

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

«__» _____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

В.Н. Бондарь

«__» _____ 2018

г.

Проект промышленного трактора путеукладчика ТМ-10 для нужд
Министерства обороны РФ с детальной проработкой гидрообъемного привода
электрогенератора

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.05.01.2018.013.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

По экономической части
старший преподаватель

С.Ю. Лелекова

«__» _____ 2018 г.

По БЖД

к.т.н., доцент

А.В. Кудряшов

«__» _____ 2018 г.

Руководитель работы:

д.т.н., профессор

С.В. Кондаков

«__» _____ 2018 г.

Автор работы

студент группы П-502

В.К. Гришин

«__» _____ 2018 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

В. И. Дуюн

«__» _____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Гришин В.К. Проект промышленного трактора путеукладчика ТМ-10 для нужд Министерства обороны РФ с детальной проработкой гидрообъемного привода электрогенератора. – Челябинск: ЮУрГУ, П, АТ; 2018, ПЗ – 96с. 39ил., библиографический список – 22 наименований, 2 прил., 10 листов чертежей формата А1.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ отечественных и передовых зарубежных технологий, проведен анализ существующих систем электроснабжения трактора, выявлены их основные недостатки и преимущества. Разработан гидрообъемный привод электрогенератора тягача ТСК-1 на комбинированном ходу на базе промышленного трактора ТМ-10. Произведены расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции. Разработан технологический процесс изготовления детали, входящей в состав гидрообъемного привода.

Определены технико-экономические показатели проекта. В разделе БЖД рассмотрены основные требования безопасности.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>Проект промышленного трактора путеукладчика ТМ-10 для нужд Министерства обороны РФ с детальной проработкой гидрообъемного привода генератора</i>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Гришин						3	96
Провер.	Кондаков							
Н. Контр.	Дуюн					ЮУрГУ Кафедра «КГМ»		
Утверд.	Бондарь							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	11
1.1 Сравнение трактора ТМ-10 с аналогами.....	11
1.2 Сравнение типов трансмиссий.....	13
1.3 Устройство и принцип работы трансмиссии ТМ-10.....	18
1.4 Сравнение типов гидронасосов.	20
1.4.1 Поршневые насосы	21
1.4.1.1 Ручные насосы.....	21
1.4.1.2 Радиально-поршневые насосы.....	23
1.4.1.3 Аксиально-поршневые насосы	25
1.4.2 Шестеренные насосы	27
1.4.2.1 Шестеренные насосы внешнего зацепления	28
1.4.2.2 Шестеренные насосы внутреннего зацепления	29
1.4.2.3 Героторные насосы	31
1.4.3 Пластинчатые насосы	32
1.4.3.1 Насос однократного действия.....	33
1.4.3.2 Насос двойного действия	33
1.5 Гидромоторы. Принцип действия и классификация.....	35
2 ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	36

2.1	Техническая характеристика и описание	36
2.2	Трансмиссия ТСК-1	37
2.3	Элементы гидропривода.....	38
2.3.1	Гидромоторы тягача ТСК-1	39
2.3.2	Гидронасосы тягача ТСК-1	40
2.3.4	Бак гидросистемы.....	40
2.4	Электрогенератор тягача ТСК-1	41
3	РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ	44
3.1	Тяговый расчет промышленного трактора ТМ-10	44
3.2	Расчет КПД гидропривода машины	57
4	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	60
4.1	Введение.....	60
4.2	Описание детали и ее назначения	61
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	64
5.1	Организационный раздел	64
5.2	Экономический раздел	66
5.2.1	Сметы затрат выпускной квалификационной работы.....	66
5.2.2	Оценка коммерческой состоятельности ВКР.....	72
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	79
6.1	Анализ опасных и вредных факторов (ОВФП), возникающих на этапе производства и эксплуатации	79
6.2	Нормирование опасных и вредных производственных факторов	80
6.2.1	Микроклимат производственных помещений	80

6.2.2 Требования к производственному освещению	82
6.2.4 Уровень шума в производственных помещениях	84
6.2.5 Значения напряжений прикосновения и токов	86
6.3 Требования пожарной безопасности.....	87
6.4 Требования безопасности для слесаря-ремонтника	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	95

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Графическая часть на 10 листах ф. А1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Спецификации на 12 листах ф. А4

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

ВВЕДЕНИЕ

Строительство новых железных и ремонт эксплуатируемых дорог является одним из трудоемких процессов железнодорожного транспорта и путевых работ. Во времена промышленного переворота начали появляться первые рельсовые пути. Строительством таких дорог занимались вручную, но с приходом технического прогресса и развитием техники, были созданы машины, которые могут выполнять эту работу быстрее и эффективнее. Эти машины называются путеукладчики.

Путеукладчик – это комплект машин и оборудования для транспортировки и укладки рельсов железнодорожных путей.

Данная работа направлена на разработку тягача на комбинированном ходу для движения по рельсам и грунту, на базе промышленного трактора ТМ-10 завода «ДСТ-УРАЛ».

«ДСТ-УРАЛ» – это современное производство тракторов, бульдозеров, трубоукладчиков, кабелеукладчиков, сваебойных машин и тяговых лебедок. Применение высоких технологий с максимальной автоматизацией, исключающих негативное проявление человеческого фактора – основа организации производства на «ДСТ-УРАЛ».

В конструкции ТМ-10 заложен принцип использования самых надежных, экономичных и ремонтпригодных агрегатов отечественного и зарубежного производства, ключевым является гидростатическая трансмиссия.

Внедрение в производство гидростатической трансмиссии повысило надежность и улучшило потребительские свойства бульдозера. Выбор типа трансмиссии был определен опытом использования этой технологии ведущими мировыми производителями.[1]

В дальнейшем перспективны разработки путеукладчиков непрерывного действия, комплекса для укладки бесстыкового пути.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Сравнение трактора ТМ-10 с аналогами

Работа над созданием Тракторного завода «ДСТ-УРАЛ» началась в 1998 году. Именно с этого времени идея создания современной машины российского производства, способной конкурировать с мировыми лидерами отрасли, начала активно прорастать в умах молодых инженеров. Свой современный облик завод получил только в 2007 году.[1]

В скором времени появились и первые машины нового поколения. Отказ от привычных на тот момент шестеренных коробок передач для отечественного производителя был смелым шагом, выводящим бульдозерную технику на новый уровень. Гусеничный бульдозер с гидростатической трансмиссией был лишен многих недостатков, а использование распространенного двигателя Ярославского моторного завода усилил успех молодого предприятия.

В настоящее время выпускаются бульдозеры 5 тяговых классов массой до 40 тонн. Техника используется как крупными предприятиями добывающих отраслей России, так и небольшими частными компаниями работающими в горнодобывающей сфере, дорожном строительстве, золотодобыче, коммунальном хозяйстве.

Конструктивно машины во многом уникальны. Используемые технические решения и проверенные временем элементы силовой группы, трансмиссии, ходовой части выводят продукцию завода на лидирующие позиции в стране и ближнем зарубежье.

Трактор ТМ-10 укомплектован двигателем ЯМЗ-238, но отсек двигателя допускает установку любого агрегата, который подходит по габаритам. Следовательно, можно установить двигатель большей мощности, что позволит использовать трактор как универсальное шасси для дальнейшего агрегатирования.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ					

1.2 Сравнение типов трансмиссий

Трансмиссия представляет собой совокупность устройств для передачи и преобразовании энергии от источника к потребителям в удобном для них виде.

На тракторе мы можем иметь несколько потребителей энергии двигателя. В первую очередь – это ведущие колеса движителя, обеспечивающие движение трактора с разными необходимыми скоростями и силами тяги. Также потребителями являются валы отбора мощности (ВОМ) на привод рабочих органов эксплуатируемых машин – орудий или для работы трактора на стационаре. Привод насосов гидравлических систем трансмиссий и навесных орудий.

Современные тракторные трансмиссии в первую очередь классифицируются по способу изменения их передаточных чисел. Они бывают бесступенчатые, ступенчатые и комбинированные.[2]

Бесступенчатые трансмиссии по этому признаку подразделяются на механические, гидравлические (гидрообъемные и гидродинамические) и электрические (электромеханические).

1) Механические – передача энергии на исполнительный механизм проходит через сцепление и механический привод (рисунок 1.1).

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

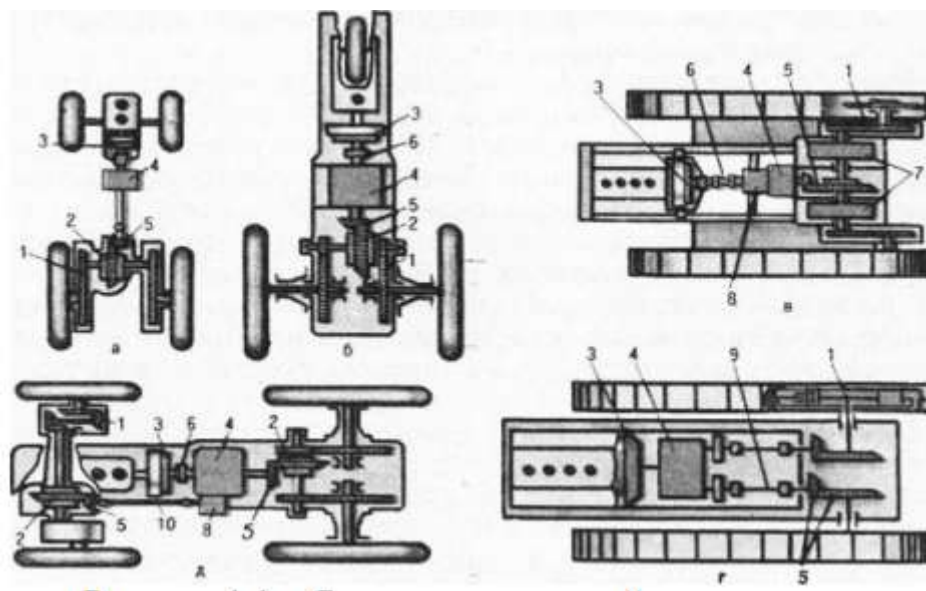


Рисунок 1.1 – схема механической трансмиссии

1 – конечная передача; 2 – дифференциал; 3 – сцепление; 4 – коробка передач; 5 – главная передача; 6 – промежуточное соединение; 7 – механизмы поворота; 8,9 – специальные механизмы; 10 – карданные валы.

Достоинства:

- высокий КПД (до 0,98);
- простота ремонта и обслуживания;
- наименьшая стоимость изготовления.

Недостатки:

- сложность выбора оптимальной передачи;
- риск перегрузки трансмиссии и двигателя;
- невысокий уровень комфорта при вождении;
- невозможность плавного изменения передаточного отношения;
- сложность компоновки (необходима соосность трансмиссии).

Такой тип трансмиссии устанавливается на семействе тракторов ЧТЗ Т10М. Коробка передач четырехвальная с шестернями постоянного зацепления, обеспечивает восемь скоростей вперед и четыре – назад.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

14

2) Гидродинамические – передача кинетической энергии жидкости, которая приводится в движение лопатками гидродинамического насоса (рисунок 1.3).

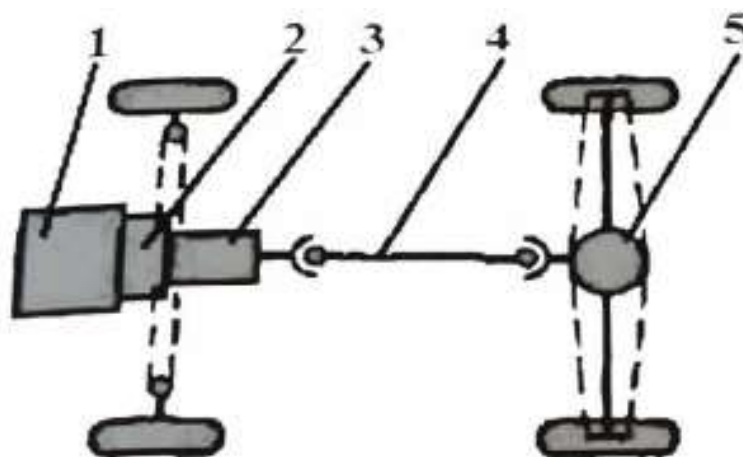


Рисунок 1.3 – Схема гидродинамической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – гидромфта (гидротрансформатор); 3 – коробка переключения передач; 4 – механическая передача; 5 – исполнительный механизм.

Достоинства:

- относительно высокий КПД (0,86...0,95);
- ограничение крутильных колебаний и защита от толчков;
- отсутствие износа деталей;
- невысокий класс точности изготовления деталей (3,4);
- бесступенчатое регулирование;
- предотвращение заглохания двигателя

Недостатки:

- большой расход топлива (по сравнению с механической);
- высокая стоимость обслуживания;
- сложность конструкции;
- сложность компоновки (необходима соосность трансмиссии).

3) Электромеханические – механическая энергия двигателя преобразуется в связанном с ним генераторе, в электрическую, которая затем в одном или нескольких тяговых электродвигателях преобразуется в механическую и передается на ведущие колеса.(рисунок 1.5).

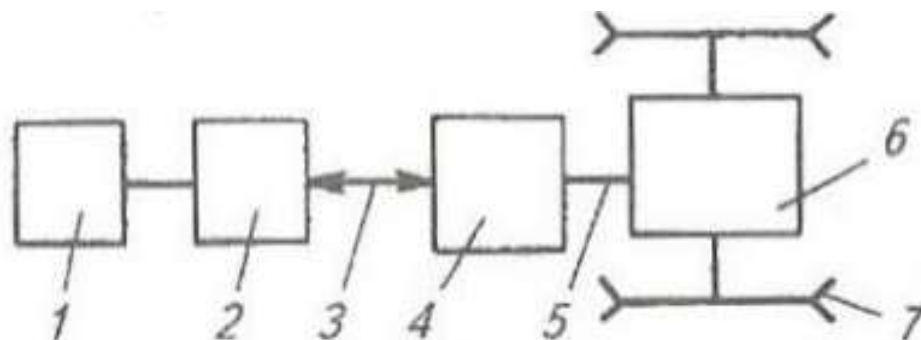


Рисунок 1.5 – Схема электромеханической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – электромеханический генератор; 3 – силовые кабели; 4 – тяговый электродвигатель; 5 – карданная муфта; 6 – задний мост; 7 – ведущая звездочка.

Достоинства:

- бесступенчатое регулирование;
- удобство компоновки;
- возможность передачи энергии на большое расстояние;
- реверсивное торможение;
- возможность автоматизации.

Недостатки:

- высокая цена;
- большие габариты.

4) Гидростатические – передача энергии статического давления жидкости, создаваемого в объемном гидронасосе. С бесступенчатым изменением передаточного отношения (рисунок 1.7).

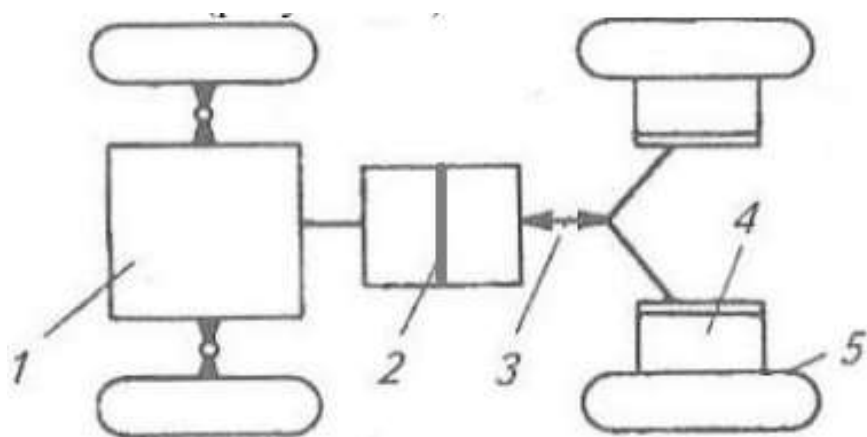


Рисунок 1.7 – Схема гидростатической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – два аксиально-поршневых насоса; 3 – гидролинии; 4 – два аксиально-поршневых гидромотора; 5 – ведущее колесо.

Достоинства:

- бесступенчатое плавное изменение крутящего момента;
- стабильная работа ДВС;
- удобство компоновки;
- возможность торможения передачей;
- реверсивность;

Недостатки:

- относительно низкий КПД (0,75...0,85);
- высокая стоимость;
- сложность производства.

На заводе «ДСТ-Урал» при производстве тракторов применяются гидростатические трансмиссии, так как они позволяют бесступенчато регулировать крутящий момент, не подвергая двигатель внутреннего сгорания перегрузкам. Также гидростатическую трансмиссию удобно компоновать благодаря небольшим габаритам (по сравнению с электромеханической, которая также обладает бесступенчатым регулированием) и отсутствию в своей конструкции карданных валов.[1]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

17

1.3 Устройство и принцип работы трансмиссии ТМ-10

На тракторах производства ООО «ДСТ-УРАЛ» применяют гидростатическую трансмиссию. Это обусловлено тем, что данный вид трансмиссии дает много преимуществ по сравнению со ступенчатым приводом из-за возможности плавного изменения передаточного отношения в широком диапазоне частот вращения, что необходимо для спецтехники.

Следующее серьезное преимущество заключается в том, что происходит упрощение механической разводки по машине. Это помогает нам, получить более высокую надежность машины.

Гидростатическая трансмиссия позволяет плавно и сверхточно регулировать передвижение машины или плавно регулировать частоту вращения рабочих органов. Использование электропропорционального управления и специальных электронных систем позволяет достичь наиболее оптимального распределения мощности между приводом и исполнительными механизмами, ограничить нагрузку на двигатель, снизить расход топлива. [2]

Основной комплект ГСТ состоит из регулируемого аксиально-поршневого гидронасоса и регулируемого аксиально-поршневого гидромотора. Вал насоса механически связывают с выходным валом приводного двигателя, вал мотора - с исполнительным механизмом – планетарным редуктором.

В общем случае объемный гидропривод на основе ГСТ включает в себя следующие элементы: регулируемый аксиально-поршневой гидронасос в сборе с насосом подпитки и механизмом пропорционального управления, регулируемый аксиально-поршневой мотор в сборе с клапанной коробкой, фильтр тонкой очистки с вакуумметром, масляный бак для рабочей жидкости, теплообменник, трубопроводы и рукава высокого давления.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

В тракторе ТМ10 применена совмещенная схема гидравлических контуров, т.е. гидравлические системы трансмиссии ГСТ и рабочего оборудования связаны между собой посредством одного гидробака и общего фильтра.

Устройство трансмиссии трактора изображено на рисунке 1.8

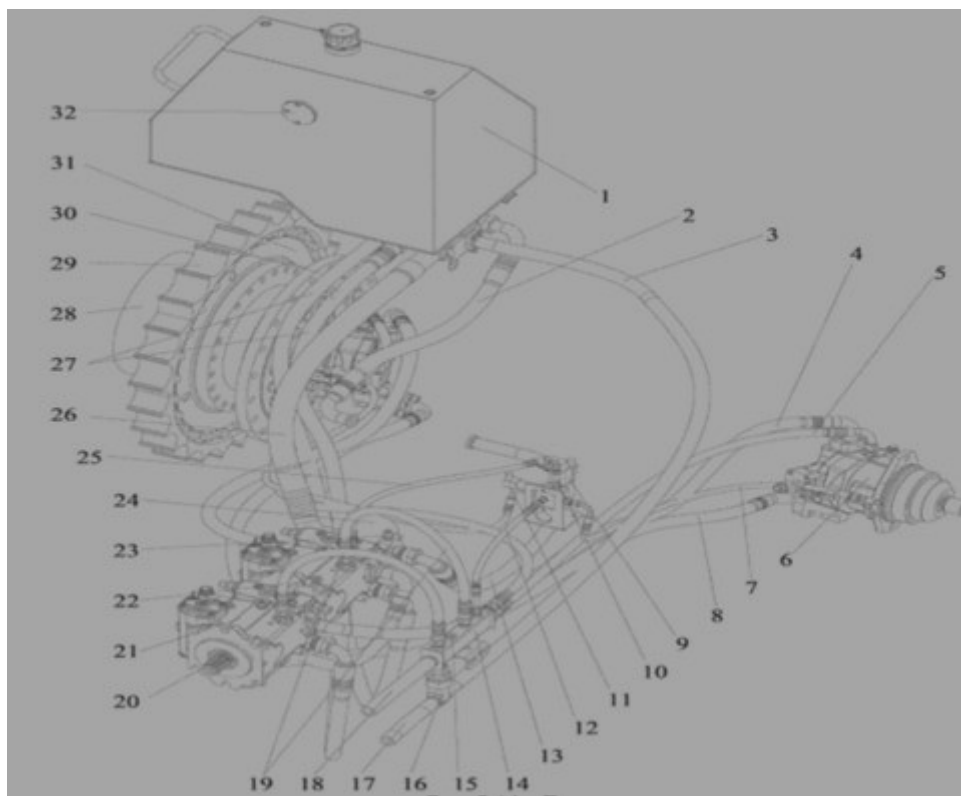


Рисунок 1.8 – Гидростатическая трансмиссия ТМ-10

1 – бак гидросистемы; 2 – рукав высокого давления (РВД) слива с распределителя РГС-25; 3 – рукав низкого давления (РНД) слива дренажа в заборный кран; 4,8 – рабочие РВД закрытого контура ГСТ трансмиссии, давление до 450 Бар; 5 – РВД дренажа с гидромотора; 6 – гидромотор привода бортового редуктора; 7 – РВД растормаживания бортовых фрикционов; 9 – тормозной клапан; 10 – обратный клапан; 11 – датчик низкого давления в тормозах; 12 – РВД слива с тормозного клапана; 13 – РВД подачи жидкости от насоса НШ-71 на распределитель РГС-25; 14 – дренажный коллектор; 15 – датчик температуры масла; 16 – байпасный клапан радиатора трансмиссии; 17 – РНД линии охлажденного масла из радиатора

гидросистемы; 18 – РНД линии горячего масла в радиатор гидросистемы; 19 – дренажные РВД насосов трансмиссии; 20 – приводной вал отбора мощности от двигателя на насосы трансмиссии; 21 – тандемно сочлененные насосы трансмиссии; 22 – РВД питания на джойстик управления навесным оборудованием; 23 – точка замера давления в гидроконтуре навесного оборудования; 24 – насос НШ-71; 25 – РВД питания тормозного клапана; 26 – РВД питания насоса НШ-71 из бака; 27 – РВД питания насосов подпитки ГСТ из фильтра бака; 28 – бортовой редуктор; 29 – зубчатые сегменты; 30 – фланец крепления; 31 – ступица ведущего колеса; 32 – датчик аварийного уровня масла.

Трансмиссия работает таким образом: в случае получения электросигнала с контроллера, пропорциональный серворегулятор поворачивает наклонную шайбу насоса на нужный угол, обеспечивая тем самым определенный объем камер насоса. Отбирая мощность с двигателя через вал, насос повышает давление масла до нужного уровня, ограниченного предохранительным клапаном и передает с помощью гидравлического потока мощность гидромотору. Тот таким же способом преобразует энергию жидкости в энергию вращения своего вала. Гидромотор передает мощность на бортовой редуктор, а тот – на гусеницу. Трактор начинает движение.

1.4 Сравнение типов гидронасосов

Гидравлические насосы предназначены для преобразования механической энергии в гидравлическую. Принцип действия гидравлического насоса – вытеснение жидкости. Такие насосы называются объемными. Во время работы внутри насоса образуются изолированные камеры, в которых рабочая жидкость перемещается из полости всасывания в полость нагнетания. Поскольку между полостями всасывания и нагнетания не существует прямого соединения,

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

объемные насосы очень хорошо приспособлены для работы в условиях высокого давления в гидросистеме.[3]

Основные параметры гидронасоса:

- рабочий объем – это объем жидкости вытесняемый насосом за 1 оборот вала.
- максимальное рабочее давление
- максимальная частота вращения

Классификация объемных насосов по типу вытесняющего элемента показана на рисунке 1.9[27]



Рисунок 1.9 – Классификация гидравлических насосов

1.4.1 Поршневые насосы

1.4.1.1 Ручные насосы

Простейшим насосом использующим принцип вытеснения жидкости является ручной насос. Данный вид насосов используется в современной технике

для обеспечения гидравлической энергией исполнительных гидромоторов (в основном линейного перемещения) вспомогательных механизмов.

Вторым, часто встречающимся, назначением ручных насосов в гидросистемах является использование его как аварийного источника гидравлической энергии.

Рабочий объем для ручного насоса это суммарный объем жидкости вытесняемый им за прямой и обратный ход рукоятки. Обычно насосы с малым рабочим объемом способны достигать больших величин рабочего давления, это связано с ограничением силы прикладываемой к рычагу пользователем.

Принцип действия ручного насоса одностороннего действия изображен на рисунке 1.10. При ходе поршня вверх через обратный клапан КО2 происходит всасывание жидкости из бака, клапан КО1 при этом закрыт. При ходе поршня вниз происходит вытеснение жидкости через клапан КО1 в напорный трубопровод, клапан КО2 – закрыт.

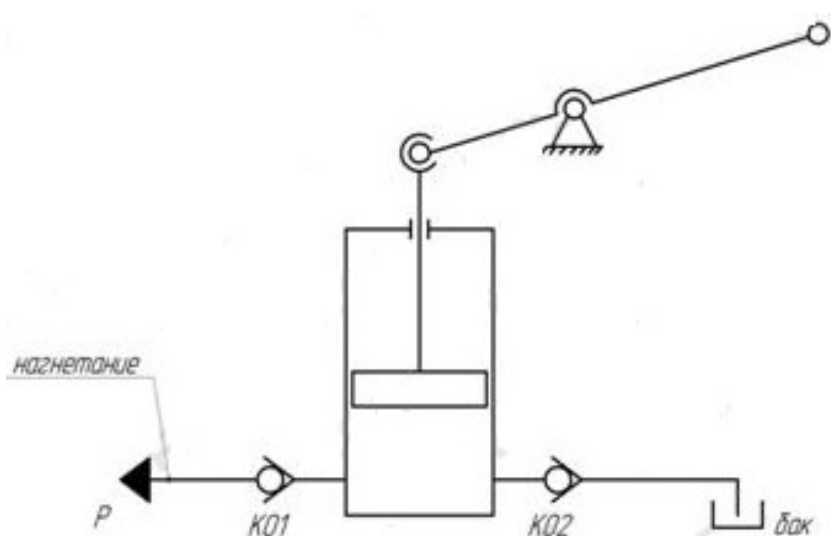


Рисунок 1.10 – Принцип действия ручного насоса

Достоинства:

- простота конструкции
- высокая надежность

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

22

Недостатки:

– низкая производительность

1.4.1.2 Радиально-поршневые насосы

Радиально-поршневые насосы это разновидность роторно-поршневых гидромашин. Эти насосы применяются для гидросистем с высоким давлением (свыше 40МПа). Эти насосы способны длительно создавать давления до 100МПа. Отличительной особенностью насосов данного типа является их тихоходность, частота вращения насосов данного типа как правило не превышает 1500-2000 об/мин.

Радиально-поршневые насосы бывают двух типов:

- С эксцентричным ротором
- С эксцентричным валом

Радиально-поршневой насос с эксцентричным ротором изображен на рисунке 1.11. Конструктивно поршневая группа насоса установлена в роторе насоса. Ось вращения ротора и ось неподвижного статора смещены на величину эксцентриситета e . При вращении ротора поршни совершают поступательное движение. Величина хода составит $2e$. Насос данной конструкции имеет золотниковое распределение. При вращении цилиндры поочередно соединяются с полостями слива и нагнетания разделенными перегородкой золотника, расположенного в центре.[4]

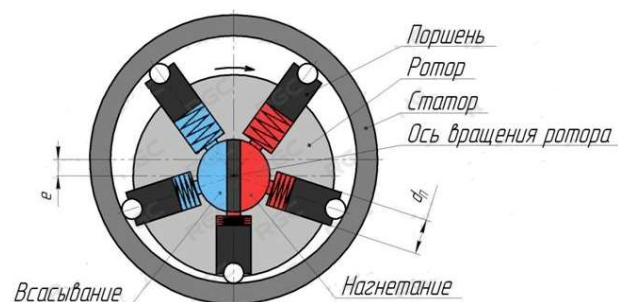


Рисунок 1.11 – Радиально-поршневой насос с эксцентричным ротором

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом изображен на рисунке 1.12. Конструктивно поршневая группа насоса установлена в статоре насоса. Ось вращения вала и ось неподвижного статора совпадают, но на валу имеется кулачок, который смещен на величину e относительно центра вращения вала. При вращении вала, кулачок заставляет поршни совершать поступательное движение. Величина хода составит $2e$. Насос данной конструкции имеет клапанное распределение. При вращении вала поршни выдвигаясь из цилиндров наполняются жидкостью через клапана всасывания. Нагнетание жидкости происходит через клапана нагнетания при вхождении поршней в цилиндры.

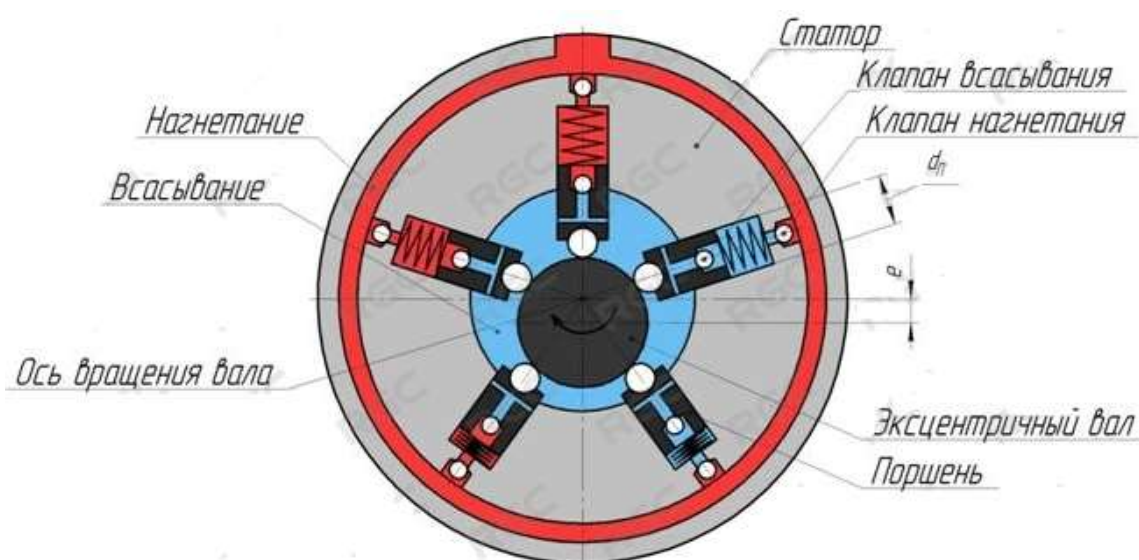


Рисунок 1.12 – Радиально-поршневой насос с эксцентричным валом

Достоинства:

- простота конструкции
- высокая надежность
- относительно малый осевой размер

Недостатки:

- малые частоты вращения вала
- большой вес по сравнению с аксиально-поршневыми машинами.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

1.4.1.3 Аксиально-поршневые насосы

Аксиально-поршневые насосы – это разновидность роторно-поршневых гидромашин с аксиальным расположением цилиндров (т.е. располагаются вокруг оси вращения блока цилиндров, параллельны или располагаются под небольшим углом к оси). Существует деление по типу вытеснителя на аксиально-плунжерные и аксиально-поршневые гидромашин. Отличаются они тем, что в первых в качестве вытеснителей используются плунжеры, а во вторых — поршни, показанные на рисунке 1.13.



Рисунок 1.13 – Аксиально-поршневые насосы

Насосы данного типа являются самыми распространёнными в современных гидроприводах. По количеству конструктивных исполнений они во много раз превосходят прочие типы гидронасосов. Эти насосы обладают наилучшими габаритно-весовыми характеристиками (иными словами имеют высокую удельную мощность), обладают высоким КПД. Насосы этого типа способны давать давление до 40МПа и работать на высоких частотах вращения (насосы общего применения имеют частоты до 4000 об/мин, но существуют специализированные насосы этого типа с частотами вращения до 20000 об/мин).

Все аксиально-поршневые насосы можно разделить на 2 типа:

- С наклонным блоком (ось вращения блока цилиндров располагается по углом к оси вращения вала)
- С наклонным диском (ось вращения блока цилиндров совпадает с осью вращения вала)

На рисунке 1.14 показана конструктивная схема аксиально-поршневого насоса с наклонным блоком. При вращении вала насоса, вращается шарнирно соединенный с ним блок цилиндров. При этом поршни совершают поступательные движения. Блок цилиндров прилегает к распределителю, который имеет два паза: один паз соединен с линией всасывания, а другой с линией нагнетания.

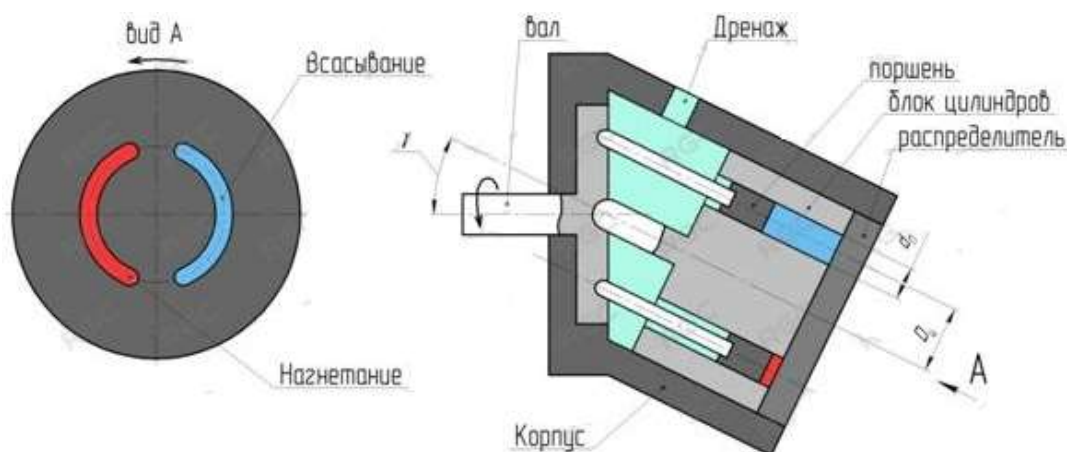


Рисунок 1.14 – Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком

На рисунке 1.15 показана конструкция насоса с наклонным диском. Принцип работы насоса с наклонным диском аналогичен работе насоса с наклонным блоком. Насос данной конструкции также имеет золотниковое распределение. Отличие конструкций состоит в соосности осей вала и блока цилиндров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

26

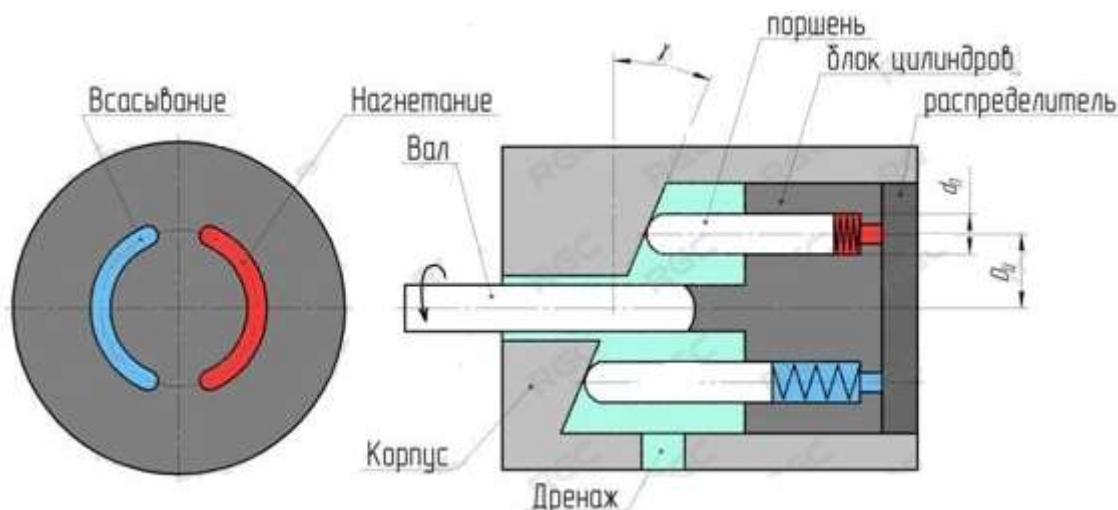


Рисунок 1.15 – Аксиально-поршневой насос с наклонным диском

Достоинства:

- простота конструкции
- высокий КПД
- высокая удельная мощность

Недостатки:

- высокая пульсация давления
- высокая стоимость по сравнению с другими типами гидронасосов

1.4.2 Шестеренные насосы

Шестеренные насосы относятся к типу роторных гидромашин. Рабочими элементами (вытеснителями) являются две вращающиеся шестерни. Различают два основных типа таких насосов:

- Насосы внешнего зацепления
- Насосы внутреннего зацепления

Шестеренные насосы широко распространены в гидросистемах с невысокими (до 20 МПа) давлениями. Они широко применяются в сельскохозяйственной, дорожной технике, мобильной гидравлике, системах

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

27

смазки. Используются для обеспечения гидравлической энергией гидроприводов вспомогательных механизмов в сложных гидросистемах.

1.4.2.1 Шестеренные насосы внешнего зацепления

Основными элементами шестеренных насосов внешнего зацепления являются шестерни. При вращении шестерен жидкость, заключенная во впадинах зубьев переносится из линии всасывания в линию нагнетания показанная на рисунке 1.16. Поверхности зубьев А1 и А2 вытесняют при вращении шестерен больше жидкости чем может поместиться в пространстве освобожденном зацепляющимися зубьями В1 и В2. Разность объемов, высвобождаемых двумя парами зубьев вытесняется в линию нагнетания. В месте зацепления шестерен при работе насоса образуются области «запертого» объема, что вызывает пульсации давления в линии нагнетания.

Шестерни насосов внешнего зацепления в большинстве конструкций имеют прямой зуб, однако встречаются конструкции таких насосов с косым и шевронным зубом. Этот недостаток отсутствует в насосах с шевронным зубом, где осевая сила компенсируется формой зуба. У насосов с шевронным зубом также малый уровень пульсаций.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

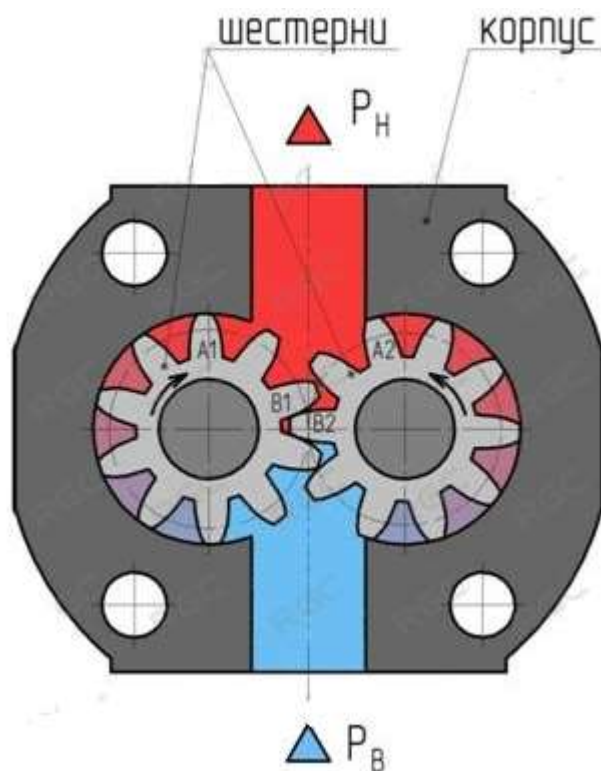


Рисунок 1.16 – Шестеренный насос внешнего зацепления

Достоинства:

- простота конструкции
- частоты вращения до 5000 об/мин
- низкая стоимость

Недостатки:

- высокая пульсация давления
- низкий КПД

1.4.2.2 Шестеренные насосы внутреннего зацепления

Отличительной особенностью шестеренных насосов внутреннего зацепления является меньший уровень пульсаций и как следствие малый уровень шума. В связи с этим они находят широкое применение в стационарных машинах и механизмах, а также на мобильной технике, работающей в закрытых помещениях.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

29

Принцип работы шестеренного насоса с внутренним зацеплением состоит, как и у насосов внешнего зацепления, в переносе жидкости во впадинах шестерен от линии всасывания в линию нагнетания. В зоне всасывания при вращении шестерен объем камеры, образованной зубьями шестерен и серповидным разделителем, увеличивается. При этом происходит наполнение рабочей камеры жидкостью из линии всасывания. В зоне нагнетания происходит процесс вытеснения рабочей жидкости в линию нагнетания, т.к. объем камеры в этой зоне при вращении шестерен уменьшается. Данный принцип показан на рисунке 1.17.

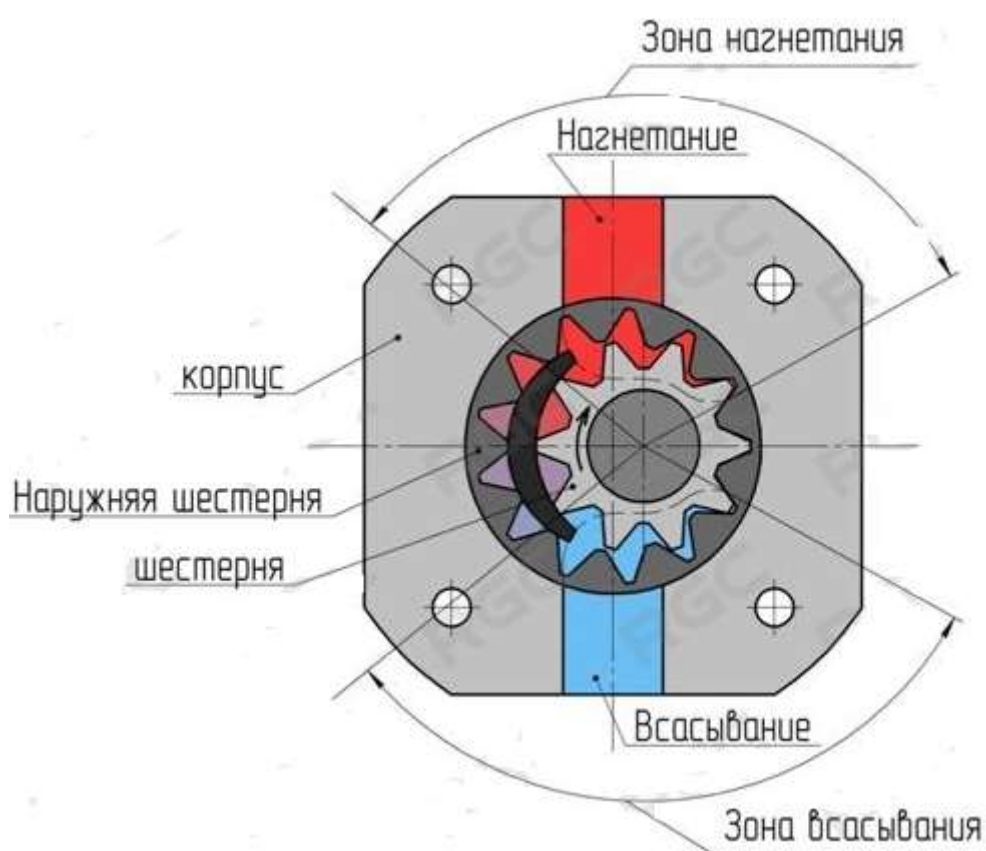


Рисунок 1.17 – Шестеренный насос с внутренним зацеплением

Достоинства:

- простота конструкции
- частоты вращения до 4000 об/мин
- низкий уровень шума

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Недостатки

- низкий КПД
- низкое давление

1.4.2.3 Героторные насосы

Героторные насосы это разновидность шестеренных насосов с внутренним зацеплением. Отличие от классической конструкции шестеренного насоса с внутренним зацеплением состоит в отсутствии серпообразного разделителя. Разделение полостей всасывания и нагнетания реализовано за счет применения специального профиля. Его форма такова что в зоне где должен находиться серпообразный разделитель обеспечен постоянный контакт шестерен. Принцип работы насоса данной конструкции точно такой же как и шестеренного насоса с внутренним зацеплением. Героторные насосы обычно используют при невысоких давлениях (до 15МПа) и подачах до 120 л/мин. При этом частоты вращения составляют не более 1500 об/мин.[4]

Достоинства:

- простота конструкции
- низкий уровень шума

Недостатки:

- невысокий КПД
- высокая стоимость по сравнению с шестеренными насосами

1.4.2.4 Роторно-винтовые насосы

Еще одной разновидностью шестеренного насоса можно считать винтовые насосы. Их рабочие элементы можно представить как косозубые шестерни с количеством зубьев равному числу заходов винтовой нарезки. Главным преимуществом этих насосов является равномерность подачи и как следствие

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ					

низкий уровень шума. Достоинством насоса также является его способность перекачивать жидкости с твердыми включениями. Давление развиваемое насосом может составлять до 20МПа. Частоты вращения до 1500 об/мин.

Ввиду сложности изготовления данного типа насосов, они не получили широкого распространения и применяются лишь в специфических гидросистемах. Существуют двух- и трехвинтовые конструкции насосов.

Достоинства:

- низкий уровень шума
- низкий уровень пульсаций

Недостатки:

- невысокий КПД
- высокая стоимость

1.4.3 Пластинчатые насосы

Пластинчатые гидронасосы это гидромашины в которых роль вытеснителя рабочей жидкости выполняют радиально расположенные пластины, которые совершают возвратно-поступательные движения при вращении ротора. В российской литературе пластины часто называют – шиберами, а насосы – шиберными.

Различают пластинчатые гидронасосы однократного действия и двойного действия.

Пластинчатые насосы имеют низкий уровень шума и хорошую равномерность подачи. Также эти насосы имеют сравнительно большие рабочие объемы при небольших габаритах. Пластинчатые гидронасосы могут работать на давлениях до 21МПа при частотах вращения до 1500 об/мин.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

1.4.3.1 Насос однократного действия

Принцип работы насоса однократного действия состоит в следующем. При сообщении вращающего момента валу насоса, ротор насоса приходит во вращение. Под действием центробежной силы пластины прижимаются к корпусу статора, в результате чего образуется две полости, герметично отделённых друг от друга. При прохождении пластин через область всасывания, объем рабочих камер между ними увеличивается и происходит всасывание рабочей жидкости. При прохождении пластин через область нагнетания, объем рабочих камер между ними уменьшается и происходит вытеснение рабочей жидкости в линию нагнетания. Для обеспечения прижима пластин в зоне нагнетания в полость под ними подводится давление из линии нагнетания. В некоторых случаях дополнительный прижим пластин организуется за счет установки пружин под пластины.

Достоинства:

- низкий уровень шума
- низкий уровень пульсации
- возможность регулировки рабочего объема
- низкая стоимость

Недостатки:

- большие нагрузки на подшипники ротора
- низкая ремонтпригодность
- сравнительно низкие давления

1.4.3.2 Насос двойного действия

Принцип действия насоса двойного действия полностью аналогичен принципу работы насоса однократного действия. Отличием является наличие двух зон всасывания и двух зон нагнетания. Для обеспечения прижима пластин в

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ				

зоне нагнетания, также как и насосов однократного действия, подводится давление нагнетания. Принцип действия изображен на рисунке 1.18.

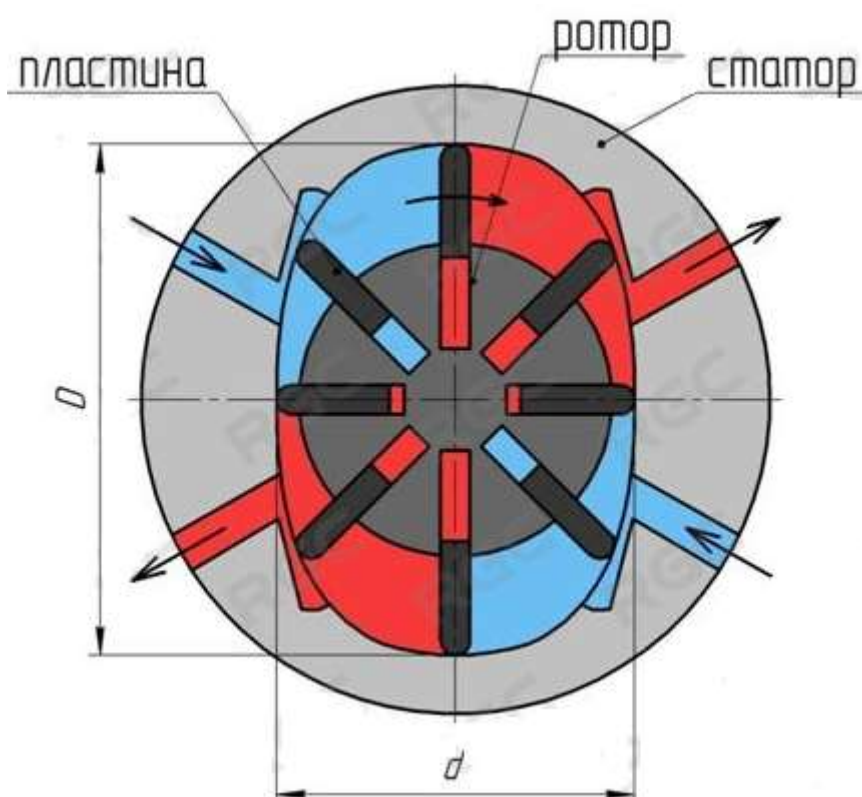


Рисунок 1.18 – Насос двойного действия

Достоинства:

- низкий уровень шума
- низкий уровень пульсаций
- низкая стоимость
- возможность регулирования рабочего объема

Недостатки:

- низкая ремонтопригодность

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

34

1.5 Гидромоторы. Принцип действия и классификация.

Гидромоторы преобразуют энергию сжатой жидкости в механическую энергию рабочих органов машин. Общим признаком для гидромоторы любого типа является то, что жидкость, находящаяся под давлением, из нагнетательной магистрали гидросистемы поступает к рабочим камерам двигателя в процессе увеличения их объема, и вытесняется из рабочих камер в сливную магистраль, при уменьшении их объема.[5]

Для создания прямолинейного и поворотного движения (углового перемещения) служат гидравлические цилиндры (гидроцилиндры) и, так называемые, неполно-воротные двигатели, являющиеся по сути дела разновидностью гидроцилиндров, а для создания вращательного движения служат гидромоторы, представляющие собой устройства конструктивно подобные насосам, но противоположные им по назначению.

Конструкции гидромоторов аналогичны конструкциям соответствующих насосов. В отличие от насосов, в гидромоторе на вход подаётся рабочая жидкость под давлением, а на выходе снимается с вала крутящий момент.

Гидромашина пропускает через себя определенный поток мощности, который поступает от входной жидкости. На выходе же она снимается путем крутящегося момента. Вся схема управления работой гидромотора происходит посредством гидрораспределителя.

Вывод по разделу один

В данном разделе был рассмотрен трактор ТМ-10 и его иностранные и отечественные аналоги. При детальном рассмотрении трансмиссии данного трактора были выявлены достоинства и недостатки ее использования, принцип и устройство гидростатической трансмиссии. Рассмотрели основные элементы гидропривода.

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ					

2 ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

На основании проведенного анализа и по соотношению «цена-качества» трактор ТМ-10 производства «ДСТ-УРАЛ» эффективно справляется с поставленными ему задачами. У данного трактора много модификаций с установками различного навесного оборудования. В 2017 году Министерство обороны обратилось к руководству завода «ДСТ-УРАЛ» на создание тягача на комбинированном ходу для движения по грунту и железнодорожным путям. За основу нового путеукладчика был выбран трактор на гусеничном ходу ТМ-10 с последующими модернизациями для нужд Министерства обороны РФ.

На трактор ТМ-10 при последующей его модификации необходимо установить электрогенератор который будет снабжать элементы нового оборудования.

2.1 Техническая характеристика и описание

Тягач специальный на комбинированном ходу (ТСК-1) в составе порталного путеукладчика (ПБ-4) для восстановления и строительства железнодорожных путей. Тягач предназначен для передвижения путеукладчика ПБ-4 по грунту и железным дорогам с шириной колеи 1520 мм и 1435 мм, а также питания приводов механизмов путеукладчика электроэнергией. Технические характеристики представлены на рисунке 2.1.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

1. Тяговый класс	_____	12
	_____	по ТУ 2892-001-32529274-2017
2. Масса трактора, кг	_____	17000
3. Двигатель	_____	ЯМЗ-536
3.1 Номинальная мощность, кВт (л.с.)	_____	176 (240)
3.2 Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	_____	2300
4. Трансмиссия	_____	гидростатическая
4.1 Объем гидронасоса, см ³	_____	110
4.2 Объем гидромотора, см ³	_____	160
4.3 Максимальное давление, МПа	_____	4.30
4.4 Давление подпитки, МПа	_____	30
5. Бортовые редуктора	_____	РМР 6000
6. Максимальное окружное тяговое усилие, кН	_____	240
7. Максимальная скорость движения, км/ч	_____	10
8. Кабина	_____	шестигранная одноместная
9. Несущая система	_____	рамная, сварная
10. Ходовая система	_____	6 опорных катков, 2 поддерживающих
11. Гидравлическая система		
11.1 Номинальное давление в системе, МПа	_____	250
11.2 Объем масла в системе, л	_____	135

Рисунок 2.1 – Технические характеристики ТСК-1

ТСК-1 проектируется на базе промышленного трактора ТМ-10 завода «ДСТ-УРАЛ».

2.2 Трансмиссия ТСК-1

В трансмиссии тягача применена регулируемая объемная гидропередача типа «гидростатическая передача», обеспечивающая:

– повышение эксплуатационной производительности за счет бесступенчатого изменения тягово-динамических характеристик в процессе выбора оптимального режима работы в зависимости от различных сочетаний внешней нагрузки и грунтовых условий;

- увеличение ресурса и надежности узлов и агрегатов силовой установки вследствие отсутствия механической связи между двигателем и трансмиссией;
- облегчение условий труда машиниста за счет применения пропорционального электросервирования в управлении машиной.[1]

Трансмиссия с гидростатической передачей имеет широкий диапазон регулирования для обеспечения бесступенчатого разгона машины с места от 0 до 11 км/ч вперед и назад. По сравнению с традиционными гусеничными машинами с механической и гидромеханической трансмиссией, тягач ТСК-1 имеет ряд отличий и преимуществ:

- особая простота в обслуживании благодаря блочно-модульному конструктивному исполнению систем, узлов и агрегатов тягача, имеющих функционально оптимизированное расположение, а также отсутствию ступенчатых силовых передач и быстро изнашиваемых деталей;
- несложная модульная конструкция силовой передачи с компактными гидроагрегатами и конечными приводами гусеничных лент, интегрированными в раму трактора, обеспечивает легкий доступ для обслуживания трансмиссии;
- высокая производительность тягача.

2.3 Элементы гидропривода

Гидросистема имеет два контура, соединенных между собой общим фильтром и баком. Первый контур – гидростатический, состоящий из гидравлического бака, сливного-всасывающего фильтра с гидроподпором, тандемной пары регулируемых аксиальных насосов высокого давления, подпитываемых встроенными героторными насосами с собственными фильтрами тонкой очистки, пары регулируемых аксиальных моторов высокого давления, радиатора охлаждения масла и сбрасывающих клапанов. Второй контур – контур электрогенератора и управления им, состоящий из гидравлического бака, фильтра

средней очистки на всасывании в насос, шестеренного насоса, который нагнетает жидкость в, оборудованный предохранительным клапаном, откуда она поступает в гидромотор, а затем энергия передается на электрогенератор.[1]

2.3.1 Гидромоторы тягача ТСК-1

Гидромоторы аксиально-поршневые регулируемые, реверсивные, имеют широкий диапазон рабочего объема, электрического регулирования и управления. Гидромоторы представлены на рисунке 2.2.

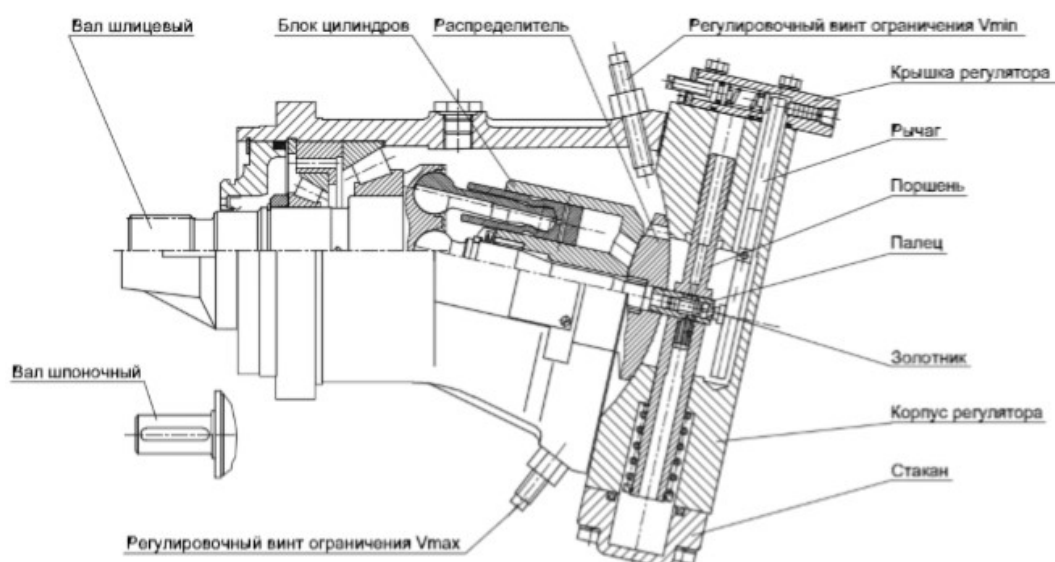


Рисунок 2.2 – Гидромотор аксиально-поршневой тягача ТСК-1

Гидромотор функционально состоит из двух узлов: качающего узла и регулятора. Качающий узел включает вал, установленный в корпусе на подшипниках, и блок цилиндров. Со стороны конца вала гидромотор закрывается крышкой, уплотненной резиновым кольцом и манжетой. Фланец вала через сферические головки шатунов соединен с поршнями и шипом. Поршни воспринимают давление рабочей жидкости и через шатун передают усилие на сферический шарнир, сила в шарнире раскладывается на осевую и тангенциальную составляющие. Осевая нагрузка воспринимается радиально-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

39

упорными шариковыми или коническими подшипниками, а тангенциальная создает крутящий момент на валу гидромотора. Блок цилиндров по сферической поверхности контактирует с распределителем, который противоположной стороной прилегает к опорной поверхности корпуса регулятора.

2.3.2 Гидронасосы тягача ТСК-1

Тандемный гидронасос состоит из двух соединенных аксиально-поршневых регулируемых гидронасосов с наклонной шайбой. Конструкция насоса представлена на рисунке 2.3.

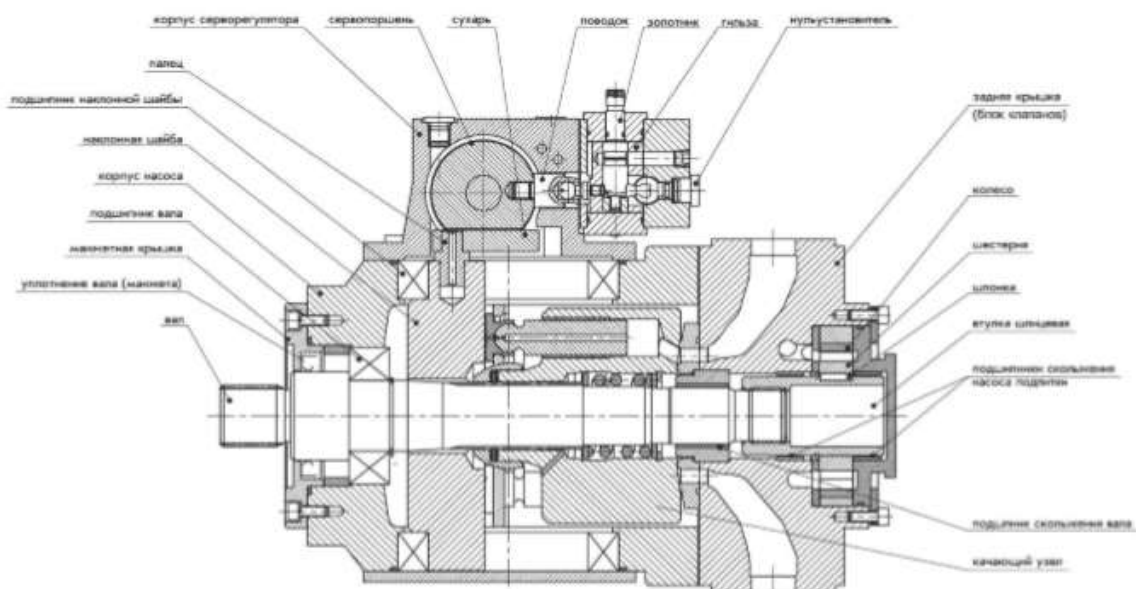


Рисунок 2.3 – Аксиально-поршневой гидронасос тягача ТСК-1

2.3.4 Бак гидросистемы

Корпус масляного бака представляет собой сварную листовую коробчатую конструкцию, монтируется заодно с топливным баком на заднюю часть рамы. Конструкцию бака можно увидеть на рисунке 2.4.

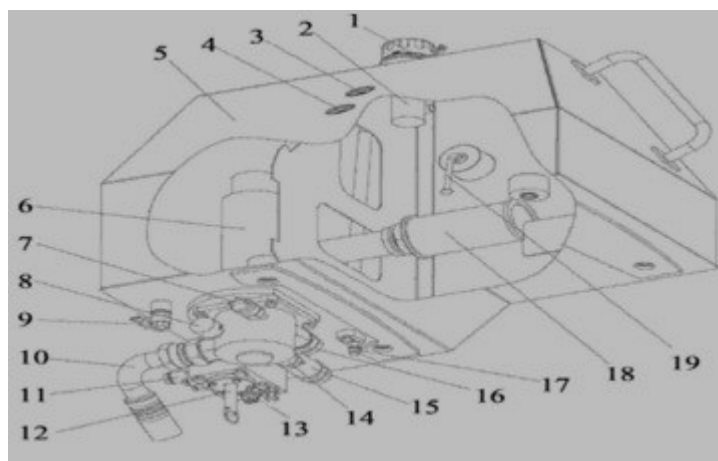


Рисунок 2.4 – Бак масляный

1 - заливная горловина; 2 – сетка заливной горловины; 3 – верхний глазок уровня масла; 4 – нижний глазок уровня масла; 5 – корпус гидробака; 6 – корпус фильтра; 7 – электронный датчик вакуума; 8 – визуальный индикатор загрязненности фильтра; 9 – сливной кран; 10 – сливной рукав с распределителя; 11 – слив с радиатора; 12 – запорный кран гидросистемы; 13 – датчик критической температуры масла в гидросистеме; 14 – электронный датчик засоренности фильтра; 15 – штуцер подачи масла в насос привода левого борта; 16 - штуцер подачи масла в насос привода правого борта; 17 – слив с линий управления; 18 – фильтр средней очистки со встроенным клапаном; 19 – датчик минимального уровня масла.

2.4 Электрогенератор тягача ТСК-1

На тягаче ТСК-1 установлен синхронный генератор ГС-250-30/4-М1М2001. Генераторы синхронные серии ГС 250 предназначены для использования в качестве источника трехфазного переменного тока частотой 50 Гц на стационарных и передвижных электростанциях, подвижном составе железнодорожного транспорта, ремонтных и специальных машинах.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Технические характеристики генератора можно увидеть на рисунке 2.5

Наименование параметра	Значение
Мощность, кВт	30
Напряжение, В	400
Частота тока, Гц	50
Ток, А	54
Частота вращения, г.р.м.	1500
Кэффициент мощности ($\cos \phi$)	0,8
Длина корпуса, мм	830
Масса, кг	380

Рисунок 2.5 – Электрогенератор синхронный

Конструкцию генератора можно увидеть на рисунке 2.6.

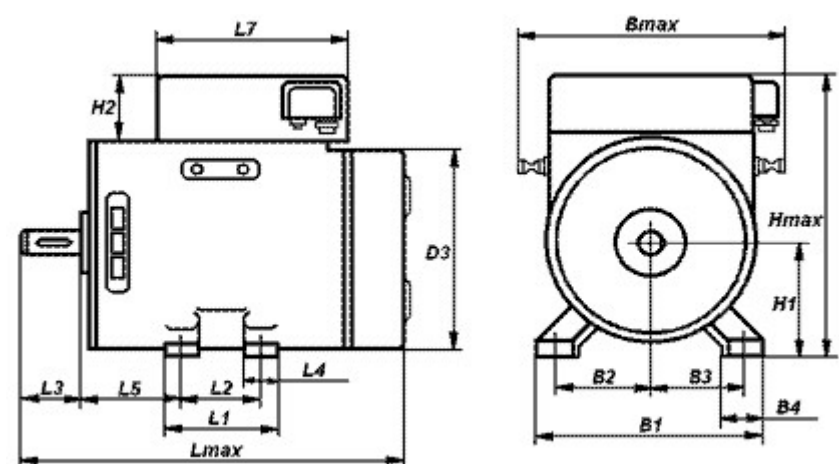


Рисунок 2.6 – Конструкция электрогенератора ГС-250-30/4-ММ2001

Достоинства:

- конструкция проста и удобна в работе;
- генератор имеет статическую систему возбуждения с автоматическим регулированием напряжения, что обеспечивает стабильность напряжения на зажимах генератора;
- генератор допускает как правое, так и левое направление вращения;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

42

Недостатки:

- повышенный нагрев подшипников;
- значительный перегрев корпуса генератора;
- Увеличенная вибрация генератора.

Выводы по разделу два

На основании выполненного анализа промышленного трактора ТМ-10 являющегося базовым для тягача ТСК-1, трансмиссия принята гидростатическая, гидронасосы в гидросистеме установлены последовательно, а это значит, что электродвигатель имеет гидрообъемный привод состоящий из аксиально-поршневого насоса и гидромотора.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

3 РАСЧЕТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

3.1 Тяговый расчет промышленного трактора ТМ-10

Чтобы произвести тяговый расчет необходимо минимальное число данных:

- вес машины
- мощность ДВС
- частота вращения
- требуемая скорость движения

Для базового трактора подобран двигатель ЯМЗ-238М2 производства Ярославского моторного завода, мощностью 240 л.с. (179кВт), номинальная частота вращения 2100 об/мин. Максимальная скорость движения в транспортном режиме около 10 км/ч, в рабочем режиме - около 3,5 км/ч.

Идеальная тяговая характеристика мощности показана на рисунке 3.1

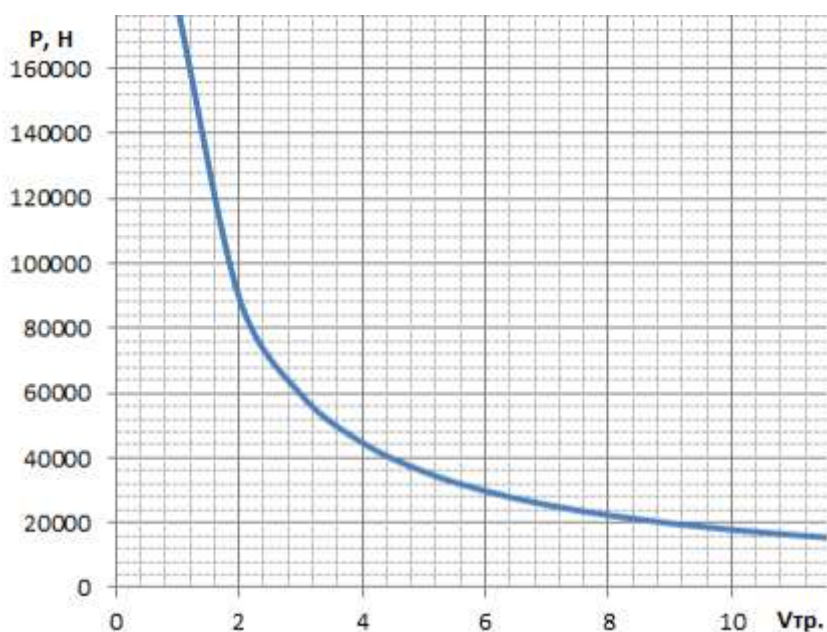


Рисунок 3.1 – Идеальная тяговая характеристика ДВС

Идеальная тяговая характеристика описывается формулой:

$$Pv = N_{\text{ДВС}} = 179 \text{ кВт} = \text{const} \quad (3.1)$$

По графику видно, что характеристика является бесконечной гиперболой.

В первом приближении принято, что скорость вращения насоса трансмиссии соответственно равна скорости вращения ДВС, так как они соединены упругой муфтой. При этом передаточное число бортового редуктора будет равно:

$$v = \frac{\omega_M r_{\text{БК}}}{i_{\text{БР}}} \quad (3.2)$$

$$i_{\text{БР}} = \frac{\omega_M r_{\text{БК}}}{v} = \frac{209 \cdot 0,44}{0,97} = 95$$

Сила тяги трактора в точке максимальной скорости движения:

$$P_{V_{\text{max}}} = \frac{N_{\text{ДВС}} \eta_{\text{сумм}}}{v} = \frac{179000 \times 0,77}{0,97} = 140 \text{ кВт}$$

Суммарный показатель КПД принят равным 0,77

Отсюда, момент на ведущем колесе равен:

$$M_{\text{БК}} = P_{V_{\text{max}}} \times r_{\text{БК}} = 142 \times 0,44 = 62,5 \text{ кВт}$$

Момент на моторе гидрообъемной передачи равен:

$$M_M = \frac{M_{\text{БК}}}{i_{\text{БР}}} = \frac{62500}{95} = 658 \text{ Нм}$$

По вертикали характеристика ДВС ограничена давлением в магистрали ГОП. Переберем несколько типоразмеров ГОП, существующих на рынке.

Возьмем ГСТ с объемной постоянной $q = 71 \text{ см}^3 / \text{об}$.

Совместная подача двух насосов равна:

$$2q_{71} = \frac{2q \cdot 10^{-6}}{2\pi} = \frac{2 \cdot 71 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} = 22,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Давление в магистрали будет при максимальной скорости движения:

$$P_{\text{ГОП}} = \frac{M}{2q_{71}U} = \frac{658}{22,6 \cdot 10^{-6}} = 29,14 \text{ МПа} = 291,4 \text{ бар}$$

Максимально возможное давление в магистрали ГОП равно 450 бар, а рабочее 400 бар. Запас по давлению равен $108,6 \text{ бар} = 400 \text{ бар} - 291,4 \text{ бар}$, этого не достаточно для нормального бесступенчатого регулирования. В итоге выбрана ГСТ с объемной постоянной $q = 90 \text{ см}^3 / \text{об}$.

Рассмотрим режим работы ГОП на номинальном давлении:

$$M_{\text{н}} = M_{\text{ДВС}} \cdot \eta_{\text{н}} = P_{\text{ГОП}} 2q_{90} U_{\text{н}} \quad (3.3)$$

где $M_{\text{ДВС}} = 883 \text{ Нм}$

$\eta_{\text{н}} = 0,9$.

Найдем параметр регулирования насоса, необходимый для обеспечения минимальной скорости в зоне регулирования ГСТ:

$$U_{\text{н}} = \frac{M_{\text{ДВС}} \eta_{\text{н}}}{P_{\text{ГОП}} 2q_{90}} = \frac{883 \cdot 0,9}{40 \cdot 10^6 \cdot 28,66 \cdot 10^{-6}} = 0,69$$

Минимальная скорость в начале зоны регулирования равна:

$$v_{\min} = U_H v_{\max} = 0,69 \cdot 0,97 = 0,67 \text{ м/с} = 2,4 \text{ км/ч}$$

Момент на моторе с учетом КПД мотора:

$$M_M = P_{\text{ГОП}} 2q_{90} U \eta_M = 40 \cdot 10^6 \cdot 28,6 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,9 = 1032 \text{ Нм}$$

Сила тяги трактора равна:

$$P_{v\min} = \frac{M_M i_{\text{бр}}}{r_{\text{БК}}} = \frac{1032 \cdot 95}{0,44} = 222,8 \text{ кН}$$

На тракторе ТМ-10 установлены насосы и моторы с разными по величине объемными постоянными, необходимо уточнить передаточное число бортового редуктора и тяговый расчет трактора.

При полной подаче насоса $q_H = 90 \text{ см}^3 / \text{об}$ скорость на моторе будет составлять 0,8 от скорости насоса.

$$i_{\text{бр}} = \frac{\omega_M r_{\text{БК}}}{v} = \frac{209 \cdot 0,8 \cdot 0,44}{0,97} = 75$$

Момент на моторе ГОП:

$$M_M = \frac{M_{\text{БК}}}{i_{\text{бр}}} = \frac{62500}{75} = 833,6 \text{ Нм}$$

Совместная подача двух моторов с объемными постоянными по 112 см³/об:

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$2q_{112} = \frac{2q_H \cdot 10^{-6}}{2\pi} = \frac{2 \cdot 112 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} = 35,67 \times 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{р}}$$

При максимальной скорости трактора давление в ГОП составляет 23,4 МПа, а при максимально возможном рабочем давлении 40 МПа, диапазон бесступенчатого регулирования усилия и скорости становится шире. Параметр регулирования для минимально возможной установившейся скорости трактора:

$$U_H = \frac{M_{\text{двс}} \eta_H}{P_{\text{ГОП}} 2q_{90}} = \frac{883 \cdot 0,9}{40 \cdot 10^6 \cdot 35,67 \cdot 10^{-6}} = 0,56$$

Минимальная скорость на левой границе зоны регулирования равна:

$$v_{\min} = U_H v_{\max} = 0,56 \cdot 0,97 = 0,54 \text{ м/с} = 1,94 \text{ км/ч}$$

Момент мотора с учетом КПД мотора:

$$M_M = P_{\text{ГОП}} 2q_{90} U_H \eta_M = 40 \cdot 10^6 \cdot 35,67 \cdot 0,9 = 1284 \text{ Нм}$$

Сила тяги трактора равна:

$$P_{v_{\min}} = \frac{M_M i_{\text{бр}}}{r_{\text{вк}}} = \frac{1284 \cdot 95}{0,44} = 219000 \text{ Н} = 219 \text{ кН}$$

219 кН это почти 22 тонны тяги: очевидно, что для трактора общим весом 22 тонны – это достижимая величина на пределе сцепных свойств грунта.

Исходные данные для расчетов рабочего режима приведены в таблице 3.1

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета рабочего режима трактора (i=75)

$N_{\text{ДВС}}, \text{ л.с}$	240
$n_{\text{ДВС ном}}, \text{ об/мин}$	2100
$i_{\text{бр}}$	75
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}, \text{ об/мин}$	3100
$\Delta P, \text{ бар}$	430
$V_{\text{ГНmax}}, \text{ см}^3$	90
$V_{\text{ГМmax}}, \text{ см}^3$	112
$r_{\text{вк}}, \text{ м}$	0,44

Основные формулы для расчета приведены ниже:

$$v_{\text{тр}} = \frac{2n_{\text{вк}} \pi r_{\text{вк}} \cdot 3,6}{60}, \text{ км/ч} \quad (3.4)$$

$$Q_{\text{Н}} = Q_{\text{М}} = \frac{V_{\text{Н}} n_{\text{ДВС}} \eta_o}{1000}, \text{ л/мин} \quad (3.5)$$

$$n_{\text{ГМ}} = \frac{1000 Q_{\text{М}} \eta_o}{V_{\text{М}}}, \text{ об/мин} \quad (3.6)$$

$$M_{\text{ГМ}} = \frac{V_{\text{М}} P \eta_{\text{мех}}}{20\pi}, \text{ Нм} \quad (3.7)$$

$$N_{\text{ГМ}} = \frac{2\pi n_{\text{М}} M_{\text{М}}}{60000}, \text{ кВт} \quad (3.8)$$

$$n_{\text{вк}} = \frac{n_{\text{ГМ}}}{i_{\text{бр}}}, \text{ об/мин} \quad (3.9)$$

$$p = \frac{20 M_{\text{ГН}} \pi \eta_{\text{мех}}}{V_{\text{Н}}}, \text{ бар} \quad (3.10)$$

$$P_{\text{тяги}} = \frac{2M_M \pi_{\text{бр}} i_{\text{бр}}}{r_{\text{вк}}}, \text{ Н} \quad (3.11)$$

Показатели КПД агрегатов трансмиссии примем для механических узлов и деталей равным 0,95, для гидрообъемных машин 0,95.

Основные расчетные точки приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора (i=75)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{\text{тр}}, [\text{км/ч}]$	1,88	3,37
$V_{\text{гн}}, [\text{см}^3]$	50,1	90
$V_{\text{гм}}, [\text{см}^3]$	112	112
$Q_{\text{гн}} = Q_{\text{гм}}, [\text{л/мин}]$	100	180
$n_{\text{гм}}, [\text{об/мин}]$	848	1523
$M_{\text{гм}}, [\text{Нм}]$	728	406
$N_{\text{гм1}}, [\text{кВт}]$	65	65
$N_{\text{гмсумм}}, [\text{кВт}]$	129	129
$P_{\text{вксумм}}, [\text{Н}]$	235827	131348
$n_{\text{вк}}, [\text{об/мин}]$	11,31	20,31
$N_{\text{вк}}, [\text{кВт}]$	122,9	122,9
$\Delta P, [\text{бар}]$	430	239
Общий КПД	0,774	0,774

Тягово-скоростная характеристика трактора при заданных исходных данных принимает вид, представленный на рисунке 3.2:

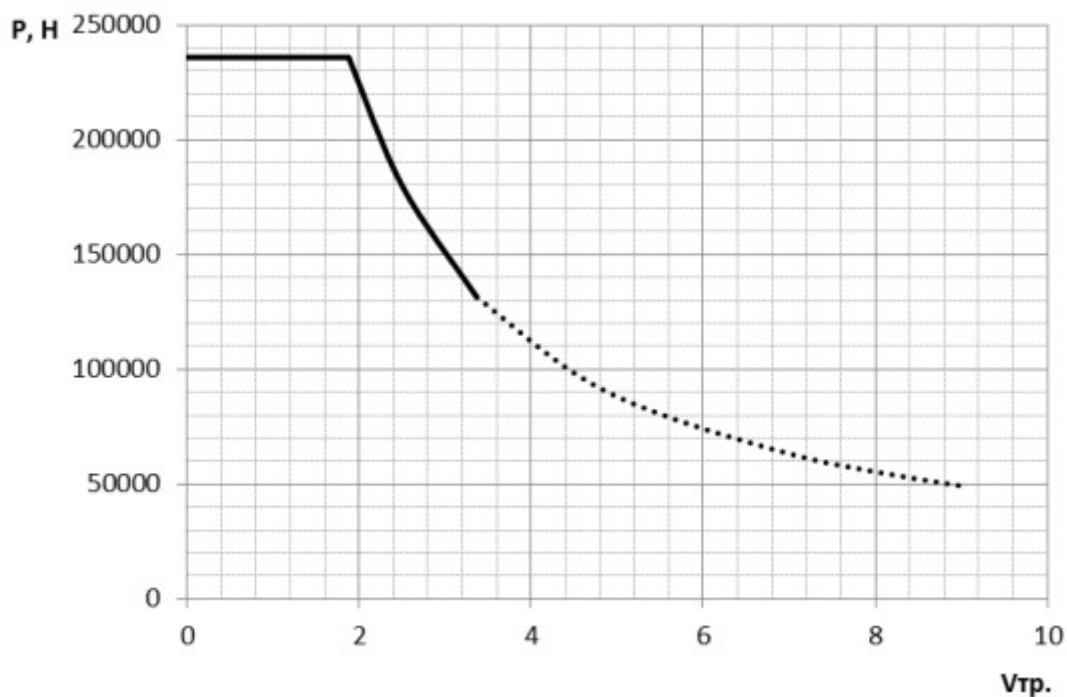


Рисунок 3.2 – Тягово-скоростная характеристика при рабочем режиме ($i=75$)

Рассчитаем рабочий режим трактора при $i=66$.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные для расчета рабочего режима трактора ($i=66$)

$N_{ДВС}$, л.с.	240
$n_{ДВСном}$, об/мин	2100
$i_{бр}$	66
$n_{ГМmax} = n_{БРmax}$, об/мин	3100
ΔP , бар	430
$V_{ГНmax}$, см ³	90
$V_{ГМmax}$, см ³	112
$\Gamma_{вк}$, М	0,44

Расчеты проведем по формулам представленным выше и сведем результаты в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора (i=66)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	2,13	3,83
$V_{гн}$, [см ³]	50,1	90
$V_{гм}$, [см ³]	112	56
$Q_{гн} = Q_{гм}$, [л/мин]	100	180
$n_{гм}$, [об/мин]	848	1523
$M_{гм}$, [Нм]	728	406
$N_{гм1}$, [кВт]	65	65
$N_{гмсумм}$, [кВт]	129	129
$P_{вксумм}$, [Н]	207527	115586
$n_{вк}$, [об/мин]	12,85	23,08
$N_{вк}$, [кВт]	122,9	122,9
ΔP , [бар]	140	239
Общий КПД	0,774	0,774

Тягово-скоростная характеристика рабочего режима представлена на рисунке 3.3.

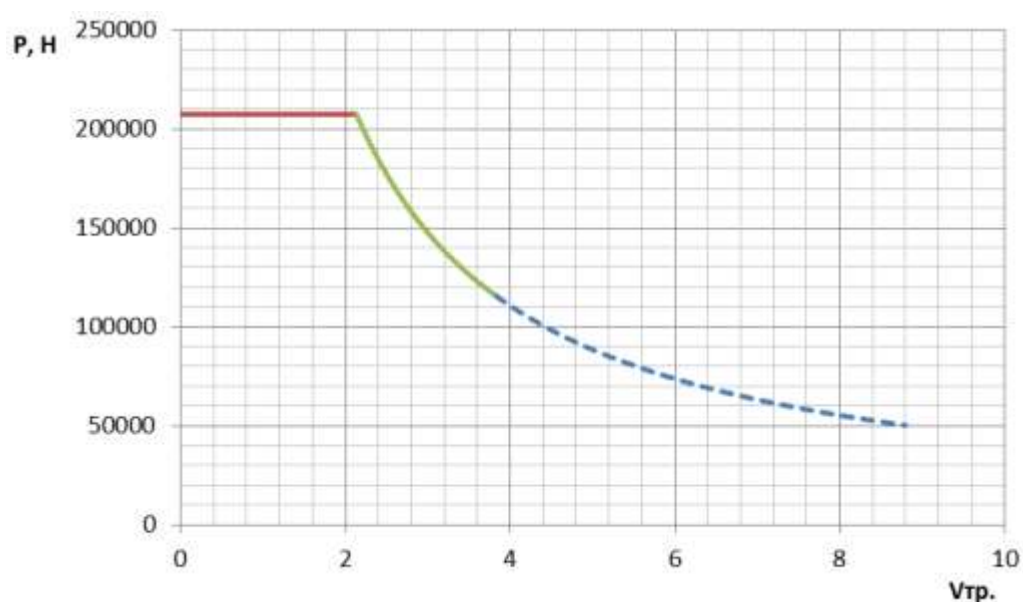


Рисунок 3.3 – Тягово-скоростная характеристика при рабочем режиме (i=66)

Для транспортного режима работы подача мотора становится половинной ($q = 112 \cdot 0,5 = 56$), а регулирование продолжает производиться только насосом.

Передаточное число бортового редуктора $i=66$.

Исходные данные для расчета транспортного режима сведены в таблицу 3.5

Таблица 3.5 – Исходные данные для расчета транспортного режима ($i=66$)

$N_{ДВС}$, л.с.	240
$n_{ДВСном}$, об/мин	2100
$i_{бр}$	66
$n_{ГМmax} = n_{БРmax}$, об/мин	3100
ΔP , бар	430
$V_{ГНmax}$, см ³	90
$V_{ГМmax}$, см ³	112
$\Gamma_{вк}$, М	0,44

Для расчета используем формулы представленные выше. Полученные результаты сведем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Основные расчетные параметры транспортного режима ($i=66$)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	4,26	7,66
$V_{ГН}$, [см ³]	50,1	90
$V_{ГМ}$, [см ³]	56	56
$Q_{ГН} = Q_{ГМ}$, [л/мин]	100	180
$n_{ГМ}$, [об/мин]	1696	3046
$M_{ГМ}$, [Нм]	364	203
$N_{ГМ1}$, [кВт]	65	65
$N_{ГМСУММ}$, [кВт]	129	129
$P_{ВКСУММ}$, [Н]	103764	57793
$n_{вк}$, [об/мин]	25,7	46,15
$N_{вк}$, [кВт]	122,9	122,9
ΔP , [бар]	430	239
Общий КПД	0,774	0,774

По полученным данным можем построить тягово-скоростную характеристику, представленную на рисунке 3.4.

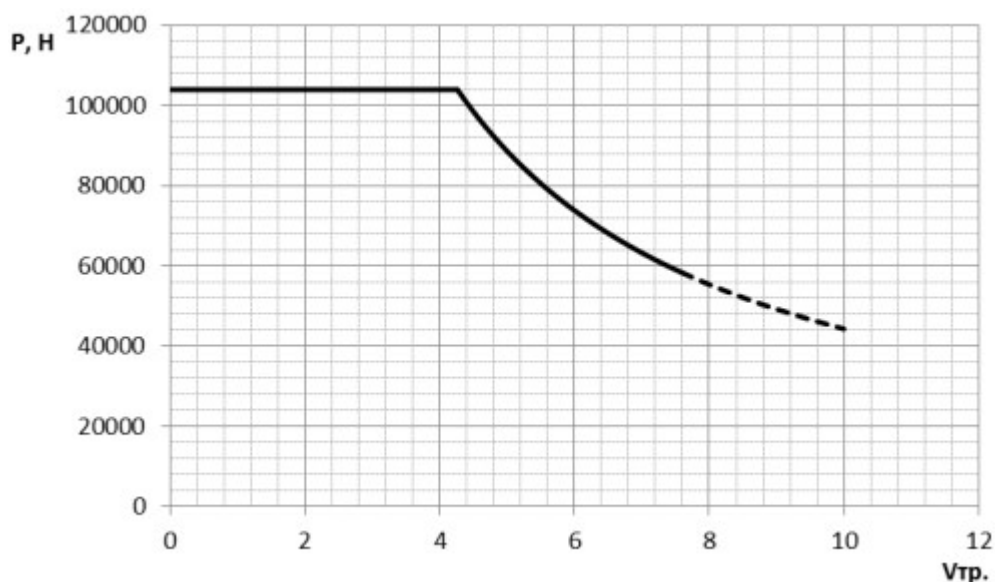


Рисунок 3.4 – Тягово-скоростная характеристика при транспортном режиме ($i=66$)

Примем передаточное число бортового редуктора, основываясь на ручном тяговом расчете равным 58.

Запишем исходные данные в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора ($i=58$).

$N_{\text{ДВС}}$, л.с.	240
$n_{\text{ДВСном}}$, об/мин	2100
$i_{\text{бр}}$	58
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}$, об/мин	3100
ΔP , бар	430
$V_{\text{ГНmax}}$, см ³	90
$V_{\text{ГМmax}}$, см ³	112
$r_{\text{вк}}$, м	0,44

Таблица 3.8 – Основные расчетные параметры транспортного режима (i=58)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	2,42	4,35
$V_{гн}$, [см ³]	50,1	90
$V_{гм}$, [см ³]	112	56
$Q_{гн} = Q_{гм}$, [л/мин]	100	180
$n_{гм}$, [об/мин]	848	1523
$M_{гм}$, [Нм]	728	406
$N_{гм1}$, [кВт]	65	65
$N_{гмсумм}$, [кВт]	129	129
$P_{вксумм}$, [Н]	191927	107036
$n_{вк}$, [об/мин]	14,62	26,26
$N_{вк}$, [кВт]	122,9	122,9
ΔP , [бар]	430	239
Общий КПД	0,774	0,774

Тягово-скоростная характеристики имеет вид, представленный на рисунке 2.4:

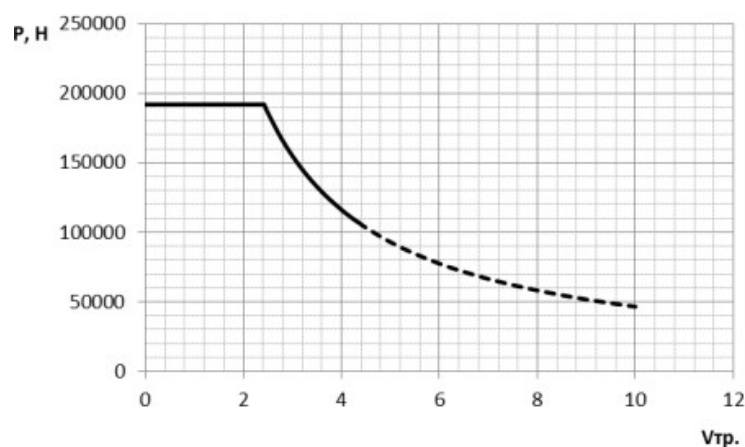


Рисунок 3.5 – Тягово-скоростная характеристика при транспортном режиме (i=66)

Расчетная программа позволяет подобрать необходимые для трактора параметры тяговой характеристики. При выборе бортового редуктора с передаточным числом равным 75 машина имеет тягу почти в 236 кН, что невозможно для трактора массой 22 тонны, работающем на слабонесущем грунте, а при передаточном отношении 58, тяговое усилие будет меньше требуемого по

тягово-сцепным свойствам. Просчитав несколько вариантов, оптимальное передаточное число бортового редуктора принято равным 66. Изменив передаточное число бортового редуктора, можно добиться снижения тягового усилия трактора и увеличения его максимальной скорости.

Как указано выше, существует другой способ регулирования трансмиссии, а именно последовательное регулирование насосом и мотором. Для этого типа регулирования тоже проведем тяговый расчет.

Исходные данные для тягового расчета трактора ($i=66$) приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.9 – Исходные данные для тягового расчета трактора ($i=66$)

$N_{ДВС}$, л.с.	240
$n_{ДВСном}$, об/мин	2100
$i_{бр}$	66
$n_{ГМmax} = n_{БРmax}$, об/мин	3100
ΔP , бар	430
$V_{ГНmax}$, см ³	90
$V_{ГМmax}$, см ³	112
$\Gamma_{вк}$, М	0,44

Таблица 3.10 – Основные расчетные параметры тягового расчета трактора ($i=66$)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	2,13	7,79
$V_{ГН}$, [см ³]	50,1	90
$V_{ГМ}$, [см ³]	112	56
$Q_{ГН} = Q_{ГМ}$, [л/мин]	100	180
$n_{ГМ}$, [об/мин]	848	3100
$M_{ГМ}$, [Нм]	728	199
$N_{ГМ1}$, [кВт]	65	65
$N_{ГМСУММ}$, [кВт]	129	129
$P_{ВКСУММ}$, [Н]	207527	56785
$n_{вк}$, [об/мин]	12,85	46,97
$N_{вк}$, [кВт]	122,9	122,9
ΔP , [бар]	430	239
Общий КПД	0,774	0,774

При уточненных исходных данных тягово-скоростная характеристики имеет вид, представленный на рисунке 3.6:

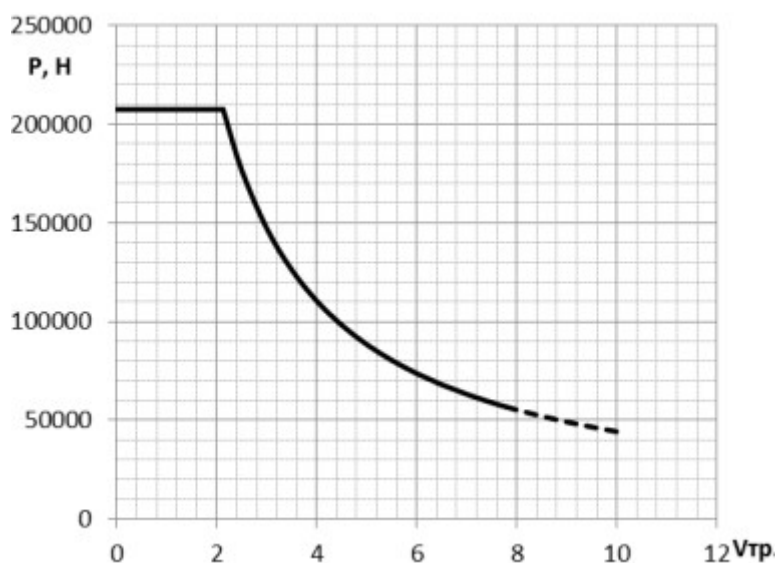


Рисунок 3.6 – Тягово-скоростная характеристика трактора ($i=66$)

Для квалифицированной оценки преимуществ и недостатков различных способов регулирования гидрообъемных машин и их влияния на тяговые характеристики (рисунок 2.3 - 2.5) необходимо проводить специальные исследования, что и предполагается сделать в дальнейшем.

3.2 Расчет КПД гидропривода машины

Коэффициент полезного действия позволяет установить эффективность спроектированной машины.

Общий полный КПД находится в пределах $\eta_{общ} = 0,65 - 0,75$.

Общий КПД считают по формуле:

$$\eta_{общ} = \eta_{Г} \eta_{мех} \eta_{об} \quad (3.13)$$

Гидравлический КПД считают:

$$\eta_{\Gamma} = \frac{P_{\text{ном}} - \Sigma \Delta P}{P_{\text{ном}}} = \frac{250 \text{ МПа} - 25 \text{ МПа}}{250 \text{ МПа}} = 0,9$$

Механический КПД находят произведением всего последовательно соединенного гидрооборудования:

$$\eta_{\text{мех}} = \eta_{\text{мех.н}} \eta_{\text{мех.р}} \eta_{\text{мех.г}} \quad (3.14)$$

где $\eta_{\text{мех}}$ – механический КПД насоса;

$\eta_{\text{мех.р}}$ – механический КПД распределителя

$\eta_{\text{мех.г}}$ – механический КПД гидродвигателя

Значения механических КПД насосов и гидромоторов выбирают по рекомендациям, а значения распределителей принимают равными 1, так как механические потери в распределителе малы.

$$\eta_{\text{мех}} = 0,9 \cdot 0,88 \cdot 1 = 0,8$$

Объемный КПД гидропривода:

$$\eta_{\text{об}} = \eta_{\text{об.н}} \eta_{\text{об.р}} \eta_{\text{об.гд}} \quad (3.15)$$

где $\eta_{\text{об.н}}$ – объемный КПД насоса;

$\eta_{\text{об.р}}$ – объемный КПД распределителя;

$\eta_{\text{об.гд}}$ – объемный КПД гидродвигателя;

Объемный КПД распределителя и гидроцилиндров принимается равным 1. Входящий в формулу объемный КПД насоса выбирают из технических характеристик:

$$\eta_{об} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

Теперь рассчитаем общий КПД гидропривода:

$$\eta_{общ} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,65$$

Общий КПД гидропривода попадает в интервал значений.

Выводы по разделу три

В данном разделе дипломной работы произведен тяговый расчет трактора ТМ-10 включающий в себя 2 режима работы трактора, в результате тягового расчета для промышленного трактора ТМ-10 с гидростатической трансмиссией было подобрано оптимальное передаточное число бортового редуктора, обеспечивающее требуемое тяговое усилие. Были проведены расчеты общего КПД гидропривода, подтверждающий правильность спроектированной машины.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Введение

В машиностроении стадия технологической обработки, наряду с разработкой конструкторской документации являются наиболее важными составляющими производства. К современным технологиям предъявляют всё более и более жёсткие требования как в сфере повышения качества и сокращения времени обработки, так и в сфере наиболее экономичного расходования материалов. Сочетание всех этих требований является залогом того, что изделие полностью воплотит в себе те параметры, которые заложил в неё конструктор[6].

Тенденции развития машиностроения в последние десятилетия приводят к созданию автоматизированных линий и цехов, внедрение высокоточного оборудования с программным управлением. Повышаются также требования к квалификации персонала.

Одной из основных задач технологии является экономное расходование материалов, а одним из основных направлений для достижения этой цели можно считать правильный выбор формы исходной заготовки с наименьшими затратами на её дальнейшую обработку.

Правильный выбор технологического процесса также является важным фактором на пути создания детали, отвечающей всем требованиям конструкторской документации, с наименьшим количеством технологических переходов, времени и затрат энергии, затрачиваемых на её изготовление.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

4.2 Описание детали и ее назначения

Деталь изображена на рисунке 4.1.

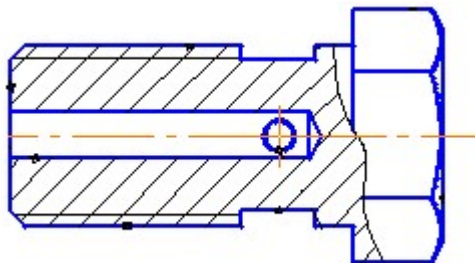


Рисунок 4.1– Штуцер

Формообразование детали целесообразно перенести на заготовительную стадию, тем самым это позволит снизить расход металла и уменьшить долю затрат на механическую обработку в себестоимости готовой детали. Предпочтительным видом получения заготовки для данной детали является штамповка.

Конфигурация детали диктует следующий порядок обработки заготовки:

000 – заготовительная;

005 – токарная с ЧПУ;

010 – токарная с ЧПУ;

015 – сверильная;


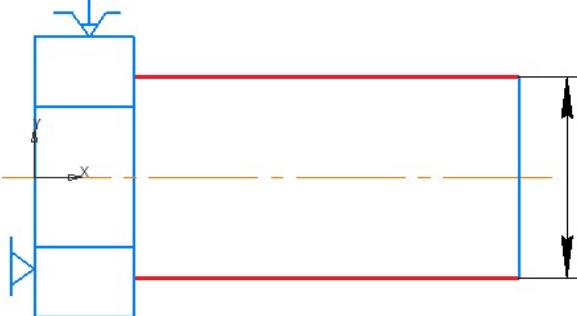
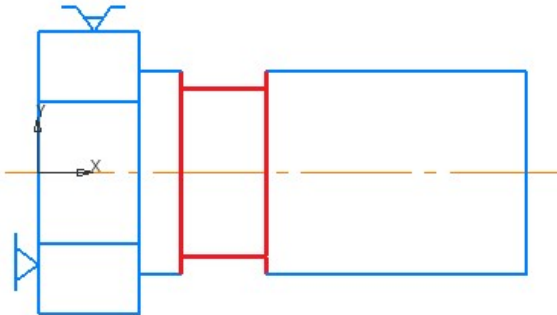
020 – токарная с ЧПУ;

025 – сверильная.

В таблице 4.1 представлен технологический процесс изготовления детали «Штуцер».

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Таблица 4.1 – Технологический процесс изготовления детали «Штуцер»

Операция	Эскиз обработки детали	Инструмент
<p>000 – заготовительная (штамповка)</p>		<p>Штамповочный пресс Trumpf TRUMATIC 200[7]</p>
<p>005 – токарная с ЧПУ</p>		<p>Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 MB[8]</p>
<p>010 – токарная с ЧПУ</p>		<p>Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 MB[8]</p>

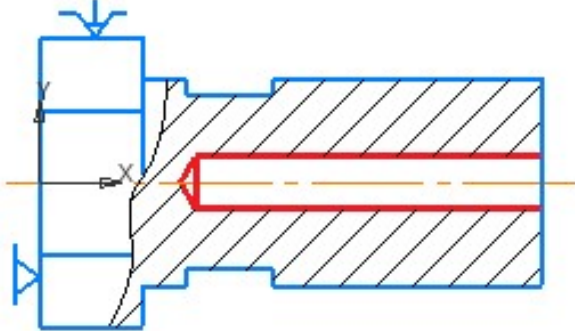
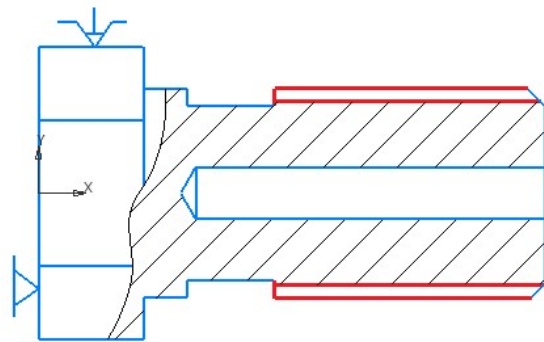
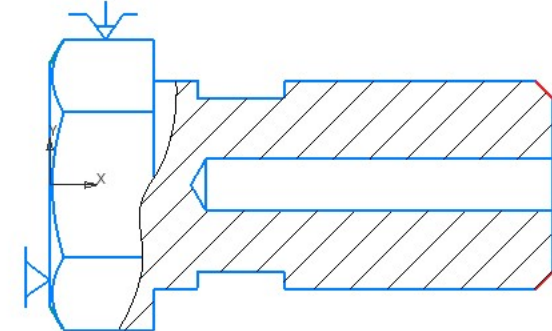
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Лист

62

Продолжение таблицы 4.1

Операция	Эскиз обработки детали	Инструмент
015 – сверильная		Радиально-сверлильный станок 2А554[9]
020 – токарная с ЧПУ		Токарный станок с ЧПУ Doosan 240 МВ[8]
025 – сверильная		Радиально-сверлильный станок 2А554[9]

Выводы по разделу четыре

В данном разделе выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления штуцера.

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

5.1 Организационный раздел

Организационно-экономический раздел выпускной квалификационной работы является не менее важной, чем конструкторская или технологическая. В ней проводится анализ целесообразности производства проектируемого изделия, с точки зрения экономической эффективности. В условиях рыночных отношений и конкурентной борьбы между производителями, в том числе и продукции военного назначения, необходимо учитывать рентабельность производства, единовременные и текущие затраты, экономический эффект, срок окупаемости капитальных вложений и т. д. Без учёта экономических параметров нельзя приступать к производству изделия, потому что оно может оказаться невыгодным для предприятия и привести к его разорению[10].

В последнее время роль экономического анализа постоянно повышается, так как в нашей стране установилась система рыночных отношений, и при выходе на мировой рынок нужно стремиться к тому, чтобы, не уступая в качестве изделие было дешевле в производстве и эксплуатации, нежели аналоги в других странах.

Планирование и управление различными комплексами работ предполагают использование моделей (графиков) проектов или разработок, достаточно полно отражающих в той или иной форме взаимосвязи и характеристики работ, которые предстоит выполнить. Традиционные методы планирования предполагают использование простейших моделей типа ленточных план-графиков Ганнта, которые позволяют отразить календарные сроки начала и окончания каждого вида работы и длительность цикла выполнения всего комплекса работ.

При расчете трудоемкости и длительности этапов НИОКР могут быть приняты события дипломной работы. Расчет трудоемкости этапов НИОКР проводится на основе нормативной базы. Для расчета трудоемкости этапов НИОКР воспользуемся методом экспертных оценок.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

№ п.п.	Этап работ	Исполнители		Продолжительность, раб. дни	Рабочие дни							
		категория	кол-во		1-3	4-8	9-16	17-24	25-29	30-35	36-40	41-45
1	Введение	Инженер	1	2								
2	Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	Инженер	1	5								
3	Описание и обоснование выбранной конструкции	Руководитель темы	1	8								
4	Расчеты подтверждающие работоспособность и надежность конструкции	Руководитель темы Инженер	1 1	8								
5	Технологический раздел	Инженер	1	4								
6	Организационно-экономический раздел	Консультант по эконом. части Инженер	1 1	6								
7	Раздел БЖД	Консультант БЖД Инженер	1 1	6								
8	Разработка конструкторской документации	Инженер Руководитель темы	1 1	3								

Рисунок 5.1 – План-график Гантта (ленточный) выполнения НИОКР

5.2 Экономический раздел

5.2.1 Сметы затрат выпускной квалификационной работы

Для составления сметы затрат необходимо рассчитать укрупненную смету затрат на выполнение проекта (сметную себестоимость) $C_{см}$, которую можно представить как сумму следующих типовых статей затрат:

$$C_{см} = C_{м} + C_{з.п.осн.} + C_{з.п.доп.} + C_{в.н.} + C_{накл.}, \quad (5.1)$$

где $C_{м}$ – прямые материальные затраты;
 $C_{з.п.осн.}$ – затраты по основной заработной плате исполнителей;
 $C_{з.п.доп.}$ – затраты по дополнительной заработной плате исполнителей;
 $C_{в.н.}$ – отчисления по единому социальному налогу;
 $C_{накл.}$ – накладные(общехозяйственные налоги).

В составе прямых материальных затрат $C_{м}$ учитываются затраты на потребляемые ресурсы - расходные материалы и др. Величина затрат $C_{м}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{м} = k_{Т} \sum_{i=1}^m Ц_i N_{расх}, \quad (5.2)$$

где $k_{Т}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;
 $Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида ресурсов, руб./ шт.;
 $N_{расх}$ – количество материальных ресурсов i -го вида.

Таблица 5.1 – Расчеты затрат на материалы

Наименование	Стоимость
1. Персональный компьютер	20000
2. Лицензия ПО КОМПАС 3D	127000
3. Стол компьютерный	4000

$$C_m = 1,2 (20000 + 127000 + 4000) = 181200 \text{ руб}$$

Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта $C_{з.п.осн.}$ планируем с учетом продолжительности выполнения проекта и его отдельных этапов, степени занятости исполнителей (для некоторых категорий - трудоемкости работ), с использованием данных о нормах оплаты их труда. Расчет основной заработной платы проведем по отдельным работам (исполнителям).

К основной заработной плате $C_{з.п.осн.}$ относится оплата труда всего научно-производственного персонала, непосредственно принимавшего участие в разработке темы. Для определения затрат по основной заработной плате используем данные по трудоемкости отдельных этапов. Для расчета основной заработной платы научных работников, ИТР и служащих предварительно определяем их среднедневной заработок:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{L_0}{F}, \quad (5.3)$$

где $L_{\text{ср.д.}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

L_0 – оклад за месяц, руб.;

F – месячный фонд времени (рабочие дни).

Определим среднедневной заработок консультанта:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{25000}{21,8} = 1147.$$

Определим среднедневной заработок инженера:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{20000}{21,8} = 917.$$

Определим среднедневной заработок руководителя дипломного проекта:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{25000}{21,8} = 1147.$$

Тогда заработная плата за выполнение определенного этапа проекта определим по формуле:

$$L = L_{\text{ср.д.}} \cdot t, \quad (5.4)$$

где L – заработная плата за выполнение определенного этапа НИОКР;
 $L_{\text{ср.д.}}$ – среднедневная заработная плата исполнителя;
 t – трудоемкость работы, чел.-дни.

Определим заработную плату за выполнение определенного этапа проекта консультанта:

$$L = 1147 \cdot 6 = 6882$$

Определим заработок инженера:

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

$$L=917 \cdot 45=41265$$

Определим заработок руководителя проекта:

$$L=1147 \cdot 20=22940$$

Расчет заработной платы рабочих производим на основе тарифной системы. Сперва устанавливаем общий объем работы по видам: сборка, монтаж, наладка и т.д., нормо-час. Затем по каждому виду работ определяем средний разряд и на его основе – среднюю стоимость одного нормо-часа. Суммарную заработную плату рабочих по видам работ определяем по формуле:

$$L = \sum_1^n l_{\text{ср.}i} t_i, \quad (5.5)$$

где L — заработная плата рабочих по всем видам работ, руб.;

n — количество видов работы;

$l_{\text{ср.}i}$ — средняя стоимость одного нормо-часа i -го вида работ, руб./нормо-час;

t_i — трудоемкость i -го вида работ, нормо-час.

$$L = \sum_1^3 135 \cdot 1,6 = 648 \text{ руб./нормо-час}$$

Таблица 5.2 – расчет суммы основной заработной платы

Исполнители	Число исполнителей	Трудоемкость чел. - дней	Средняя заработная плата в день, руб	Сумма основной заработной платы, руб.
Руководитель	1	20	1147	22940
Инженер	1	45	917	41265
Консультанты от кафедр (2 консультанта)	2	6	1147	(6900·2)= =13800
Сумма, руб				78005

Дополнительную заработную плату исполнителей проекта $C_{з.п.доп}$ принимаем с учетом величины предусмотренных ТК РФ доплат за отклонения от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Затраты по дополнительной заработной плате персонала проекта:

$$C_{з.п.доп} = C_{з.п.оос} \alpha \quad (5.6)$$

$$C_{з.п.доп} = 78005 \cdot 0,13 = 10140$$

Отчисления по единому социальному налогу $C_{Е.Н.}$ учитывают взносы организации в государственные внебюджетные фонды (Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования РФ, Фонд обязательного медицинского страхования РФ). Ставки взносов устанавливаются Налоговым кодексом РФ, их величина дифференцирована в зависимости от зарплаты персонала организации. При обосновании сметной себестоимости темы ДП величину $C_{Е.Н.}$ определяем по формуле:

$$C_{\text{Е.Н.}} = (C_{\text{з.п.оос}} + C_{\text{з.п.доп}}) k_c, \quad (5.7)$$

где k_c – коэффициент, соответствующий ставке единого социального налога.

$$C_{\text{Е.Н.}} = (78005 + 10140) \cdot 0,3 = 26443,5$$

Накладные (общехозяйственные) расходы $C_{\text{накл}}$ учитывают затраты организации на зарплату управленческого персонала и персонала функциональных служб, на содержание и ремонт зданий и сооружений организации, иные расходы. Величину $C_{\text{накл}}$ определим:

$$C_{\text{накл}} = C_{\text{з.п.оос}} k_n, \quad (5.8)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$C_{\text{накл}} = 78005 \cdot 0,5 = 39002,5 \text{ руб.}$$

Теперь по формуле (5.1) рассчитаем смету затрат на выполнение проекта:

$$C_{\text{см}} = 181200 + 78005 + 10140 + 26443,5 + 39002,5 = 334791 \text{ руб.}$$

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

Все полученные данные расчетов сведем в ведомость затрат этапов дипломного проекта, таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Смета затрат этапов дипломного проекта

Наименование	Затраты, руб.
Материалы	181200,0
Основная заработная плата	78005,0
Дополнительная заработная плата	10140,0
Отчисление в страховые взносы	26443,5
Накладные расходы	39002,5
Сумма	334791,0

5.2.2 Оценка коммерческой состоятельности ВКР

Экономический эффект от новой техники может быть рассчитан от снижения ее себестоимости, от изменения расходов на ее эксплуатацию, от увеличения срока службы и др.

В общем случае капитальные вложения (инвестиции) в строительство и организацию работ (КСУМ.) по выпуску новой продукции включает в себя:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{ниокр}}, \quad (5.9)$$

где $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{об}}$ – минимально необходимые оборотные средства;

$K_{\text{сопр}}$ – сопряженные капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{ниокр}}$ – капитальные вложения в НИОКР.

В выпускном квалификационном проекте рассматриваются реальные инвестиции, при этом учитываются только прямые капитальные вложения:

$$K_{пр}=(0,5...0,9)C_{пол} \times A_{г}, \quad (5.10)$$

где $C_{пол}$ – полная себестоимость;

$A_{г}$ – программа выпуска продукции, которая равна 10 шт.

Найдем полную себестоимость трактора $C_{пол}$, методом удельных показателей:

$$C_{пол}=(0,27+\frac{0,67}{\sqrt{A_{г}}})G, \quad (5.11)$$

где G – масса трактора.

$$C_{пол}=(0,27+\frac{0,67}{\sqrt{9}}) \times 17000000=8386666 \text{ руб.}$$

Найдем прямые капитальные вложения по формуле (5.10):

$$K_{пр}=0,6 \times 8386666 \times 9= 45287996 \text{ руб.}$$

Рассчитаем период окупаемости проекта, то есть минимальный временной интервал (от начала осуществления инвестиционного проекта), за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остается в дальнейшем положительным.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{P_{\text{р}}}, \quad (5.12)$$

где $T_{\text{ок}}$ – период окупаемости;

$K_{\text{сум}}$ – ежегодные капитальные вложения;

$P_{\text{р}}$ – проектная прибыль.

$$P_{\text{р}} = P_{\text{б}} k_{\text{н.п.}}, \quad (5.13)$$

где $P_{\text{б}}$ – балансовая (общая) прибыль;

$k_{\text{н.п}}$ – коэффициент, учитывающий налог на прибыль, $k_{\text{н.п}} = 0,76$.

Балансовая (общая) прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ($C_{\text{отп}}$) и плановой ее полной себестоимости ($C_{\text{пол}}$) с учетом годовой программы выпуска:

$$P_{\text{б}} = (C_{\text{отп}} - C_{\text{пол}}) A_{\text{г}}, \quad (5.14)$$

$$P_{\text{б}} = (9644665 - 8386666) \cdot 10 = 12579990 \text{ руб.}$$

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$Pr = 12579990 \cdot 0,76 = 9560792 \text{ руб.}$$

$$T_{ок} = \frac{45287996}{9560792} = 4,7 \text{ г.}$$

Графической иллюстрацией срока окупаемости проекта является график денежных потоков рисунок 5.2.

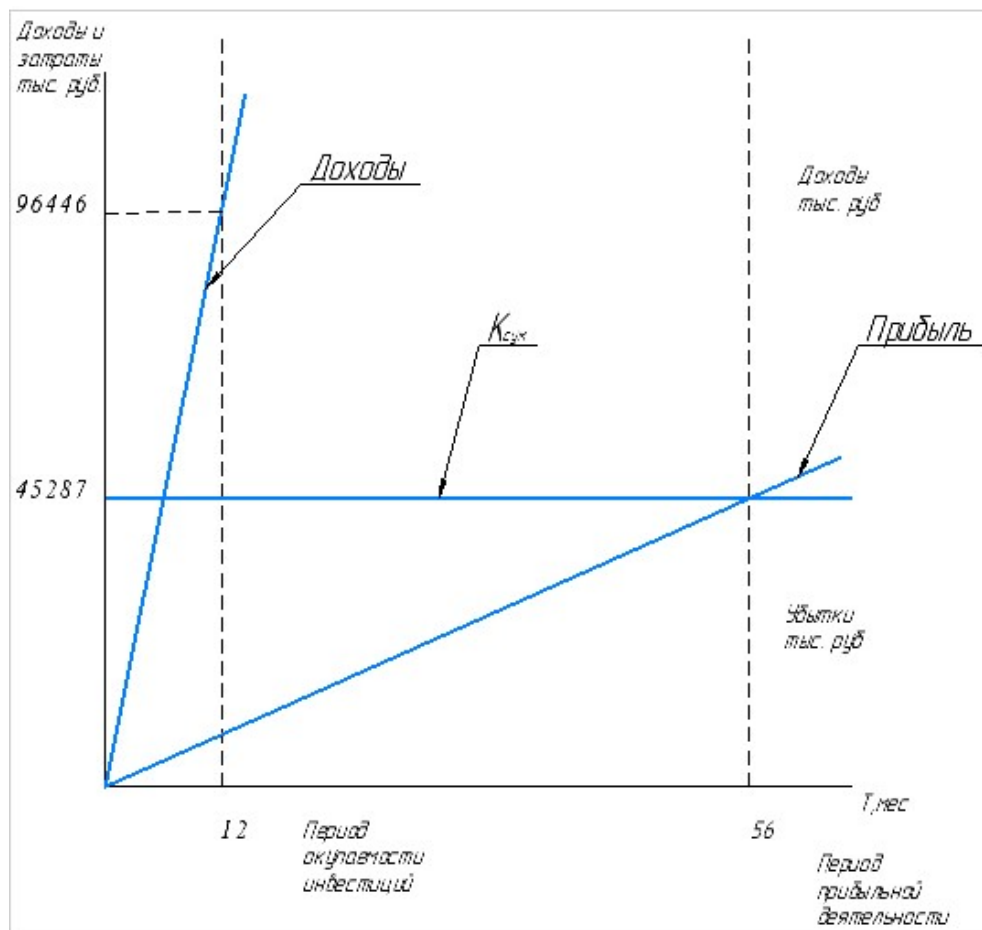


Рисунок 5.2 – график денежных потоков

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ

Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства ($A_{кр}$), при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Определим точку безубыточности проекта по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{отп} - a}, \quad (5.15)$$

где B – условно–постоянные издержки на весь выпуск, руб./год;

$C_{отп}$ – отпускная цена предприятия, руб./шт.;

a – условно-переменные издержки на единицу продукции, руб./шт.

В расчетах принимаются значения условно-постоянных издержек, как 70% полной себестоимости, а значения условно переменных издержек – 30% от полной себестоимости.

$$A_{кр} = \frac{58706662}{9644600 - 2515999} = 8 \text{ шт/год.}$$

Графически «точка безубыточности» рассчитываются по формулам, учитывающим зависимость объемов реализации (V_p) и общих издержек от объемов выпуска и реализации (C):

$$V_p = \Pi_{\text{отп}} A_{\Gamma} \quad (5.16)$$

$$C = aA_{\Gamma} + B \quad (5.17)$$

$$V_p = 9644600 \times 9 = 86801400 \text{ руб/год.}$$

$$C = 2515999 \times 9 + 58706662 = 81350653 \text{ руб/год.}$$

Графической иллюстрацией определения точки безубыточности служит рисунок 5.3.

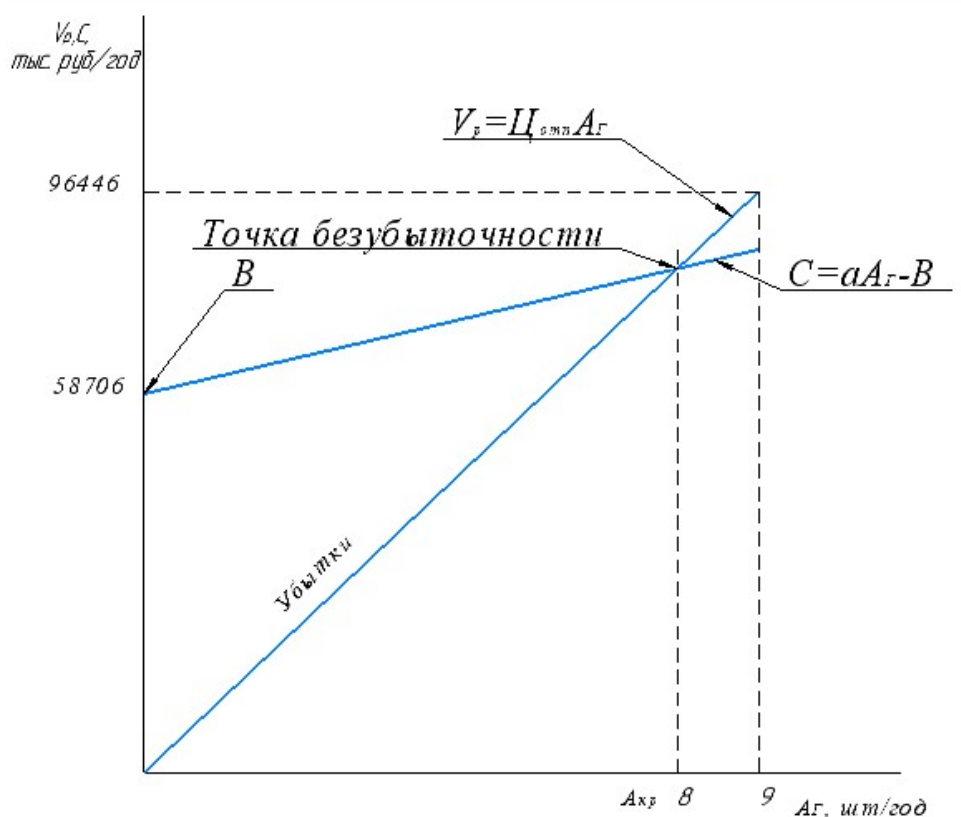


Рисунок 5.3 – график точки безубыточности

Таблица 5.4 – Технико-экономические показатели инвестиционного проекта

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Годовая программа	шт.	9
Полная себестоимость	тыс. руб.	8386
Оптовая цена	тыс. руб.	9644
Прибыль	тыс. руб./год	9560
Инвестиции	тыс. руб.	45287
Срок окупаемости	год	4,7
Точка безубыточности	шт.	8

Выводы по разделу пять

В организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – система знаний, обеспечивающая безопасность обитания человека в производственной и непроизводственной среде, и развитие деятельности по обеспечению безопасности в перспективе с учетом антропогенного влияния на среду обитания. В условиях научно-технического прогресса, быстро растущего производства, внедрения новой техники и технологий, роста роли человека на производстве и социальной значимости безопасных и здоровых условий труда, проблема безопасности жизнедеятельности приобретает особую актуальность. Конституция Российской Федерации в качестве одного из основных прав граждан закрепила право на охрану здоровья (ст. 41). Естественным следствием этого является и право работника на здоровье и безопасные условия труда, которые также в качестве отдельного принципа и в форме субъективного права закреплены в ст. 37 Конституции.

Согласно трудовому кодексу (ст. 211) требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

6.1 Анализ опасных и вредных факторов (ОВФП), возникающих на этапе производства и эксплуатации

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015[11], на рабочем месте слесаря-ремонтника в процессе производства могут возникнуть следующие опасные и вредные производственные факторы:

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ				

- нарушение микроклимата;
- повышенный уровень вибрации;
- нарушение условий освещенности;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень напряжений прикосновения и токов.

6.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

6.2.1 Микроклимат производственных помещений

Под микроклиматом производственных помещений понимают метеорологические условия внутренней среды этих помещений.

Параметрами, характеризующими микроклимат, являются:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- подвижность воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Параметры микроклимата меняются с изменением внешних природных условий.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются соответственно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Микроклиматические условия в производственных помещениях регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».[12]

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 6.1.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Таблица 6.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб(233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
Теплый		19-21	18-22	60-40	0,3

Таблица 6.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Пб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0
Теплый		16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0

Таблица 6.3 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 2

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Пб (233-290)	15-75	0,2	0,4
Теплый			0,2	0,5

Для поддержания температуры воздуха в указанных пределах необходима система центрального водяного отопления. Требования к системам отопления устанавливаются СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ВСН 01-89.[13]

Для контроля за состоянием микроклимата в производственной зоне используются термометры и измерители влажности.

6.2.2 Требования к производственному освещению

Освещение производственных помещений регламентируется СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение.»[14]

Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

Организация рационального освещения рабочих мест является одним из основных вопросов охраны труда. Работа операторов станков относится к работе средней точности. Однако при неудовлетворительном освещении зрительная способность глаза снижается, и могут появиться резь в глазах, головные боли, развивается близорукость.

Искусственное освещение должно быть комбинированным: общее верхнее освещение и местное, состоящее из электрических светильников и переносных ламп. Также допускается совмещенное освещение, когда наряду с искусственным используется естественное освещение. Освещенность на рабочем месте оператора станка должна быть не менее 400 лк.

Требования к освещению помещений промышленных предприятий для данного класса зрительной работы представлены в таблице 6.4.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Таблица 6.4 - Требования к освещению помещений промышленных предприятий
часть 1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	X-ка фона
Очень высокой точности	Св 0,15 до 0,30	а	малый	темный
		б	малый средний	средний темный
		в	малый средний большой	светлый средний темный
		г	средний большой	светлый средний

Таблица 6.5 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий
часть 2

Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателей дискомфорта и коэффициента пульсации		
При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	UGR, не более	K _п , %
Всего	В том числе от общего			
4000	400	-	22	10
3000	300	750	22	10
2000	200	500	22	10
1000	200	400	22	10

6.2.4 Уровень шума в производственных помещениях

Регламентирующие документы: ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности[15]; СП 51.13330.2011[16] Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

В производственных помещениях уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Шум вредно действует на организм и снижает производительность труда. В зависимости от уровня и спектра шума воздействие его на организм человека различно: нормой является шум с уровнем 50 дБ, а шум с уровнем 80 дБ затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности и мешает нормальному отдыху; шум с уровнем 100-120 дБ на низких частотах и 80-90 дБ на средних и высоких частотах может вызывать необратимые изменения и привести к понижению слуха, а в дальнейшем к развитию тугоухости, шум с уровнем 120-140 дБ способен вызвать механическое повреждение органов слуха.

Шум создает значительные нагрузки на нервную систему человека, оказывает на него психологическое воздействие, ослабляется внимание, ухудшается память. Все это приводит к значительному снижению производительности труда, увеличению количества ошибок в работе. Поэтому предполагаются меры по защите работающих от вредного влияния шума.

Шум в производственных помещениях регламентирован ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».[15]

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице 6.6.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Таблица 6.6 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

Назначение трудовой деятельности	Время суток, ч	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами	-	107	95	87	80	78	75	73	71	69	80
		103	91	83	77	73	70	68	66	64	
Работа требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами		103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Таблица 6.7 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Категория напряженности трудоого процесса	Категория тяжести трудового процесса
	Средняя физическая нагрузка
Напряженность легкой степени	80

6.2.5 Значения напряжений прикосновения и токов

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека при неаварийном режиме работы электроустановки не должны превышать значений, указанных в таблице 6.8.

Таблица 6.8– Значения напряжений прикосновения и токов

Род тока	Напряжение прикосновения, В	Ток, мА
Переменный, 50Гц	2	0.3
Переменный, 400Гц	3	0.4
Переменный, 400Гц	8	1.0

Основными нормативными документами по защите от поражения электрическим током являются ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность[17]: Общие требования» и ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7»[18]

Оборудование питающееся от сети напряжением 380 В должно быть заземлено, электрические шкафы должны иметь блок предохранителя-выключателя электрического типа. В качестве индивидуального средства защиты от поражения электрическим током в помещении должны быть диэлектрические перчатки диэлектрические и резиновые коврики.

6.3 Требования пожарной безопасности

Регламентирующий документ: ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования; Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями)[19].

Согласно НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [20] категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 6.9. Производственный цех в котором работает оператор станка относится к категории Г.

Таблица 6.9 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются

Планы эвакуации разрабатываются на основании ГОСТ Р 12.2.143-2009 (с учетом Изменения № 1, 2012) «Система стандартов безопасности труда. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Общие технические требования. Методы контроля».[21]

Требования к пожарной сигнализации устанавливаются согласно ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний».[22]

Главными причинами пожаров являются небрежность при курении (бросание горящих спичек и папирос, курение в запрещённых местах и т.п.); нарушение правил безопасности работ, неисправности электроустановок и электросети.

В качестве первичных средств пожаротушения применяются огнетушители ОВП-10 (воздушно-пенный) и ОП-5 (порошковый), подвешенные на высоте 1,5 м от пола на видном месте.

6.4 Требования безопасности для слесаря-ремонтника

Техника безопасности для слесаря при выполнении ремонтных работ включает в себя три основных этапа: до начала работ, во время проведения работ, после выполненных работ.

Требования безопасности перед началом работы:

1) Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть обшлага рукавов, заправить ее так, чтобы не было развевающихся концов. Не работать в легкой обуви (тапочках, сандалиях, босоножках). Проверить, достаточно ли освещено рабочее место.

2) Проверить, чтобы инструмент отвечал следующим требованиям: молотки должны быть насажены на рукоятки овального сечения, расклиненные металлическими завершенными клиньями и изготовленные из дерева твердых и

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		88

вязких пород; гаечные ключи должны быть исправными и соответствовать размерам болтов и гаек, наращивать ключи другими предметами запрещается; молотки, зубила, бородки, обжимки, керны и т.д. не должны иметь сбитых и скошенных бойков, заусенцев; при обнаруженных неполадках сообщить механику и до их устранения к работе не приступать;

3) При необходимости работы с электроинструментом получить электроинструмент и убедиться в его исправности: изоляция шлангового провода не должна иметь повреждений; провод со штепсельной вилкой должен иметь специальный контакт провода заземления, присоединений к корпусу электроинструмента; клеммы подключения провода должны быть надежно укрыты; включая электроинструмент повернуть его рабочей частью от себя в безопасное место; проверить наличие диэлектрического (резинового) коврика на рабочем месте.

4) При использовании переносной электрической лампы проверить, есть ли на лампе защитная сетка, исправлен ли шнур и изоляционная резиновая трубка. Напряжение переносных ламп должно быть не выше 12В.

5) Не производить самостоятельно никаких подключений электроинструмента, вызвать для этой цели дежурного-электромонтера.

6) Получая для работы пневматический инструмент, убедиться в том, что воздушные резиновые шланги не имеют повреждений, надежно закреплены на штуцере, а также соединены между собой при помощи завершенных ниппелей и закреплены хомутиками с каждого конца шланга. Штуцеры должны иметь исправные грани и резьбы, обеспечивающие прочное и плотное соединение шланга к пневматическому инструменту и к воздушной магистрали. Зачистные пневматические (электрические) машинки должны иметь предохранительный кожух, прикрепленный к корпусу, абразивный круг должен быть надежно закреплен, не иметь трещин и выбоин; между кругом и зажимными фланцами необходимы эластичные прокладки из картона (толщиной 0,5-1 мм), абразивный круг не должен иметь ни радиального, ни осевого биения.

										Лист
										89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ					

7) Осмотреть рабочее место, привести его в порядок, убрать загромождающие и мешающие работе предметы. Если пол мокрый, скользкий произвести уборку, пол посыпать песком или опилками. Инструмент, приспособления, необходимый материал и детали для работы расположить в удобном и безопасном для пользования порядке.

8) При выполнении работ вблизи электрических проходов и электроустановок потребовать от мастера цеха снятия напряжения на время ремонтных работ, если по условиям производства это невозможно, то потребовать ограждения опасных мест и работы производить в присутствии руководителя работ.

9) Потребовать установки щита (ширмы) для защиты от ультрафиолетовых лучей или надеть специальные защитные очки, если вблизи производится электросварка. Остерегаться возможных ожогов.

10) При обнаружении неисправностей оборудования, инструмента или приспособления как перед началом работы, так и во время работы сообщить руководителю работ и до устранения неполадок к работе не приступать. Работать на неисправном оборудовании, пользоваться неисправными инструментами, а также разбирать и ремонтировать электрический инструмент слесарю запрещается.

Требования безопасности во время работы:

1) Ставить снятые части у работающего оборудования не разрешается. Между снятыми частями и около ремонтируемого оборудования оставлять свободные проходы и рабочие площади, необходимые для выполнения ремонтных работ.

2) Промывку деталей в керосине производить на специально отведенных местах под местной вытяжной вентиляцией и соблюдением правил пожарной безопасности.

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ				

3) При перемещении тяжелых грузов, если нет грузоподъемной машины, пользоваться исправными такелажными листами или катками одинакового диаметра.

4) При подведении катков под груз пользоваться надежными приспособлениями. Не применять катки, если они не обладают необходимой прочностью.

5) Надеть брезентовые рукавицы, специальные защитные очки при работах, образующих окалину, пыль и мелкую стружку.

6) Бережно обращаться с пневматическим и электрическим инструментом, не бросать и не допускать его падения, класть осторожно на сухое и чистое место на виду, не оставлять без присмотра.

7) Прокладывать воздушные шланги, электропровод и кабель так, чтобы на них не наезжал транспорт, и не наступали люди, не допускать их переломов, запутывания пересечений с тросами, ацетиленовыми, пропановыми и кислородными шлангами.

8) При переноске пневматического инструмента держать его за рукоятку корпуса, а воздушный шланг, электропровод или кабель свернутыми в кольцо. Запрещается переносить инструмент, удерживая его за шланг, электропровод, кабель или за режущую часть. При переходе с одного рабочего места на другое пневматический или электрический инструмент должен быть отключен от сети питания.

9) Не пользоваться сверлами со сбитыми или свернутыми конусами.

10) Смену вставного инструмента производить при выключенной штепсельной вилке электроинструмента, а пневматического инструмента при закрытом вентиле на воздушной магистрали.

11) Обработывая детали пневматическим или электрическим инструментом, убедиться в том, что деталь надежно закреплена и не может провернуться во время обработки.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

12) При работе пневматическим или электрическим инструментом вращательного действия не держать руки вблизи вращающегося режущего инструмента, остерегаться захвата инструментом спецодежды.

13) При прекращении подачи электроэнергии, при перерыве в работе электроинструмент отсоединить от сети.

14) Работать пневматическим инструментом с приставных переносных лестниц и стремянок запрещается.

15) При распрессовке деталей на гидравлических прессах и приспособлениях съем и укладку деталей производить только при полной неподвижности штока находящегося в верхнем положении.

16) Гидравлические скобы при запрессовке подшипников держать только за ручки.

17) Обрабатываемые детали, тиски и приспособления прочно и надежно закрепить на столе или плите. Крепление специальными крепежными деталями: болтами, пружинными планками, упорами и т.д.

18) При слесарной обработке деталей прочно закреплять обрабатываемую деталь в тиски.

19) Тиски содержать в полной исправности.

20) Необходимый инструмент разложить на верстаке так, чтобы было удобно им пользоваться во время работы.

21) Поверхность верстака должна быть гладкой без выбоин и заусенцев, содержаться в чистоте и порядке.

22) Детали, поступающие в обработку, укладывать в установленном порядке, не загромождая рабочего места и проходов.

Требования безопасности по окончании работ:

1) Привести в порядок рабочее место и произвести уборку у станка, на котором выполнялась работа.

2) Проверить наличие инструмента, не оставлять его на месте работы, убрать в шкаф.

										Лист
										92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ					

3) Электро- и пневмоинструмент сдать руководителю работ.

4) Убрать с верстака все детали и уложить их устойчиво в установленное для этого место.

5) Сдать рабочее место и оборудование сменщику или руководителю работ, сообщить о всех замечаниях, неисправностях, неполадках: в работе оборудования, инструмента и приспособлений.

Выводы по разделу шесть

Проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, в результате которого определены предельно-допустимые нормы по микроклимату, вибрации, освещенности, шуму и напряжениям касания для слесаря-ремонтника тракторной техники. Наибольшую опасность для слесаря при ремонте представляет неосторожное обращение с инструментами и вспомогательными механизмами. Для предотвращения этого составлены требования безопасности на всех этапах работ.

									Лист
									93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен промышленный трактор завода «ДСТ-УРАЛ» и сравнение его с отечественными и зарубежными аналогами для разработки тягача специального на комбинированном ходу.

В процессе работы были сконструированы основные сборочные единицы и детали составных частей трансмиссии и гидрообъемного привода электрогенератора.

В организационно-экономическом разделе произведен анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции, в сравнении с серийным изделием. При производстве 9 тягачей на комбинированном ходу в год - точка безубыточности 8 штук в год. Срок окупаемости составляет 4,7 года.

Модифицированная гидросистема ТСК-1 на сегодняшний день не имеет аналогов не в отечественном и не в зарубежном тракторостроении. Такая система отвечает за питание и эффективную работу порталного путеукладчика для нужд Министерства обороны РФ.

Такое решение необходимо для оснащения Железнодорожных и Инженерных войск РФ обновленной спецтехникой. Учитывая большое количество задач, осуществляемых в сложных дорожных условиях, и климатические особенности России осуществление данной технической задачи является необходимым этапом развития отечественной техники.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Руководство по эксплуатации ТМ-10. Выпуск 2.0 – Челябинск ООО «ДСТ-УРАЛ» – 147с.
- 2 Шарипов В.М. – Трансмиссии тракторов (конструкция) : учебное пособие для студентов вузов /Шарипов В.М. д-р техн. наук, проф – М. МГТУ «МАМИ», 1999. – 245с.
- 3 Каверзин, С.В. – Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению " Эксплуатация трансп. средств " / С. В. Каверзин д-р техн. наук, проф. - Красноярск : Офсет, 1997. - 382 с.
- 4 Башта Т. М. – Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов., 1974, 606 с.
- 5 Вилнер Я.М. – справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам., 1976, 248 с.
- 6 Дунаев, П.Ф., Детали машин. Курсовое проектирование – М.: Высшая школа, 1984. – 258с.
- 7 Штамповочный пресс Trumpf TRUMATIC 200. – <http://biz-gid.ru/products/unit?pid=188429>
- 8 Токарный станок с ЧПУ. – <https://www.machinedeal.com/ru/cnc-lathes-2-axes/240-mb-124867>
- 9 Радиально-сверлильный станок 2А554. – http://www.induktor.ru/catalog/endzovye_ustanovki/.
- 10 Заслонов, В.Г. Организационно – экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 95 с.
- 11 ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2016. – 9 с.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

- 12 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997 – 38 с.
- 13 СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, 2004. – 45 с.
- 14 СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой России, 2016. – 102 с
- 15 ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 18 с
- 16 СП 51.13330.2011. Защита от шума. – М.: НИИСФ РААСН, 2011. – 18 с.
- 17 ГОСТ 12.1.019–79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартиформ, 2000. – 8 с
- 18 ГОСТ 12.1.030–81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: Стандартиформ, 1988. – 16 с.
- 19 ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2006. – 41 с.
- 20 НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: МЧС России, 2003. – 27 с.
- 21 ГОСТ Р 12.2.143-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Требования и методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2010. – 32 с.
- 22 ГОСТ Р 53325–2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2014. – 262 с.
- 23 ГОСТ 2590 – 2006. ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.

					<i>Лист</i>
					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	96

- 24 ГОСТ 1050 – 2013.Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. – 32 с.
- 25 ГОСТ 19903 – 2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – 15 с.
- 26 ГОСТ 14771-76. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – 39 с.
- 27 ГОСТ 23518 – 79 . Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – 27 с.
- 28 ГОСТ 16523 – 97. Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия. – 15 с.
- 29 ГОСТ 18709 – 73. Машины электрические вращающиеся средние. Установочно-присоединительные размеры. – 12 с.
- 30 ГОСТ 9198 – 83. Эмали марок НЦ-11 и НЦ-11А.Технические условия. – 15 с.
- 31 ГОСТ 9032 – 74. Единая система защиты от коррозии и старения. Покртия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения. – 14 с.
- 32 ГОСТ 21931 – 76. Припои оловянно-свинцовые в изделиях. – 9 с.
- 33 ГОСТ 14637 – 89. Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия. – 8 с.
- 34 ГОСТ 17375 – 2001. Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Конструкция. – 8 с.
- 35 ГОСТ 15589 – 70. Болты с шестигранной головкой класса точности С. Конструкция и размеры. – 8 с.
- 36 ГОСТ 17473 – 80. Винты с полукруглой головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры. – 8 с.

					23.05.01.2018.017.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		97

- 37 ГОСТ 15526 – 70. Гайки шестигранные класса точности С. Конструкция и размеры. – 4 с.
- 38 ГОСТ 8328 – 75. Подшипники роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами. Типы и основные размеры. – 28 с.
- 39 ГОСТ 4571 – 73. Рым-болты. Технические условия. – 10 с.
- 40 ГОСТ 11371 – 78. Шайбы. Технические условия. – 7 с.
- 41 ГОСТ 22042 – 76. Шпильки для деталей с гладкими отверстиями. Класс точности В. Конструкции и размеры. – 8 с.
- 42 ГОСТ 8789 – 68. Шпонки призматические. Конструкция и размеры. – 8 с.
- 43 ГОСТ 7798 – 70. Болты с шестигранной головкой. Класс точности В. Конструкция и размеры. – 5 с.
- 44 ГОСТ 5915 – 70. Гайки шестигранные. Класс точности В. – 5 с.
- 45 ГОСТ 6402 – 70. Шайбы пружинные. Технические условия. – 10с.
- 46 ГОСТ 6958 – 78. Шайбы увеличенные. Классы точности А и С. Технические условия. – 5 с.