

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Сельское хозяйство)»

Кафедра «Технический сервис»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Проектирование технического обслуживания

тракторов с разработкой стенда для ремонта КПП

Шифр ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ

Выпускник	<u>гр.3352с</u> группа	_____	<u>М.Н. Муллахметов</u> Ф.И.О.
		подпись	

Руководитель	<u>доцент</u> ученое звание	_____	<u>И.Н. Сафиуллин</u> Ф.И.О.
		подпись	

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № _____ от _____)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u> ученое звание	_____	<u>Н.Р. Адигамов</u> Ф.И.О.
		подпись	

Казань – 2017 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Технический сервис»

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

«УТВЕРЖДАЮ» _____ .

Зав. кафедрой «Технический сервис»

Н.Р. Адигамов / _____ /

«_16_»__декабря__ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Муллахметову М.Н.

Тема работы Проектирование технического обслуживания тракторов с разработкой стенда для ремонта КПП

утверждена приказом по вузу от «____» _____ 2017 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 06.02.2017

3. Исходные данные к работе Годовые отчеты, производственно-финансовый план, материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.)

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Анализ технического обслуживания и конструкций стендов для ремонта КПП

2. Проектирование технического обслуживания тракторов

3. Конструкторская разработка стенда для ремонта КПП

4. Безопасность жизнедеятельности

5. Экономическое обоснование разработанной конструкции

5. Перечень графических материалов

1. Анализ конструкций стендов для ремонта КПП2. План ремонтной мастерской3. Технологическая карта проведения технического обслуживания4. Общий вид разработанного стенда5. Детализовка стенда6. Экономическое обоснование конструкции

6. Дата выдачи задания «_16_» __декабря__2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ технического обслуживания и конструкций стендов для ремонта КПП	09.01.2017	
2	Технологическая часть	20.01.2017	
3	Конструкторская разработка	27.01.2017	
4	Безопасность жизнедеятельности	31.01.2017	
5	Экономическое обоснование	03.02.2017	

Студент-выпускник _____ (Муллахметов М.Н.)

Руководитель работы _____ (Сафиуллин И.Н.)

АННОТАЦИЯ

**к выпускной квалификационной работе студента Муллахметова
М.Н. на тему: «Проектирование технического обслуживания
тракторов с разработкой стенда для ремонта КПП»**

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 63 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1, из них 2 листа относятся к конструктивной части.

Пояснительная записка состоит из введения, трех основных разделов, заключения и содержит 9 рисунков, 5 таблиц. Список использованной литературы включает 22 наименования.

В первом разделе представлен анализ существующих технологий технического обслуживания и конструкций стендов. Так же проведено обоснования темы, цель и задачи выпускной квалификационной работы.

Во втором разделе, на основании первого раздела, производится проектирование технического обслуживания тракторов, разработка технологий и технических средств для ТО и ремонта, обоснование и выбор оборудования, выбор места и помещения.

В третьем разделе разработана конструкция стенда для ремонта КПП тракторов. Приведены необходимые конструктивные и прочностные расчёты. Также спроектированы мероприятия по охране труда и технике безопасности. В этом же разделе дано экономическое обоснование проектируемой конструкции. Подсчитан экономический эффект от внедрения устройства и срок окупаемости дополнительных капиталовложений.

Пояснительную записку завершает заключение по выпускной квалификационной работе, список использованной литературы и спецификация.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА КПП.....	7
1.1 Понятие, задачи и виды технического обслуживания.....	7
1.2 Анализ существующих конструкций стендов ремонта КПП.....	13
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТО И ТР ТРАКТОРОВ	23
2.1 Нормативный метод определения состава машинно-тракторного парка.....	26
2.2 Экспресс-метод расчета потребности тракторов.....	28
2.3 Графоаналитический метод расчета количества тракторов и сельскохозяйственных машин	29
2.4 Расчет и планирование технического обслуживания	31
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СТЕНДА.....	42
3.1 Состояние вопроса разработки стендов для ремонта КПП.....	42
3.2 Описание конструкции разрабатываемого стенда для ремонта коробки передач.....	42
3.3 Расчет основных узлов и элементов стенда.....	45
3.4 Техника безопасности для разработанной установки.....	52
3.5 Экономическая оценка конструкторской разработки.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	62
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях для обеспечения благоприятных условий эксплуатации и достижения высоких производственных показателей и бесперебойной работы машинно-тракторного парка сельскохозяйственной организации должны располагать соответствующей ремонтно-технической базой, способствующей своевременно выполнять техническое обслуживание и ремонт подвижного состава.

Для обеспечения работоспособности тракторов и сельскохозяйственных машин в течение срока их эксплуатации, следует систематически поддерживать его техническое состояние посредством комплекса технических инженерных воздействий, которые в зависимости от назначения и характера делятся на две большие группы: воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов в технически исправном состоянии в течение нормативного срока его использования; воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов техники.

В связи со сложной финансовой ситуацией большинства сельскохозяйственных организаций страны в целом, региона – в частности, строительство новых ремонтно-механических мастерских не представляется возможным. Единственный и экономически целесообразный путь решения данной ситуации – реконструкция или модернизация действующей мастерской.

Реконструкция существующей ремонтно-механической мастерской с одной стороны требует значительно меньшего объема капитальных вложений, а с другой, - срок окупаемости вложенных затрат, как правило, в 2-3 раза меньше, нежели нового строительства, при этом существенно упрощается процесс разработки сметной документации и сокращается строительный период.

1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА КПП

1.1 Понятие, задачи и виды технического обслуживания

В сельскохозяйственных организациях техническое обслуживание тракторов и автомобилей организуется и проводится по единой планировочно-предупредительной системе, которая предусматривает проведение комплекса работ, регламентированных по определенному перечню операций и воздействий, а также периодичности их выполнения.

В комплекс работ включается:

- регламент № 1 – ежедневное техническое обслуживание;
- регламент № 2 – недельное техническое обслуживание;
- регламент № 3 – месячное техническое обслуживание;
- регламент № 4 – квартальное техническое обслуживание;
- регламент № 5 – полугодовое техническое обслуживание;
- регламент № 6 – годовое техническое обслуживание.

Каждый знает, что необходимо проводить техническое обслуживание (ТО) технического средства. Рассмотрим, что же входит в ТО. Техническое обслуживание – это определенный ряд действий, направленных на сохранение исправного состояния средства и на предупреждение повреждений и отказов в работе. ТО является предупредительным мероприятием и проводится в плановом порядке.

По видам и периодичности выделяют следующие технические обслуживания:

- ежедневное;
- ТО-1;
- ТО-2;
- сезонное.

Основная задача ЕО – обезопасить эксплуатацию техники путем контроля состояния его систем и узлов и привести в соответствие его внешний вид. Прово-

дится ежедневное обслуживание непосредственно перед началом эксплуатации или после окончания работы.

При ежедневном ТО исполняют следующие виды работ:

- контрольный осмотр;
- регулировочные работы;
- заправка топливом, антифризом, маслом, проверка на присутствие утечки горючего, масла, тормозной, амортизаторной и охлаждающей жидкости;
- очистительные работы;
- смазочные работы;
- крепежные работы.

При проведении первого ТО-1 выполняют все действия, совершаемые при ежедневном обслуживании, а также комплекс дополнительных мероприятий, но не производят снятие и разборку узлов и механизмов.

При ТО-1 будут актуальными:

- протяжка самых важных соединений;
- проверка состояния рулевого механизма, сальников, колес, тормозных колодок, свечей зажигания и т.п.;
- регулировка при нулевой нагрузке частоты вращения коленчатого вала;
- контроль за состоянием выхлопных газов.

При последующих ТО-1 следует включить проверку работы аккумулятора, состояния креплений глушителя и подвески, герметичности системы охлаждения, очистку воздушных и замену масляных фильтров, регулировку фар.

Во время второго ТО выполняются все виды работ, что и при первом, но уже в большем объеме и с частичным демонтажем узлов и механизмов. Целью ТО-2 является выявление изношенных деталей, сбоев регулировки и возможных неисправностей.

Для выявления этих недочетов требуется больше опыта, чем при проведении ТО-1, необходимо наличие особого инструмента, а также обязательна диагностика технического средства на специальном оборудовании.

Например, это может выглядеть так:

Километраж: 10 000; 20 000; 30 000; 40 000; 50 000; 60 000; 70 000; 80 000.

Тип ТО: ТО-1; ТО-2; ТО-1 (расширенное); ТО-2; ТО-1; ТО-2; ТО-1 (расширенное); ТО-2.

В связи с переходом от зимнего к летнему периоду и наоборот проводят сезонное обслуживание техники. При этом осуществляют промывку системы охлаждения, замену масла и смазки, соответствующих будущему сезону, проверку системы подачи топлива и промывку топливного бака, смену резины. Перед началом холодного осенне-зимнего периода проверяют работу предпускового подогревателя и системы отопления. Проведение сезонного обслуживания можно совместить с проведением ТО-2.

При добросовестном выполнении и соблюдении периодов техобслуживания мы будем убеждены в безотказности работы и длительном сроке службы сельскохозяйственной техники.

Основными задачами Технического обслуживания являются:

- ввод в эксплуатацию;
- профессиональный отбор, подготовку и допуск к эксплуатации лиц из состава инженерно-технической службы;
- планирование технической эксплуатации;
- техническое обслуживание и ремонт (в том числе при хранении), регламентные работы;
- определение качественного состояния автомобилей и проверка их работоспособности;
- материально-техническое и метрологическое обеспечение;
- ведение эксплуатационно-технической и учётной документации;
- учёт, хранение, транспортировку и консервацию;
- сбор, учёт и анализ эксплуатационных данных о надёжности и устойчивости работы;
- контроль и оценку технического состояния и организации эксплуатации;
- своевременное выявление и устранение неисправностей и недостатков, снижающих эффективность работы и приводящих к возникновению отказов техники;

- предупреждение отказов техники, обеспечение оптимального режима работы, увеличение межремонтных сроков эксплуатации и сроков службы средств механизации;

- проверка с помощью измерительной техники (инструментальная проверка) и доведение до установленных норм параметров;

- ликвидация последствий воздействия на технику неблагоприятных климатических и других условий эксплуатации;

- подготовка оборудования к сезонной эксплуатации;

- проверка укомплектованности механизмов, узлов, наличия инструментов и пополнение ЗИП;

- контроль и проверка измерительных приборов;

- организацию работ по обеспечению и соблюдению правил и мер безопасности при эксплуатации;

- выявление и устранение нарушений требований безопасности работы;

- анализ и обобщение сведений результатов выполненных работ, разработка мероприятий по совершенствованию форм и методов технического обслуживания, эксплуатации машин;

- списание техники, техническая консультативная поддержка эксплуатирующего персонала и руководителей по любым вопросам, связанным с эксплуатацией машин в целях эффективного использования.

Основными условиями, обеспечивающими правильную техническую эксплуатацию сельскохозяйственной техники, являются:

- твёрдые знания специалистами устройства, принципов работы и эксплуатации;

- планирование, организация и выполнение мероприятий по технической эксплуатации;

- систематический контроль со стороны инженерно-технической службы за техническим состоянием тракторов и автомобилей, качеством проведения регламентных и ремонтных работ;

- обучение лиц из состава инженерно-технической службы приёмам и правилам выполнения регламентных работ, а также правилам и мерам безопасности при их выполнении;
- систематическое изучение, обобщение, распространение и внедрение новых методов эксплуатации;
- тесное взаимодействие с администрацией объектов по вопросам усовершенствования техники, повышения качества их эксплуатации и материально-технического обеспечения всем необходимым для этих целей;
- своевременное расследование аварийного отказа техники, нарушения правил техники безопасности с привлечением виновных к дисциплинарной и материальной ответственности.

В общем случае ТОиР сельскохозяйственной техники реализуется в пяти базовых принципах, дифференцированно регулирующих организацию и построение службы эксплуатации, а именно:

Элитный – подразумевает постоянное присутствие инженерного персонала по всем направлениям эксплуатации, постоянное присутствие технического линейного персонала, профилактическую и планово-предупредительную работу, безусловно, высокую степень обеспечения эксплуатационной надежности и безаварийности техники, аварийное обслуживание. Эксплуатация проводится при ведущем участии технического персонала изготовителя или организации-подрядчика, но с активным участием персонала.

Бизнес – подразумевает постоянное присутствие технического линейного персонала, централизованное техническое обслуживание, предоставление технических кадров для решения частных задач по эксплуатации, профилактическую и планово-предупредительную работу, создание сервисной системы диспетчеризации, аварийное обслуживание. Аналогично эксплуатация проводится при ведущем участии технического персонала изготовителя или организации-подрядчика, но с активным участием персонала.

Экономный – подразумевает дневное присутствие технического линейного персонала, централизованное техническое обслуживание инженерным персоналом, планово-предупредительные ремонты в ночное время, аварийное обслужи-

вание, присутствие в ночное время минимума технического линейного персонала. Создание системы сервисной диспетчеризации не предусматривается. Условия организации эксплуатации так же аналогичны, но роль персонала может быть частично понижена.

Профилактический – подразумевает присутствие необходимого технического линейного персонала в рабочее время, централизованное обслуживание инженерным персоналом по направлениям эксплуатации, аварийное обслуживание. Планово-предупредительными и ремонтно-профилактическими работами в этом случае занимается инженерно-технический персонал, постоянно не закрепленный за объектом. В эксплуатации роль персонала предприятия минимальна – лишь контрольная.

Аварийный – подразумевает планово-предупредительные ремонты по графику, аварийное обслуживание, текущее присутствие инженерно-технического персонала по состоянию. В эксплуатации роль персонала объекта сводится лишь к выполнению наблюдательных функций.

В настоящее время работы по организации эксплуатационного обслуживания технических средств проводятся с использованием действующих нормативных и организационно-методических основ.

Стратегия проведения эксплуатационного обслуживания – это общие правила планирования и прогнозирования результатов.

В основном применяются стратегии типа: «детерминированная» (т.е. по плану), и «адаптивная» (т.е. по состоянию).

При 1-ой стратегии проще организация материально-технической базы, контроль проведения, анализ, диагностирование и прогнозирование результатов. Основа стратегии – применение планово-предупредительной схемы проведения работ.

2-ая стратегия технически наиболее рациональна, но требует либо большого штата обслуживающего персонала, либо должна основываться на способности контролируемых технических средств к самодиагностике. И то, и другое обстоятельство приносит дополнительные экономические затраты, ресурсные издержки, не всегда доступные и допустимые.

1.2 Анализ существующих конструкций стендов ремонта КПП

Общеизвестно, что сборочно-разборочные работы играют огромную роль в общем комплексе ремонтных работ, они могут составлять до четверти от общего трудоемкости работ по капитальному ремонту сельскохозяйственной техники. Соблюдение принципов организации технологического процесса ремонта агрегатов, узлов, деталей сельскохозяйственной техники способствует увеличению их ресурса, к примеру, нормализованных деталей – до $\frac{1}{4}$, подшипников – до 20%, кронштейнов – до 10% и других при снижении себестоимости ремонта техники на 5-6%.

К сожалению, из-за низкой технической оснащенности ремонтного производства, в сельскохозяйственных организациях до сих пор разборочно-сборочные работы остаются одними из наиболее трудоемких операций технологического процесса ремонта сельскохозяйственной техники, агрегатов, узлов и т.п. Поэтому, важнейшей задачей развития ремонтного производства в механических мастерских выступает их техническое перевооружение или модернизация имеющегося оборудования и установок, предназначенных для выполнения технологического цикла ремонта.

Главными дефектами коробок передач, которые проявляются в процессе их эксплуатации, выступают трещины и изломы картера, физический износ зубьев шестерен, отверстий под подшипники и самих подшипников. Для устранения этих дефектов необходимо выполнить существенный объем ремонтных работ, которые обуславливают применение специального оборудования и устройств.

При организации технологического процесса по ремонту коробок передач используют множество видов стендов, которые можно классифицировать по следующим основным признакам:

- по способу привода;
- по назначению;
- по числу обслуживающих рабочих;
- по характеру и способу закрепления агрегата;

- по числу устанавливаемых агрегатов и т.п.

Классификация стендов для ремонта коробок перемены передач приведена на рисунке 1.1.

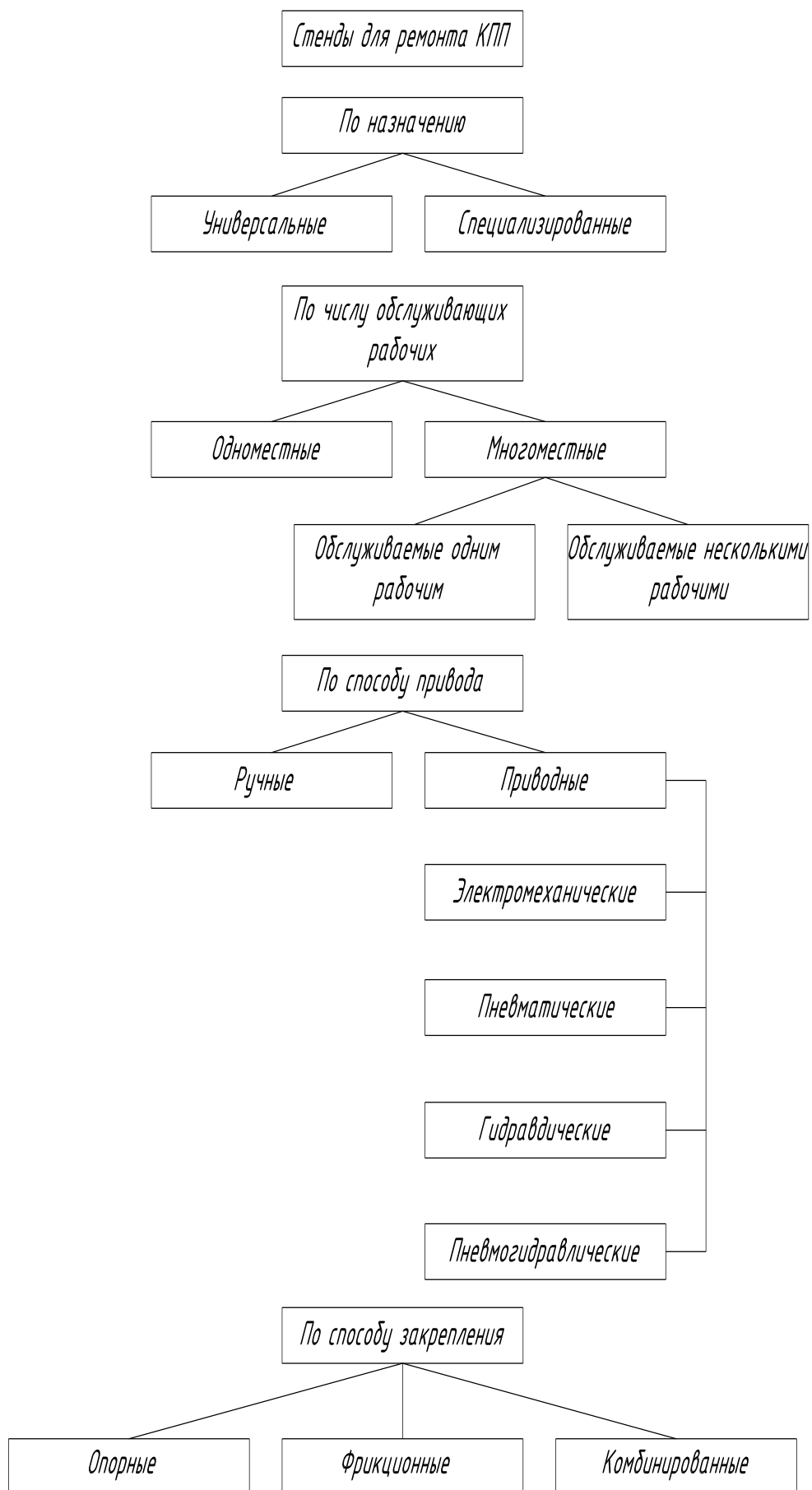


Рисунок 1.1 – Признаки и виды стендов для ремонта КПП.

Все стан­ды для ре­мон­та ко­ро­бок пе­ре­дач по их на­зна­че­нию де­лять на уни­вер­саль­ные и спе­ци­а­ли­зи­ро­ван­ные.

Уни­вер­саль­ные стан­ды ис­поль­зу­ют­ся для ус­та­нов­ки од­но­тип­ных агре­га­тов раз­лич­ных мо­делей сель­ско­хо­зяй­ствен­ной тех­ни­ки или раз­лич­ных агре­га­тов од­ной мо­де­ли.

Спе­ци­а­ли­зи­ро­ван­ные стан­ды пред­на­зна­че­ны для ус­та­нов­ки толь­ко од­но­тип­ных агре­га­тов пре­иму­щес­вен­но од­ной или не­сколь­ких по­доб­ных мо­делей тех­ни­ки.

По ко­личес­тву пер­со­на­ла, об­слу­жи­ва­ю­ще­го обо­ру­до­ва­ние стан­ды под­раз­де­ля­ют­ся на од­но­мест­ные и мно­го­мест­ные.

На од­но­мест­ных стан­дах пред­ус­мо­т­ре­но од­но ра­бочее ме­сто, об­слу­жи­вае­мое од­ним ра­бот­ни­ком ре­мон­тно­го це­ха.

Мно­го­мест­ные стан­ды в за­ви­си­мо­сти от ха­рак­те­ра про­во­ди­мых ра­бот под­раз­де­ля­ют­ся на стан­ды, об­слу­жи­вае­мы­ми од­ним или не­сколь­ки­ми ре­мон­т­ны­ми ра­бот­ни­ка­ми.

По спо­со­бу при­во­да стан­ды де­лят­ся на руч­ные и при­вод­ные.

При э­том руч­ные стан­ды для ре­мон­та ко­ро­бок пе­ре­дач под­раз­де­ля­ют­ся на ре­чеч­ные, вин­то­вые и с зуб­ча­ты­ми ко­ле­са­ми.

При­вод­ные стан­ды мо­гут быть элек­тро­ме­ха­ни­че­ски­ми, пнев­ма­ти­че­ски­ми, гид­рав­ли­че­ски­ми или пнев­мо­гид­рав­ли­че­ски­ми.

По спо­со­бу за­кре­п­ле­ния ко­ро­бок пе­ре­дач на стан­де они мо­гут быть опор­ны­ми, фрик­ци­он­ны­ми или ком­би­ни­ро­ван­ны­ми.

При при­ме­не­нии опор­но­го стан­да ко­ро­бка пе­ре­да­чи ус­та­нав­ли­ва­ют на опор­ную пло­щад­ку (пла­ту) и при по­мо­щи стя­жек, вин­тов или хо­му­тов фик­си­ру­ют в нуж­ном по­ло­же­нии.

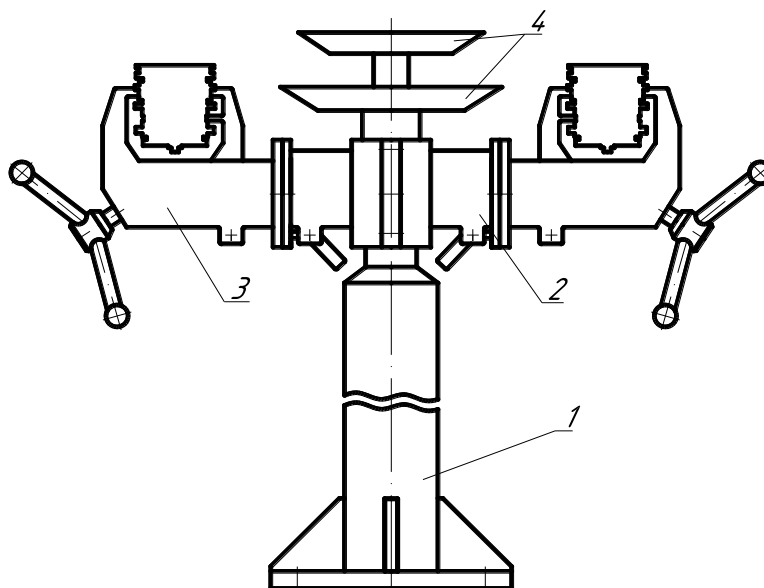
При ис­поль­зо­ва­нии фрик­ци­он­но­го агре­га­та ре­мон­ти­руе­мый агре­гат уде­р­жи­ва­ет­ся в не­об­хо­ди­мом по­ло­же­нии за счет сил тре­ния ме­жду за­жим­но­го при­со­бо­бле­ния и ко­р­пу­са КПП.

Наиболее на­деж­ным кре­п­ле­нием счи­та­ет­ся ком­би­ни­ро­ван­ное, по­сколь­ку здесь од­но­вре­мен­но ус­та­нав­ли­ва­ют ре­мон­ти­руе­мый агре­гат на опор­ную пла­ту и фик­си­ру­ют при по­мо­щи стя­жек, вин­тов или хо­му­тов в не­об­хо­ди­мом по­ло­же­нии.

По числу устанавливаемых агрегатов стенды также разделяют на одно- и многоместные. Использование многоместных стендов характерно для крупных ремонтных организаций с большим объемом годовых ремонтных работ.

Рассмотрим наиболее распространенные в ремонтном производстве модели стендов для ремонта коробок передач тракторов и автомобилей.

Схема стенда для ремонта раздаточных коробок модели 2218 приведена на рисунке 1.2.



1 – опора; 2 – суппорт; 3 – захват; 4 – стеллаж

Рисунок 1.2 – Стенд для ремонта коробок передач модели 2218.

Рассматриваемый стенд состоит из литой чугунной опоры 1, на которую жестко прикреплен суппорт 2. При этом суппорт имеет два захвата 3 для жесткого крепления коробки перемены передач, и предназначены для регулирования расположения ремонтируемого агрегата в пространстве. В верхней части вертикальной стойки имеются стеллажи, на которых размещаются необходимые инструменты, а также узлы и детали КПП. Вследствие того, что имеются два захвата, расположенных диаметрально, на стенде одновременно можно установить два ремонтируемого агрегата.

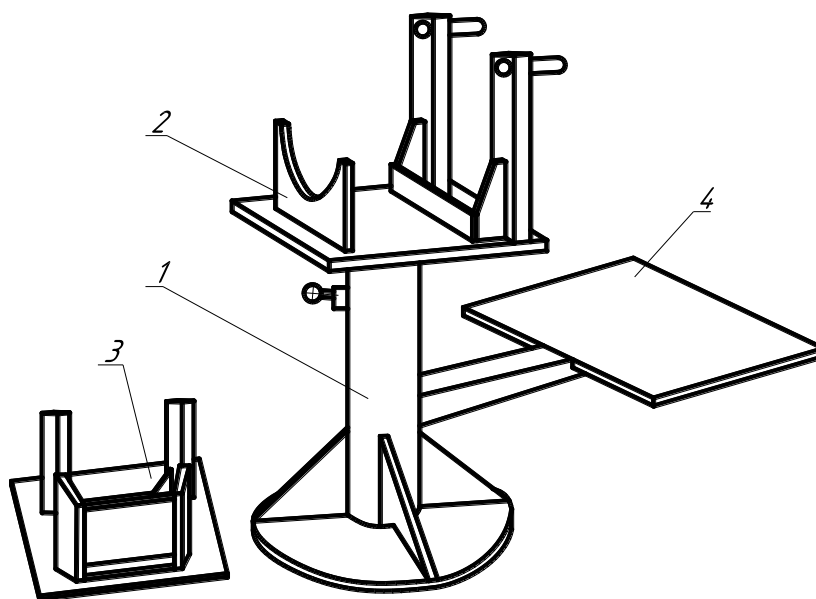
Разборочно-сборочные работы при использовании стенда модели 2218 осуществляют следующим образом. На стол захвата устанавливают КПП, которую фиксируют в горизонтальной плоскости (с боковых сторон) соответствующими

винтами. Ремонтные операции выполняют при помощи стеллажей для снятых или приготовленных для монтажа деталей коробки. После этого выворачивают установочные винты захватов и удаляют агрегат со стола.

Преимуществом станда для ремонта коробок передач модели 2218 выступает наличие возможности регулировки высоты расположения суппорта, а также стеллажи, предназначенные для размещения деталей, и двух столов, что позволяет одновременно установить два ремонтируемого агрегата.

Недостатком же данного станда можно считать большую его массу и отсутствие привода.

Рассмотрим универсальный станок модели 2365, предназначенный для ремонта коробок передач и раздаточных коробок, схема которого приведена на рисунке 1.3.



1 – опора; 2 – стол поворотный; 3 – плита; 4 – стеллаж

Рисунок 1.3 – Стенд модели 2365.

Стенд модели 2365 состоит из опоры 1, на которую смонтированы поворотный стол 2 и плита 3, имеющая элементы, позволяющие установить и жестко закрепить на ней коробку передач, а также стеллаж для размещения инструмента и деталей.

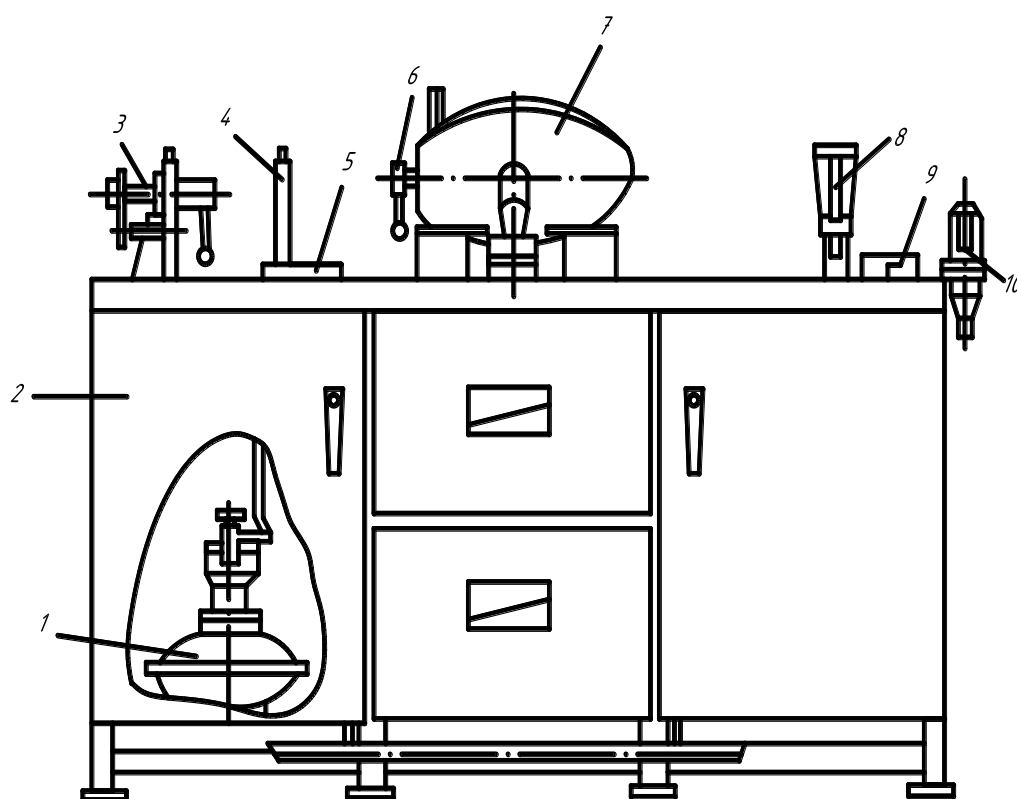
Разборочно-сборочные работы при использовании станка модели 2365 осуществляют следующим образом. Снятая с трактора или автомобиля коробка пере-

дач устанавливается в горизонтальное положение на плите поворотного стола и жестко фиксируется с помощью винтовых упоров. Выполнив необходимые операции винтовые фиксаторы ослабляются и коробка передач снимается с плиты стола.

Преимуществом станда модели 2365 выступает простота одорудования и возможность жесткого закрепления ремонтируемого агрегата.

Основным недостатком данного станда выступает отсутствие привода и возможности регулирования высоты расположения плиты поворотного стола.

Представленная на рисунке 1.4 установка для разборки и сборки коробки передач и раздаточной коробки тракторов и автомобилей модели ОР-21840 отличается большей загруженностью, поскольку здесь возможно проведение большего количества ремонтных операций.



1 – пневмогидропривод; 2 – рама; 3 – приспособление для разборки крышки вторичного вала; 4 – приспособление для разборки верхней крышки; 5 - приспособление для разборки первичного вала; 6 – зажим; 7 - приспособление для разборки коробки передач; 8 – съемник; 9 - приспособление для разборки вторичного вала; 10 – пневмогайковёрт

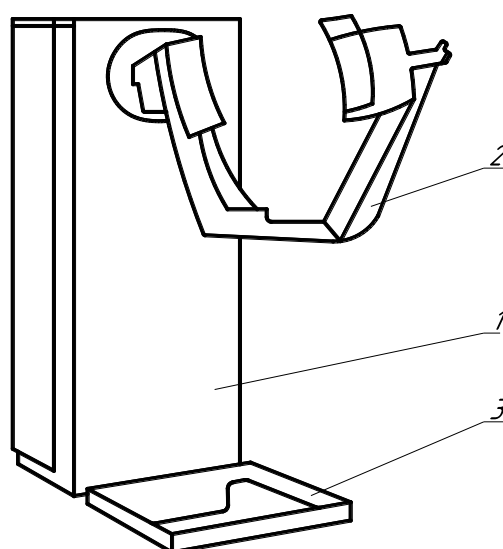
Рисунок 1.4 – Установка ОР-21840

На сварной раме смонтированы приспособления для разборки коробок и входящих в нее узлов. Внутри рамы установлен пневмогидропривод с ножным управлением. Коробка передач крепится винтовым зажимом 6 в поворотном приспособлении. Разборка коробки передач на узлы производится при помощи пневмогайковерта и комплекта съемников. Съемник для спрессовки подшипника в процессе разборки коробки со вторичного и промежуточного валов имеет гидравлический привод. Снятые с коробки передач узлы разбираются с помощью приспособлений 5, 4, 9 и 3.

Главным преимуществом рассматриваемого стенда выступает возможность выполнения разборки и сборки большинства узлов, которые входят в коробку перемены передач.

Основными недостатками стенда ОР-21840 и похожих на данную установку стендов выступают их большая масса, отсутствие возможности регулирования высоты подъема над уровнем пола и дороговизна.

Для разборки и сборки гидромеханических коробок передач тракторов можно использовать установку модели Р 636, схема которой представлена на рисунке 1.5.



1 – стойка; 2 – захват поворотный; 3 – поддон

Рисунок 1.5 – Стенд модели Р 636.

Стенд модели Р 636 состоит из стойки 1, выступающей одновременно и ко-

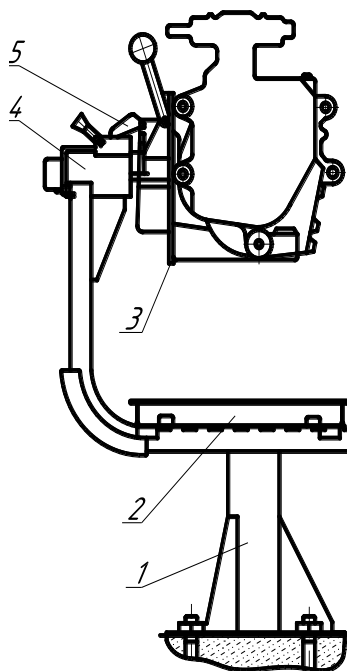
жухом, закрывающим электрический двигатель, редуктор и клиноременную передачу. На стойке установлена ось с поворотным захватом 2. В нижней части стойки расположен поддон 3 для сбора масла.

Работа станда осуществляется следующим образом. Гидромеханическая передача устанавливается на поворотный захват и фиксируется на нем с помощью винтов. Поворотный захват с помощью электродвигателя и передачи устанавливается в нужное положение и осуществляется разборка или сборка ремонтируемого объекта. В процессе ремонта можно изменять положение объекта в пространстве, пользуясь механизмом поворотного захвата.

Преимуществами данного станда являются наличие электромеханического привода поворотного захвата и специального поддона для сбора масла.

Отрицательными сторонами рассматриваемого станда выступают достаточно большая масса, высокая дороговизна и отсутствие возможности регулировки высоты расположения поворотного захвата.

Схема станда для разборки и сборки коробок передач модели ПР 77 представлена на рисунке 1.6.



1 – стойка; 2 – поддон; 3 – стол поворотный; 4 – корпус подшипников; 5 – стопор

Рисунок 1.6 – Стенд модели ПР 77.

Конструкция стенда состоит из полой вертикальной стойки 1, поддона для сбора масла 2, поворотного стола 3 и механизма, обеспечивающего изменение положения поворотного стола в пространстве, который включает ось, установленную в корпусе подшипников 4 со стопором 5.

Работает стенд следующим образом. Коробка передач устанавливается на платформу поворотного стола и фиксируется в нужном положении с помощью винтов. В процессе работы поворотный стол можно поставить в другое положение, зафиксировав стопором. После выполнения работы поворотный стол возвращают в горизонтальное положение, выворачивают фиксирующие коробку передач винты и снимают ее.

Главными преимуществами рассматриваемого стенда выступают наличие поддона для сбора жидкостей, простота устройства и возможность регулировать положение коробки передач в пространстве.

Недостатки же заключаются в отсутствии привода и возможности регулирования расположения поворотного стола по высоте.

Проведенный анализ свидетельствует, что в настоящее время в сельскохозяйственных организациях применяются различные виды стендов для ремонта коробок передач тракторов, каждый из них имеет свои положительные и отрицательные стороны. При этом оптимального решения вопроса выбора необходимой установки нет.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТО И ТР ТРАКТОРОВ

При помощи первичных данных определяются следующие показатели:

1) Количество тракторов (эталонных) на тысячу гектар пашни определяется по следующему выражению:

$$n_{\text{эм}} = \sum X_{\text{э}} / F_n, \quad (2.1)$$

где $\sum X_{\text{э}} = \sum X \cdot W_{\text{э}}$ - число тракторов эталонных, эт.ед;

X - число тракторов физических, ед;

F_n - общая площадь обрабатываемой земли,

$W_{\text{э}}$ - значение часовой эталонной выработки.

$$\begin{aligned} \sum X_{\text{э}} &= \sum X \cdot W_{\text{э}} = X_{\text{ДТ-75}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{МТЗ-80}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{МТЗ-82}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{Т-25}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{МТЗ-1221}} \cdot W_{\text{э}} = \\ &= 3 \cdot 1 + 3 \cdot 0,73 + 2 \cdot 0,74 + 2 \cdot 0,45 + 3 \cdot 1,3 = 11,47. \end{aligned}$$

$$n_{\text{эм}} = 11,47 / 4 = 2,9.$$

2) Значение площади обрабатываемой пашни, которая приходится на один эталонный трактор определяется по формуле:

$$F_{\text{эм}} = F_n / \sum X_{\text{э}}. \quad (2.2)$$

$$F_{\text{эм}} = 4050 / 11,47 = 353 \text{ га}$$

3). Значение энерговооруженности труда определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_H = \sum N_e / \sum n, \quad (2.3)$$

где $\mathcal{E}_H$ - значение суммарной мощности трактора, комбайна, автомобиля, кВт;

$\sum n$ - количество работников, которые заняты в производстве.

$$\mathcal{E}_H = 3887 / 30 = 129 \text{ кВт/чел.}$$

4) Значение энергонасыщенности вычисляется по выражению:

$$\mathcal{E}_F = \sum N_e / F_n \quad (2.4)$$

$$\mathcal{E}_F = 3887 / 4050 = 0,95 \text{ кВт/га}$$

5) Значение балансовой стоимости тракторов на тысячу гектар пашни определяется по формуле:

$$B_{\text{тл}} = 1000 \cdot \sum B_T / F_n, \quad (2.5)$$

где B_T - суммарная балансовая стоимость тракторов в хозяйстве, руб.;

$$B_T = 8120000 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{III}} = 1000 \cdot 8120000 / 4050 = 2004938 \text{ руб./1000га.}$$

б) Значение балансовой стоимости сельскохозяйственных машин на тысячу гектар пашни вычисляется по формуле:

$$B_{\text{МП}} = 1000 \sum B_M / F_n, \quad (2.6)$$

где B_M - значение суммарной балансовой стоимости сельскохозяйственных машин в хозяйстве, руб.

$$B_M = 9537700 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{МП}} = 1000 \cdot 9537700 / 4050 = 2354988 \text{ руб./1000га.}$$

Далее рассчитываются значения показателей по использованию технических возможностей трактора:

1) Значение годовой загрузки тракторов (по нормо-сменам) по различным маркам определяется по выражению:

$$T_T = \sum N_{\text{CM}} / \sum X_i, \quad (2.7)$$

где $\sum N_{\text{CM}}$ - значение суммарного числа нормо-смен, которые выполняются трактором определенной марки в год, нормо-смен;

$\sum X_i$ - число тракторов i -ой марки в хозяйстве, ед.

$$T_T = 58474 / 13 = 4498 \text{ нормо-смен.}$$

2) Значение суммарного годового объема механизированных работ, которые выполняются тракторами определенной марки находится по формуле:

$$\Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} = N_{\text{CM}} \cdot W_{\text{CM.Э}}, \quad (2.8)$$

$$N_{\text{CM}} = \Omega_{\Phi} / W_{\text{CM}}. \quad (2.9)$$

где Ω_{Φ} - значение объема работ, га,

W_{CM} - значение сменной нормы выработки, га/смена;

$W_{\text{CMЭ}} = W_{\text{Э}} \cdot T_{\text{CM}}$ - значение эталонной сменной выработки, эт.га/смена;

T_{CM} - значение продолжительности смены, ч.

$$N_{\text{CM}} = 4050 / 42 = 96 \text{ норм-смен.}$$

$$\Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} = 96 \cdot 12,6 = 1215 \text{ эт.га.}$$

3) Значение суммарного годового объема механизированных работ, которые

выполняются всеми тракторами, вычисляется по выражению:

$$\sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} = \sum N_{\text{ИСМ}} \cdot W_{\text{ИСМ.Э}} = 24229 \text{ эт.га.} \quad (2.10)$$

4) Значение среднесменной выработки на 1 трактор физический или условный каждой марки определяется по формуле:

$$W_{\text{СМ.Ф}} = \sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} / \sum N_{\text{СМ}} \text{ и } W_{\text{СМ.Э}} = \sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} / N_{\text{СМ}} \cdot W_{\text{Э}} \quad (2.11)$$

$$W_{\text{СМ.Ф}} = 24229 / 96 = 252 \text{ усл.эт.га,}$$

$$W_{\text{СМ.Э}} = 24229 / 96 \cdot 1,8 = 454 \text{ усл.эт.га}$$

5) Значение плотности механизированных работ определяется по выражению:

$$П_{\text{МР}} = \sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} / F_n \quad (2.12)$$

где $\sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}}$ - значение суммарного объема работ, который выполнен тракторами за год, га.

$$П_{\text{МР}} = 24229 / 4050 = 5,9$$

6) Значение выработки на 1 физ. трактор данной марки за год вычисляется по формуле:

$$W_{\text{ГОД.Ф}} = \sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} / \sum X_{\text{Э}} \quad (2.13)$$

$$W_{\text{ГОД.Ф}} = 24229 / 13 = 1863,8$$

7) Значение выработки на 1 эт.трактор (в среднем по хозяйству):

$$W_{\text{ГОД.ЭТ.}} = \sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} / \sum X_{\text{Э}} \quad (2.14)$$

$$W_{\text{ГОД.ЭТ.}} = 24229 / 11,4 = 2125$$

8) Значение коэффициента сменности находится по формуле:

$$K_{\text{СМ}} = \sum N_{\text{СМ}} / \sum D_p, \quad (2.15)$$

где $\sum D_p$ - значение суммарного количества трактородней, которые отработаны в хозяйстве за год, трактородней.

$$K_{\text{СМ}} = 3875 / 2786 = 1,48$$

9) Значение коэффициента использования тракторов данной марки определяется по выражению:

$$K_{\text{И}} = \sum X \cdot D_p \cdot K_{\text{СМ}} / \sum X \cdot D_{\text{инв.}} \cdot K_{\text{СМ.И}} \quad (2.16)$$

где $D_{pi}, D_{инв}$ - число рабочих и инвентарных дней за год по маркам тракторов, дней;

$K_{CMI}, K_{CM.H}$ - действительный и нормативный коэффициенты сменности.

$$K_H = 13 \cdot 253 \cdot 1,48 / 13 \cdot 240 \cdot 1 = 1,5$$

10) Значение коэффициента готовности вычисляется по формуле:

$$K_G = \frac{\sum X_i \cdot D_{инв.i} - \sum X_i \cdot D_{ТО.i}}{\sum X_i \cdot D_{инв.i}} = \frac{13 \cdot 253 - 13 \cdot 4}{13 \cdot 253} = 0,98. \quad (2.17)$$

11) Значение коэффициента использования тракторов находится по выражению:

$$K_H = T_{дн} / T_{дн.инв}. \quad (2.18)$$

где $T_{дн}$ - значение количества отработанных трактородней;

$T_{дн.инв.}$ - значение среднегодового количества инвентарных трактородней.

$T_{дн.инв.} = 365 \cdot n_{TP}, (n_{TP} - \text{количество тракторов}).$

$$T_{дн.инв.} = 365 \cdot 13 = 4745.$$

$$K_H = 3946 / 4745 = 0,83.$$

2.1 Нормативный метод определения состава машинно-тракторного парка

Количество тракторов и сельхозмашин по нормативному методу определяется по следующей формуле:

$$X_\Phi = X_H \cdot K_n = X_n \cdot K_{нк} \cdot K_c \cdot K_y \cdot K_e \quad (2.19)$$

где X_n - значение потребности в тракторах, которая определяется по нормативам для средних условий, ед;

K_n - значение сводного поправочного коэффициента;

K_{ny} - значение поправки на природные условия;

K_c - значение поправки на структуру посевных площадей;

K_y - значение поправки на урожайность и норму внесения удобрений;

K_e - значение поправки на время использования машин в сутки.

Значение потребности в тракторах вычисляется по выражению:

$$X_n = X_{нэ} \cdot F_n / 1000, \quad (2.20)$$

где $X_{нэ}$ - нормативная потребность хозяйства со средними условиями для трактора, машины общего назначения для обработок почв, для внесения удобрения на тысячу гектар пашни, а для специальных машин на тысячу гектар посевов, посадок или убираемых культур.

F_n - соответствующее значение площади пашни или посевов сельхоз культур, га.

$$X_n = 1,14 \cdot 4050 / 1000 = 4,6.$$

$$X_\phi = X_n \cdot K_n = X_n \cdot K_{нк} \cdot K_c \cdot K_y \cdot K_e = 4,6 \cdot 1 = 4,6$$

Недостающее число техники определяется разностью между расчетной нормативной потребностью в тракторе данного класса и фактическим наличием их в хозяйстве.

Процентное соотношение должно быть в следующих пределах: трактора общего назначения – 40%, универсальнопропашные – 50-55% и специальные и малого класса – 5-10% от общего количества тракторов.

Автомобили, при значении норматива десять автомобилей на тысячу гектар пашни, распределяют в процентном отношении следующим образом: грузоподъемностью от 2 до 5 т – 50%, повышенной грузоподъемности – 30% и остальные – 20%.

Число комбайнов для уборки зерновых культур по нормативам Института машиностроения должно составлять 8 единиц на тысячу гектар посева. Распределение их по маркам осуществляется таким образом: комбайны с пропускной способностью от 5 до 6 кг/с – 50%, от 6 до 8 кг/с – 30% и от 10 до 12 кг/с около 20% от общего количества комбайнов.

Значения нормативов по потребностям в сельскохозяйственных машинах даются отдельно к определенному типу машин. Если нормативы отсутствуют, то число сельхозмашин определяется по выражению:

$$n_{схм} = Q / W_{год} . \quad (2.21)$$

где Q - значение объема работ, га;

$W_{год}$ - значение годовой выработки на одну машину, га.

Годовая выработка на одну машину определяется по формуле:

$$W_{год} = W_{ч} \cdot T_{год} \quad (2.22)$$

где $W_{год}$ - часовая производительность трактора, га/час;

$T_{год}$ - годовая загрузка трактора, час.

$$W_{год} = 1222$$

$$n_{схм} = 4050/1222 = 3,3$$

2.2 Экспресс-метод расчета потребности тракторов

Потребность в тракторах рассчитывается потребителями этих технических средств на основе объема выполненных механизированных работ. Потребность в тракторах рассчитывается отдельно для универсально-пропашных и тракторов общего назначения.

Тракторы применяются при возделывании и уборке нескольких культур, поэтому сроки работ, проведение которых совпадает, потребность будет определяться по напряженному периоду.

Для тракторов общего назначения наиболее напряженным будет период зяблевой вспашки и работ, которые ему сопутствуют.

Расчетная потребность (n_p) тракторов на всех работах будет определяться разделением объемов работ в напряженный период Q_1 на выработку в напряженный период одного машинотракторного агрегата $W_{н.п.}$:

$$n_p = Q_1 / W_{н.п.} \quad (2.23)$$

$$n_p = 1000/77 = 13$$

Выработка в напряженный период $W_{н.п.}$ получается произведением значения дневной выработки $W_{д.}$ на значение продолжительности напряженного периода в днях.

Сменная выработка на машинотракторный агрегат берется из ранее установленной нормы или рекомендуемой для хозяйства типовой нормы выработки на механизированных работах.

Значение ширины захвата и рабочей скорости агрегата берется из каталога сельхозтехники.

Сводная потребность в тракторах по каждому типу получается путем суммирования.

2.3 Графоаналитический метод расчета количества тракторов и сельскохозяйственных машин

Первым этапом этого метода является составление сводного плана механизированных работ хозяйства на определенный период года, для чего необходимо рассчитать технологические карты на возделывание сельскохозяйственных культур и работ, которые им сопутствуют.

Выполняемые работы записываются в хронологическом порядке из данных технокарт. Все операции из технокарт необходимо занести в строгом соответствии с агротехническими сроками выполнения этих работ. Рассчитанный сводный план механизированных работ – это основа для построения графика загрузки тракторов.

При совпадении наименований работ, агросроков выполнения, составов агрегата, норм выработки и расходов топлива, эта работа заносится один раз сводный план, а объем этих работ складывается.

Интегральные кривые расхода топлива необходимо строить как сумму наработки в условных эталонных гектарах или сумму расхода топлива по всем видам операций в среднем на один физический трактор.

Далее необходимо построить графики машиноиспользования и интегральные кривые расхода топлива.

С помощью технокарт возделывания сельхозкультур, можно установить максимально необходимое число тракторов, которые выполнят запланированный в хозяйстве объем работ.

Целью построения графика машиноиспользования является выявление максимальной потребности тракторов каждой марки в напряженный период сельхозработ, далее путем корректирования графиков установление их максимального

количества, которое позволит выполнять работы в срок.

Значение потребного количества тракторов для выполнения сельхозоперации вычисляется по формуле:

$$n_{mp} = Q / (D_p \cdot W_{сут}) \quad (2.24)$$

где Q - значение объема работ в физических гектарах, га;

D_p - значения количества рабочих дней в пределах агросрока, дней;

$W_{сут}$ - значение суточной производительности агрегата, га/сутки.

$$n_{mp} = 4050/920=4,4.$$

Для задержания талых вод: $n_{mp} = 1155 / (4 \cdot 144) = 2$.

После построения графики загрузки будут иметь периоды с повышенной и низкой загрузкой. Чтобы сгладить неравномерность распределения работ в течение года, необходимо производить корректировку графика. Это можно сделать тремя способами:

1) изменение сроков выполнения некоторых операций в пределах возможных сроков, которые установлены агропотребованиями;

2) сокращение числа дней работы трактора посредством увеличения коэффициента сменности;

3) перераспределение объема работ от трактора одной марки к трактору другой, передача части работ на самоходные машины, автомобильный транспорт.

После корректировочных действий в графиках в небольших количествах остаются пиковые нагрузки, определяющие минимальное количество физических тракторов по маркам, которые необходимы хозяйству для выполнения всех операций сводного плана механизированных работ.

Чтобы определить расход топлива по периодам работ, рассчитать вместимость нефтехранилища, спланировать техническое обслуживание и ремонт, на графиках загрузки необходимо построить интегральные кривые суммарного расхода топлива и наработки тракторов.

Чтобы построить интегральную кривую расхода топлива с права от графика по ординате в определенном масштабе необходимо нанести шкалу расхода топлива и суммарную наработку трактора определенной марки за период сельхозработ.

По результатам построения на графике получатся две ломаные линии, у которых верхние точки дадут суммарный расход топлива в кг и наработку в условных эталонных гектарах на один физический трактор за планируемый период сельхозработ.

2.4 Расчет и планирование технического обслуживания

Планирование технического обслуживания включает в себя:

- выбор метода технического сервиса;
- составление графика проведения технического обслуживания и диагностирования;
- разработка мероприятий по повышению уровня технической эксплуатации техники.

Вначале необходимо выбрать метод комплексного технического обслуживания. Для этого необходимо знать значение количества и марки физических тракторов.

Далее при помощи табличных данных необходимо обосновать планировку ремонтно-обслуживающей базы, а также примерную потребность в средствах технического обслуживания машинно-тракторного парка. Потом на основе полученных данных необходимо определить метод комплексного технического обслуживания: по способу передвижения машин при техническом обслуживании, по методу выполнения технического обслуживания, по выполняемому техническому обслуживанию специалистами, по выполняемому техническому обслуживанию организацией.

Чтобы составить график проведения технического обслуживания и диагностирования необходимы такие данные по расходу топлива по месяцам по возрастанию на каждый трактор, по расходу топлива от начала эксплуатации или от последнего капитального ремонта на каждый физический трактор, по нормам расхода топлива до номерных технических обслуживаний и ремонтов, по периодичности проведения функционального, структурного и ресурсного диагностирования.

Далее при помощи исходных данных на каждый трактор необходимо пост-

роить интегральную кривую расхода топлива за год. В графике по абсциссе наносится шкала времени, а по ординате шкала расхода топлива в литрах от нуля до капитального ремонта и шкала чередования видов технического обслуживания и ремонта в соответствии с установленной для данной марки трактора периодичностью. Окончательный результат по расчету количества ТО, ТР, КР и диагностических воздействий по видам необходимо свести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Количество плановых технических обслуживаний и ремонтов

Марка трактора	Количество тракторов	Количество ТО и ремонтов						Количество диагностики		
		1	2	3	СТО	ТР	КР	функциональной	структурной	ресурсной
МТЗ-1221	7	49	8	5	14	2	1	14	76	3
ДТ-75Н	4	32	5	2	8	2	1	8	47	3

Расчет трудоемкости технических обслуживаний тракторов и сельхозмашин

Суммарная трудоемкость технического обслуживания машинно-тракторного парка без учета автомобилей и комбайнов на планируемый год вычисляется по следующему выражению:

$$\Sigma H = \Sigma H_T + \Sigma H_{СХМ} + \Sigma H_H, \quad (2.25)$$

где $\Sigma H_T, \Sigma H_{СХМ}$ - значение суммарной трудоемкости ТО тракторов и сельхозмашин;

ΣH_H - значение суммарной трудоемкости на устранение неисправностей и хранение для тракторов и сельхозмашин.

Трудоемкость ТО тракторов определяется по каждой марке в отдельности по следующей формуле:

$$\Sigma H_T = h_{ТО-1} \cdot n_{ТО-1} + h_{ТО-2} \cdot n_{ТО-2} + h_{ТО-3} \cdot n_{ТО-3} + h_{СТО} \cdot n_{СТО}, \quad (2.26)$$

где $h_{ТО-1}, h_{ТО-2}, h_{ТО-3}, h_{СТО}$ - значение трудоемкости одного номерного и сезонного технического обслуживания;

$n_{ТО-1}, n_{ТО-2}, n_{ТО-3}, n_{СТО}$ - общее количество номерных и сезонного технических обслуживаний.

Для трактора МТЗ-1221:

$$h_{TO-1} = 2 \text{ чел.ч}, h_{TO-2} = 6,8 \text{ чел.ч}, h_{TO-3} = 29,1 \text{ чел.ч}, h_{СТО} = 16,3 \text{ чел.ч.}$$

$$\sum H_T = 2 \cdot 49 + 6,8 \cdot 8 + 29,1 \cdot 5 + 16,3 \cdot 14 = 98 + 54,4 + 145,5 + 228 = 570 \text{ чел.ч.}$$

Для трактора ДТ-75Н:

$$h_{TO-1} = 3,2 \text{ чел.ч}, h_{TO-2} = 5,2 \text{ чел.ч}, h_{TO-3} = 19,8 \text{ чел.ч}, h_{СТО} = 3,5 \text{ чел.ч.}$$

$$\sum H_T = 3,2 \cdot 32 + 5,2 \cdot 5 + 19,8 \cdot 2 + 3,5 \cdot 8 = 102,4 + 26 + 39,6 + 28 = 353 \text{ чел.ч.}$$

Значения трудоемкости технического обслуживания парка сельхозмашин, которые агрегируются с тракторами, принимаются в размере от 35 до 45%, а значение трудоемкости по устранению неисправности тракторов и сельхозмашин от 25 до 35% от суммарной трудоемкости.

$$\sum H_{СХМ} = (0,35 \dots 0,45) \cdot \sum H_T \quad (2.27)$$

$$\sum H_H = (0,25 \dots 0,35) \cdot \sum H_T. \quad (2.28)$$

Для трактора МТЗ-1221:

$$\sum H_{СХМ} = 0,4 \cdot 570 = 228 \text{ чел.ч};$$

$$\sum H_H = 0,3 \cdot 570 = 171 \text{ чел.ч.}$$

$$\sum H_{MT31221} = 570 \text{ чел.ч.}$$

Для трактора ДТ-75Н:

$$\sum H_{СХМ} = 0,4 \cdot 353 = 141 \text{ чел.ч};$$

$$\sum H_H = 0,3 \cdot 353 = 106 \text{ чел.ч.}$$

$$\sum H_{DT-75H} = 353 \text{ чел.ч.}$$

Расчет численности мастеров-наладчиков.

Значение среднегодовой численности мастеров-наладчиков для технического обслуживания тракторов и сельхозмашин находится по выражению:

$$\eta_{M-H} = \frac{\sum H}{\Phi_{M-H}}, \quad (2.29)$$

где Φ_{M-H} - значение годового фонда рабочего времени одного мастер-наладчика в часах, которое вычисляется по формуле:

$$\Phi_{M-H} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{cm} \cdot \delta, \quad (2.30)$$

где D_p - число рабочих дней в году, дней;

T_p - значение продолжительности рабочего дня, ч;

$\tau_{см}$ - значение коэффициента, учитывающего использование времени смены,

$\tau_{см} = 0,7$;

δ - коэффициент участия мастера-наладчика $\delta = 0,5$;

Значение количества рабочих дней в году определяется по выражению:

$$D_p = D_K - D_B - D_{II} - D_O, \quad (2.31)$$

где D_K, D_B, D_{II}, D_O - значения соответственно количества календарного, выходного, праздничного и отпускного дня в году.

$$D_p = 365 - 44 - 38 - 30 = 253 \text{ дней.}$$

$$\Phi_{M-H} = 253 * 7 * 0,7 * 0,5 = 619,85 \text{ ч.}$$

Для трактора МТЗ-1221:

$$\eta_{M-H} = 969 / 619,85 = 1,5.$$

Для трактора ДТ-75Н:

$$\eta_{M-H} = 600 / 619,85 = 1.$$

Потребное количество мастеров-наладчиков для технического обслуживания тракторов и сельхозмашин в напряженный период находится таким же образом. Разницей является то, что значения общей трудоемкости и фонда рабочего времени определяются для напряженного времени года. В свою очередь, значение напряженного периода определяется по наибольшему расходу топлива по интегральной кривой или по плану технического обслуживания и ремонта по месяцам.

Расчет средств технического обслуживания.

Чтобы организовать техническое обслуживание в полевых условиях выпускаются передвижные агрегаты ТО, которые устанавливаются на шасси автомобиля - АТО-А, на тракторный прицеп - АТО-П и на самоходное тракторное шасси - АТО-С.

Значение потребности в передвижных агрегатах ТО рассчитывается на напряженный период по формуле:

$$n_{ATO} = \frac{\sum T_{TO} + \sum T_s}{T_{ATO}}, \quad (2.32)$$

где $\sum T_{TO}$ - значение времени, которое затрачивается на проведение ТО при помощи АТО, ч;

T_{ATO} - значение времени, отработанное одним АТО, ч.

$\sum T_s$ - значение времени, которое затрачивается на переезды агрегата ТО, ч.

АТО используются для проведения первого и второго технического обслуживания в полевых условиях, поэтому время, необходимое для проведения ТО рассчитывается по следующей формуле

$$\sum T_{TO} = \sum t_{iTO-1} \cdot n_{iTO-1} + \sum t_{iTO-2} n_{iTO-2}, \quad (2.33)$$

где t_{iTO-1}, t_{iTO-2} - время, затрачиваемое на проведение ТО-1, ТО-2, ч.

i - количество марок трактора.

$$\sum T_{TO} = (0,9 \cdot 18 + 1,3 \cdot 85) + (5 \cdot 5,3 + 15 \cdot 3,4) = 204,2 \text{ ч.}$$

Время, которое затрачивается на переезд в расчете средних расстояний (S) между ПТО и трактором, а так же среднетехнической скорости передвижения (v_T) АТО, определяется по следующему выражению:

$$\sum T_s = \frac{S}{v_T}. \quad (2.34)$$

$$\sum T_s = \frac{20}{30} = 0,6$$

Для расчетов принимается агрегат технического обслуживания, смонтированный на шасси автомобиля со скоростью передвижения $v_T = 30 \text{ км/ч}$, на прицеп со скоростью передвижения $v_T = 10 \text{ км/ч}$.

Время T_{ATO} , отработанное агрегатом технического обслуживания в расчетный период находится по формуле:

$$T_{ATO} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{см}, \quad (2.35)$$

где D_p - количество дней работы в расчетный период;

T_p - значение продолжительности смены, ч.

$$T_{ATO} = 365 \cdot 7 \cdot 0,95 = 2427,25 \text{ ч.}$$

$$n_{ATO} = \frac{204,2 + 0,6}{2427,25} = 0,08 \approx 1.$$

Передвижными средствами заправки служат агрегаты 2-х типов: АТМЗ - агрегат топливомаслозаправочный на шасси автомобиля и ПТМЗ - агрегат топливомаслозаправочный на шасси тракторного прицепа.

Их количество ($\eta_{мз}$) определяется по выражению:

$$\eta_{мз} = \frac{Q_C}{V_{мз} \cdot \alpha \cdot T_p \cdot \rho}, \quad (2.36)$$

где Q_C – значение максимального суточного расхода топлива, кг;

$V_{мз}$ – объемная вместимость резервуара заправочного средства, кг;

α – значение коэффициента использования вместимости заправочного средства ($\alpha = 0,94...0,97$);

T_p – число рейсов заправочного средства в течении суток;

ρ - плотность топлива, кг/м³.

$$\eta_{мз} = \frac{1500}{2500 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,83} = 0,76 \approx 1$$

Максимальный расход топлива в сутки (Q_C) находится делением топлива, которое израсходовано в напряженный период, на значения продолжительности этого напряженного периода, емкости заправщика по техническим характеристикам, количества рейсов (η_p) использования заправщика:

$$\eta_p = \frac{T_{см} - T_{пз}}{T_{об}}, \quad (2.37)$$

где $T_{см}$ – значение продолжительности смены, ч;

$T_{пз}$ – значение подготовительно-заключительного времени, ч; $T_{пз} = 0,7...0,8$.

$T_{об}$ – значение времени одного оборота заправочного средства, ч.

Время оборота заправщика:

$$T_{об} = t_H + t_3 + t_T + t_{II}, \quad (2.38)$$

где t_H, t_3, t_T, t_{II} - время соответственно наполнения емкостей заправщика, движения с топливом и движения порожняком, ч.

Время наполнения емкостей заправщика составляет $t_H = 0,5...0,6$ ч., выдача

дизтоплива 0,9...1 ч., остальных нефтепродуктов 0,7...1 ч., т. е. $t_3=1,6...2,0$ ч.

Время движения:

$$t_T + t_{II} = \frac{\sum S}{v_T}, \quad (2.39)$$

где $\sum S$ – общий пробег заправщика за смену, км;

v_T – техническая скорость заправщика, км/ч (для АТМЗ – 30...35, для ПТМЗ – 10...15 км/ч).

$$t_T + t_{II} = \frac{60}{30} = 2 \text{ ч.}$$

$$T_{об} = 0,5 + 1,7 + 2 = 4,2 \text{ ч.}$$

$$\eta_p = \frac{7 - 0,8}{4,2} = 1,5.$$

Объем механизированных работ сельскохозяйственного предприятия напрямую влияет на потребление топливно-смазочных материалов. Потребность в топливе для функционирования машинно-тракторного парка определяют как сумму затрат топлива сельскохозяйственной техники каждой марки Q_i , следовательно

$$Q = \sum Q_i. \quad (2.40)$$

$$Q = 133615 + 58305 = 191920 \text{ кг.}$$

Оптимальные объемы доставки устанавливают по минимуму расходов на транспортировку и хранение ГСМ:

$$V_{a.ц.} = \sqrt{Q_T \cdot K_{д.х.р.}}, \quad (2.41)$$

где Q_T – потребность (годовая) топлива (дизельное или бензин), т;

$K_{д.х.р.}$ – коэффициент затрат на доставку и хранение: для дизельного топлива он составляет $0,026 + 0,013 R_{д.}$, а для бензина – $0,02 + 0,01 R_{д.}$,

$R_{д.}$ – расстояние транспортировки, км ($R_{д.} = 60$ км).

$$V_{a.ц.} = \sqrt{191,9 \cdot 0,806} = 13,7 \text{ т.}$$

Рациональная частота и периодичность доставки ГСМ на предприятии определяются следующим образом:

$$N_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{г}}}{V_{\text{ф.ц}}} . \quad (2.42)$$

$$N_{\text{ц}} = \frac{191,9}{13,7} = 17,05 .$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{T}{N_{\text{ц}}} , \quad (2.43)$$

где T - продолжительность периода, дни.

$$t_{\text{ц}} = \frac{365}{17,05} = 21,4 .$$

В сельскохозяйственных организациях применяют три модели управления страховым запасом топлива: 1) с неизменным объемом доставки при оперативном контроле за наличием топлива в резервуарах; 2) с неизменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах; с изменяемым объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах.

Для расчета страхового запаса будем использовать модель с изменяемым объемом доставки, которая определяется по следующей формуле:

$$S_3 = (\lambda_G - 1) \cdot G \cdot (t_{\text{д}} + t_{\text{ц}})^{\gamma} . \quad (2.44)$$

где λ_G - коэффициент неравномерности суточного расхода нефтепродуктов;

G - среднесуточный расход топлива, т.;

$t_{\text{д}}$ - время задержки доставки нефтепродуктов, дни;

γ - эмпирический показатель степени.

$t_{\text{ц}}$ - периодичность контроля уровня запаса нефтепродуктов, дни.

$$S_3 = (4 - 1) \cdot 0,64 \cdot (2 + 2)^1 = 7,68 \text{ т.}$$

Определение максимального запаса нефтепродуктов.

- максимальный запас топлива для модели с переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем определяется по формуле:

$$V_{\text{max}} = S_3 + G \cdot (t_{\text{д}} + t_{\text{ц}}) . \quad (2.45)$$

$$V_{\text{max}} = 7,68 + 0,64 \cdot (2 + 2) = 10,24$$

Общая необходимая (потребная) вместимость резервуаров парка устанавливается по следующей формуле:

$$V = \frac{V_{\max}}{\rho \cdot f}, \quad (2.46)$$

где ρ - плотность нефтепродукта (дизель – $0,83 \text{ т/м}^3$, бензин – $0,76 \text{ т/м}^3$ соответственно);

f - коэффициент заполнения резервуара (0,95-0,98).

$$V = \frac{10,24}{0,83 \cdot 0,95} = 12,98 \text{ м}^3.$$

Исходя из общей вместимости резервуаров определяется проект нефтехозяйства из числа известных 40, 80, 150, 300, 600, 1200 м^3 . По результатам расчетов выбираем резервуары емкостями $V=10 \text{ м}^3, V=3 \text{ м}^3$.

Для определения размера сектора хранения следует определить общую площадь сектора хранения (F_o):

$$F_o = F_1 + F_2 + F_3, \quad (2.47)$$

где F_1, F_2, F_3 - площади для хранения машин, проездов между площадками и полосы озеленения соответственно, м^2 .

Площадь открытых площадок:

$$F_1 = \sum F_i, \quad (2.48)$$

где F_i - площадь единичной площади, м^2 .

Площадь единичной площади зависит от количества машин и их габаритных размеров:

$$F_i = l_{\Pi} \cdot B_{\Pi}, \quad (2.49)$$

где l_{Π}, B_{Π} - соответственно длина и ширина единичной площади, м.

Длина и ширина площадок для однотипных машин определяются следующим образом:

$$l_{\Pi} = B_m \cdot n_m + a(n_m + 1) \bar{\alpha}, \quad (2.50)$$

$$B_{\Pi} = l_m + 2a^1, \quad (2.51)$$

где B_m - ширина машины, м;

n_m - число машин, шт;

a - расстояние между машинами в ряду и между крайними машинами и краями площадки по ее длине, м ($a=0,7 \dots 1,0$);

α - коэффициент, учитывающий резервную длину площадки ($\alpha = 1,05 \dots 1,10$);

l_m - длина машины, м;

a^1 - расстояние между машиной и краями площадки по ее ширине ($a^1 = 0,5$ м).

$$l_{\Pi(ДТ-75Н)} = (1,97 * 4 + 0,7(4+1))1,1 = 30,14 \text{ м},$$

$$B_{m(ДТ-75Н)} = 3,93 + 2 * 0,5 = 4,93 \text{ м}.$$

$$l_{\Pi(МТЗ-1221)} = (1,9 * 7 + 0,7(7+1))1,1 = 16,5 \text{ м},$$

$$B_{m(МТЗ-1221)} = 4,6 + 2 * 0,5 = 5,6 \text{ м}.$$

$$F_{ДТ-75Н} = 30,14 * 4,93 = 197,9 \text{ м}^2,$$

$$F_{МТЗ-1221} = 16,5 * 5,6 = 138,6 \text{ м}^2.$$

$$F_1 = F_{МТЗ-1221} + F_{ДТ-75Н} = 197,9 + 138,6 = 336,5 \text{ м}^2.$$

Общая площадь проездов определяют как сумму площадей единичных проездов, следовательно:

$$F_2 = \sum F_2^i, \quad (2.52)$$

Площадь единичных проездов зависит от ширины и длины проезда. Ширину проезда между рядами машин можно определить по формуле:

$$B_{\Pi} = l_{TP} + l_{СХМ} + r_o + \frac{B_a}{2}, \quad (2.53)$$

где $l_{TP}, l_{СХМ}$ - длина трактора и машины, м;

r_o - радиус поворота агрегата, м;

B_a - ширина агрегата, м.

$$B_{\Pi} = 7,4 + 8 + 15 + \frac{5}{2} = 32 \text{ м}.$$

Длину проезда, расположенного поперек площадок хранения находят:

$$l_{\Pi\Pi}^1 = \sum B_{\Pi} \cdot n_{\Pi\Pi} + B_{\Pi\Pi} \cdot n_{\Pi}, \quad (2.54)$$

где $B_{\Pi}, B_{\Pi\Pi}$ - ширина площадки и продольного проезда, м;

$n_{\Pi}, n_{\Pi\Pi}$ - количество площадок и проездов одинаковой ширины, шт.

$$l_{\Pi\Pi}^1 = 32 * 2 + 14 * 1 = 78 \text{ м}.$$

Длина проезда, расположенного вдоль площадки хранения машин будет:

$$l_{\Pi}^{11} = l_{\Pi} \cdot n_{\Pi}^1, \quad (2.55)$$

где n_{Π}^1 - количество площадок в ряду

$$l_{\Pi}^{11} = 30,14 \cdot 2 = 60,28 \text{ м.}$$

$$F_2 = 32 \cdot 78 = 2496 \text{ м}^2.$$

Площадь озеленения для сектора хранения определяют:

$$F_3 = 2\lambda_{CX} \cdot B_{O3} + 2(C_{CX} - 2B_{O3})B_{O3}, \quad (2.56)$$

где λ_{CX}, C_{CX} - соответственно длина и ширина сектора хранения по периметру, м;

B_{O3} - ширина полосы озеленения, м ($B_{O3} = 3 \dots 4$ м).

$$F_3 = 2 \cdot 46,64 \cdot 3 + 2(13,33 - 2 \cdot 3)3 = 137,26 \text{ м}^2.$$

$$F_o = 336,5 + 2496 + 137,26 = 2969,76 \text{ м}^2.$$

Численность звена n_3 для выполнения работ по хранению машин находят:

$$m_3 = \frac{\sum H_{XP}^i}{\phi} \quad (2.57)$$

где i - количество видов (марок) машин;

$\sum H_{XP}^i$ - суммарная трудоемкость работ по хранению, чел.ч.

$$H_{XP}^i = n_M (\phi_1 + h_2 + h_3), \quad (2.58)$$

где n_M - количество машин одного вида (марки);

h_1, h_2, h_3 - удельная трудоемкость соответственно подготовки машин к хранению, ТО в период хранения и снятия машин с хранения, чел.ч.

$$H_{XP}^{DT-75H} = 4(12,5 + 2,3 + 11,1) = 104, \text{ чел.ч.}$$

$$H_{XP}^{MT3-1221} = 10(14,3 + 3,2 + 13,7) = 312, \text{ чел.ч.}$$

Φ - годовой фонд времени одного работника, ч.

$$\Phi = D_P \cdot T_{CM} \cdot \tau_{CM}, \quad (2.59)$$

где D_P - количество рабочих дней в планируемый период, дн.;

T_{CM} - продолжительность смены, ч/день;

τ_{CM} - коэффициент использования времени смены ($\tau_{CM} = 0,94 \dots 0,96$).

$$\Phi = 253 \cdot 7 \cdot 0,95 = 1682,45 \text{ ч.}$$

$$m_3 = \frac{104 + 312}{1682,45} = 0,2.$$

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СТЕНДА

3.1 Состояние вопроса разработки стендов для ремонта КПП

Разборочно-сборочные работы в технологическом процессе ремонта сельскохозяйственной техники являются наиболее трудоемкими, при этом наблюдается слабая оснащенность современным высокопроизводительным оборудованием. Поэтому, главной задачей развития ремонтного производства в сельскохозяйственных организациях выступает рост уровня механизации технологических операций.

Задачей данного проектирования выступает выполнение необходимых расчетов для разработки стенда для ремонта коробки передач и осуществление конструирования установки.

3.2 Описание конструкции разрабатываемого стенда для ремонта коробки передач

К стендам для ремонта коробок передач могут предъявляться следующие основные требования:

- надежность и высокая производительность;
- низкие расходы всех видов энергии и минимальная материалоемкость;
- эргономичность.

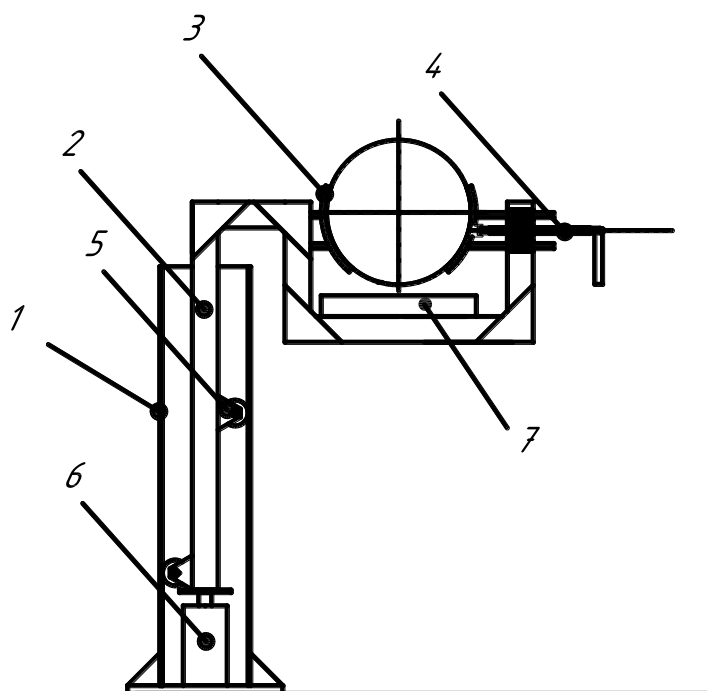
Достижению надежности стенда для ремонта КПП будет способствовать комплектация его имеющими более высокую безотказность узлами и деталями, а снижение трудоемкости ремонтного производства повысит привлекательности труда слесаря при максимально возможном исключении ручного труда. Для снижения энергозатрат и материалоемкости предлагаемой конструкции следует научно-обоснованно подходить к вопросу выбора конструктивных элементов.

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разработ.	Муллахметов				Стенд для ремонта КПП			Лит.	Лист	Листов
Проверил	Сафиуллин								1	19
								КГАУ,каф.ИМ,гр.3352с		
Н.контр.										
Утв.	Адигамов Н.Р.									

Эргономичность в процессе эксплуатации предлагаемой конструкции обеспечивается удобной позой работника в трудовом процессе, применением специальных устройств и приспособлений для сбора масла, стеллажей для инструментов, разбираемых элементов КПП и запасных частей.

Вышеперечисленные требования необходимо учитывать при конструировании предлагаемого стенда.

Схема конструкции разрабатываемого стенда для ремонта КПП представлена на рисунке 3.1.



1 – рама; 2 – стойка; 3 – суппорт; 4 – винт; 5 – ролик; 6 – гидравлический домкрат; 7 – поддон

Рисунок 3.1 – Схема стенда

Конструкция стенда для ремонта КПП состоит из рамы, в основании которой смонтирован гидравлический домкрат грузоподъемностью до 2т. Он служит для регулирования высоты расположения закрепленной на стенде КПП над уровнем пола. Для сбора масла из картера коробки передач на полу установлен поддон. Внутри рамы установлена стойка, к которой прикреплены специальные ролики для свободного перемещения. Также на стойке имеются суппор-

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ты для фиксации коробки передач.

Технологический процесс ремонта КПП с применением данного оборудования осуществляется следующим образом. Демонтированная коробка передач устанавливается с помощью грузоподъемного механизма на стенд и закрепляется с помощью суппортов. Если коробка передач располагается высоко или низко над поверхностью пола, нажатием на педаль гидравлического домкрата слесарь перемещает его в нужное положение. Выполнив необходимые работы и убрав фиксаторы, коробку снимают со стенда установки и вновь монтируют на трактор.

При работе на стенде должны соблюдаться следующие правила:

- перед началом использования стенда для КПП следует ознакомиться с инструкцией по эксплуатации и правилами техники безопасности;
- не следует превышать вес устанавливаемой коробки передач, указанный в технических характеристиках стенда;
- поверхность, на которой располагается стенд, должна быть ровной и твердой;
- перед установкой коробки передач необходимо зафиксировать стенд стопорными напольными фиксаторами;
- при установке коробок передач, во избежание поломки ложементов, фронтальных и горизонтальных фиксаторов, необходимо использовать кран, ручную или электрическую таль или иные подъемные приспособления;
- во время ремонта коробок передач не следует производить силовые или ударные воздействия на установленную на стенд коробку передач, так как это может привести к поломке фронтальных и горизонтальных фиксаторов;
- перед началом работы убедиться, что стенд не имеет внешних повреждений, таких как деформация рамы и т. д.;
- для обеспечения хорошей работы стенда необходимо периодически смазывать его винтовые части;

					<i>ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

- периодически следует производить визуальный осмотр стенда, проверяя, нет ли трещин, швов с трещинами, отсутствующих или поврежденных частей;

- регулярно проверять надёжность крепежа частей стенда, при необходимости производите перетяжку всего крепежа, не перекручивая при этом гайки и болты сверх нормы;

- после завершения работы очищайте стенд от загрязнений и держите его в сухом месте для предохранения от ржавчины и коррозии.

Техническое обслуживание стенда для ремонта коробок передач должно осуществляться не менее одного раза в полгода.

Ежедневное обслуживание стенда должно проводиться в нерабочее время слесарем по ремонту агрегатов с привлечением в случае необходимости дежурного персонала службы ремонта. В ежедневное обслуживание включается сдача смен. Результаты осмотра оборудования при сдаче смен фиксируют в журнале.

ТО предусматривает: тщательную проверку состояния оборудования, и особенно механизмов управления, уплотнений; проверку работоспособности привода, устранение мелких дефектов и неполадок, обнаруженных при приеме и сдаче смены; установление объема работ, подлежащих выполнению при очередном плановом ремонте.

Таким образом, задача проектирования заключается в том, чтобы выполнить необходимые расчеты и осуществить конструирование установки.

3.3 Расчет основных узлов и элементов стенда

Основными задачами для выполнения расчетов главных узлов и элементов проектируемого стенда выступают следующие:

- необходимо произвести подбор поперечного сечения стойки и рассчитать эти стойки на прочность;

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

- осуществить расчет наиболее нагруженного стержня суппортов на изгиб и подобрать диаметр стержней;

- определить основные параметры винта, предварительно определив внутренний диаметр винта из условия прочности на сжатие.

При выборе поперечного сечения стойки необходимо учитывать силы, которые действуют на стойку. На рисунке 3.2 показаны силы и моменты, которые действуют на стойку.

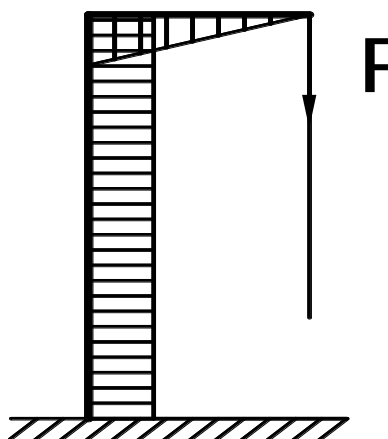


Рисунок 3.2 – Силы и моменты, действующие на стойку

Момент сопротивления определяют следующим образом [18]:

$$W = \frac{M}{\sigma}, \quad (3.1)$$

где M – максимальный крутящий момент, действующий на стойку, Н·м;

σ – допустимое напряжение изгиба (для Сталь 45 $\sigma = 160$ МПа).

Максимальный крутящий момент определяют следующим образом [18]:

$$M = F \cdot l, \quad (3.2)$$

где F – сила тяжести, Н;

l – длина консоли, $l=1$ м.

Силу тяжести определяют следующим образом [18]:

$$F = m \cdot g, \quad (3.3)$$

где m – масса коробки передач ($m=120$ кг).

Используя данные рассчитаем искомую момент сопротивления:

$$F = 120 \cdot 9,81 = 1177,2 \text{ Н.}$$

$$M = 1177,2 \cdot 0,35 = 412,02 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

$$W = \frac{412,02}{160} = 2,58 \text{ см}^4.$$

Выбор поперечного профиля стойки по ГОСТ 8639-82 по таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для выбора поперечного профиля стойки

Н	S	Площадь сече- ния,см ²	Jx = Jy, см ⁴	Wx = Wy, см ³	Масса 1м, кг
мм					
1	2	3	4	5	6
32	3	3,37	4,93	3,08	2,65
35	3	3,73	6,61	3,78	2,93
36	3,5	4,40	8,11	4,50	3,46
40	4	4,96	11,5	5,73	3,90
42	4	5,89	14,8	7,05	4,62
45	5	6,37	18,6	8,25	5,00
50	5	8,70	30,8	12,3	6,83
55	5	9,70	42,1	15,3	7,61
60	6	12,53	63,8	21,3	9,84
65	6	13,73	83,0	25,5	10,78
70	6	14,93	105,7	30,2	11,72
75	6	16,13	132,4	35,8	12,66
80	7	19,85	183,2	45,8	15,58
92	7	23,21	288,5	62,7	18,22
100	7	25,45	377,5	75,5	25,45

В ходе расчетов для изготовления стойки была выбрана труба стальная квадратная по ГОСТ 8639-82; Н=50 мм, S=5 мм.

Далее проводится расчет наиболее нагруженного стержня суппортов на изгиб.

Силы, действующие на стержень, показаны на рисунке 3.3.

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

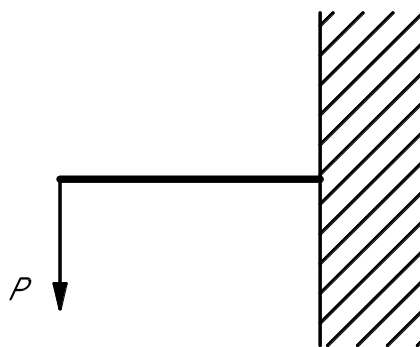


Рисунок 3.3 – Силы, действующие на стержень

Из рисунка 3.3 видно, что на стержень действует изгибающий момент, величина которого определяется следующим образом [18]:

$$M_u = \frac{P \cdot l}{4}, \quad (3.4)$$

где P - максимальное усилие, прикладываемое к стенду, $P = 638$ Н.

$$M_u = \frac{1953,3 \cdot 0,077}{4} = 37,6 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Условие прочности при изгибе имеет вид [19]:

$$\sigma_u = M_u / W_{из} \leq \sigma_u, \quad (3.5)$$

где M_u – максимальный изгибающий момент в опасном сечении стержня, $M_u = 37,6$ Н·м.

Из условия прочности при изгибе (3.5), получим

$$W_{из_1} = \frac{M_{u \max}}{\sigma_u}. \quad (3.6)$$

Приняв в расчетах $\sigma_u = 90 \cdot 10^6$ Па [18], получим

$$W_{из_1} = \frac{37,6}{90 \cdot 10^6} = 0,42 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Осевой момент сопротивления круглого сечения определяют по формуле [19]:

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$W_{из_1} = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.7)$$

где d – диаметр стержня из условия прочности на изгиб, м.

Отсюда

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{из_1}}{\pi}}. \quad (3.8)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,42 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 0,016 \text{ м.}$$

Выбор параметров винта производится следующим образом.

Предварительно внутренний диаметр винта d_v , определяют из условия прочности на сжатие по формуле [18]:

$$d_v = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{k \cdot \pi \cdot [\sigma_{сж}]}} \quad (3.9)$$

где Q – сила, действующая на винт примем, $Q=300 \text{ Н}$;

k – коэффициент учитывающий необходимость снижения допускаемого напряжения, $k = 0,7$;

$[\sigma_{сж}]$ – предел прочности материала винта на сжатие, Па.

Предел прочности материала винта на сжатие для стали 45 с термообработкой до твердости HRC 45 рассчитывают по формуле

$$\sigma_{сж} = \frac{[\sigma_v]}{n}, \quad (3.10)$$

где $[\sigma_v]$ – предел выносливости материала винта, $[\sigma_v] = 180 \text{ Н/м}^2$;

$[n]$ – коэффициент запаса прочности, $[n] = 3$.

$$\sigma_{сж} = \frac{180}{3} = 60 \text{ Н/м}^2.$$

Диаметр винта (3.9) равен:

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

$$d_{\epsilon} = \sqrt{\frac{300 \cdot 4}{0,7 \cdot 3,14 \cdot 60}} = 0,008 \text{ м}$$

Высоту резьбы определим по формуле [18]

$$h = S = 0,25 \cdot d_{\text{в}}, \quad (3.11)$$

где S – шаг резьбы, мм.

Соответственно

$$h = S = 0,25 \cdot 8 = 2 \text{ мм.}$$

Внешний диаметр винта определяется по формуле [19]

$$d_{\text{н}} = d_{\text{в}} + h. \quad (3.12)$$

$$d_{\text{н}} = 8 + 2 = 10 \text{ мм.}$$

Число ходов винтовой линии в гайке [19]

$$\frac{P}{0,25 \cdot \pi \cdot d_{\text{н}}^2 - d_{\epsilon}^2 \cdot z} \leq g, \quad (3.13)$$

где g – допускаемое давление в резьбе винтовой пары, примем для стали по чугуноу $g = 60 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ [18].

Из выражения минимально необходимое число ходов (число витков резьбы) z определяется по формуле:

$$z = \frac{P}{0,25 \cdot \pi \cdot d_{\text{н}}^2 - d_{\epsilon}^2}. \quad (3.14)$$

Таким образом

$$z = \frac{300}{0,25 \cdot 3,14 \cdot (0,01^2 - 0,008^2) \cdot 60 \cdot 10^5} = 1,77$$

Примем в расчетах $z = 2$.

Длину рукояти, обеспечивающей вращение винта определяют по формуле [19]

$$L = \left[P \cdot \operatorname{tg} \alpha + \mu_1 \cdot \frac{dc}{2} + \frac{1}{3} \cdot \mu_1 \cdot P \cdot d_2 \right] / R, \quad (3.15)$$

где d_2 – диаметр круга, вписанного в квадрат, м;

R – допускаемое усилие на рукоятке винта, $R=150$ Н [41].

Значение d_2 определяют по формуле [19]

$$d_2 = d_H \cdot \sin 45^\circ \quad (3.16)$$

Следовательно:

$$d_2 = 10 \cdot 0,707 = 7,07 \text{ мм.}$$

Тогда длина рукоятки винта по формуле (3.16) составит

$$L = \frac{\left[300 \cdot 0,07 + 0,12 \cdot \frac{0,045}{2} + \frac{1}{3} \cdot 0,12 \cdot 300 \cdot 0,00707 \right]}{150} = 0,05 \text{ м.}$$

Таким образом минимальная длина рукоятки винта должна быть $L=50$ мм.

Производим проверку условия самоторможения пары винт-гайка [18]:

$$\beta < \rho; \quad \beta = \arctg\left(\frac{S}{\pi \cdot d_{cp}}\right), \quad (3.17)$$

где β – угол подъема винтовой линии;

ρ – угол трения, $\rho = 5,5^\circ$ (при коэффициенте трения в паре винт-гайка $f = 0,1$).

Если условие самоторможения не выполняется, то уменьшают шаг резьбы S или увеличивают средний диаметр винта d_{cp} .

$$\beta = \arctg\left(\frac{2}{\pi \cdot 9}\right) = 4,046^\circ$$

Полученное значение угла подъема винтовой линии не превышает значения угла трения $\rho = 5,5^\circ$. Из этого можно сделать вывод, что угол подъема винтовой линии удовлетворяет условиям самоторможения пары винт – гайка.

Для крепления стенда к полу используются фундаментные болты. По ГОСТ 24379-80 для крепления стенда к полу были выбраны болты фундаментные изогнутые с номинальным диаметром резьбы 12 мм.

Выполненные выше расчеты позволяют осуществить конструирование

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

основных узлов и механизмов станда для ремонта коробок передач.

3.4 Техника безопасности для разработанной установки

Инструкция предназначена для слесаря-ремонтника, эксплуатирующего станд для ремонта КПП.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
_____/_____
«11» января 2017г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда при эксплуатации станда для ремонта КПП

Общие требования безопасности

1. К работе должны допускаться только те рабочие, которые не моложе 16 лет, прошли вводный инструктаж, первичный инструктаж на конкретном рабочем месте, владеющие необходимыми навыками безопасного исполнения трудового процесса, прошедшие оценку знаний с обязательной регистрацией в журнале и ежедневный медицинский осмотр.

2. Рабочий обязан соблюдать правила внутреннего распорядка, режимы труда и отдыха, правил ТБ и пожарной безопасности, исключать опаздывания на рабочее место в начале смены и после отдыха; запрещается уходить с рабочего места в рабочее время по неуважительной причине.

3. При выполнении работ по ремонту коробок на рабочего могут оказать влияние следующие опасные производственные факторы, воздействие которых может привести к травме или смерти: движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части, повышенное напряжение электрической цепи 380 В.

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Требования безопасности перед началом работы

1. Надеть установленную для данного вида работ спецодежду.
2. Перед началом использования стенда для КПП ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации и правилами техники безопасности.
3. Не превышайте вес устанавливаемой коробки передач, указанный в технических характеристиках стенда.
4. Поверхность, на которой располагается стенд, должна быть ровной и твёрдой.
5. Перед установкой коробки передач зафиксируйте стенд стопорными напольными фиксаторами.
6. При установке коробок передач, во избежание поломки ложемент, фронтальных и горизонтальных фиксаторов, необходимо использовать кран, ручную или электрическую таль или иные подъёмные приспособления.

Требования безопасности во время работы

1. Рабочий обязан знать все безопасные способы и приемы работы на данном рабочем месте.
2. Периодически производите визуальный осмотр стенда, проверяя, нет ли трещин, швов с трещинами, отсутствующих или поврежденных частей.
3. Регулярно проверяйте надёжность крепежа частей стенда. При необходимости производите перетяжку всего крепежа, не перекручивая при этом гайки и болты сверх нормы.
4. Установка коробки передач:
 - зафиксируйте стенд напольными фиксаторами под коробкой передач. Медленно опуская, положите КПП на ложемент. Вращая вертикальные винты регулировки подхватов, приведите коробку передач в горизонтальное положение так, чтобы фронтальные зажимы зафиксировали коробку передач как можно плотнее;

					<i>ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- освободите стенд от напольных фиксаторов и передвиньте стенд в то место, где будут производиться работы. Если есть необходимость, зафиксируйте стенд напольными фиксаторами;

- если во время работы необходимо вращать коробку передач, обязательно применяйте передние фиксаторы во избежание опрокидывания КПП;

- с помощью ручки вращения и стопорного штифта расположите коробку передач в удобное для работы положение.

5. Снятие коробки передач: после завершения работ по сборке коробки передач открутите удерживающие фиксаторы. С помощью крана или тали (электрической, ручной) снимите коробку с ложементов.

6. Убедитесь, что груз расположен по центру и надёжно зафиксирован при помощи зажимов. Смещённый относительно центра груз может начать вращение в любом направлении, если он перед этим не был зафиксирован в определённом положении.

7. Перед началом работы с грузом обязательно зафиксируйте поворотный механизм поворотной опоры при помощи стопорного штифта. При необходимости изменения угла наклона вывешенного на стенде груза, действуйте медленно и осторожно.

8. Перед тем, как устанавливать КПП, необходимо зафиксировать стенд при помощи напольных фиксаторов во избежание произвольного движения.

9. Не пытайтесь вносить изменения в конструкцию стенда.

10. Во время ремонта коробок передач не производите силовые или ударные воздействия на установленную на стенд коробку передач, так как это может привести к поломке фронтальных и горизонтальных фиксаторов.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. Умело и быстро выполнять обязанности, изложенные в плане ликвидации аварий, сообщить в пожарную охрану.

2. Прекратить все технологические операции.

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

3. Принять меры к удалению людей из опасной зоны.

4. Принять участие в ликвидации аварии и устранении ее последствий.

Тушение загорания необходимо производить средствами пожаротушения, имеющимися на участке.

Требования безопасности по окончанию работы

1. После завершения работы очищайте стенд от загрязнений и держите его в сухом месте для предохранения от ржавчины и коррозии.

2. Содержите все подвижные части стенда в чистоте и хорошо смазанными.

3. Сложить используемый инструмент и приспособление в специально отведенное место, произвести уборку рабочего места и помещения;

4. Снятую рабочую одежду хранить в специально отведенном месте;

5. Открытые участки кожи вымыть теплой водой с мылом или принять душ.

Разработал:

Муллахметов М.Н.

Согласовано: Специалист службы ОТ

3.5 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки

Расчет стоимости конструкции

Стоимость проектируемой конструкции устанавливаем следующим образом:

$$СБ = ЦУД_i \cdot G_i \cdot J_i \cdot КНЦ , \quad (3.18)$$

где $ЦУД_i$ – отпускная цена 1кг массы установки рассатриваемого типа, руб.;

G_i – масса проектируемой конструкции, кг;

J_i – коэффициент изменения в данном периоде (1,08);

КНЦ – коэффициент, характеризующий торговую наценку организаций

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

на продукцию и НДС, расходы на монтаж оборудования ($K_{НЦ} = 1,5$).

Таблица 3.2 – Расчет затрат на конструкцию

Наименование детали и материала	Число деталей	Общая масса	Цена 1 кг, руб.	Стои- мость, руб.	$K_{НЦ}$	J_i	Полная стои- мость
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Швеллер №8	8	56,4	12	6768	1,5	1,08	10964,2
2. Швеллер №5	2	9,68	10	968	1,5	1,08	1568,2
3. Уголок №2	2	1,8	5	90	1,5	1,08	145,8
4. Лист 10 мм	3	17,5	11	1925	1,5	1,08	3118,5
5. Лист 5 мм	7	2,3	7	161	1,5	1,08	260,8
6. Круглый прокат	14	5,2	9	468	1,5	1,08	758,2
7. Квадрат 40 мм	2	1,36	15	204	1,5	1,08	330,5
8. Сумма общая		94,24		10584			17146,2

Расчет технико-экономических показателей

Для обоснования экономической целесообразности проектируемой нами конструкции мы в качестве базовой установки использовали стенд для ремонта коробок передач Р-636, исходные данные приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Вариант	
	Базовый	Проектируемый
1. Масса конструкции, кг	150	170
2. Стоимость установки, руб.	110000	170000
3. Количество персонала, чел.	1	1
4. Разряд работы	2	2
5. Тарифная ставка, руб./чел.-час	46,3	46,3
6. Норма амортизации, %.	12,5	12,5
7. Норматив расходов на ремонт и обслуживание, %	1,5	1,5
8. Годовая загрузка конструкции, час	1040	2070

Производительность конструкции (часовая) устанавливается следующим образом:

$$W_{\text{ч}} = 60 \cdot \frac{t}{T_{\text{ц}}} \quad (3.19)$$

где t – коэффициент, характеризующий использование продолжительности рабочего времени смены (0,6...0,9)

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность технологического цикла одного ремонта, мин.

$$W_{\text{ч}} = 60 \cdot \frac{0.8}{263} = 0.183 \frac{\text{ед}}{\text{ч}}$$

Металлоемкость производственного процесса устанавливается следующим образом:

$$M_{\text{е}} = \frac{G_{\text{i}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.20)$$

где G_{i} – масса установки, кг;

$T_{\text{год}}$ – производственная мощность машины или годовая загрузка установки, час;

$T_{\text{сл}}$ – нормативный (рекомендованный) срок службы, лет.

$$M_{\text{е}} = 70 / (0,183 \cdot 2070 \cdot 8) = 0,023 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость ремонтного производства определяют следующим образом:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.21)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость установки, руб.

$$F_{\text{е}} = 170000 / (0,183 \cdot 2070) = 449 \text{ руб./ед.}$$

Трудоемкость определяют следующим образом:

$$T_{\text{е}} = \frac{N_{\text{обсл}}}{W_{\text{ч}}} \quad (3.22)$$

где $N_{обсл}$ – количество персонала, чел.

$$T_e = 1 / 0,183 = 5,46 \text{ чел-час / ед}$$

Эксплуатационные издержки на проектированную конструкцию находят по следующей формуле:

$$S_{эсп} = C_{зп} + C_{э} + C_{ро} + A + Пр, \quad (3.23)$$

где $C_{зп}$ – фонд оплаты труда с отчислениями, руб./ед;

$C_{э}$ – расходы на электроэнергию, руб./ед.;

$C_{ро}$ – расходы на ремонт и техническое обслуживание установки, руб./ед.;

A – размер амортизационных отчислений на установку, руб./ед.;

$Пр$ – прочие прямые затраты.

Фонд оплаты труда с отчислениями определяют по следующей формуле:

$$C_{зп} = Z * T_e * K_{соц}, \quad (3.24)$$

где Z – тарифная ставка определенного вида работ, руб./ед;

$K_{соц}$ – коэффициент, характеризующий социальные отчисления.

$$C_{зп} = 46,3 * 5,46 * 1,356 = 343 \text{ руб./ед.}$$

Расходы на ремонт и техническое обслуживание установки определяем по формуле:

$$C_{ро} = (C_б * Н_{ро}) / (100 * W_ч * T_{год}), \quad (3.25)$$

где $Н_{ро}$ – норма затрат на ремонт и обслуживание, %.

$$C_{ро} = (170000 * 1,5) / (100 * 0,183 * 2070) = 7 \text{ руб./ед.}$$

Размер амортизационных отчислений на установку определяем по формуле:

$$A = (C_б * N_a) / (100 * W_ч * T_{год}), \quad (3.26)$$

где N_a – норма затрат на амортизационные отчисления, %.

$$A = (170000 * 12,5) / (100 * 0,183 * 2070) = 56 \text{ руб./ед.}$$

Прочие затраты определяются по следующей зависимости:

$$Пр = (A + C_{ро}) * 0,1, \quad (3.27)$$

					ВКР.23.03.03.399.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$\text{Пр} = (56 + 7) * 0,1 = 6,3 \text{ руб./ед.}$$

$$\text{Сэксп} = 343 + 7 + 56 + 6 = 412 \text{ руб./ед.}$$

Удельная сумма приведенных затрат на конструкцию (Спр):

$$\text{Спр} = \text{Сэксп} + \text{Ен} * \text{Куд} , \quad (3.28)$$

где Куд – удельные капитальные вложения, руб./ед;

Ен – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

$$\text{Спр} = 412 + 0,15 * 449 = 479 \text{ руб.}$$

Годовая экономия приведенных затрат:

$$\text{Эгод} = (\text{S0} - \text{S1}) * \text{Wч} * \text{Tгод} , \quad (3.29)$$

$$\text{Эгод} = (479 - 412) * 0,183 * 2070 = 25380 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\text{Егод} = \text{Эгод} - \text{Ен} * \text{Кдоп} , \quad (3.30)$$

где Кдоп – ежегодные дополнительные капитальные вложения, руб.

$$\text{Егод} = 25380 - 0,15 * 7500 = 24255 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных дополнительных вложений вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Ток} = \text{Сб} / \text{Эгод} , \quad (3.31)$$

где Сб – балансовая стоимость станда, руб.

$$\text{Ток} = 170000 / 24255 = 7 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений.

$$\text{Еэф} = 1/\text{Ток} , \quad (3.32)$$

$$\text{Еэф} = 1 / 7 = 0,14.$$

Таблица 3.4 – Технико-экономические показатели

Наименование	Базо- вый	Проек- тируе- мый	Проекти- руемый к базовому в %
1	2	3	4
1. Часовая производительность машины, ед/ч.	0,183	0,183	100
2. Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,53	0,26	49
3. Фондоёмкость, руб./ед.	578	449	78
4. Трудоемкость, чел-ч/ед.	5,46	5,46	100
5. Себестоимость работы, руб/ед.	2179	2154	99
6. Затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ед.	9	7	78
7. Затраты на амортизацию, руб./ед.	87	67	77
8. Прочие затраты, руб./ед.	9,6	7,4	77
9. Затраты на зарплату, руб./ед.	2073	2073	100
10. Уровень приведенных затрат, руб./ед.	2266	2221	98
11. Годовая экономия, руб.	25380		
12. Годовой экономический эффект, руб.	24255		
13. Срок окупаемости, лет	7		
14. Коэффициент эффективности	0,14		

Стенд для ремонта КПП экономически и технологически эффективнее, так как срок окупаемости 7 лет, тогда как нормативный (рекомендуемый) срок службы установки 8 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе в полной мере были применены знания, умения и навыки, которые были получены в процессе обучения.

Данная разработка позволит качественно и своевременно проводить все необходимые ремонтные и обслуживающие работы. Оптимальная организация указанных видов работ, повышение уровня производительности труда, увеличение годового количества ремонтных работ на одной установке позволят снизить себестоимость одного условного ремонта, сэкономить финансовые средства организации.

Техническое перевооружение намного повысит возможности ремонтной базы, расширит сферу производимых ремонтных работ и улучшит условия труда рабочих, значительно повысится объем выполняемых ремонтных работ.

Проработанные в выпускной работе вопросы по охране труда позволят повысить уровень безопасности труда в организации и улучшить обстановку вокруг территории территории ремонтного хозяйства.

Эффективность введения в работу установки обоснована и подтверждена расчетами, так, к примеру, годовая экономия от применения предлагаемой конструкции составляет более 25,3 тыс. рублей, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет 7 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.:ИД «Дашков и К⁰», 2010. – 492 с.
2. Бабусенко С.М. Ремонт тракторов и автомобилей. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 416с.
3. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990.
4. Бучин Р.И. Методические указания к выполнению курсовой работы по предмету «Надежность и ремонт машин». – К.: КемСХИ, 1995.
5. Безопасность жизнедеятельности: учебник/ Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2004. – 353с.
6. Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов/ В.П. Вороненко, Г.Н. Мельников. – М.: Машиностроение, 1990. – 184с.
7. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для машиностроит. спец.вузов. -4-е изд., перераб.и доп./ П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – М.: Высш.шк., 1985. – 416с.
8. Иванов М.Н. Детали машин: учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений. 5-еизд., перераб. - М: Высшая школа, 1991. – 383с.
9. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов – 2-е изд., перераб. и доп./ С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др.– М: Машиностроение, 1988. – 416с.
10. Крапивин О.М. Охрана труда/ О.М. Крапивин, В.И. Власов. – М.: Издательство «Норма», 2003. – 336с.
11. Левитский И.С. Технология ремонта машин и оборудования. - 2-е изд., перераб. и доп. -М: «Колос», 1977 -560с.
12. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 110301 «Механизация сельского хозяйства».- 2-е изд. пере-

раб. и доп. / Сост. М.В. Чибряков, Ю.Н. Дементьев, Л.В. Аверичев, В.Н. Терехин; Кемеровский ГСХИ. – Кемерово: ГП КО «Кемеровский ПК», 2009. – 123с.

13. Общемашиностроительные нормативы времени. – М.: Машиностроение, 1994.

14. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей/ В.А. Шадричев. М.: Машиностроение, 1976. –184с.

15. Пехов А.П. Биология с основами экологии: учебник. 2 -е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 688.

16. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин. 3-е изд., перераб. и доп./ А.П. Смелов, И.С. Серов и др. – М.: Колос, 1994.

17. Серый И.С. Курсовое и дипломное проектирование, по надежности и ремонту машин. 4-е изд., перераб.и доп. – М: Агропромиздат, 1985. – 155с.

18. Семенов В.М. Нестандартный инструмент для разборочно-сборочных работ. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985.

19. Справочник технолога машиностроителя. Том 2/ Под редакцией А.Г. Косиловой. – М., Машиностроение, 1985, -284с.

20. Сигаев Е.А. Механизация сельского хозяйства: учебное пособие для студентов специальности 311300 Ч. I.- Кемерово: Кузбассвузиздат, 2010. – 228с.

21. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184с.

22. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов. 2-е изд., перераб. и доп./ С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. – М.: Машиностроение, 1988.

Спецификация