-транспортные группы, то число загонок на нем должно быть равно или кратно числу групп.

При осмотре растений, ограниченных рамкой, отбирают не менее 10 штук, имеющих характерные размеры зерновой и незерновой частей, выделяют из колосьев зерно и на основании внешних признаков, отраженных в таблице 2.1, определяют их абсолютную массу. Замеряют общую длину этих растений, определяют среднюю величину, а количество растений на $0,5 \text{ м}^2$ удваивают.

Таблица 2.1 - Определение абсолютной массы зерна по его внешнему виду

Признак зерна	Масса 1000 зерен, г	
	пшеницы	ячменя
Мелкое, щуплое	21...34	27...38
Нормальное,	35...47	39...50

среднее		
Крупное полное	48...60	51...61

Показатели, определяемые при наблюдении, фиксируют в рабочей и сводной ведомостях а затем по номограмме определяют урожайность (ц с 1 га).

Чтобы определить урожайность, на горизонтальной числовой оси номограммы находят значение густоты продуктивных стеблей на 1 м², затем восстанавливают перпендикуляр до пересечения с соответствующей наклонной линией, обозначающей количество зерен в колосе, проводят из точки пересечения горизонталь до линии массы 1000 зерен и опускают перпендикуляр на горизонтальную ось. Точка пересечения покажет величину урожайности в центнерах с гектара.

Величина соломистости зависит от вида культуры, ее общей длины стебля, количества зерен в колосе и характеристики внешнего вида зерна.

Соломистость указана при высоте среза озимой пшеницы 15 см, ячменя - 10 см. После указанных 15 см и 10 см каждые 5 см увеличения высоты среза уменьшают соломистость примерно на 8% у пшеницы, на 10% -у ячменя.

2.5 Работа агрегата на загоне

Данная операция осуществляется в такой последовательности: при первом заезде рабочие органы машин переводят в рабочее состояние, после этого начать рабочий ход зерноуборочного комбайна, придерживаясь линии первого прохода. На протяжении этого и последующих проходов проверяют регулировки рабочих органов, при необходимости уточняют их. Порядок чередования рабочих ходов и последовательности обработки загонов проводят в соответствии с принятым способом движения уборочного агрегата. Пониженные местности следует преодолевать на рабочей передаче, снижая скоростной режим двигателя.

Большое внимание при организации работы отводится обеспечению уборочных агрегатов транспортными средствами для отвозки зерна. От их согласованной работы зависит производительность уборочных машин, расход топлива и сроки проведения работ.

2.6 Контроль и оценка качества уборочных работ

Качество работы неотделимо от научно-технического процесса, совершенствования управления, укрепления технологической и трудовой дисциплины. В сельскохозяйственном производстве рациональная организация механизированных работ способствует повышению урожайности и улучшению качества продукции. Кроме того, правильное определение показателей качества работ обеспечивает возможности объективной оценки совершенства машинно-тракторных агрегатов и применяемого технологического процесса. Проблема определения качества производства продукции, выполнения механизированных работ весьма сложная, так как показатели качества работы многофакторные. Они зависят не только от конструкции рабочих органов и механизмов, но и от физико-механических и технологических свойств обрабатываемого объекта, времени выполнения операций и пр. Поэтому разработке показателей и методов их определения следует уделять особое внимание.

Решение теоретических, методических и практических вопросов по определению качественной оценки относится к новой отрасли науки, называемой квалиметрией.

Контроль качества производится по каждому агрегату в отдельности с целью предотвращения брака. Его осуществляют по всем операциям, которые оказывают прямое или косвенное влияние на качество механизированной работы.

В зависимости от технологического процесса, трудоемкости контроля, наличия приборов, степени автоматизации, квалификации специалистов, используют различные виды контроля.

Во всех случаях выбирают такой вид контроля, который обеспечил бы достоверные данные, оценивающие качество механизированной работы. Кроме того, на основе получаемой информации для контроля качества механизатор должен по потребности уточнить регулировку агрегата, изменить режим работы, откорректировать процесс в соответствии с агротехническими требованиями.

Наиболее эффективным методом определения показателей, характеризующих качество выполнения работ, является метод автоматического контроля (сплошной вид), при котором результаты автоматических изменений преобразуются в сигналы, корректирующие систему обеспечения требуемого качества. Благодаря применению системы сигнализация контроля, машину обслуживает один механизатор. Использовать ботво- и свеклоуборочные машины можно как в дневное, так и в ночное время.

Контроль качества выполненных работ вручную при помощи простейших приспособлений не обеспечивает достаточной эффективности. Поэтому решение проблемы механизации и автоматизации средств контроля в комплексе с другими мероприятиями будет одним из главных резервов повышения эффективности использования техники и в конечном итоге интенсификации сельскохозяйственного производства.

При выборочном способе контроля качество оценивают по показателям, полученным по результатам одной или нескольких проб, взятых на контролируемом участке после выполнения работы. Предупредительный контроль осуществляют, как правило, при первых двух-трех заходах в загон с целью определения качества работы по всем показателям. Текущий контроль качества производит механизатор, обслуживающий агрегат, с целью проверки и уточнения технологических регулировок рабочих органов машин для поддержания требуемого качества выполнения работы и достижения высокой производительности агрегата. Приемочный контроль производит агроном или бригадир после окончания смены. Основная цель – оценить

качество выполненной работы, ее соответствие агротехническим требованиям. Качество работы заносят в учетный лист тракториста-машиниста для оплаты его труда.

В последнее время в сельскохозяйственное производство внедряют балльную систему, позволяющую пока простейшими методами определять качество выполняемых механизированных работ. Правда, еще нет четкого обоснования положений, вследствие чего предложено ряд методик.

По методике ВИМ, качество уборки оценивается по пяти показателям 9-балльной системы. Так, при 8-9 баллах качеству дают оценку «отлично», при 6-7 – «хорошо», при 4-5 – «удовлетворительно» и при 3 баллах и меньше – «неудовлетворительно». Если имеет место превышение нормы потерь зерна, независимо от оценки работа бракуется.

Рассмотренные методы определения качества механизированных работ не учитывают удельного веса каждого показателя, не предусмотрена также их дифференциация с учетом технологических процессов и природно-климатических условий зоны. Возможен такой вариант, когда второстепенный показатель может быть представлен «отличным» баллом, а главный – «плохим», тогда окончательная, как средняя, оценка окажется выше удовлетворительной, то есть вывод будет противоречивым.

В связи с этим возникает необходимость обоснования весомости каждого показателя. В этом случае можно строить шкалу по балльной системе в двух вариантах:

а) для одной технологической операции с распределением баллов по отдельным показателям (например, при севе зерновых качественными показателями будут: равномерность глубины заделки семян, устойчивость высева, степень дробления семян). Шкалу дифференцируют по всем показателям;

б) для всего технологического процесса с распределением баллов по всему процессу по отдельным операциям (например, при возделывании риса выполняются операции: подготовка почвы, сев, уход за посевами, уборка,

первичная переработка и хранение продуктов урожая). За основу распределения операций можно взять степень зависимости урожая от качества выполнения соответствующей операции. При установлении оценочных баллов целесообразно предусмотреть интервалы, например, в 5 баллов, что обеспечивает возможность применения дифференцированной оценки.

Основные положения операционной технологии излагаются в операционных картах.

Операционную карту на выполнение механизированных работ в ряде случаев разрабатывают как наряд-маршрут. В этой карте выдерживают в основном все элементы, содержащиеся в типовых операционных картах.

Для большей наглядности наряд-маршрут наносят на план, где с помощью условных линий отмечают последовательность передвижения агрегатов по отдельным участкам при выполнении механизированных работ. Особое значение приобретает использование нарядов-маршрутов при организации групповой и поточной работы агрегатов, а также в хозяйствах, где имеются мелкие участки. В этих случаях недостаточно разработанный наряд-маршрут приведет к неоправданным переездам, к увеличению расхода топлива. Наряды-маршруты машинно-тракторных агрегатов передают в диспетчерский пункт (если он есть) для использования при оперативном руководстве ходом выполнения производственных процессов.

Признаками неблагоприятных условий уборки являются: влажность хлебной массы менее 10 и более 20%, сильно полеглие хлеба, изреженные низкорослые или сильно засоренные посевы, неравномерно созревшие хлеба или хлебостой с многоярусным расположением колосьев, затянувшаяся дождливая погода в период уборки, уборка на склонах. Потери зерна отражены в таблице 2.2.

Таблица 2.2– Потери зерна в зависимости от количества зерен на 1 м²

Урожай	Потери пшеницы, %
--------	-------------------

НОСТЬ, ц/га	0,36...0 ,7	0,71...1 ,4	1,41...2 ,2	2,21...2 ,9
16	14...33	34...57	58...92	93...12 1
18	16...35	36...67	68...10 0	101...1 38
20	18...37	38...76	77...11 0	111...1 48
22	21...42	43...86	87...12 6	127...1 69
24	24...47	48...96	97...14 0	141...1 88
26	26...51	52...10 4	105...1 52	153...2 03
28	27...53	54...10 8	109...1 62	163...2 15
30	27...57	58...11 6	117...1 70	172...2 29
32	30...60	61...12 2	123...1 80	181...2 41
34	32...64	65...13 0	131...1 92	193...2 56
36	34...69	70...14 0	141...2 06	207...2 74
38	36...72	73...14 6	147...2 16	217...2 89
40	38...76	77...15 4	155...2 28	229...3 04
42	40...80	81...16	163...2	239...3

		2	38	19
44	41...82	83...16 6	167...2 46	247...3 30
46	43...84	85...17 0	171...2 56	257...3 43
48	45...90	91...18 2	183...2 68	269...3 59
50	47...94	95...19 0	191...2 80	281...37 5
52	49...98	99...19 8	199...2 92	293...3 91
54	51...10 2	103...2 06	207...3 04	306...4 04
56	52...10 4	106...2 12	213...3 16	317...4 21
58	54...10 9	110...2 22	221...3 28	329...4 37
60	57...11 4	116...2 30	231...3 42	343...4 55

По количеству зерен определяют потери зерна на 1 м² в полове и соломе от невытряса по таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Определение потерь зерна в полове и соломе от невытряса, шт на 1 м²

Кол-во зёрен в стакане (горсти)	Урожайность, т с 1 га								
	,0	,5	,0	,5	,0	,5	,0	,5	,0
1			9	0	1	2	3	5	6
2	2	5	8	1	4	7	0	3	6

3	8	2	7	1	6	0	5	9	4
4	4	0	6	2	8	4	0	6	2
5	0	7	5	2	0	7	5	2	0
6	6	5	4	3	2	2	0	9	04
7	2	2	3	3	4	6	05	15	36
8	8	0	2	4	6	09	20	32	44
9	4	7	1	4	08	22	35	48	62
10	0	5	0	05	20	36	50	65	80

2.7 Технологические особенности уборки хлебов

При уборке зерновых культур возникает необходимость в выполнении значительных объемов работ в предельно сжатые сроки. Для обеспечения эффективной организации труда и максимально возможного сбора урожая уборку следует проводить в строго определенные агротехнические сроки, оптимальные для каждой культуры.

Для реализации этого требования необходимо правильно определять начало и конец обмолота хлебов, выдерживать ритмичность выполнения всех операций. В зависимости от складывающихся погодных условий сроки уборки могут колебаться в значительных пределах, а следовательно, могут изменяться и потери зерна. Чтобы сократить эти сроки требуется повышение технической оснащенности подразделений на основе использования высокопроизводительных машин, подготовки квалифицированных кадров механизаторов и организаторов производства.

Начало уборки озимых зерновых культур определяют, в основном, визуально по окраске и физико-механическим свойствам зерна и стеблей.

Основной внешний признак наступления восковой спелости зерна - когда оно теряет зеленую окраску, приобретает консистенцию воска, содержимое его не выдавливается.

Наиболее объективный показатель наступления восковой спелости зерна - время прекращения прироста массы 1000 зерен. Для его определения в хозяйстве необходимо организовать непрерывное наблюдение за ходом созревания культур, начиная от наступления фазы молочной спелости, путем отбора образцов с разных мест поля и исследования их в лабораторных условиях.

2.8 Способы уборки зерновых культур

Раздельный способ уборки применяется главным образом на полях с неравномерным созреванием хлебов, при уборке легкоосыпающихся и склонных к полеганию культур, также при уборке сильно засоренных хлебов. Этот способ позволяет начинать уборку (скашивание и укладку в валок) в фазе восковой спелости, при высокой влажности зерна и соломы, а также достаточно эффективно убирать полеглые и спутанные хлеба с высокой соломи-стостью.

Однако раздельный способ уборки хлебов возможен и эффективен только в том случае, если высота стеблей убираемой культуры не ниже 70 см и их количество на площади в 1 м² не менее 300 штук. При этом следует иметь в виду, что скашивать в валки зерновые культуры, особенно в условиях повышенной влажности, нужно с такой площади, с которой их можно подобрать и обмолотить до начала массовой уборки однофазным способом или до установления устойчивой погоды.

Прямое комбайнирование применяется в основном при уборке чистых хлебов, достигших полной зрелости, а также низкорослых и редких хлебов, когда валок не может удержаться на стерне, при частых кратковременных и затяжных дождях или культур с подсевом многолетних трав..

При двухфазном способе, по сравнению с однофазным, меньше потери от осыпания, зерна в колосьях за счет питательных веществ стеблей

созревают полнее и поэтому становятся более плотными. Это обеспечивает увеличение сбора урожая на 2...3 ц/га, что значительно окупает дополнительные затраты труда и средств на его выполнение. Кроме того, зерно на ток поступает более сухим и менее засоренным, поля раньше освобождаются от урожая. Поскольку при этом способе зерноуборочный комбайн используется с валковой жаткой на укладке валков, то возрастает его годовая загрузка.

Эффективность отдельного комбайнирования высокоурожайных незасоренных хлебов достигается также при правильном сочетании его с прямым комбайнированием. В этом случае часть хлебов (30...50% площади) скашивают в валки при восковой спелости зерна. Через 3...5 дней после скашивания валки подбирают, а оставшуюся часть площади убирают прямым комбайнированием.

При уборке хлебов средней засоренности отдельный способ также имеет некоторое преимущество перед прямым комбайнированием. Увлечение одним прямым комбайнированием, как правило, приводит к растягиванию сроков уборки. В результате пониклость и полеглость стеблестоя увеличиваются, ухудшает условия работы зерноуборочной техники, что приводит к дополнительным потерям зерна при работе машин.

2.9 Определение продолжительности уборки

Биологические потери происходят вследствие протекания биологических процессов в зерне, не защищенном от активного воздействия метеорологических факторов. Эти потери выражаются в снижении абсолютной массы, семенных, мукомольных и хлебопекарных качеств зерна.

Анализ показывает, что уже после четвертого дня уборки потери озимой пшеницы достигают 4% и в дальнейшем возрастают ежедневно в среднем на 1%. Поэтому уборку необходимо начинать в момент образования максимального биологического урожая и заканчивать в очень сжатые сроки во избежании потерь от самоосыпания зерна и снижения его качества.

Запаздывание с уборкой приводит не только к прямым потерям зерна, но и к снижению качества урожая. В первую очередь это сказывается на средней массе 1000 зерен, которая снижается на 1,2...3,0 г по мере растягивания срока уборки, а также на его посевных качествах.

Если биологические потери зерна зависят, главным образом, от организационно-хозяйственных и почвенно-климатических условий, то механические потери непосредственно определяются квалификацией и личным отношением к делу самого комбайнера, а также уровнем подготовки и настройки уборочной техники.

Основные источники механических потерь зерна - валковая жатка и подборщик при раздельной уборке и жатка - при прямом комбайнировании, а также молотилка комбайна при обоих способах уборки. Прямые потери за жаткой возникают в виде свободного зерна, срезанных и несрезанных колосьев, а за подборщиком - в виде свободного зерна, срезанных и обломленных колосьев; за молотилкой комбайна - в виде недомолота и свободного зерна в соломе и полове, а также в виде россыпи зерна через неплотности соединений рабочих органов жатки, молотилки и других агрегатов.

Таким образом, биологический подход ориентирует на более позднюю и быстро завершающуюся уборку, организационный - требует более раннего начала скашивания в валки и некоторого удлинения периода уборки. Поэтому рекомендация убирать хлеб за 10...12 дней имеет важную научно-производственную основу. В такой период уборка будет проходить при благоприятных для хлебов условиях, с минимальными потерями урожая, в течение 5...6 дней раздельным способом и 5...6 дней — прямым комбайнированием.

2.10 Рациональная организация уборки зерновых культур

Уровень организации совместной работы зерноуборочных комбайнов и транспортных средств во многом определяет производительность всех

остальных машин и агрегатов уборочного процесса. Так, при плохом согласовании операций обмолота хлебов и перевозки зерна на ток простои комбайнов в ожидании разгрузки бункеров нередко составляют 30...40% времени смены. В то же время простой обслуживающих эти комбайны автомобилей в ожидании полной загрузки кузовов часто превышают 35...50% общей продолжительности их работы.

Недостаточная технологическая согласованность операций обмолота хлебов и перевозки зерна на ток обусловлена, прежде всего, значительными колебаниями времени заполнения бункеров комбайнов, вызванными неравномерностью урожайности на убираемом поле, простоями из-за неисправности или забивания рабочих органов комбайнов и другими причинами. Период оборота автомобилей из поля на ток и обратно также меняется в широких пределах, что обуславливает организационные простои машин уборочно-транспортного отряда.

Рациональная организация уборки зерновых культур включает несколько взаимосвязанных, но самостоятельных трудовых процессов: скашивание в валки и их обмолот, прямое комбайнирование, отвоз зерна от комбайнов на ток, послеуборочная доработка зерна на току, отвоз половы от комбайнов; сволакивание соломы, скирдование соломы. Вслед за уборкой урожая может проводиться лущение стерни или вспашка поля. Поточный метод предусматривает последовательную, взаимосвязанную уборку зерна, и соломы с поля, выполнения других рабочих процессов.

В условиях традиционно сложившейся технологии уборки зерновых культур только 45...55% времени смены приходится на основную работу. В то же время простои комбайнов и автомобилей очень часто достигают до 30% времени смены и более, из них половина вызывается организационными причинами.

В настоящее время в хозяйствах ряда районов страны, в том числе и в Республике Татарстан, широко применяются новые формы организации уборочно-транспортных работ, которые способствуют рациональному

использованию рабочего времени и повышению производительности труда. Такими формами являются специализированные уборочно-транспортные отряды и группы. Работа их основана на применении поточно-группового метода уборки всего биологического урожая.

Комплексный уборочно-транспортный отряд включает следующие технологические звенья (плакат 1): по подготовке полей к уборке; комбайново-транспортные; по уборке незерновой части урожая. Звенья возглавляют высококвалифицированные механизаторы, а во главе отряда стоит начальник из числа специалистов или руководителей подразделений хозяйств.

Звено по подготовке полей к уборке предназначается для обкосов и прокосов полей, подготовки поворотных полос, уборки участков полей неправильной формы и в труднодоступных местах, распахки почвы между загонами, а при необходимости — вспашки полей. Комбайново-транспортные звенья занимаются скашиванием хлебной массы в валки, подбором и обмолотом валков, прямым комбайнированием и транспортировкой зерна на зерноочистительный пункт, сбором и транспортировкой соломы. Звено по уборке соломы проводит сволакивание копен и стогование соломы на краю поля. Оно может также заниматься транспортировкой соломы.

Кроме технологических, уборочно-транспортный отряд включает в свой состав звенья по техническому обслуживанию машин, бытовому обеспечению механизаторов и водителей. За звеном техобслуживания закрепляют подменные комбайны. Звено бытового обслуживания налаживает питание, создает условия для нормального отдыха и сна работников в полевой обстановке.

Главной особенностью использования техники в уборочно-транспортных отрядах является крупно групповой метод организации их работы. Все комбайново-транспортные звенья и другие технологические и вспомогательные подразделения в каждый цикл работ концентрируются, в зависимости от агробиологических и погодных условий, на одном или двух-

трех соседних полях, а каждое технологическое звено, как правило, работает в одном-двух загонах.

При работе всех комбайно-транспортных звеньев на одном поле оно разбивается на два-три загона с таким расчетом, чтобы каждый из них был убран, как правило, за одни сутки. Транспортные средства отрядов закрепляются не индивидуально за комбайнами, а за звеном в целом. Работа организуется в две смены или вахтами.

По сравнению с групповым использованием техники отрядная организация уборки зерновых имеет ряд преимуществ. Уборочный отряд оптимального размера позволяет повысить производительность труда за счет массового внедрения передовых агротехнических приемов и повышения технического уровня механизаторов. Обладая относительной производственной самостоятельностью, они имеют более эффективное и экономичное технологическое и техническое обслуживание.

Отрядная организация уборки в своей сущности является наиболее совершенной формой крупногруппового использования уборочной техники в сочетании с более эффективным применением средств технического обслуживания и оперативного управления. Несмотря на то, что уборочный отряд является временным трудовым коллективом, он может объединять в своем составе несколько уборочно-транспортных групп, размеры которых обуславливаются условиями работы и технической оснащенностью сельскохозяйственного предприятия.

2.11 Оптимизация размеров и состава уборочно-транспортных отряда

Успешная работа отрядов и групп во многом зависит от того, насколько правильно определены их размеры и состав, как учтены при этом природно-климатические особенности зоны. Это объясняется теми конкретными условиями, в которых приходится работать: одни факторы требуют увеличения размеров отрядов, другие наоборот,— ограничения. Так, с увеличением количества комбайнов в отряде создаются благоприятные

возможности для их взаимодействия с транспортом. Соотношение числа комбайнов с производительностью звеньев технического обслуживания здесь оказывается более рациональным. Кроме того, полнее используются мощности зерноочистительных и сушильных комплексов, что является результатом ограничения видов и сортов зерна, одновременно поступающего на комплекс. Укрупнение зерноуборочных отрядов позволяет улучшить режим труда и отдыха, а также бытовое обслуживание механизаторов.

На ограничение размеров уборочных отрядов действуют следующие факторы: сравнительно небольшие размеры полей и их пространственная разобщенность. Значительная удаленность полей с увеличением размера уборочной группы ведет к соответствующему увеличению времени перегона комбайнов с поля на поле.

В зависимости от действия указанных выше факторов организуют отдельные группы (звенья) или отряды (комплексы).

Комплексные уборочные группы (бригады) состоят обычно из 3...5 комбайнов и приданных транспортных средств. Такие группы находят широкое применение в небольших производственных подразделениях, при уборке урожая с малых площадей, на уборке семенных посевов, а также участков, на которых выращивается единственная в хозяйстве культура. Уборочная группа работает обычно самостоятельно или в составе уборочного отряда. На скашивании хлебов в валки обычно создают также небольшие группы. Так как работа жатвенных агрегатов не связана с использованием транспорта, поэтому состав групп на скашивании хлебов в валки определяют исходя из числа комбайнов, работающих на одном поле. При этом следует иметь в виду, что высокая производительность комбайнов на скашивание хлебов в валки возможна при работе в одном загоне одного-двух комбайнов. При хорошей подготовке техники и работе опытных механизаторов число жатвенных агрегатов, работающих в одном загоне, можно увеличить до трех.

Работа большего числа комбайнов в одном загоне не целесообразна из-за вынужденных простоев комбайнов при неизбежных остановках одного из них и значительного снижения общей производительности.

Особое внимание необходимо уделять формированию уборочно-транспортных групп, работающих на обмолоте валков и прямом комбайнировании. При распределении техники по группам следует учитывать, что в каждую самостоятельно работающую группу должны входить одномарочные комбайны, имеющие одинаковую производительность. При этом обязательно учитывается техническое состояние машин. Соблюдение этого принципа позволяет установить единые и постоянные ритмы работы комбайнов и автомобилей, стабилизировать режимы их работы и добиться максимальной производительности.

Результаты исследований показывают, что более высокая производительность достигается в уборочных отрядах с числом комбайнов 9... 12, в некоторых случаях до 13... 15 (с числом основных звеньев от 3 до 4). Наиболее рациональное количество комбайнов в звене (группе) 3...4. В этом случае намолот зерна выше на 15...35%, а прямые затраты на 1 га уборки ниже на 25...27% по сравнению со звеньями, включающими 5 и более комбайнов. Эффект достигается за счет лучшей технической готовности и обслуживания машин, оперативного управления и маневренности техники.

С увеличением количества комбайнов в отрядах до 20 и выше резко снижается их общая производительность, что связано с возрастанием численности работников отряда и техники. При этом снижается их маневренность, затрудняется процесс управления, увеличиваются простои по организационным и техническим причинам, чаще нарушается ритм работы из-за роста численности обслуживающего персонала. В итоге в расчете на работника отряда намолот снижается на 25...30%, а затраты труда на уборку одного гектара увеличиваются на 35...46%.

На размеры отряда влияют многие факторы: условия производства, организационная структура хозяйства, размеры внутривоспроизводственных

подразделений, а также состояние и возраст уборочной техники. Так, в результате наших наблюдений установлено расчетное значение оптимального количества комбайнов в звене (группе) в пределах от 2-х до 3-х. Причем при больших значениях надежности и безотказности агрегатов (при меньших показателях простоя комбайнов по техническим причинам) группа должна комплектоваться преимущественно из трех комбайнов.

В зависимости от состояния хлебов, площади посевов, а также природно-климатических условий уборки, отряд должен состоять из 3...4 звеньев с общим количеством комбайнов в отряде в пределах от 10 до 12.

2.12 Технологические схемы транспортного обслуживания комбайнов

Формирование уборочно-транспортных групп оптимального состава является лишь исходной предпосылкой поточного выполнения работ.

Организацию поточно-групповой работы агрегатов нужно начинать с анализа объективно складывающихся условий уборки и опыта организации уборочных работ в предшествующие годы.

С целью создания некоторого "задела", значение производительности комбайна при расчетах следует принимать на 15...20% выше расчетной величины. Для практического планирования работы отряда и определения количества транспортных средств, следует пользоваться специальными номограммами, построенными на основе расчетов с учетом конкретных условий уборки.

2.13 Технология порционного способа уборки зерновых культур

Существующие схемы транспортного обслуживания уборочной техники не позволяют полностью устранить потери рабочего времени, особенно в результате несвоевременной выгрузки зерна. Комбайны часто простаивают с зерном даже при постоянном нахождении транспортных средств на поле. Как показал анализ рабочего процесса, причина этого явления свойственна самой технологии комбайновой уборки,

предусматривающая выполнение целой серии взаимосвязанных операций технологического процесса.

1. В соответствии с технологическими условиями уборки осуществляют прокладку разгрузочных магистралей поперек загонов в местах полного заполнения зерном бункера комбайна. Такая мера вводится для обеспечения предварительной подачи транспортных средств на магистралу и организации выгрузки зерна по мере сближения комбайнов с ними. Однако на практике оказалось, что заполнение бункеров зерном не завершается на магистралях, особенно у комбайнов с разной вместимостью бункеров. Поэтому места выгрузки непрерывно смещаются по длине и ширине загона, удаляясь или приближаясь к магистралям. При таком положении поперечные прокосы на поле не оправдывают себя, их используют только для передвижения транспортных средств с минимальными объездами необработанных участков поля.

2. При сложившейся практике уборки комбайны всегда оказываются первыми в местах выгрузки зерна и неизбежно простаивают в ожидании подхода транспортных средств. Время ожидания заметно возрастает, когда несколько комбайнов одновременно заполняют бункера зерном. Поэтому чем больше комбайнов в группе и чем быстрее они намолачивают по бункеру зерна, тем чаще и продолжительнее их простои в ожидании очереди.

3. Постановка транспортного средства под выгрузной шнек комбайна, как правило, сопровождается маневрами комбайна или транспортного средства, на что приходится затрачивать некоторую часть рабочего времени.

Продолжительность выгрузки зерна из бункера зависит от производительности шнекового устройства. Иногда этот процесс совмещают с операцией намолота зерна, выгружая его из бункера на ходу. Однако такое совмещение возможно только при высокой надежности комбайнов и их согласованной работе с транспортными средствами. Следовательно эта операция требует увеличения числа автомашин или тракторов, мастерства водителей, обеспечивающих их синхронное движение рядом с комбайнами.

При этом их движение со скоростью комбайнов приводит к значительному перерасходу топлива.

Комбайны, доходя до них, выгружают зерно независимо от степени заполнения их бункеров. Число мест выгрузок и расстояние между ними принимаются в зависимости от длины рабочего круга в загоне, урожайности и вместимости бункера. Число мест выгрузок равно числу полных бункеров зерна, если их намолот завершается комбайном при контрольном проходе по рабочему кругу в начале загона. Оно увеличивается на единицу, когда намолачивается дополнительно неполный бункер зерна. Расстояние между местами выгрузки по длине загона вычисляют путем деления длины рабочего круга на принятое их число. Например, если длина рабочего круга 2,8 км и при контрольном проходе по нему намолачивают два полных и один неполный бункер зерна, то число мест выгрузок будет равно трем и расстояние между ними $(2,8:3)=0,93$ км.

4. Одно место выгрузки всегда располагают в начале загона, ближе к току, а остальные - на равном удалении от него. Такое расположение позволяет избежать повторного провоза зерна по полю.

Комбайны при порционном способе работы не простаивают с зерном, даже если одновременно подходят к месту выгрузки. Они располагаются с разных сторон транспортного средства и производят грузовую операцию. Так как комбайны проходят одинаковый путь от одного места выгрузки до другого, то они намолачивают примерно равные порции зерна, которые учитывают и взвешивают так же, как и при обычной выгрузке.

При порционном способе работы вместимость бункера используется обычно на 90%. В связи с этим комбайны останавливаются дополнительно по одному разу для выполнения грузовой операции в процессе намолота каждых десяти бункеров зерна. Они не теряют времени на подход к транспортным средствам, когда выгружают зерно, поравнявшись с ними на разворотах, или выполняют эту операцию совместно с транспортными средствами, перемещающимися по разгрузочным магистралям. Если же зерно выгружают

в транспортные средства, стоящие на промежуточной магистрали, то они затрачивают в среднем 15 с на один подход к месту выгрузки. В результате отсутствия простоев комбайнов с зерном их выработка возрастает на 15...24%.

Выгрузка зерна из комбайнов в определенных местах поля создает условия для рационализации маршрутов движения и сокращения пробега транспорта по полю на 60...100%, что обеспечивает экономию топлива в размере 0,4...0,5 л на каждую выгруженную из комбайна тонну зерна.

5. Для организации работы комбайнов с порционной разгрузкой зерна поле перед уборкой разбивают на загоны шириной 80... 100 м. При определении мест разгрузки следует исходить из соотношения длины поля и пути, проходимого комбайном для заполнения бункера. Для этого проводят контрольные обмолоты по фактической урожайности культуры и ширине рабочего захвата жатки. При известных значениях урожайности и ширины захвата жатки длину пути намолота одного бункера зерна l можно определить из данных контрольных замеров или нормативным данным.

Для выбора точек выгрузки необходимо определить число бункеров зерна K_B , набираемых комбайном по всей длине поля, используя формулу:

$$K_B = \frac{L}{l} \quad (2.1)$$

где L — средняя длина поля, м;

l — длина пути, проходимого комбайном для набора одного бункера зерна, м.

Если величина K_B будет равна или меньше 0,5 то это значит, что комбайн может сделать по всей длине поля два прохода, т. е. полный круг. В этом случае следует выбирать первый вариант работы (плакат 2). При этой схеме транспортное средство размещается в загоне, напротив продольного прокоса или на поворотной полосе и комбайн, пройдя круг, на развороте выгружает в него зерно.

Если значение K_B находится в пределах 0,5. ..1,0 следует выбирать вторую схему работы: комбайны выгружают зерно на обоих концах загона в зоне их разворота.

Третью схему работы выбирают при K_B , равном 1,5. В этом случае поперек загона на расстоянии $2/3$ длины поля делают прокос для транспорта и разворота комбайнов. Первые две трети поля убирают по второй схеме — с выгрузкой на обоих концах участка, а оставшуюся одну треть — с выгрузкой на одном конце участка (первая схема). Здесь возможен и комбинированный вариант: комбайн проходит до конца поля, а разгружает бункер в начале загона и дважды на разгрузочном прокосе.

В случае, если значение K_B находится в пределах 1,5. ..2,0 и более, поле поперечным прокосом делят пополам и обе части убирают с разгрузкой бункера на концах и на прокосе.

Когда загоны раскашиваются на части, например на $1/3$ и $2/3$, то рекомендуется убирать сначала большую часть поля, и только после этого — оставшиеся.

Например, требуется убрать поле длиной $L=2000$ м (урожайность — 3,8 т/га) комбайнами «VECTOR 410» с шириной захвата 6 м.

По данным замеров определяем величину l , которая равна 1101 м. Подставив значение L и l в уравнение, получим:

$$K_B = \frac{2000}{1100} = 1,81$$

Следовательно, при $K_B = 1,81$ загоны следует делить пополам и выгружать зерно согласно второй схемы, при заполнении бункеров на 93%. Причем комбайны, независимо от степени заполнения бункера, должны выгружать зерно после прохода отмеченной длины гона, только в точках выгрузки, а транспортные средства, в свою очередь, принимать зерно от комбайнов в заранее указанных местах выгрузки.

Групповое использование комбайнов по новой технологии ускоряет общий ритм работы, т. к. нет необходимости снижать скорость их движения, приспособляясь к транспортным средствам. При этом продолжительность выгрузки зерна из бункера уменьшается на 30%.

2.14 Организация технического обслуживания машин уборочно-транспортного отряда

Рациональная организация труда всегда предполагает высокую техническую готовность машин, которая достигается за счет хорошей подготовки их к полевым работам, своевременного и качественного технического обслуживания в эксплуатационный период. Особая оперативность и высокое качество технического обслуживания должно быть обеспечено при организации выполнения полевых работ поточным методом.

Техническое обслуживание - это комплекс операций, обеспечивающих поддержание нормальной работоспособности машины при ее использовании и хранении. Проводится оно в полном объеме согласно типовой технологии, разработанной для машин каждой марки. Будучи своевременным, оно не должно прерывать поточного выполнения полевых работ. К технической надежности машин в данном случае предъявляются особые требования, т. к. поточный метод предусматривает выполнение совокупности взаимосвязанных технологических операций согласованными по производительности машинными агрегатами. Остановка агрегата, выход из строя того или иного звена комплекса не допустимы. Поэтому техническое обслуживание машин организуется непосредственно в поле.

В основе формирования звена технического обслуживания - специализация выполнения работ по устранению неисправностей, т. е. четкое разделение труда обслуживающего персонала и механизация работ. Такое разделение труда при техническом обслуживании машин необходимо для сокращения простоя агрегатов и быстрого выполнения операций по поддержанию их работоспособности.

Опыт специализированного технического обслуживания уборочных агрегатов показывает, что такое звено должно состоять из мастера-наладчика (обычно он и звеньевой) - тракториста-машиниста 1-класса, в совершенстве знающего устройство, порядок обслуживания, ремонта узлов и агрегатов уборочной техники; помощника мастера-наладчика - высококвалифицированного слесаря-ремонтника; слесаря по электронному оборудованию, знающего устройство, технологию обслуживания и ремонта электронного оборудования комбайнов; газосварщика, мастера-наладчика по гидравлической аппаратуре комбайна; слесаря средней квалификации; водителя мобильного заправщика топливом и смазочными материалами; водителя мобильного заправщика водой.

Звено должно иметь следующие технические средства: передвижную походную мастерскую; агрегат технического обслуживания; мобильный заправочный агрегат, автоводовоз.

Передвижная походная мастерская оборудуется компрессором, генератором переменного тока, обеспечивающим питанием оборудование мастерской, а также осветительные лампы, электродрели, моечный насос и др.

Своевременное проведение технического обслуживания - главное условие бесперебойной работы комбайнов. В соответствии с требованиями ГОСТ 20793-81 для зерноуборочных комбайнов установлены следующие виды технического обслуживания:

- при эксплуатационной обкатке;
- в процессе использования (ежесменное и периодическое);
- при подготовке к хранению.

Каждый вид технического обслуживания состоит из комплекса операций, выполняемых в предупредительном порядке и обеспечивающих работоспособное состояние комбайна.

Техническое обслуживание при эксплуатационной обкатке. Первую обкатку проводят вхолостую без нагрузки. Для этого запускают двигатель и

проверяют работоспособность и взаимодействие всех узлов, приборов и механизмов комбайна путем пробной обкатки молотилки и жатвенной части вхолостую.

Затем проводят обкатку рабочих органов комбайна. Для этого через каждые 30 минут останавливают двигатель и проверяют подшипниковые узлы на отсутствие нагрева, вращения уплотнений и наружных обойм; убеждаются в отсутствии течи топлива и масла в узлах соединений гидросистемы и коммуникациях, отсутствии смещений рабочих органов в посадочных местах (барабана, клавиш соломотряса, механизма очистки, шнека жатки и т. п.).

Обкатку в работе выполняют в течение 60 моточасов, при загрузке комбайна на 30...50%. По окончании первой рабочей смены очищают кабину, двигатель, зоны механических приводов от скоплений пыли и пожнивных остатков; проверяют и при необходимости регулируют натяжение всех ременных и цепных передач; проверяют плотность соединений гидро- и топлив-проводов, устраняют выявленные недостатки; проверяют и при необходимости доливают в соответствующие емкости масло, воду и топливо.

Техническое обслуживание по окончании эксплуатационной обкатки включает очистку комбайна, проверку течи масел, топлива и тормозной жидкости. После этого сливают отстой топлива из топливного бака, прочищают отверстия в крышке горловины.

Дополнительно проверяют надежность крепления копирующих башмаков жатки, бортовых редукторов к фланцам балки, коробки передач, двигателя, шатунов привода очистки и др.

При необходимости проверяют и регулируют натяжение приводных ремней и цепных передач, давление воздуха в шинах. Проверяют работу колесных и стояночных тормозов, уровень жидкости в аккумуляторных батареях и при необходимости доливают дистиллированную воду через каждые 60ч работы; смазывают в соответствии с таблицей смазки составные части комбайна, заменяют масло в основной гидросистеме, в коробке

диапазонов и бортовых редукторов. При замене масла сливают отработанное масло, промывают полости, заливают свежее масло до уровня контрольной пробки, заменяют фильтрующие элементы в системе гидропривода ходовой части.

Проверяют работоспособность всех узлов комбайна при работающем двигателе.

Для зерноуборочных комбайнов установлена следующая периодичность технического обслуживания:

- ежесменное — через 8...10 моточасов работы;
- периодическое обслуживание № 1 — через 60 мото-часов работы или после расхода 2200 кг дизельного топлива;
- периодическое техническое обслуживание № 2 — через 240...290 моточасов работы или после израсходования 8800 кг дизельного топлива (640 га площади).

При ежесменном техническом обслуживании (ежедневно перед началом работы или в конце смены) предусматривается проведение следующих основных операций:

- следует долить отстоянное или профильтрованное топливо в основной бак и бачок пускового двигателя;
- смазать механизмы с периодичностью в 10 моточасов (ступица верхнего и нижнего шкивов вариатора жатки, щетки соединительного звена ножа, сферический шарнир шатуна);
- завести двигатель и на холостом ходу проверить работу двигателя, механизмов управления комбайном и ходовой части, устранить выявленные неисправности;
- обратить внимание на работу системы световой и звуковой сигнализации;
- после 20 моточасов работы следует дополнительно проверить крепление пружины шкива вариатора мотовила, механизмы очистки, цепные

и ременные передачи, зазоры между бичами барабана и планками подбарабанья.

Первое техническое обслуживание включает в себя все без исключения мероприятия ежесменного технического обслуживания и предусматривает выполнение следующих дополнительных операций:

- промыть кассеты воздухоочистителя и смочить их в масле, подтянуть крепление воздухоочистителя и впускных трубопроводов двигателя;

- очистить и промыть центрифугу;

- слить отстой из топливного бака, бачка пускового двигателя, фильтра тонкой очистки топлива и фильтра отстойника;

- прочистить отверстия в крышке бака, смазать отжимной подшипник муфты сцепления двигателя, проверить и при необходимости отрегулировать натяжение ремня вентилятора и генератора;

- проверить крепления аккумуляторных батарей, уровень электролита в них и в случае надобности долить дистиллированную воду.

- смазать механизмы с периодичностью 60 моточасов: ступицы верхнего и нижнего шкивов вариатора мотовила, подшипник крестовины нижнего вала вариатора мотовила, шарниры щечек и коромысла привода ножа режущего аппарата, боковины подборщика (при работе комбайна с подборщиком), поводки и ролики эксцентрикового механизма мотовила, подшипник предохранительной муфты выгрузного шнека, ступицу среднего диска вариатора вентилятора очистки.

Если после выработки 240...290 моточасов комбайн продолжает работать, то выполняют операции ежесменного и первого технического обслуживания, и дополнительно проводят операции технического обслуживания № 2:

- заменить масло в картере двигателя и топливном насосе; очистить центрифугу;

— промыть масляный фильтр турбокомпрессора, первую ступень фильтра тонкой очистки топлива, смазать передний подшипник вала муфты сцепления двигателя и подшипник водяного насоса;

— снять и разобрать воздухоочиститель, тщательно протереть его корпус, особенно внутреннюю часть циклонов;

— очистить и промыть фильтр-отстойник, сапун двигателя, крышку и фильтр заливной горловины топливного бака основного двигателя, фильтроотстойник бака пускового двигателя, поплавковую камеру и топливопроводящий штуцер, фильтр и сапун гидравлической системы;

— проверить состояние электропроводки, состояние генератора, стартера и контактов включения стартера, плотность электролита и определить степень разряженности аккумуляторной батареи (при необходимости подзарядить или заменить ее заряженной батареей);

— проверить и отрегулировать: зазоры между клапанами и коромыслами, электродами свечи и контактами прерывателя магнето, карбюратор, муфту сцепления двигателя, муфту сцепления механизма передачи пускового двигателя, механизма переключения передач, рулевое управление;

— заменить масло в картере моста ведущих колес и редукторе барабана;

— смазать механизмы с периодичностью 240 моточасов: подшипники вала барабана, главного контрпривода, опоры коленчатых валов соломонабивателя и грабли половонабивателя, ступицы управляемых колес, шкива муфты зернового и колосового шнеков, шарнир кардана выгрузного шнека, редуктор молотильного барабана, шарниры кардана привода жатки, рычаги регулировки положения мотовила и натяжения цепи мотовила; подшипники ступиц вариатора ходовой части и задних подвесок грохота, втулки пальчикового механизма шнека жатки, механизмы включения выгрузного шнека и рычага вариатора ходовой части.

Послесезонное техническое обслуживание выполняется после завершения уборочных работ. При этом комбайн и его агрегаты очищаются от пыли, грязи и пожнивных остатков. Затем осматривают и оценивают его техническое состояние. Если комбайн не нуждается в ремонте, то проводят операции послесезонного технического ухода:

- устраняют обнаруженные при осмотре технические неисправности;
- выполняют операции по подготовке комбайна к длительному хранению в соответствии с действующими правилами;
- агрегаты электрооборудования, топливный насос и форсунки до их консервации проверяют и регулируют в мастерской.

Для валковых жаток установлены следующие виды технического обслуживания: ежесменное, периодическое, выполняемое через 45...60 часов работы, и послесезонное — после окончания сезонных работ.

При ежесменном техническом обслуживании валковых жаток необходимо провести следующие операции:

- очистить жатку от грязи и растительных остатков и проверить наружным осмотром состояние и надежность креплений: режущего аппарата и его привода, мотовила, копирующих башмаков, механизма уравнивания корпуса жатки. Устранить люфт в шаровых соединениях механизма привода ножа. Заменить выщербленные сегменты режущего аппарата новыми. Погнутые пальцы граблин мотовила выправить, а сломанные — заменить. Проверить, чтобы звездочки одного цепного контура или шкива, охватываемые одним клиновым ремнем, находились в одной плоскости;
- замасленный ремень обмыть теплой водой с мылом и протереть насухо чистой тряпкой;
- устранить течь масла в соединениях гидросистемы;
- смазать сферические шарниры шатунов, соединительного звена ножа, ступицы шкивов вариатора, поводок и ролик мотовила, рычаг балки мотовила, прижимы и направляющие ножа, подшипники мотовила.

Периодическое техническое обслуживание предусматривает выполнение операций ежесменного технического обслуживания. Кроме того, необходимо проверить и при необходимости отрегулировать затяжку деревянных подшипников мотовила и его установку, натяжение пружин шкивов вариатора мотовила, механизма уравнивания корпуса жатки, натяжение клиноременных и цепных передач.

Провести проверку и смазку шарниров карданных передач, предохранительных муфт мотовила и верхнего вала наклонного корпуса, подшипников ведущего вала транспортера, рычагов механизма уравнивания и роликов ограничения поворота жатки.

При послесезонном техническом обслуживании жатку необходимо очистить, осмотреть и дать безразборочную оценку технического состояния. Определить возможность дальнейшей эксплуатации жатки без ремонта. Если она не нуждается в ремонте, необходимо устранить все обнаруженные при осмотре технические неисправности и подготовить ее к длительному хранению.

2.15 Планирование мероприятий по безопасности труда на производстве

2.15.1 Основные правила техники безопасности при работе на агрегатах

Одним из главнейших условий при выполнении механизированных работ является использование исправных машин. Уборочная машина считается исправной только в том случае, если она полностью укомплектована узлами, приборами, инструментом, защитными приспособлениями (для уборочных агрегатов и агрегатов, транспортирующих топливно-смазочные материалы) и сигнально-предупреждающими приспособлениями. Работа на неисправных машинах запрещается требованиями техники безопасности.

Техника безопасности – это совокупность правил и приемов, которые предотвращают возможности несчастных случаев с персоналом, обслуживающим машинно-тракторные агрегаты.

Основные правила изложены в «Положении по охране и труда на предприятиях, в организациях и учреждениях системы агропромышленного комплекса».

2.15.2 План улучшения условий труда слесарей при техническом обслуживании зерноуборочных комбайнов

План улучшения условий труда слесарей при техническом обслуживании зерноуборочных комбайнов включает в себя следующие мероприятия:

1. Улучшить освещение.
2. Обеспечить улучшенной вентиляционной системой.
3. Обеспечить защитными кожухами вращающиеся части машин.
4. Обеспечить СИЗ, медицинской аптечкой и первичными средствами пожаротушения.

План мероприятий по пожарной безопасности:

1. Установить ящик с песком, огнетушитель,
2. Заменить огнетушители,
3. Установить указатели пожарных щитов,
4. Установить молниезащиту здания

2.16 Физическая культура на производстве

На общей трудоспособности человека, при выполнении технологических операций, неблагоприятно сказываются значительные перегрузки некоторых функциональных систем человеческого организма и значительные недогрузки других функциональных систем, что приводит к быстрой утомляемости и снижению работоспособности. Для снижения неблагоприятных воздействий перегрузки некоторых функциональных систем человеческого организма и существенной недогрузки других функциональных систем, необходимо повсеместное использование средств физической культуры и спорта, с целью повышения и поддержания

профессиональной трудоспособности человека, которое получило название - производственная физическая культура.

Производственная физическая культура, в общем понимании этого определения, это определенная система строго подобранных физических упражнений, а так же спортивных мероприятий физкультурно-оздоровительного характера, которые направляются на сохранение профессиональной деятельности, и повышению устойчивости к профессиональным заболеваниям.

При неблагоприятных условиях труда мероприятия производственной физической культуры, как правило, производятся вне производственных помещений. Целью, которую преследует производственная физическая культура, является способствование всеобщему укреплению здоровья трудящегося человека и существенному повышению эффективности его труда.

Задачами производственной физической культуры являются:

- всемерная подготовка организма трудящегося к максимально быстрому включению в трудовую профессиональную деятельность на производстве;

- активное поддержание оптимального уровня трудовой рабочей способности человека во время его трудовой деятельности и восстановление трудоспособности после окончания работы;

- заблаговременная целенаправленная психологическая и физическую подготовка к выполнению определенных видов профессиональной деятельности человека;

- осуществление профилактических мероприятий по возможному влиянию на организм трудящегося неблагоприятных факторов его профессионального труда с учетом конкретных условий.

2.17 Планирование мероприятий по охране окружающей среды

С увеличением загрязнения окружающей среды, увеличилось и количество профессиональных заболеваний, стал ощутим недостаток многих видов природных ресурсов, стала наблюдаться тенденция и резкому ухудшению плодородия почв.

На территории машинно-тракторного парка происходит интенсивный выброс выхлопных газов, сточные воды интенсивно испаряясь, загрязняют атмосферный воздух. Часто не организован сбор отработанных масел, территория захламлена мусором и металлоломом. При возделывании сельскохозяйственных культур наблюдается загрязнение почвы и естественной растительности ядохимикатами и топливно-смазочными материалами.

В выпускной квалификационной работе предлагаются следующие мероприятия по охране окружающей среды:

- 1) в помещениях машинно-тракторного парка установить газо- золо- и пылеуловители;
- 2) в санитарной зоне провести лесопосадку;
- 3) предусмотреть очистные устройства и организовать многократное использование воды;
- 4) оборудовать специальные места для сбора металлолома,
- 5) в машинно-тракторном парке провести газовое отопление, что снижает выброс вредных веществ в атмосферу;
- 6) при работе машинно - тракторного агрегата при непосредственном выполнении технологических операций, установить места заправки топливно-смазочными материалами и для технического обслуживания;
- 7) не допускать к работе трактора и машины, у которых наблюдается подтекание топлива и масел.

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БУНКЕРА-ПЕРЕГРУЗЧИКА ЗЕРНА

3.1 Назначение конструкции

Бункер накопитель предназначен для накопления 18 тонн зерна (24 м^3) с последующей его разгрузкой в транспортные средства со скоростью полной разгрузки – 4 минуты.

3.2 Устройство конструкции

Устройство конструкции показано на рисунке 3.1.

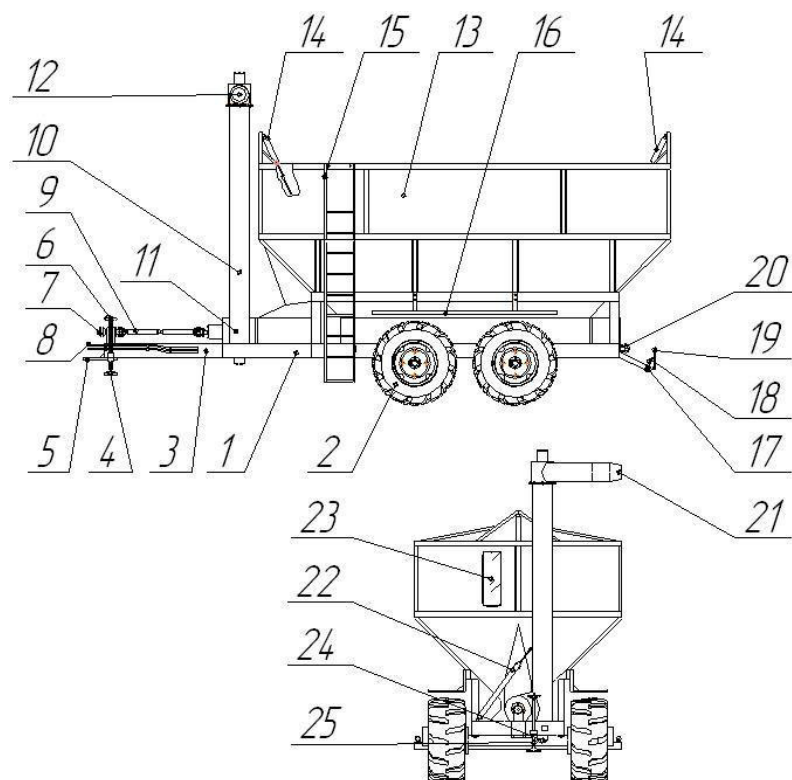
Конструкция состоит из рамы 1 состоящей из швеллеров, на которую установлен бункер 13. Рама крепится на двухосную ходовую часть 2. К швеллерам рамы приварены под углом швеллеры, образующие сцепку 3. На сцепке расположены: сцепное устройство 5, устройство постановки на хранение состоящее из платформы 4, винта 25 и штурвала 6, шланги 8 присоединения гидравлических агрегатов, разъём 7 для присоединения вала отбора мощности: для привода горизонтального подающего шнека, карданный вал 9 передающий крутящий момент на подающий шнек.

Система выгрузных шнеков образована двумя шнеками: горизонтальным подающим, расположенным по длине бункера в низу, и через сочленение 11 вертикального выгрузного шнека 10. Выгрузное отверстие 12 имеет резиновую трубчатой формы направляющую зерна 21. Для контроля выгрузки бункера, чтобы не травмировать зёрна, так как при постоянной работе горизонтального шнека часть зёрен в задней части просто перемалывается, имеется заслонка шнека.

Заслонка представляет ограждение задней части шнека. Поднятие и опускание заслонки осуществляется двумя гидроцилиндрами 14,

образующими привод положения заслонки. На бункере имеется: лестница 15, на случай технического осмотра и по технике безопасности, защита колёс 16, которая может использоваться как полка для хранения инвентаря, буксировочные захваты 20 как неотъемлемая часть транспортного средства, задняя балка 17 на которой установлены: поворотные сигналы 18 и указатели габаритов 19, положенные по технике безопасности.

На передней стенке бункера имеется смотровое отверстие для визуального контроля заполнения бункера зерном.



1 - рама; 2 – колесо (ходовая); 3 - сцепка; 4 - платформа; 5 – сцепное устройство; 6 – штурвал привода винта; 7 – присоединитель вала отбора мощности; 8 - шланги; 9 – карданный вал; 10 – шнек выгрузной; 11 – подающий шнек; 12 – выгрузное отверстие шнека; 13 - бункер; 14 – устройство передвижения заслонки подающего шнека; 15 - лестница; 16 – планка защиты колёс; 17 – задняя балка (бампер); 18 – сигнал поворота; 19 – указатель габаритный; 20 – буксировочный захват; 21 – резиновая часть выгрузного отверстия; 22 – гидроцилиндр положения выгрузного шнека; 23 – смотровое окно; 24 – гидромотор привода выгрузного шнека; 25 - винт опоры.

Рисунок 3.1- Бункер накопитель

3.3 Принцип действия конструкции

Бункер загружается комбайнами (около четырёх ёмкостей бункера комбайна) до достижения полной загрузки далее он разгружает зерно в транспортные машины при этом:

- Транспортное средство подъезжает к перегрузчику;
- Опускается вгрузной транспортёр перегрузчика на нужную высоту;
- Включается привод выгрузного шнека, происходит разгрузка;
- По мере разгрузки бункер пустеет, для продвижения зерна из задней части в переднюю поднимается заслонка горизонтального шнека. Первоначально заслонка открывается немного, для того чтобы излишне не травмировать зерно. По мере опустошения бункера заслонка поднимается выше.

Таким образом происходит постепенная полная выгрузка бункера.

По окончании выгрузки шнек и заслонка возвращаются в исходное положение. Ни в коем случае не допускается опускать заслонку при полном бункере.

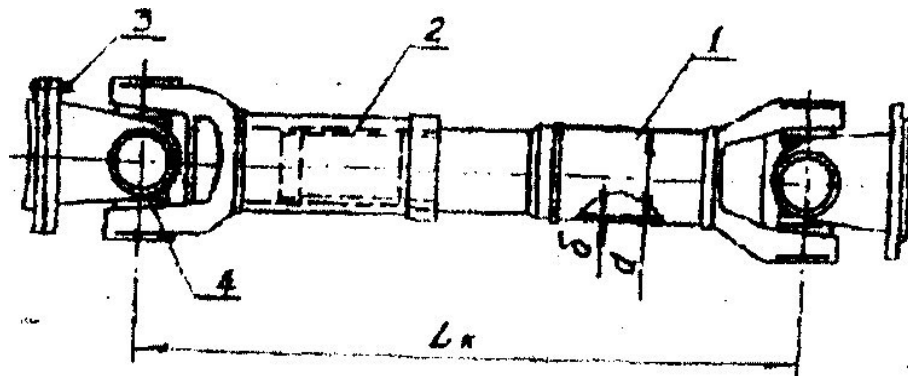
Обычно заслонку не ставят на перегрузчики, особенно отечественных моделей. А импортные перегрузчики с заслонкой стоят намного дороже отечественных (как минимум на 40%). Таким образом внедрение заслонки в конструкцию бункера накопителя позволяет снизить травмирование зерна при работе выгрузных шнеков.

3.4 Конструктивные расчёты

3.4.1 Расчет карданной передачи привода горизонтального шнека

Конструкция карданной передачи показана на рисунке 3.2. Для надежной эксплуатации необходимо, чтобы карданная передача не выходила из строя из-за преждевременной поломки ее деталей (обладала

определенной прочностью) или их износа (имела достаточно продолжительный срок службы).



1 -труба; 2-шлицевое соединение; 3-болтовое соединение; 4- крестовина.

Рисунок 3.2 - Карданная передача

Карданную передачу рассчитываем из расчета момента на валу, который определяется по формуле:

$$M=N/w, \text{ где} \quad (3.1)$$

N — мощность электродвигателя, кВт,

W - частота вращения рад/с,

$$W=2\pi \cdot n/60=2 \cdot 3,14 \cdot 1460/60=152 \text{ рад/с,}$$

$$M=14000/152=92 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Расчет на прочность карданной передачи ведется относительно именно этого момента.

$$F=\pi d^2/4 \quad (3.2)$$

$$\sigma_p = 92/0.75 \cdot 4 \cdot 0.07 \cdot 0.00017 \cdot 0.2 = 12885154 \text{ Н/м}^2$$

Напряжение среза в болтах, при условии, что болты поставлены без зазора:

$$\tau_{cp}=M/\alpha \cdot n \cdot R \cdot F_{cp} \quad (3.3)$$

$$F_{cp} = \Pi d^2 / 4 \quad (3.4)$$

$$F_{cp} = 3,14 \cdot 0,016^2 / 4 = 0,0002 \text{ м}^2$$

$$\tau_{cp} = 92 / 0,75 \cdot 4 \cdot 0,07 \cdot 0,0002 = 2190476 \text{ Н/м}^2$$

Напряжение смятия в болтах, при условии, что болты поставлены без зазора:

$$F_{cm} = M / \alpha \cdot n \cdot R \cdot F_{cm} \quad (3.5)$$

$$F_{cp} = L_0 \cdot d_0$$

$$L_0 = L_{min} - 2f, \text{ где} \quad (3.6)$$

L_0 - минимальная толщина фланца с вычетом размеров фасок.

$$L_0 = 0,011 - 2 \cdot 0,001 = 0,009 \text{ м}$$

$$F_{cp} = 0,009 \cdot 0,016 = 0,000144 \text{ м}^2$$

$$F_{cm} = 92 / 0,75 \cdot 4 \cdot 0,07 \cdot 0,000144 = 3042328 \text{ Н/м}^2$$

Материал карданных болтов - сталь 40Х с характеристиками:

$$\delta_b = 85000 \dots 95000 \text{ Н/см}^2$$

$$\delta_t = 65000 \dots 75000 \text{ Н/см}^2$$

В результате расчета видно, что данные болты (М16х1,5) будут работать с гарантированным запасом прочности.

3.4.2 Расчет трубы карданного вала

Труба карданного вала рассчитывается на прочность и жесткость. Напряжение кручения трубы под действием моментов [1]:

$$\tau_k = M / W_T, \quad (3.7)$$

где W_T — осевой момент сопротивления трубы

$$\tau_k = 92 / 0,000059 = 1559322 \text{ Н/м}^2$$

D — наружный диаметр карданного вала, м

d - внутренний диаметр трубы, м

$$W\tau = 3,14 \cdot (0,08^4 - 0,064^4) / 16 \cdot 0,08 = 0,000059 \text{ м}^4$$

3.4.3 Напряжение изгиба

Изгибающий момент на карданном валу, согласно схемы усилий, в соединении кардана с крестовиной [1]:

$$M_{\text{и}} = M \cdot \sin \alpha, \text{ где} \quad (3.8)$$

α - рабочий угол в карданном шарнире, определенный по компоновочным расчетам.

$$M_{\text{и}} = 90 \cdot \sin 10^\circ = 15,97 \text{ Нм}$$

Наибольшее напряжение по 1-ой теории прочности [1]:

$$\delta_1 = (\delta_{\text{и}} + \sqrt{\delta_{\text{и}}^2 + 4\tau_{\text{пр}}^2}) / 2 \quad (3.9)$$

$$\delta_{\text{и}} = M_{\text{и}} / W_T, \text{ где} \quad (3.10)$$

W_T - осевой момент сопротивления сечения трубы, м³.

Напряжения изгиба не должны превышать 3000000 Нм.

$$W_T = \Pi \cdot (D^2 - d^2) / 32 \quad (3.11)$$

$$W_T = 3,14 \cdot (0,08^4 - 0,064^4) / 32 = 0,000029 \text{ Нм}$$

$$\delta_{\text{и}} = 15,97 / 0,000029 = 550689 \text{ Нм}$$

$$\delta_1 = (550689 + \sqrt{550689^2 + 4 \cdot 1559322^2}) / 2 = 1583445 \text{ Н/м}^2$$

Условие выполняется: $30000000 > 1583445$

3.4.4 Угол закрутки трубы карданного вала под действием момента

$$\epsilon^\circ = 180^\circ \cdot M \cdot L / Y_T \cdot G \cdot \Pi, \text{ где} \quad (3.12)$$

Y_T - полярный момент инерции сечения, м^4

G - модуль упругости, для стали $G = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/см}^2$

L - длина трубы карданного вала, м

$$Y_T = \Pi \cdot (D^4 - d^4) / 32 \quad (3.13)$$

$$Y_T = 3,14 \cdot (0,08^4 - 0,064^4) / 32 = 0,000002 \text{ м}^4$$

$$\epsilon^\circ = 180^\circ \cdot 92 \cdot 0,58 / 0,000002 \cdot 750000 \cdot 3,14 = 0,5^\circ$$

Условия жесткости вала при кручении $\epsilon^\circ \leq 3 \dots 9^\circ$ на 1 м длины трубы карданного вала. Условие выполняется.

3.4.5 Определение критического числа оборотов карданного вала

Под критическим числом оборотов карданного вала понимают число оборотов, при котором происходит потеря устойчивости прямолинейной формы оси вращающегося вала, и возникают изгибные колебания. Таким образом, чтобы избежать потери устойчивости карданного вала, максимальное

число его оборотов должно быть меньше критического числа оборотов. Для полого карданного вала, концы которого не защемлены, критическое число оборотов может быть определено по формуле, в которой принимается, что на всей длине карданный вал имеет постоянное сечение

$$\Pi_{кр} = 1,185 \cdot 10^7 \cdot (\sqrt{D^2 + d^2} / L^2) \quad (3.14)$$

D — наружный диаметр карданного вала, см,

d - внутренний диаметр трубы, см,

L - расстояние между центрами карданов, см,

При наличии промежуточной опоры для L берут расстояние между центром кардана и центром промежуточной опоры.

Теоретическое значение критического числа оборотов, подсчитано по приведенной выше формуле, должно быть выше максимального числа оборотов при эксплуатации (например, при движении с горы или накатом, когда число оборотов карданного пала может быть выше числа оборотов по двигателю).

$$n_{кр} = 1,185 \cdot 10^7 \cdot (\sqrt{0,08^2 + \sqrt{0,064^2 / 1,2}}) = 47400 \text{ об/мин.}$$

Данное число оборотов много меньше потребного, что удовлетворяет конструктивным условиям.

3.4.6 Расчёт винтового выгрузного конвейера

Расчёт производится по следующей методике.

По таблице 9.1 для зерна по условию сохранности груза рекомендуемая частота вращения винта составляет 50...500 мин⁻¹. Принимаем $n = 500 \text{ мин}^{-1}$. Тогда:

$$\omega = \pi n / 30. \quad (3.15)$$

$$\omega = 3,14 \cdot 500 / 30 = 52,3 \text{ с}^{-1}.$$

Расчетный диаметр винта [см. формулу (9.6)]

$$D = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot Q}{K \cdot \rho \cdot \psi \cdot \omega}}, \quad (3.16)$$

где $K = 0,5$ – коэффициент, определяемый по таблице 9.1;

$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ – плотность груза (зерна);

$\psi = 1$ – коэффициент соотношения между шагом и диаметром винта.

Подставив значения получим:

$$D = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 120}{0,5 \cdot 800 \cdot 52,3}} \approx 0,388 \text{ м},$$

Принимаем диаметр винта $D = 388$ мм и вычисляем другие геометрические параметры винта.

Шаг винтовой линии определяется по формуле:

$$p = \psi D = 1 \cdot 388 = 388 \text{ мм}. \quad (3.17)$$

Угол наклона винтовой линии:

$$\gamma = \arctg(p / D) = \arctg 1 = 45^\circ. \quad (3.18)$$

Полная длина транспортера:

$$L_{\Pi} = H / \cos 45^\circ = 2,5 / 0,707 = 3,9 \text{ м}. \quad (3.19)$$

Мощность, необходимая для привода [см. формулу (9.7)],

$$P = g \cdot Q \cdot (L + H) \cdot K_C \cdot K_D = 9,81 \cdot 120 \cdot (3,9 + 2,5) \cdot 1,5 \cdot 2,5 = 2,8 \text{ кВт}, \quad (3.20)$$

поскольку длина горизонтального перемещения груза:

$$L = \sqrt{L_{\Pi}^2 - H^2} = \sqrt{3,9^2 - 2,5^2} = 2,5 \text{ м},$$

коэффициент сопротивления движения зерна $K_C = 1,5$, а коэффициент дополнительных сопротивлений $K_D = 2,5$.

Требуемая мощность гидромотора:

$$P_{\text{э}} = \frac{P \cdot K_{\text{дв}}}{\eta}. \quad (3.21)$$

$$P_{\text{э}} = \frac{2800 \cdot 1,4}{0,85} = 4612 \text{ Вт}.$$

Вращающий момент на валу винта :

$$T = \frac{30 \cdot P_{\text{э}} \cdot \eta}{\pi \cdot n}. \quad (3.22)$$

$$T = \frac{30 \cdot 4612 \cdot 0,85}{3,14 \cdot 500} = 74,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Диаметр выходного конца цапфы вала [см. формулу (9.11)],

$$d_{\text{ц}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot T}{[\tau_{\text{кр}}]}}. \quad (3.23)$$

$$d_{\text{ц}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 74,9 \cdot 10^3}{15}} = 29,22 \text{ мм}.$$

Принимаем $d_{\text{ц}} = 30 \text{ мм}$.

Диаметр посадочного места подшипника

$$d_{\text{п}} = d_{\text{ц}} + 0...5 \text{ мм} = 30 + 5 = 35 \text{ мм}.$$

Для верхней фиксирующей опоры по нормативам выбираем роликовый радиально-упорный подшипник 7204 легкой серии, для нижней свободной опоры В – шариковый радиальный подшипник 204 легкой серии.

Определяем силы, действующие на винт при

$$\gamma_{\text{с}} = \arctg(0,4 \cdot p / D) = \arctg 0,4 = 22^\circ \text{ и } \gamma = \arctg f_{\text{д}} = \arctg 0,4 = 22^\circ :$$

$$F_t = \frac{2T}{K'D} = \frac{2 \cdot 74,9}{0,75 \cdot 0,388} = 290,5 \text{ H};$$

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \gamma_c = 290,5 \cdot \operatorname{tg} 22^\circ = 112 \text{ H}; \quad (3.24)$$

$$F_a = \frac{2T}{K'D \cdot \operatorname{tg}(\gamma_c + \varphi)} = \frac{2 \cdot 74,9}{0,75 \cdot 0,388 \cdot \operatorname{tg} 44^\circ} = 290 \text{ H}.$$

Реакции в подшипниках вычисляем по формулам:

$$R'_A = R'_B = 280,5 / 2 = 140,3 \text{ H};$$

$$R''_A = \frac{F_{\text{ц}} l_{\text{ц}} + F_a K'D / 2 - F_r L_n / 2}{L_{\text{п}}} =$$

$$= \frac{542 \cdot 0,1 + 290 \cdot 0,75 \cdot 0,15 / 2 - 112 \cdot 2,12}{2,12 \cdot 2} = -22,74 \text{ H} \quad (3.25)$$

$$R''_B = \frac{F_{\text{ц}}(L_{\text{ц}} + l_{\text{ц}}) - F_r L_{\text{п}} / 2 + F_a K'D / 2}{L_{\text{п}}} =$$

$$= \frac{542 \cdot 2,22 + 112 \cdot 2,12 / 2 + 290 \cdot 0,15 \cdot 0,75 / 2}{2,12} = 631,26 \text{ H}.$$

Суммарные реакции:

$$R_A = \sqrt{R'^2_A + R''^2_A} = \sqrt{(-22,74)^2 + 140,3^2} = 142,13 \text{ H}; \quad (3.26)$$

$$R_B = \sqrt{R'^2_B + R''^2_B} = \sqrt{631,26^2 + 140,3^2} = 646,66 \text{ H}.$$

Проведя расчёт делаем вывод что условия прочности подшипников соблюдаются.

3.4.7 Расчёт шлицевого соединения

Боковые поверхности зубьев шлицевого соединения работают на смятие, а основание их – на изгиб и срез. Решающее значение имеет расчёт на смятие:

$$\frac{M_{кр}}{\psi \cdot F \cdot l \cdot r_{ср}} \leq [\sigma_{см}] , \quad (3.27)$$

где $M_{кр}$ – наибольший крутящий момент , передаваемый соединением ;

ψ – коэффициент , учитывающий неравномерность распределения усилий по рабочим поверхностям зубьев (принимаем $\psi = 0,75$ по /6/) ;

$F = 0,8 \times m \times z$ – площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1 мм длины (для эвольвентных соединений) , мм² ;

l – рабочая длина зуба ;

$r_{ср} = 0,5 \times d$ – для эвольвентных зубьев ;

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение на смятие .

Для шлицов на входном валу:

$$M_{кр} = 74900 \text{ Н} \cdot \text{мм} ;$$

$$F = 0,6 \cdot 8 \cdot 20 = 38,2 \text{ мм}^2 ;$$

$$r_{ср} = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 28 = 14,25 \text{ мм} ;$$

$$[\sigma_{см}] = 120 \text{ Н/мм}^2 .$$

Тогда :

$$\frac{74900}{0,75 \cdot 38,2 \cdot 10 \cdot 14,25} = 24,7 \leq [\sigma_{см}]$$

Условие соблюдается: $24,7 < 120$.

3.5 Обеспечение безопасности жизнедеятельности при эксплуатации конструкции бункера-перегрузчика

3.5.1 Требования безопасности конструкции

- Нанести на производственное оборудование соответствующую окраску и знаки безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.032. – 78 ССБТ.
- Признак расположения: бункер-перегрузчик агрегатируется трактором.
- Орган управления шнеком в виде электрического тумблера находится в кабине трактора на высоте 0,56 м от пола кабины, с правой стороны по ходу движения трактора.
- Безопасность работы должна гарантироваться прочностью конструкции.
- Конструкция должна надежно фиксироваться.
- Все вращающиеся части и приводы защищены кожухами.
- Периодичность включения выгрузного шнека определяется режимом работы транспортных средств.
- Освещение рабочего места производится от штатного оборудования трактора.

3.5.2 Разработка инструкции по безопасности труда тракториста-машиниста

при работе в агрегате с бункером-перегрузчиком

ИНСТРУКЦИЯ

по БТ тракториста-машиниста

при работе в агрегате с бункером-перегрузчиком

Общие требования

К работе на тракторах допускаются лица, имеющие специальную подготовку по устройству и правилам работы на тракторе, достигшие 18 лет, прошедшие соответствующее обучение, инструктаж, медицинский осмотр и имеющие квалификационное удостоверение на право управления трактором.

В процессе работы на тракториста-машиниста могут воздействовать опасные и вредные факторы: шум, выхлопные газы, вибрация.

Ответственность: за невыполнение требований инструкции, рабочего ждет ответственность, он подвергается дисциплинарному и материальному взысканию по величине потерь.

Требования безопасности перед началом работы:

Надеть спецодежду, обувь и средства индивидуальной защиты;

Получить наряд и инструктаж по БТ;

Проверить состояние рабочих узлов, надежность крепления, заземления; Перед пуском двигателя трактора рычаг переключения передач устанавливают в нейтральное положение. При этом убеждаются, что механизм привода рабочих органов бункера-перегрузчика выключен и пуск никому не угрожает. Подают звуковой сигнал.

Требования безопасности во время работы:

Трогаясь с места, освобождают стояночный тормоз (при этом фонарь контрольной лампы красного цвета на щитке приборов не должен гореть) и подают звуковой сигнал. При транспортных переездах управляют агрегатом только из кабины. Перед включением рабочих органов также подают звуковой сигнал.

Проводя работы под выгрузным шнеком или платформой, устанавливают предохранительные упоры на гидроцилиндрах подъема шнека и в рабочее положение опорные винтовые домкраты.

Постоянно следят за исправностью тормозов и рулевого управления.

После остановки агрегата перемещают рычаг переключения передач в нейтральное положение, выключают механизм включения выгрузного транспортера и затягивают стояночный тормоз. Максимально допустимый уклон при работе и транспортировке бункера-перегрузчика 10°. При этом скорость движения — не более 0,278...1,112 м/с.

Перед проведением регулировок закрывают вентиль гидроцилиндров.

Во время перегонов агрегата на местности с неровным рельефом, фиксируют механизм уравнивания платформы, установив штыри в выемки рычагов.

Запрещается:

- находиться на бункере-перегрузчике посторонним лицам, включать задние фары во время движения агрегата по дорогам;

- стоять вблизи неогражденных передач;

- ремонттировать или регулировать сборочные единицы при включенном двигателе (за исключением изменения частоты вращения вентилятора и регулировок с рабочего места);

- работать под бункером-накопителем на уклонах, если под его колеса не поставлены упоры;

- выполнять работы под выгрузным шнеком или платформой в то время, когда они подняты и не зафиксированы от возможного опускания;

- использовать неисправный инструмент;

- проверять механизмы выгрузного шнека при наличии людей вблизи заднего клапана;

- перевозить грузы в бункере;

- проталкивать зерно руками, ногой, лопатой или другими предметами при выгрузке из бункера;

- надевать неудобную или развевающуюся одежду и работать без головного убора;

- обгонять транспорт в вечернее и ночное время, а также работать без электрического освещения;

- оставлять инструмент на полу кабины;

- движение агрегата под уклон накатом;

- работать при ослабленном креплении каких-либо сборочных единиц и агрегатов;

-пользоваться тормозами при положении рукоятки управления гидравлического привода ходовой части, не выведенной в нейтральное положение;

-находиться в бункере при включенном двигателе.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

При аварии и аварийных ситуациях рабочие должны принять экстренные меры.

Остановить трактор и заглушить двигатель;

При получении травмы сообщить бригадиру и получить медицинскую помощь;

При травматизме рабочие должны уметь делать искусственное дыхание и использовать средства первой медицинской помощи.

Требования безопасности по окончании работы:

Очистить бункер-накопитель от растительных остатков.

Привести в порядок рабочее место.

Поставить агрегат на стоянку.

Убрать использованные инструменты, при необходимости промыть их;

Вымыть руки с мылом;

Снять специальную одежду;

Обо всех недостатках, обнаруженных во время работы сообщить начальнику участка.

3.5.3 Выводы

Внедрение на производстве санитарно-гигиенических мероприятий позволяет:

- улучшить условия труда 9 рабочих;
- повысить производительность труда;
- снизить заболевания;

- уменьшить вероятность возникновения пожаров.

3.6 Технико-экономическая оценка конструкции бункера-перегрузчика зерна

3.6.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_T) \cdot K; \quad (3.28)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	Рама	1641,58	0,78	1287	1	1287
2	Бункер	1002,55	0,78	786	1	786
3	Балка задняя	36,99	0,78	29	1	29
4	Сцепка	278,06	0,78	218	2	436
5	Шнек	88,01	0,78	69	2	138
6	Шнек с корпусом	123,72	0,78	97	2	194
7	Заслонка	52,30	0,78	41	1	41
8	Лестница	16,58	0,78	13	1	13
9	Защита	10,20	0,78	8	1	8
Итого:						2932

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	Болты, гайки, шайбы	120	0,12	14,4	368	44160
2	Подшипники	10	0,52	5,2	4500	45000
3	Гидромотор	1	15,4	15,4	87000	87000
4	Вал карданный	1	12,1	12,1	25000	25000
5	Гидроцилиндры	3	17,7	53,1	29000	87000
6	Ходовая часть	1	793	793	980000	980000
Итого:			893,2		1268160	

Определим массу конструкции по формуле 3.28, подставив значения

из таблиц 3.1 и 3.2:

$$G = (2932 + 893) \cdot 1,15 = 4399 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{пд}] \cdot K_{нац} \quad (3.29)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3=3,9 \dots 46,95$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем $E=1,5$);

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m=8,68 \dots 102,95$);

$C_{пд}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{нац} = 1,15 \dots 1,4$).

$$C_6 = (2932 \cdot (45 \cdot 1,50 + 96) + 1268160) \cdot 1,40 = 2446559 \text{ руб.}$$

3.6.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.3)

Таблица 3.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
Масса конструкции (3 конструкции в агрегате, кг	4399	5260
Балансовая стоимость, руб.	2446559	3200000
Потребляемая мощность, кВт.	14,9	15,8
Часовая производительность, ед/ч	2,1	1,5
Количество обслуживающего персонала,	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	210	210
Норма амортизации, %	20	25
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	1200	1200

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

(3.30)

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z}$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.30) получим:

$$\mathfrak{E}_{e0} = \frac{16}{1,5} = 10,53 \text{ кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

$$\mathfrak{E}_{e1} = \frac{15}{2,1} = 7,10 \text{ кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.31)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{5260}{1,5 \cdot 1200 \cdot 3} = 0,9741 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{4399}{2,1 \cdot 1200 \cdot 3} = 0,5819 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.32)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{3200000}{1,5 \cdot 1200} = 1777,8 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{2446559}{2,1 \cdot 1200} = 970,86 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.33)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{1,5} = 0,6667 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{2,1} = 0,4762 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_3 + C_{\text{рто}} + A \quad (3.34)$$

где $C_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e \quad (3.35)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{зп0} = 210 \cdot 0,6667 = 140,00 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{зп1} = 210 \cdot 0,4762 = 100,00 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ТСМ определяют по формуле:

$$C_э = Эе \cdot Ц_{тсм} ; \quad (3.36)$$

где $Ц_{тсм}$ - комплексная цена за топливо, руб/литр.

$$C_{э0} = 21 \cdot 10,53 = 221,20 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э0} = 21 \cdot 7,10 = 149,00 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.37)$$

где $H_{рто}$ - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{рто0} = \frac{3200000 \cdot 15}{100 \cdot 1,5 \cdot 1200} = 266,67 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{2446559 \cdot 15}{100 \cdot 2 \cdot 1200} = 145,63 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.38)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{3200000 \cdot 25}{100 \cdot 1,5 \cdot 1200} = 444,44 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{2446559 \cdot 20}{100 \cdot 2,1 \cdot 1200} = 194,17 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.34:

$$S_0 = 140,00 + 221,20 + 266,67 + 444,44 = 1072 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 100,00 + 149,00 + 145,63 + 194,17 = 589 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.39)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1$);

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 1072 + 0,1 \cdot 1777,8 = 1250,1 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 589 + 0,1 \cdot 970,86 = 685,89 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.40)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1072 - 589) \cdot 2,1 \cdot 1200 = 1218448 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.41)$$

$$E_{\text{год}} = (1250 - 686) \cdot 2,1 \cdot 1200 = 1421793 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.42)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{2446559}{1218448} = 2,0079 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.43)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{1218448}{2446559} = 0,50$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	1,5	2,1	140
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	1777,7778	970,8567	55
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	10,5333	7,0952	67
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,9741	0,5819	60
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,6667	0,4762	71
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	1072,31	588,80	55
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	1250,09	685,89	55
8	Годовая экономия, руб./ед.	1218448,42		
9	Годовой экономический эффект, руб.	1421792,54		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	2,01		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,50		

Как видно из таблицы 3.4 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 2,01 года, и коэффициент эффективности равен 0,50

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В выпускной квалификационной работе проведено проектирование уборки зерновых культур с разработкой конструкции бункера-перегрузчика зерна.

В частности, разработана структурная схема комплексного уборочно-транспортного отряда, осуществлен подбор техники для звеньев технического обслуживания, комбайново-транспортных звеньев, звена подготовки полей к уборке, а так же звена по уборке незерновой части урожая.

Разработанная конструкция бункера-перегрузчика для зерна, который имеет короткий срок окупаемости (два года), сравнительно высокий годовой экономический эффект (1421792 рубля) и следовательно, конструкция удовлетворяет требованиям эффективности. Кроме того, применение данной конструкции бункера-перегрузчика позволяет существенно повысить производительность транспортных средств и зерноуборочных комбайнов при проведении уборки зерновых культур.

Внедрение плановых мероприятий позволяет улучшить условия труда механизаторов при производственной эксплуатации бункера-перегрузчика, в составе транспортного машинно-тракторного агрегата, при уборке зерновых культур, состояние пожарной безопасности, повысить производительность труда, уменьшить число несчастных случаев.

Разработанные мероприятия можно применять в хозяйствах Республики Татарстан с учётом их материально-технической базы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд. 5-е перераб. и доп. – М.: Наука, 1976.
2. Алилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.:Агропромиздат, 1991.
3. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев //. Казань, 2017.

4. Виноградов, В.М. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебник / В.М. Виноградов – М.: Академия , 2019-240с.
7. Епифанов , Л.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : Учебное пособие / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова .- М.: Форум ,2017- 272с.
8. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. Изд. 3-е перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1978.
9. Детали машин. Альбом конструкций. Кн. 1 – М., 1992.
10. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2010.
11. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М.: ГОСНИТИ, 2016.
12. Ленский А.В. Система технического обслуживания МТП. – М.: Россельхозиздат, 1982.
13. Перечень оборудования и оснастки для ремонта и технического обслуживания машинно-тракторного парка. – М., 2009.
14. Справочник по эксплуатации ремонту и хранению сельскохозяйственной техники. Основные положения. – М., 2016 – 318с.
15. Методическое указание по постановке сельскохозяйственной техники на хранение. – Казань, 2018.
16. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. - Казань: РИЦ «Школа», 2012.-144 с.
17. Липкович Э.И., Рогуля В.И., Шабанов Н.И. Уборка урожая комбайнами «Дон». –М.: Росагропромиздат, 2009.- 220 с.
- 18.Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2014.- 604 с.
19. Оборудование для слесарного участка (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://martensteel.ru>
20. Проектирование слесарного участка участка (Электронный ресурс) Режим доступа: <http://martensteel.ru>