

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ А.А. Танин-Шахов

«__» _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь

«__» _____ 2019 г.

Модернизация ходовой группы трактора ТМ20 для нужд Министерства
Обороны

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 23.05.01.2019.046ПЗ ВКР

Руководитель проекта
д.т.н., профессор

_____ С.В. Кондаков
«__» _____ 2019 г.

Консультант по экономике
старший преподаватель

_____ С.Ю. Лелекова
«__» _____ 2019 г.

Автор проекта
студент группы П-503

_____ В.С. Грищенко
«__» _____ 2019 г.

Консультант по БЖД
к.т.н., доцент

_____ А.В. Кудряшов
«__» _____ 2019 г.

Нормоконтролер
к.т.н., доцент

_____ В.И. Дуюн
«__» _____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Грищенко В.С. Модернизация ходовой группы трактора ТМ20 для нужд Министерства обороны – Челябинск, ЮУрГУ, АТ; 2019, 80с., 27 – ил., 23 – таблицы, библиогр. Список – 38 наим., 1 прил., 10 листов чертежей и плакатов формата А1

Основным направлением предприятия «ДСТ-Урал» является совершенствования надежности и качества выпускаемой продукции, в том числе для нужд Министерства обороны, т.к. они заинтересованы в данной продукции, что свидетельствует крупные государственные контракты. Именно эта задача поставлена заводом ООО «ДСТ-Урал» к требованиям выпускаемой техники. В данной работе осуществляется модернизация ходовой группы для трактора ТМ20, а именно – снятие ударных динамических нагрузок с корпуса бортового редуктора, одного из дорогостоящих и высокоточных узлов, путем введения нового элемента – оси качания, воспринимающей на себя динамические нагрузки в процессе эксплуатации машины.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены типы трансмиссии и подвески бульдозеров, проведен анализ, собраны общие сведения о модернизируемой машине. Произведен тяговый расчет бульдозера ТМ20 в транспортном и рабочем режимах, выбрано оптимальное передаточное отношение бортредуктора, рассчитан запас прочности рамы новой конструкции тележки и оси качания в программе SolidWorks 2019.

Посчитан экономический эффект выпускной квалификационной работы.

В графической части представлены рабочие и сборочные чертежи ходовой группы трактора. Оформлены плакаты по организационно-экономическому разделу и безопасности жизнедеятельности.

					23.05.01.2019.046.00.00. ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Грищенко			Модернизация ходовой группы трактора ТМ20 для нужд Министерства обороны.	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Кондаков					3	80
Реценз								
Н. Контр.		Дуюн						
Утверд.		Бондарь						
						ЮУрГУ Кафедра «КГМ»		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И МОДЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ.....	7
1.1 Гидростатическая революция в машиностроении.....	7
1.2 Типы трансмиссий гусеничных тракторов.....	13
1.3 Устройство и принцип работы гидростатической трансмиссии.....	16
1.4 Сравнение подвесок. Типы подвески.....	17
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	20
2.1 Тяговый расчет трактора ТМ-20.....	20
2.2 Расчет тележки.....	37
2.2.1 Расчет рамы тележки.....	37
2.2.2 Расчет оси качания.....	39
2.2.3 Расчет винтовых пружин на прочность.....	40
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	43
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	49
4.1 Организационная часть дипломной работы.....	49
4.2 Экономическая часть дипломной работы.....	51
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	61
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	61
5.2 Производственный шум.....	63
5.3 Производственная вибрация.....	61
5.4 Микроклиматические условия производственной среды.....	63
5.5 Освещенность на рабочем месте.....	65
5.6 Инструкция по охране труда для слесаря-ремонтника.....	69
5.7 Правила противопожарного режима.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	76
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СПЕЦИФИКАЦИИ.....	80

ВВЕДЕНИЕ

В начале 2000 годов «ДСТ-УРАЛ» начинает свое активное развитие в машиностроительной отрасли. При появлении первого трактора ТМ-10, в котором заинтересовались крупные российские компании, такие как ООО «Вектор», ООО «Электросвязь» и другие. В течении некоторого времени завод обновляет линейку тракторов, начав выпускать модифицированный ТМ-10 в роли болотохода и трубоукладчика.

Завод «ДСТ-УРАЛ» не остановился на достигнутом успехе, а пошел дальше. Чтобы стать успешным предприятием, как минимум всероссийского масштаба, нужно постоянно развиваться. В 2010 году на свет появляется первый в России бульдозер ТМ-20 тяговым классом 20 тонн с гидростатической трансмиссией.

От потребителей не было отбоя. Данным проектом заинтересовалось МО РФ, и завод выиграл гранды на дальнейшее развитие в сфере тракторостроения. Хотелось бы напомнить, изначально, вместо завода, находился сервисный центр, который только обслуживал трактора, никак не производил их.

Следовательно, из выше сказанного, можно сделать вывод, что благодаря внедрению современных технологий, модернизированному оборудованию, а не советскому, на которых еще работают многие предприятия и конечно специалистов, которые идут в ногу со временем и внедряют новые технологии, которые могут конкурировать с зарубежными аналогами, но пока не на высоком уровне.

ТМ-20 собран из самых простых, легких в обслуживании и самое главное надежных агрегатов. Но конечно главной фишкой этого трактора является гидростатическая трансмиссия.

С приходом кризиса в 2008 году, по всей стране начались подорожания, но только не на заводе, т.к. одно из приоритетных направлений у предприятия — это доступная продукция для потребителя. В течении кризиса 2008-2014 вся техника подорожала примерно в два раза, а продукция «ДСТ-Урал» на 20-30%.

С начала 2000х годов в мире произошла «гидростатическая революция», это когда все мировые производители начали уходить от привычной компоновки к более простой в исполнении гидростатической. Основные поставщики агрегатов трансмиссии для предприятия являются: мировая компания BOSCH-REXROTH и отечественная PSM-Hydraulics ® (г. Екатеринбург).

В современном мире огромное количество компаний и изготовителей занимаются продажей гидроустановок и планетарных редукторов для трактора, поэтому на предприятии цены ниже, чем у конкурентов, потому что подбираются комплектующие отличного качества по относительно низкой цене.

Автоматизация производства, профессионализм сотрудников предприятия, большая материальная база позволяют производить бульдозеры быстрее, чем у конкурентов, а самое главное машина не теряет качества. Иными словами, цикл заказчик - готовая продукция происходит еще быстрее, чем не могут быть не довольны потенциальные клиенты.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	5
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

Для успешного конкурентирования на рынке дорожно-строительной техники «ДСТ-УРАЛ» ведет гибкую ценовую политику, в виде расширения различных дополнительных опций по желанию клиента или наоборот продажа по минимальной цене в базовой комплектации.

В последнее время «ДСТ-УРАЛ» выступает на международных выставках. Это благодаря программе, которую начал проводить завод. Суть программы в том, что со студенческой скамьи завод набирает специалистов и дает им возможность работать и углубляться в профессию, расширять свои знания, старается показать, что работа инженером — это не сложно, а очень даже интересно.

В 2014 году все предприятия ощутили скачок курс доллара, кто-то справился, кто-то нет, а «ДСТ-УРАЛ» стал только наращивать производство, т.к. в основном пользуется собственной продукцией или продукцией отечественных партнеров.

Импортозамещение возможно тоже принесло свои плоды. Т.к. завод пользуется собственными комплектующими или отечественных партнеров, кроме гидростатической трансмиссии, то кризис сильно не затронул его. А вот конкурентов он задвинул на задний план, и молодой завод воспользовался своим шансом и вышел на ведущие роли не только по нашей области, а по всей стране. С каждым годом он больше привлекает молодых специалистов и за счет притока мозгов не стоит на месте.

Каждый день молодой штат конструкторского бюро решает проблемы связанные с изготовлением и производством техники, т.к. не все идеи удается воплотить в жизнь.

Одна из проблем была дана мне для решения в моей выпускной квалификационной работе.

Актуальность модернизации ходовой тележки трактора ТМ-20 велика, т.к. решение проблемы поможет увеличить срок службы дорогостоящих агрегатов, таких как бортовой редуктор, тем самым еще больше увеличит спрос на технику.

Поэтому целью выпускной квалификационной работы является модернизация ходовой тележки трактора ТМ20 с ГСТ, с последующей разработкой конструкторской документации.

Для достижения цели, необходимо сформулировать задачи, которые нужно решить во время выполнения дипломного проекта:

- Произвести тяговый расчет бульдозера в рабочем и транспортном режиме;
- Опираясь на тяговый расчет, подобрать бортовой редуктор, который будет удовлетворять заданные характеристики, а точнее максимальную скорость и силу тяги;
- Проверить, как модернизация ходовой тележки повлияет на запас прочности рамы, как нагрузка будет действовать на бортовой редуктор после введения оси качания;
- Выполнить экономический расчет, для получения экономического эффекта дипломного проекта.
- В программе SolidWorks 2019 смоделировать новую ходовую группу трактора ТМ-20 и разработать техническую документацию в программе Компас 3Dv16.

Объект исследования в дипломном проекте – ООО «ДСТ-УРАЛ».

Предмет исследования – пути модернизации ходовой группы бульдозера ТМ-20.

Практическая ценность: мероприятия разработанные автором в процессе выполнения дипломного проекта должны быть реализованы на исследуемом предприятии. Это существенно повысит качество и конкурентоспособность данного предприятия и повысит эффективность его работы в целом.

Практическая ценность: решение поставленных задач автора в дипломном проекте должны быть реализованы на предприятии. Это повысит качество его выполненной работы, и даст преимущество над конкурентами для данного предприятия.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	7
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И МОДЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

1.1 Гидростатическая революция в машиностроении.

К гидроприводу для летательных аппаратов предъявляют очень жесткие требования: он должен быть абсолютно надежен, выдерживать перепады температуры более чем 100°, не теряя функциональности при миниатюрных размерах и минимальном собственном весе. Сегодня гидростатикой оснащают всю линейку бульдозеров Liebherr: от 12-тонного PR 714 Litronic до 73-тонного PR 776 Litronic.

В 1976 г. разработчики компании John Deere создали собственный бульдозер с гидростатической трансмиссией рисунок 1.2. Они также всю производимую ими линейку бульдозеров оснащают гидростатическим приводом.



Рисунок 1.1 – Бульдозер компании Caterpillar

В России также появился свой производитель бульдозеров, оснащенных гидростатикой, – компания «ДСТ-УРАЛ» рисунок 1.6. В 2011 г. в серию запущен новый бульдозер ТМ10 с гидростатической трансмиссией – ГСТ Bosch-Rexroth. Выбор ГСТ определен опытом использования этой трансмиссии ведущими машиностроительными компаниями Liebherr и John Deere.

Таблица 1.1 – Объемы производства тракторов с гидростатической трансмиссией «ДСТ-УРАЛ»

Год	Количество тракторов
2012	125
2013	160
2014	94
2015	103
2016	97
2017	137

Американский производитель бульдозеров Case также оснащает свою линейку бульдозеров гидростатической трансмиссией.

Даже такой приверженец «механики», как Caterpillar, не уклонился от модного течения рисунок 1.1. Caterpillar использует гидростатику не только на легких моделях мощностью 75–100 л.с. и весом 8–10 т, но и на средней модели новой серии D6K2, оснащенной гидростатическим приводом с системой регулирования тяги, которая сокращает проскальзывание гусеничных лент при работе под максимальной нагрузкой. Это позволяет в большинстве случаев избежать необходимости подъема отвала для предотвращения проскальзывания. К числу преимуществ также относятся повышение производительности, сокращение износа ходовой части и снижение нагрузки на оператора.



Рисунок 1.2 – Бульдозе компании John Deere

Китайская компания Cat (Qingzhou) Ltd, бывшая SEM, построила в Китае новый завод по выпуску двух моделей (SEM 816 и SEM 822) с гидростатической трансмиссией мощностью более 4000 бульдозеров в год, который был запущен в 2014 г рисунок 1.5. Эти машины достаточно новые для российского рынка, но они уже работают на золотодобыче. В старательской артели «Восток-1» в Амурской области успешно работают 220-сильные бульдозеры SEM 822. Несмотря на высокую по сравнению с другими китайскими аналогами стоимость (\$220 тыс. против \$144 тыс. на SD22 Shantui и \$159 тыс. Shehwa), старатели предпочли эти бульдозеры и довольны их работой на горных полигонах. В результате введения в начале 2016 г. антидемпинговой пошлины в размере 44,65% на китайские гусеничные бульдозеры мощностью до 250 л.с. поставки бульдозеров SEM в страны ЕАЭС сократились в десять раз, но после двухлетнего успешного опыта эксплуатации SEM 822 на золотодобыче старатели продолжают покупать эти машины, хотя цена их выросла в 1,5 раза (но при этом все равно остается вдвое ниже аналогичного по мощности Liebherr PR734L) рисунок 1.3.



Рисунок 1.3 – Бульдозер 1 поколения PR734L компании Liebherr

«Проснулись» и конструкторы одной из ведущих китайских компаний: Shantui выпустила на рынок 173-сильный бульдозер DH17 с гидростатической трансмиссией.

Гидростатическая трансмиссия, применяемая прежде на бульдозерах легкого класса, распространилась и на спецтехнику среднего и тяжелого классов: в 2016 г. Liebherr начал серийное производство первого в мире 73-тонного бульдозера мощностью 768 л.с. с гидростатической трансмиссией рисунок 1.4. Примечательно, что он использовал, в отличие от применяющейся на всех других моделях традиционной схемы, конструктивную схему с высоким расположением ведущей звездочки, что позволяет исключить появление в бортовых передачах напряжений по причине поперечного смещения рам гусеничных тележек, а также ударных нагрузок, вызванных неровностями рельефа. Несколько таких машин успешно эксплуатируются в России.



Рисунок 1.4 – Современный бульдозер компании Liebherr

Почему же достаточно сложная гидростатика так быстро вошла в обиход на бульдозерах? Применение гидростатического привода позволило упростить силовую передачу, реализовать модульный принцип компоновки, отказаться от таких традиционных трансмиссионных узлов, как гидротрансформатор, коробка передач, главная передача, механизмы поворота и тормоза. В зависимости от внешних нагрузок, возникающих на рабочих органах, гидростатический привод бульдозера с электронной системой управления в автоматическом режиме регулируют тяговые усилия и рабочие скорости бульдозера.

Электронный ограничитель нагрузки позволяет автоматически снижать скорость передвижения бульдозера для достижения полной реализации усилия на рабочих органах при постоянной максимальной силе тяги. Благодаря гидростатическому приводу тяговое усилие бульдозера не зависит от частоты вращения двигателя. Также благодаря гидростатическому приводу возможен плавный бесступенчатый поворот машины без разрыва потока мощности, подводимого к обеим гусеницам. Это позволяет разрабатывать и перемещать грунты и породы на криволинейных участках рабочей площадки и прокладываемой трассы.



Рисунок 1.5 – Бульдозер китайской компании Cat (SEM)

Такой тип трансмиссии обеспечивает разворот бульдозера на месте за счет того, что его гусеницы могут вращаться в противоположные стороны. Это существенно повышает маневренность бульдозера при работе в стесненных условиях. Все управление бульдозером сосредоточено в одном джойстике. Отсутствие тормозных педалей, рычагов включения фрикционов и рычага переключения передач значительно снижает утомляемость оператора и повышает точность и безопасность выполнения работ.

Гидростатическая трансмиссия дает бульдозеру ряд преимуществ. Оператору не нужно думать над выбором передачи (выбирая только скоростной диапазон), так как крутящий момент и обороты регулируются бесступенчато и автоматически в зависимости от нагрузки и выбранного оператором скоростного диапазона. С гидростатическим приводом и GPS относительно неопытный оператор может

запустить машину и справиться со сложной работой. Как показывает практика, машины с гидростатической трансмиссией в процессе длительной эксплуатации расходуют меньше топлива и позволяют повысить интенсивность работ.



Рисунок 1.6 – Первый отечественный бульдозер с ГСТ компании «ДСТ-Урал»

Таблица 1.2 – Бульдозеры с гидростатическим приводом

Производитель	Модель, вес (т), мощность (л.с.)					
Liebherr	PR 724L	PR 734L	PR 744L	PR 754L	PR 764L	PR 776L
	16,8–20,3	18–22,1	24,6–30,9	35–42,4	45,2–53,6	64,7–73,2
	163	204	252	340	422	768
John Deere	750J-II	850J-II	950K	1050K	–	–
	15,6–16,7	18,2–20,1	29,6–33,4	42,8–43,1	–	–
	155	205	265	350	–	–
ДСТ-УРАЛ	–	ГСТ9/ГСТ10	ГСТ12	ГСТ15	ГСТ20	–
	–	17,5/19	21	26	38,5	–
	–	180	240	300	412	–
Cat (Qingzhou) Ltd	SEM816	–	SEM822	–	–	–
	17	–	26	–	–	–
	160	–	220	–	–	–
Caterpillar	D6K2	–	–	–	–	–
	14,3	–	–	–	–	–
	160	–	–	–	–	–
Case	1650M	1850K	2050M	2550	3550	–
	17,9–18,8	20–22,4	20,2–22,8	30,4	39,1	–
	162	194	214	237	345	–
Shantui	DH17	–	–	–	–	–
	18,9	–	–	–	–	–
	173	–	–	–	–	–

Однако такая система привода требует и более высокой культуры обслуживания со стороны технического персонала, что зачастую является ощутимой пре-

градой при внедрении подобных систем. Уникальный опыт Liebherr подхватили Sauer-Danfoss и Bosch-Rexroth, освоившие производство аналогичной гидроаппаратуры, что позволило гидростатической трансмиссии получить широкое распространение, а специалистам заявить о гидростатической революции в производстве гусеничных бульдозеров.

Гидравлическая трансмиссия не лишена недостатков, что препятствует широкому внедрению оборудованных ею бульдозеров на горных работах в нашей стране. Высокая точность, необходимая при производстве гидроаппаратуры, отражается на ее стоимости. Гидростатическая трансмиссия требовательна к качеству и чистоте рабочей жидкости, а диагностику неисправности и ремонт должен выполнять квалифицированный специалист. Гидростатика не прощает ошибок и халатности. Но при должном уходе гидронасосы и гидромоторы практически не подвержены износу. Недостатком является наличие сложных электронных блоков для обеспечения прямолинейного движения. Требует специальных решений обеспечение запуска в работу при низких температурах. Для гидростатического привода характерна проблема значительного теплообразования. Для отвода тепла используют отдельный радиатор, встроенный в основной радиаторный блок и охлаждаемый гидроприводным вентилятором с включением от термостата.

1.2 Типы трансмиссий гусеничных тракторов

Тракторостроение используется 4 типа трансмиссии [2]:

- 1) Механические
- 2) Гидродинамические
- 3) Электромеханические
- 4) Гидростатические (гидрообъемные)

1) Механические – передача энергии на исполнительный механизм проходит через сцепление и механический привод рисунок 1.7.

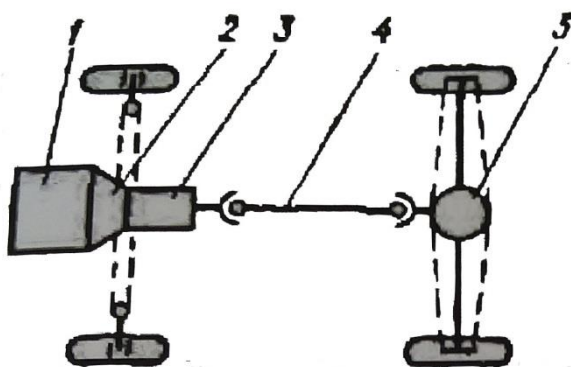


Рисунок 1.7 – Схема механической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка переключения передач; 4 – механическая передача; 5 – исполнительный механизм.

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).

2) Гидродинамические – передача кинетической энергии жидкости, которая приводится в движение лопатками гидродинамического насоса рисунок 1.8.

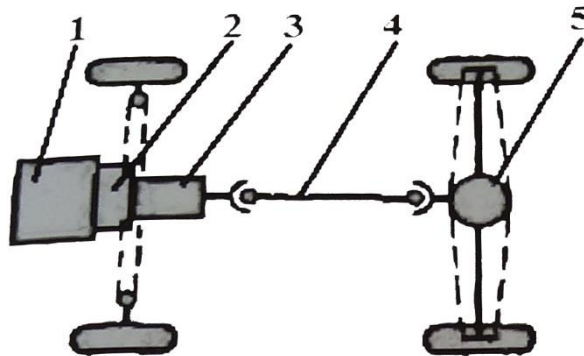


Рисунок 1.8 – Схема гидродинамической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – гидромуфта (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) Электромеханическая – 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. При одном тяговом электродвигателе мощность от него к колесам передается через карданную передачу и ведущий мост, что так же порождает проблемы компоновки 1.10.

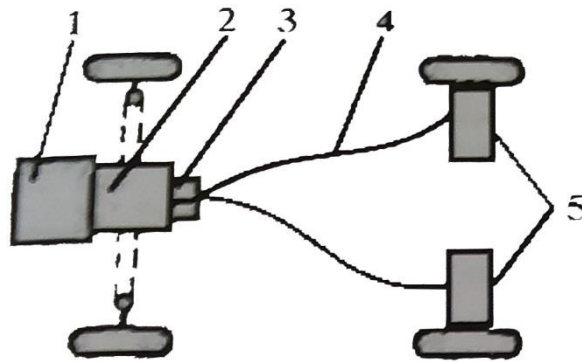


Рисунок 1.9 – Схема электромеханической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – генератор постоянного тока; 3 – генератор переменного тока; 4 – электропровод; 5 – электродвигатель.

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 1.10.

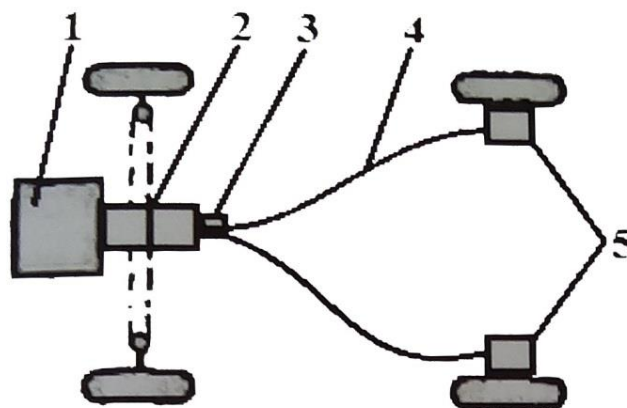


Рисунок 1.10 – Схема гидростатической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – два аксиально-поршневых насоса; 3 – гидронасос; 4 – трубопроводы; 5 – два аксиально-поршневых гидромотора.

Достоинства:

- бесступенчатое плавное изменение крутящего момента;
- стабильная работа ДВС;

- удобство компоновки;
- возможность торможения передач;
- реверсивность;
- легкость управления транспортным средством;
- устойчивость работы при малых скоростях;
- простота предохранения двигателя от перегрузок;
- возможность передачи энергии на большие расстояния.

Недостатки:

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

«ДСТ-УРАЛ» тоже идет в ногу со временем, и начал применять гидростатическую трансмиссию, т.к. ее плюсы очевидны, а недостатки не такие критичные, чтобы от нее отказываться. В сравнении с электромеханической трансмиссией, которые схожу по типу регулирования, гидростатическая имеет меньшие габариты.

1.3 Устройство и принцип работы гидростатической трансмиссии

Гидростатическая трансмиссия является замкнутой гидравлической системой с гидронасосом и гидромотором [3]. Она передает механическую энергию вращения на исполнительный орган приводного двигателя с помощью бесступенчатого потока рабочей жидкости с регулируемой величиной и направлением.

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. Мощность двигателя используется максимально даже на самых малых скоростях передвижения.

На тракторах производства ООО «ДСТ-УРАЛ» используются аксиально-поршневые моторы с наклонной шайбой.

Вращательное движение вала через шлицевое соединение передается блоку цилиндров. Блок цилиндров и наклонная шайба придают поршням вращательное движение по отношению к оси изделия и в то же время возвратно-поступательное движение по отношению к блоку цилиндров. Постоянное поджатие поршней к наклонной шайбе обеспечивается сепаратором, сферической втулкой и тарельчатыми пружинами. Центральная пружина обеспечивает торцевое поджатие блока цилиндров к распределителю. Распределитель предназначен для распределения рабочей жидкости по полостям девяти поршней, разделения полостей, находящихся во всасывающих и нагнетающих линиях. Вращение вала обеспечивается подшипником с цилиндрическими роликами и подшипником скольжения.

Плунжеры насоса, совершая возвратно-поступательное движение по отношению к блоку цилиндров, обеспечивают всасывание и вытеснение рабочей жидкости через соответствующие серповидные распределительные окна распределителя и заднюю крышку насоса. При прохождении каждого из плунжеров через точку максимального выдвигания полость всасывания плунжера переходит в зону нагнетания и с началом обратного движения происходит вытеснение рабочей жидкости через серповидные окна распределителя и заднюю крышку в линию нагнетания гидросистемы объекта применения.

Величина объемной подачи рабочей жидкости зависит от величины хода плунжеров, то есть от угла наклона шайбы, а реверсирование потока осуществляется изменением направления наклона шайбы.

Изменение объемной подачи, при постоянстве частоты вращения выходного вала ДВС, осуществляется регулированием рабочего объема. Под рабочим объемом изделия понимается объем рабочей жидкости, вытесняемый за один оборот. С увеличением рабочего объема объемная подача насоса увеличивается. Изменение рабочего объема задается углом наклона шайбы. Максимальный угол отклонения наклонной шайбы соответствует максимальному рабочему объему изделия. В первоначальном положении наклонная шайба находится в нулевой позиции. При отсутствии воздействия от механизма управления при нейтральном положении наклонной шайбы объемная подача при любой частоте вращения входного вала отсутствует.

1.4 Сравнение подвесок. Типы подвески

Подвеска состоит из элементов, соединяющих остова трактора с осями опорных катков. Она передает вес трактора на оси опорных катков и обеспечивает плавность хода. Различают жесткие, полужесткие и упругие подвески.

В жесткой подвеске оси опорных катков непосредственно или при помощи кронштейнов жестко крепятся к остову трактора. Жесткая подвеска позволяет получить на мягкой почве близкое к равномерному распределение давления по каткам, в результате чего улучшается сцепление гусениц с почвой. Однако из-за большой массы неподрессоренных частей при движении на плотных и неровных почвах на повышенной скорости вследствие ударов возникают динамические нагрузки, передающиеся остову трактора. Поэтому жесткие подвески в настоящее время применяются лишь в тихоходных тракторах.

В полужесткой подвеске оси опорных катков жестко крепятся к рамам гусеничных тележек, каждая из которых соединена с остовом трактора: сзади — жестким шарниром, спереди — упругим элементом или сзади и спереди — упругими элементами. Ось качания рамы тележки может совпадать с осью ведущего колеса или не совпадать с ней. В последнем случае при качании тележки происходит дополнительное натяжение гусеничной цепи. Соединяется остов с тележками в трех или в четырех точках. Полужесткие подвески находят широкое применение в тракторостроении.

В упругой подвеске катки соединяются с остовом трактора таким образом, что могут перемещаться один относительно другого и относительно остова в вертикальной плоскости. Упругие подвески подразделяют на балансирные и индивидуальные.

В балансирных подвесках оси опорных катков группами по две и более системой рычагов (балансиров) объединены в каретки. Каждая каретка шарнирно соединена с остовом трактора. В систему балансиров кареток или в соединение осей балансиров с остовом трактора обычно вводят упругие элементы.

В индивидуальных подвесках каждая ось опорного катка системой рычагов и упругих элементов независимо от других осей соединена с остовом трактора.

В качестве упругих элементов в упругой подвеске, а также в полужесткой применяют листовые, пружинные рессоры или торсионы.

Упругие подвески обеспечивают наилучшее поддрессирование остова на больших скоростях, высокие сцепные качества гусеничной цепи. Однако недостатком подвесок этого типа является неравномерное распределение давления по длине опорной поверхности.

Полужесткие подвески

При выборе основных размеров руководствуются следующими соображениями.

Для обеспечения постоянного положения ведущего колеса и уменьшения колебания нагрузки на опорах целесообразно совместить ось тележки с осью звездочки. Однако для уменьшения ширины трактора (особенно при узкой гусенице), соблюдения заданного дорожного просвета, упрощения конструкции конечной передачи в ряде случаев ось качения выносят отдельно. При этом расстояние выбирают минимально возможным по условиям размещения деталей опоры и устранения задевания их звездочкой.

Вынесенная ось качения обычно располагается ниже прямой, соединяющей ось ведущего колеса с осью направляющего колеса. Это обеспечивает свободное отклонение тележки вверх при наезде на бугор, так как натяжение гусеничной цепи ослабевает. При наезде на яму за счет увеличения натяжения цепи уменьшается сила удара от резкого отклонения тележки вниз. Высоту нельзя брать чрезмерно большой, так как при езде по препятствиям возможно спадание гусеницы.

На колебания трактора существенное влияние оказывает характеристика упругого элемента подвески. Если упругий элемент встроен в элементы ходовой части, вводят приведенную упругую характеристику подвески. Упругая характеристика определяется следующими параметрами: жесткость упругой связи— тангенсом угла наклона касательной к средней линии характеристики (в общем случае жесткость упругой связи величина переменная); коэффициентом динамичности, равным отношению максимальной деформации упругого элемента до упора к деформации при статической нагрузке от веса трактора.

Жесткость подвески является одним из основных параметров, который существенно влияет на плавность хода машины. Уменьшение жесткости приводит к

снижению частот собственных колебаний трактора. Однако при этом увеличивается статическая деформация подвески.

Коэффициент динамичности характеризует напряженность упругого элемента и энергоемкость подвески. При увеличении коэффициента динамичности повышается энергоемкость подвески и динамический прогиб, что благоприятно сказывается на плавности хода, так как при больших колебаниях остова уменьшается вероятность упора в ограничители и, следовательно, больших нагрузок деталей ходовой части, сотрясений остова. Однако при большом коэффициенте динамичности существенно нагружаются упругие элементы подвески, что снижает надежность их работы.

Следовательно, оба параметра, характеризующие упругую характеристику подвески, определяются не однозначно. Поэтому возникает задача о выборе их оптимальных значений.

Кроме рассмотренных, параметрами ходовой части гусеничного трактора, влияющими на его колебания, являются также число упругих элементов машины, расстояние между ними, расстояние между катками кареток при балансирной подвеске или база тележек при жесткой и полужесткой ходовых системах и число кареток.

Расчеты для четырех-, шести- и восьмиопорных подвесок показывают, что увеличение числа упругих опор подвески трактора в широком диапазоне изменения длин неровностей благоприятно сказывается на плавности хода машины. Использование упругой опоры с кареткой повышает эффективность системы поддрессоривания по сравнению с упругой опорой без каретки. Однако балансирная упругая подвеска с двумя каретками более чувствительна к изменению длины неровностей, чем индивидуальная упругая четырехопорная подвеска той же базы.

Жесткая тележка в большом диапазоне длин неровностей менее эффективна, чем каретка.

С увеличением длины неровностей трактор с полужесткой подвеской приближается к упругой двухопорной индивидуальной подвеске.

Вывод по разделу один

В этом разделе мы рассмотрели общие конструкции бульдозеров, общие мировые тенденции в тракторостроении. Бульдозер ТМ-20, идет в ногу со временем и не отстает от передовых технологий. Анализируя, имеющиеся конструкции, выяснили чем и почему, гидростатическая трансмиссия лучше по отношению к другим. Рассмотрели текущие подвески, где и как они используются.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Тяговый расчет трактора ТМ-20

Данные необходимые для выполнения данного расчета являются: вес машины, параметры ДВС - мощность, частота вращения и заданная скорость машины. Для базового трактора подобран двигатель ЯМЗ-7511 производства Ярославского моторного завода, мощностью 400 л.с. (294кВт), номинальная частота вращения 2100 об/мин. Максимальная скорость движения в транспортном режиме около 12 км/ч, в рабочем режиме - около 2 км/ч.

На основании исходных данных по методике [4] построена идеальная тяговая характеристика трактора по мощности ДВС, описываемая формулой (2.1) и представленная на рисунке 2.1:

$$pv = N_{двс} = 179 \text{ кВт} = \text{const} \quad (2.1)$$

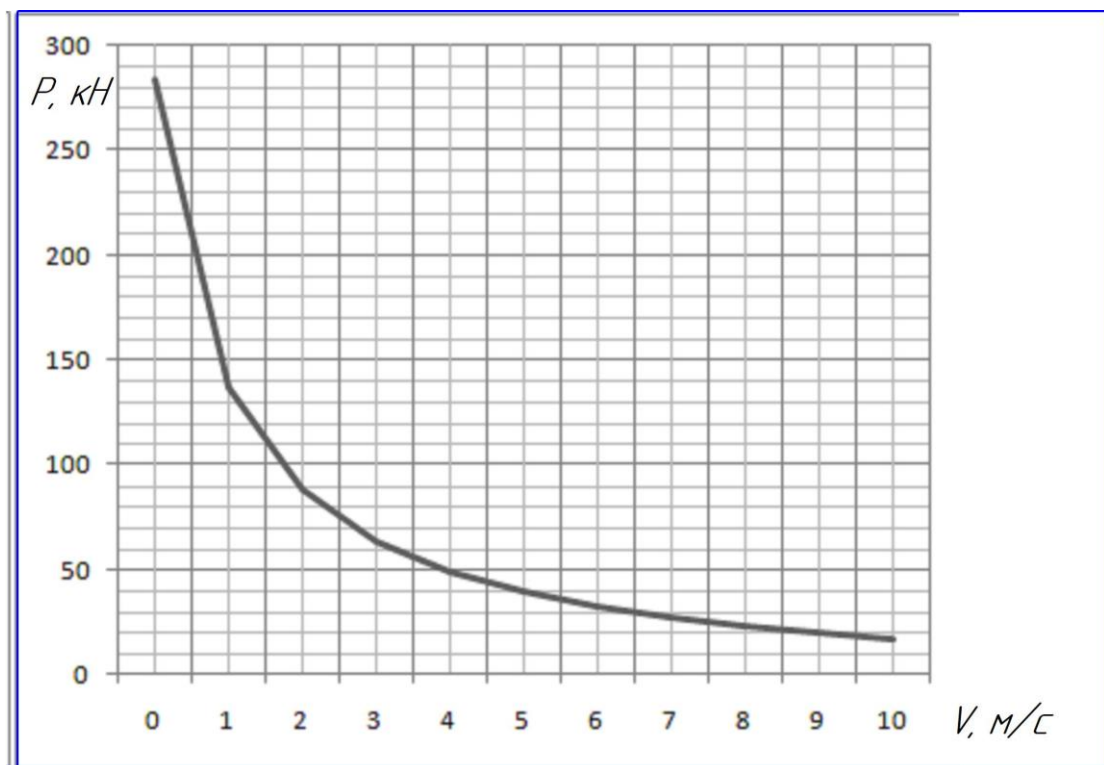


Рисунок 2.1 – Идеальная тяговая характеристика трактора по мощности ДВС

Зависимость, которую мы получили на данном графике, является гиперболой, которая стремится к бесконечности. Поэтому зададим ограничение по скорости: рабочая скорость движения трактора, исходя из требуемых характеристик $v_p = 3$ км/ч = 0,83 м/с, а максимальная транспортная скорость движения $v_t = 11$ км/ч = 3,1 м/с.

Далее для тягового расчета по методике предложенной Львовским примем, что гидростатическая трансмиссия имеет одинаковые объемные постоянные

насосов и моторов [5]. Скорость вращения насоса ГСТ равна скорости вращения ДВС, так как они жестко соединены посредством упругой муфты. Тогда при полной подаче насоса для обеспечения максимальной скорости (параметр регулирования $U=1$) мотор будет вращаться с той же частотой, что и насос. Необходимое передаточное число бортового редуктора вычислено исходя из формулы (2.3).

$$v = \frac{\omega_M r_{BK}}{i_{бр}} \quad (2.2)$$

$$i_{бр} = \frac{\omega_M r_{BK}}{v} = \frac{215 \cdot 0,5}{0,83} = 130 \quad (2.3)$$

Сила тяги трактора в точке максимальной скорости движения посчитана по формуле:

$$Pv_{max} = \frac{N_{ДВС} \eta_{сумм}}{v} = \frac{179000 \cdot 0,77}{0,97} = 272747 \text{ Н} \quad (2.4)$$

Суммарный показатель КПД принят равным 0,77 [4].
Тогда момент на ведущем колесе равен:

$$M_{BK} = Pv_{max} \cdot r_{BK} = 142092 \cdot 0,44 = 136374 \text{ Нм} \quad (2.5)$$

Момент на моторе ГОП отличается от момента на ведущем колесе на величину передаточного числа бортового редуктора.

$$M_M = \frac{M_{BK}}{i_{бр}} = \frac{136374}{130} = 1049 \text{ Нм} \quad (2.6)$$

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

Возьмем ГСТ с объемной постоянной $q = 121 \text{ см}^3/\text{об}$.

Тогда совместная подача двух насосов в системе СИ будет равна:

$$2q_{121} = \frac{2q \cdot 10^{-6}}{2\pi} = \frac{2 \cdot 121 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} = 38,54 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{р}} \quad (2.7)$$

Вычислим давление в магистрали ГОП при максимальной скорости движения трактора по формуле:

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	21

$$M_M = P_{\text{ГОП}} 2q_{121} U \quad (2.8)$$

$$P_{\text{ГОП}} = \frac{M}{2q_{121} U} = \frac{1049}{38,54 \cdot 10^{-6}} = 27,21 \text{ МПа} = 272,1 \text{ бар} \quad (2.9)$$

Разберем другую ГСТ с объемной постоянной $q = 175 \text{ см}^3/\text{об}$.

При этом давление в магистрали ГОП (по формуле 2.8) равно:

В магистрали ГОП давление может достигаться до 450 бар, а рабочее давление в системе должно быть 400 бар. Получается, что в ГОП достигается 272,1 бар (случай с ГСТ-121) запас по давлению составляет $127,9 \text{ бар} = 400 \text{ бар} - 272,1 \text{ бар}$, из этого следует, что оставшегося диапазона запаса не хватает для полноты регулирования насосом усилия и скорости машины. Поэтому была выбрана ГСТ с объемной постоянной $q = 90 \text{ см}^3/\text{об}$, которая сможет обеспечить более широкий, приемлемый для трактора, диапазон регулирования.

Рассмотрим режим работы ГОП на номинальном давлении, равном 400 бар (40 МПа).

Запишем формулу для насоса:

$$M_H = M_{\text{ДВС}} \eta_{\text{насос}} = P_{\text{ГОП}} 2q_{90} U_H, \quad (2.10)$$

где, $M_{\text{ДВС}} = 1715 \text{ Нм}$;

$\eta_{\text{насос}} = 0,9$.

Из формулы найдем параметр регулирования насоса, необходимый для обеспечения минимальной скорости в заданной зоне ГСТ:

$$U_H = \frac{M_{\text{ДВС}} \eta_{\text{насос}}}{P_{\text{ГОП}} 2q_{175}} = \frac{1715 \cdot 0,9}{40 \cdot 10^6 \cdot 55,73 \cdot 10^{-6}} = 0,69 \quad (2.11)$$

Зная этот параметр, найдем скорость в начале зоны регулирования:

$$v_H = U_H v_p = 0,69 \cdot 0,83 = 0,58 \text{ м/с} = 2,1 \text{ км/ч} \quad (2.12)$$

Для нахождения тягового усилия при v_H посчитаем момент на моторе по формуле (2.8) с учетом КПД мотора.

$$M_M = P_{\text{ГОП}} 2q_{90} U_H \eta_{\text{мотор}} = 40 \cdot 10^6 \cdot 55,73 \cdot 10^{-6} \cdot 0,69 \cdot 0,9 = 1384 \text{ Нм} \quad (2.13)$$

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	22

Тогда сила тяги трактора равна:

$$P_{vmin} = \frac{M_m i_{бр}}{r_{BK}} = \frac{1384 \cdot 130}{0,5} = 359840 \text{ Н} \quad (2.14)$$

$$P_{vmin} = 359840 \text{ Н} = 359,8 \text{ кН}$$

Полученная сила тяги мала для бульдозера массой 38,5 тон, но на тракторе ТМ-20 установлены насосы и моторы с разными по величине объемными постоянными, необходимо подобрать передаточное число бортового редуктора и выполнить тяговый расчет трактора. Для удовлетворения поставленных задач от данной машины подберем объемную постоянную для гидромотора.

При полной подаче насоса $q_H = 175 \text{ см}^3/\text{об}$, пусть скорость на моторе будет составлять $\frac{q_H}{q_M} = \frac{175}{280} = 0,63$ от скорости насоса.

$$i_{бр} = \frac{\omega_M r_{BK}}{v_p} = \frac{215 \cdot 0,5 \cdot 0,63}{0,83} = 78$$

После уточнения передаточного числа редуктора, пересчитаем момент на моторе по формуле (2.6)

$$M_M = \frac{M_{BK}}{i_{бр}} = \frac{136374}{78} = 1748,4 \text{ Нм}$$

Определим одновременную подачу двух гидромоторов с объемными постоянными по $280 \text{ см}^3/\text{об}$.

$$2q_{280} = \frac{2q_M \cdot 10^{-6}}{2\pi} = \frac{2 \cdot 280 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} = 89,17 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{р}}$$

Теперь по формуле (2.8) уточним давление в магистрали ГОП.

$$P_{ГОП} = \frac{M}{2q_{280} U} = \frac{1748,4}{89,17 \cdot 10^{-6}} = 19,6 \text{ Мпа} = 196 \text{ бар}$$

После уточнения давления в магистрали мы получили 19,6 МПа, при максимально возможном давлении в рабочем состоянии бульдозера 40 МПа, т.е. мы достигли выполнения поставленной задачи по расширению диапазона регулирования скорости и нужного нам усилия, путем совместной подачи гидромотора и гидронасоса. Параметр регулирования для минимально возможной установившейся скорости трактора.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	23
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

$$U_H = \frac{M_{ДВС} \eta_{насос}}{P_{ГОП} 2q_{280}} = \frac{1715 \cdot 0,9}{40 \cdot 10^6 \cdot 89,17 \cdot 10^{-6}} = 0,43$$

Тогда минимальная скорость на левой границе зоны регулирования равна:

$$v_{min} = 0,43 \cdot 0,83 = 0,37 \text{ м/с} = 1,33 \text{ км/ч}$$

Для определения уточненного тягового усилия при v_{min} заново посчитаем момент на моторе по формуле (2.8) с учетом КПД мотора:

$$M_M = P_{ГОП} 2q_{280} U \eta_{мотор} = 40 \cdot 10^6 \cdot 89,17 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,9 = 3210,12 \text{ Нм}$$

Тогда сила тяги трактора равна:

$$P_{vmin} = \frac{3210 \cdot 78}{0,5} = 500778 \text{ Н} = 500 \text{ кН}$$

500 кН это 50 тонны тяги: следовательно, мы выполнили поставленную цель в оптимизации совместной работы гидромотора и гидронасоса, при массе трактора 38,5 тонн, мы за счет использованная гидростатической трансмиссии и сцепных свойств достигли силы тяги в 50 тонн, что для трактора с механической трансмиссией невозможно.

Так же нужно подобрать наилучшее передаточное число для бортового редуктора для оптимизации работы ходовой группы, для этого нужно выполнить несколько расчетов, так как посчитанный вариант с фиксированными исходными данными не может полностью для аргументированного ответа на вопрос о конструктивных параметрах трансмиссии и ходовой системы. Не будем забывать, что в конструкции базового трактора ТМ-20 кроме рабочего диапазона скоростей заложен транспортный режим, который отличается объемной постоянной моторов. Таким образом, мы можем утверждать, что трактор имеет две передачи: транспортную и рабочую. Изменение передачи осуществляется за счет того [3], что гидрообъемную трансмиссию, состоящую из насоса и мотора можно регулировать многими способами: – только насосом; – только мотором; – насосом при разных объемных постоянных моторов (как реализовано на ТМ-20); – последовательным регулированием сначала насосом от нуля до единицы, а потом мотором от единицы до нуля, в обоих случаях параметр регулирования мотора равен единице.

Во время выполнения дипломного проекта так же выполнен тяговый расчет в программе Excel для более наглядного представления конструктивных параметров трансмиссии в виде графиков, в которой уточнено представление о КПД гидромашин. Для проверки ручного расчета параметров трансмиссии воспользуемся этой программой. Расчет будет проводится для двух режимов гидростатической трансмиссии: для рабочего и транспортного. Регулирование трансмиссии проис-

ходит за счет насосов и моторов, также имеется возможность регулировать передачи только мотором: полная подача (рабочая передача) и половинная подача (транспортная передача).

Исходные данные для расчетов рабочего режима приведены в таблице 2.1.
Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета рабочего режима трактора (i=78)

$N_{\text{ДВС}}$, Л.С	400
$n_{\text{ДВС ном}}$, об/мин	2100
$i_{\text{бр}}$	78
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}$, об/мин	3500
ΔP , бар	440
$V_{\text{ГНmax}}$, см ³	175
$V_{\text{ГМmax}}$, см ³	280
$r_{\text{вк}}$, М	0,5

Примем передаточное число бортового редуктора, основываясь на ручном тяговом расчете равным 78.

Основные формулы для расчета приведены ниже:

$$v_{\text{тр}} = \frac{2n_{\text{вк}}\pi r_{\text{вк}} \cdot 3,6}{60}, \text{ км/ч} \quad (2.15)$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{м}} = \frac{V_{\text{н}}n_{\text{ДВС}}\eta_0}{1000}, \text{ л/мин} \quad (2.16)$$

$$n_{\text{ГМ}} = \frac{1000Q_{\text{м}}\eta_0}{V_{\text{м}}}, \text{ мин}^{-1} \quad (2.17)$$

$$M_{\text{ГМ}} = \frac{V_{\text{м}}P\eta_{\text{мех}}}{20\pi}, \text{ Нм} \quad (2.18)$$

$$N_{\text{ГМ}} = \frac{2\pi n_{\text{м}}M_{\text{м}}}{60000}, \text{ кВт} \quad (2.19)$$

$$n_{\text{вк}} = \frac{n_{\text{ГМ}}}{i_{\text{бр}}}, \text{ мин}^{-1} \quad (2.20)$$

$$\Delta P = \frac{20M_{ГН}\pi\eta_{мех}}{V_H}, \text{ бар} \quad (2.21)$$

$$P_{тяги} = \frac{2M_M\eta_{бр}i_{бр}}{r_{ВК}}, \text{ Н} \quad (2.22)$$

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

Основные расчетные точки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора (i=78).

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	1,34	3,19
$V_{ГН}$, [см ³ /об]	81,6	175,0
$V_{ГМ}$, [см ³ /об]	280,0	280,0
$Q_{ГН} = Q_{ГМ}$, [л/мин]	163	349
$n_{ГМ}$, [об/мин]	553	1185
$M_{ГМ}$ [Нм]	1863	869
$N_{ГМ1}$, [кВт]	108	108
$N_{ГМСУММ}$, [кВт]	216	216
$P_{ВКСУММ}$, [Н]	552119	231172
$n_{ВК}$, [об/мин]	7,09	16,92
$N_{ВК}$, [кВт]	204,8	204,8
ΔP , [бар]	440	205
Общий КПД	0,774	0,774

Тягово-скоростная характеристика трактора при заданных исходных данных принимает вид, представленный на рисунке 2.2:

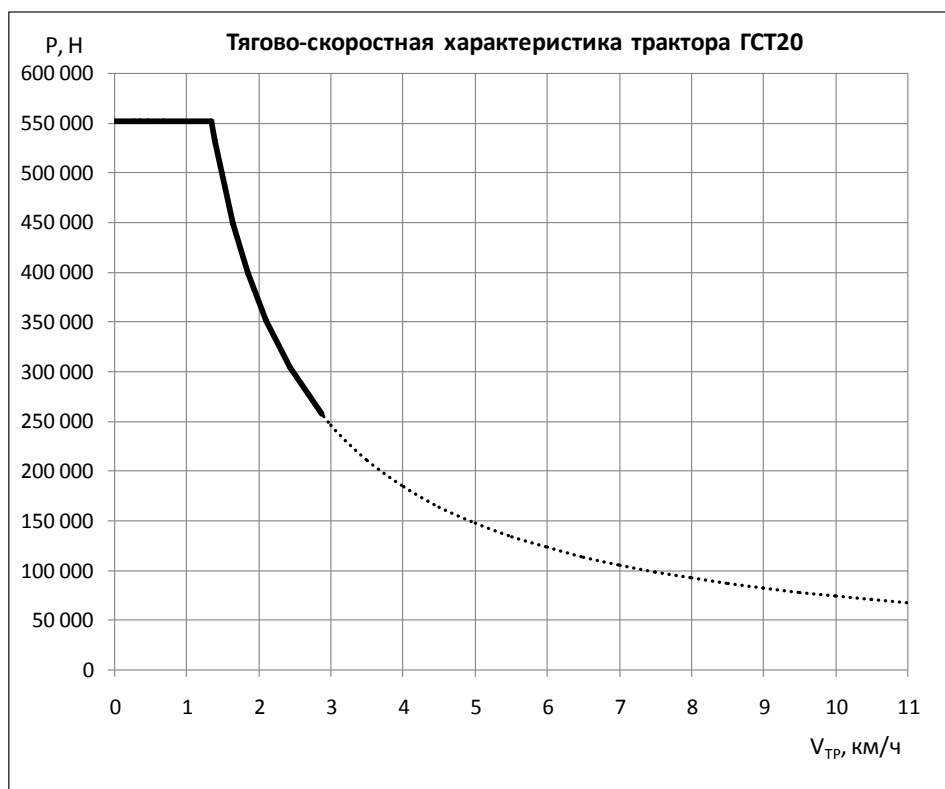


Рисунок 2.2 – Тягово-скоростная характеристика трактора при рабочем режиме ($i=78$)

На графике видно, что при передаточном отношении редуктора $i=78$

В начале бесступенчатого регулирования максимальная сила тяги почти 550 кН, по техническому заданию нам необходимо развить 500кН, т.е. с поставленной задачей мы справились.

Совсем не удивительно, что бульдозер массой почти 39т. Развивает силу тяги 550 кН, т.к. фирма Bosch Rexroth, которая поставляет комплектующие для этой машины, закладывает в конструкции своих тракторов тягу по давлению ГОП больше, чем тягу по сцеплению в 1,3 – 1,5 раза.

Также свой эффект дает еще, что трактор с грунтозацепами при работе, например, на скале может обеспечить любую тягу по сцеплению. Это подобно зубчатой передаче, где зуб одного колеса будет по очереди работать со всеми зубьями другого колеса.

Для транспортного режима работы подача мотора становится половинной ($q = 280 \cdot 0.5 = 140$), а регулирование продолжает производиться только насосом.

Передаточное число бортового редуктора $i=78$.

Исходные данные для расчета транспортного режима сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Исходные данные для расчета транспортного режима трактора (i=78)

$N_{\text{ДВС}}$, л.с.	400
$n_{\text{ДВСном}}$, об/мин	2100
$i_{\text{бр}}$	78
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}$, об/мин	3500
ΔP , бар	440
$V_{\text{ГНmax}}$, см ³	175
$V_{\text{ГМmax}}$, см ³	140
$\Gamma_{\text{ВК}}$, М	0,5

Таблица 2.6 – Основные расчетные параметры транспортного режима трактора (i=78)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{\text{тр}}$, [км/ч]	1,34	8,46
$V_{\text{ГН}}$, [см ³ /об]	81,6	175,0
$V_{\text{ГМ}}$, [см ³ /об]	280,0	94,8
$Q_{\text{ГН}} = Q_{\text{ГМ}}$, [л/мин]	163	349
$n_{\text{ГМ}}$, [об/мин]	553	3500
$M_{\text{ГМ}}$ [Нм]	1863	294
$N_{\text{ГМ1}}$, [кВт]	108	108
$N_{\text{ГМсумм}}$, [кВт]	216	216
$P_{\text{ВК}}$, [Н]	552119	87179
$n_{\text{ВК}}$, [об/мин]	7,09	44,87
$N_{\text{ВК}}$, [кВт]	204,8	204,8
ΔP , [бар]	440	205
Общий КПД	0,774	0,774

При уточненных исходных данных тягово-скоростная характеристики имеет вид, представленный на рисунке 2.4:

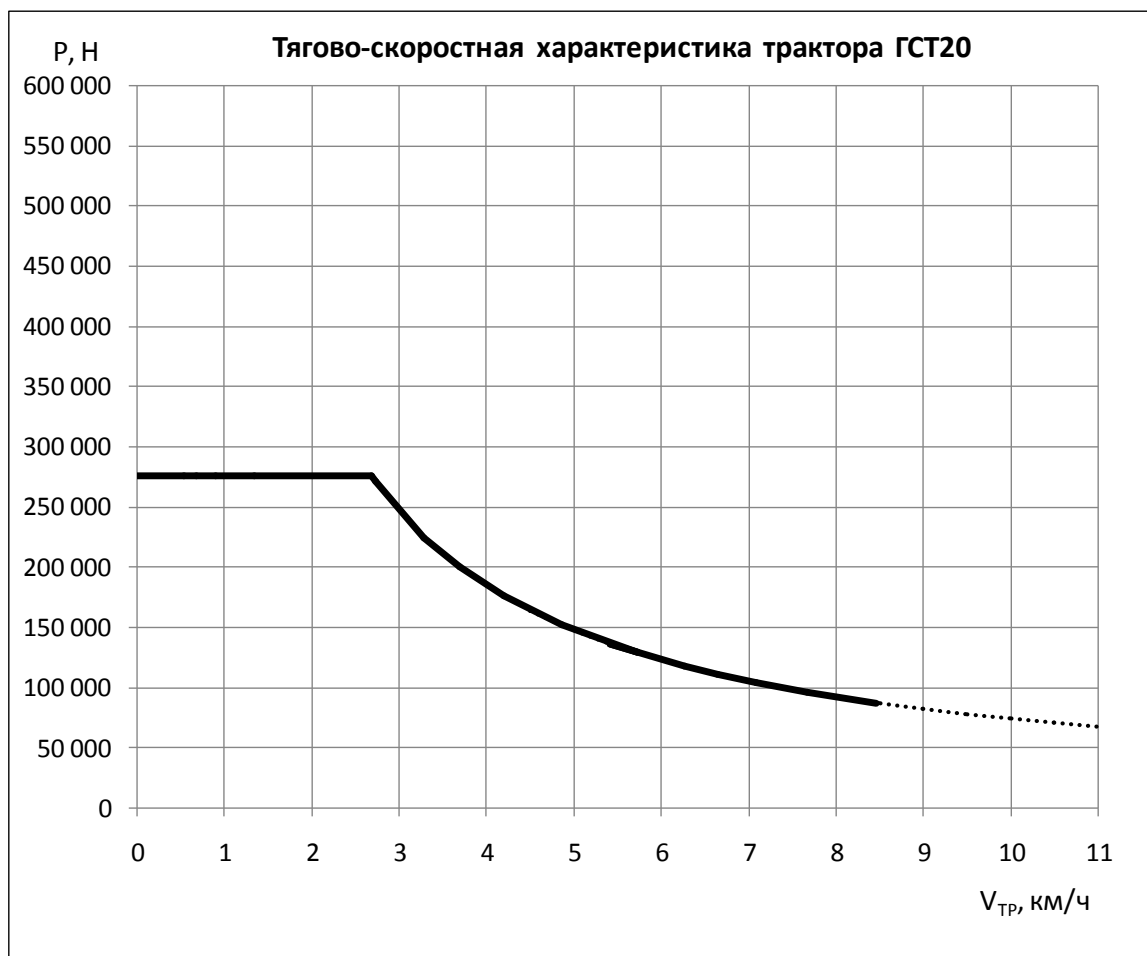


Рисунок 2.4 – Тягово-скоростная характеристика трактора на транспортном режиме ($i=78$).

Примем передаточное число редуктора – 70.

Исходные данные для расчета сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Исходные данные для расчета рабочего режима трактора ($i=70$)

$N_{ДВС}, \text{л.с.}$	400
$n_{ДВСном}, \text{об/мин}$	2100
$i_{бр}$	70
$n_{ГМмах} = n_{БРмах}, \text{об/мин}$	3500
$\Delta P, \text{бар}$	440
$V_{ГНмах}, \text{см}^3$	175
$V_{ГМмах}, \text{см}^3$	280
$r_{вк}, \text{м}$	0,5

Расчетные параметры трансмиссии сведены в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора (i=70)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	1,49	3,19
$V_{гн}$, [см ³ /об]	81,6	175,0
$V_{гм}$, [см ³ /об]	280,0	280,0
$Q_{гн} = Q_{гм}$, [л/мин]	163	349
$n_{гм}$, [об/мин]	553	1185
$M_{гм}$ [Нм]	1863	869
$N_{гм1}$, [кВт]	108	108
$N_{гмсумм}$, [кВт]	216	216
$P_{вксумм}$, [Н]	495492	231172
$n_{вк}$, [об/мин]	7,89	16,92
$N_{вк}$, [кВт]	204,8	204,8
ΔP , [бар]	440	205
Общий КПД	0,774	0,774

При уточненных исходных данных тягово-скоростная характеристики имеет вид, представленный на рисунке 2.3:

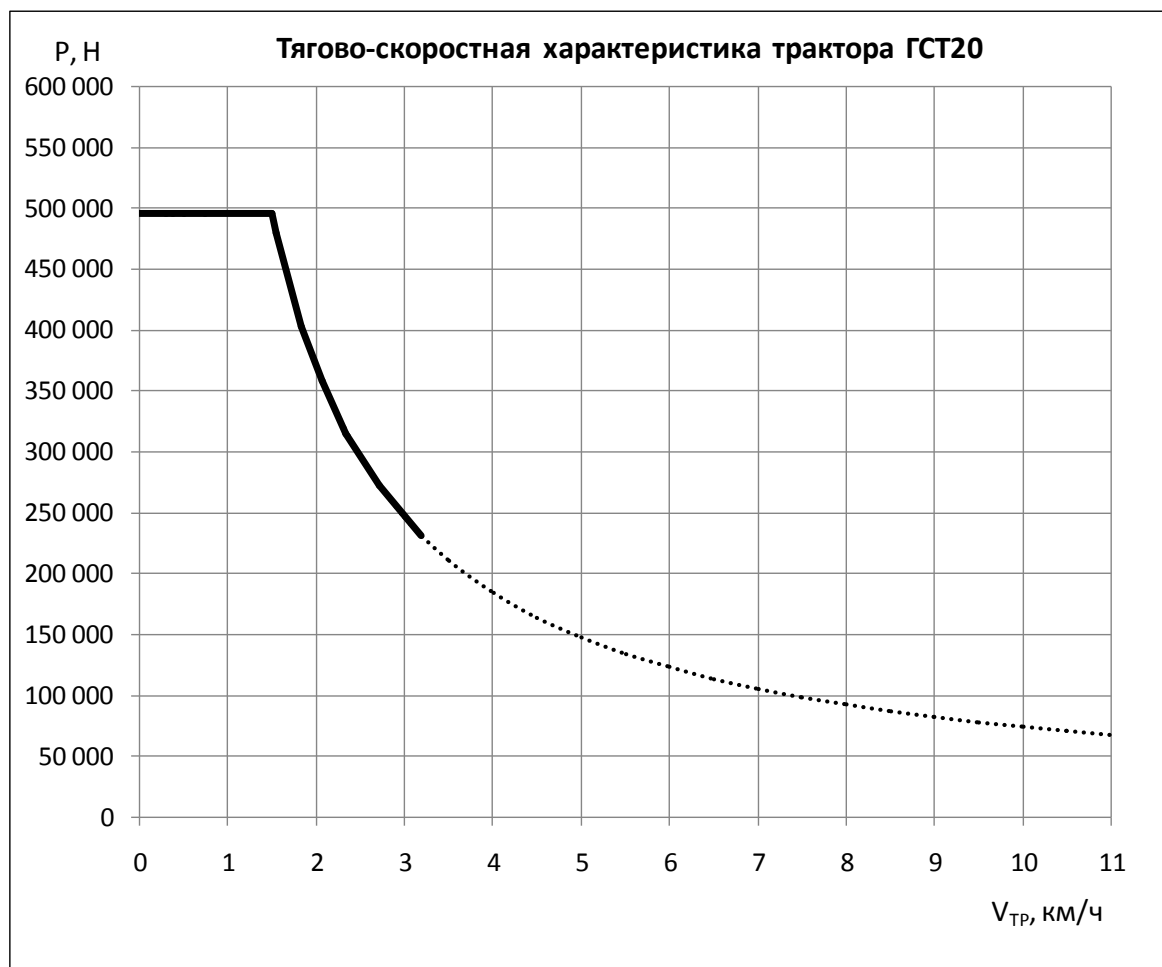


Рисунок 2.3 – Тягово-скоростная характеристика трактора при рабочем режиме ($i=70$).

При минимальной скорости 1,49 км/час сила тяги составляет 495 кН, а при максимальной скорости в рабочем режиме 3,19 км/час.

Передаточное число бортового редуктора $i=70$.

Исходные данные для расчета транспортного режима сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Исходные данные для расчета транспортного режима трактора (i=70)

$N_{ДВС}$, л.с.	400
$n_{ДВСном}$, об/мин	2100
$i_{бр}$	70
$n_{ГМмах} = n_{БРмах}$, об/мин	3500
ΔP , бар	440
$V_{ГНмах}$, см ³	175
$V_{ГМмах}$, см ³	140
$\Gamma_{вк}$, М	0,5

Таблица 2.6 – Основные расчетные параметры транспортного режима трактора (i=70)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	2,98	9,42
$V_{ГН}$, [см ³ /об]	81,6	175,0
$V_{ГМ}$, [см ³ /об]	140,0	94,8
$Q_{ГН} = Q_{ГМ}$, [л/мин]	163	349
$n_{ГМ}$, [об/мин]	1105	3500
$M_{ГМ}$ [Нм]	931	294
$N_{ГМ1}$, [кВт]	108	108
$N_{ГМСУММ}$, [кВт]	216	216
$P_{вк}$, [Н]	247746	78237
$n_{вк}$, [об/мин]	15,79	50,00
$N_{вк}$, [кВт]	204,8	204,8
ΔP , [бар]	440	205
Общий КПД	0,774	0,774

При уточненных исходных данных тягово-скоростная характеристики имеет вид, представленный на рисунке 2.4:



Рисунок 2.4 – Тягово-скоростная характеристика трактора на транспортном режиме ($i=70$).

Примем передаточное число бортового редуктора, основываясь на основных типоразмерах передаточных чисел бортовых редукторов, тяговом расчете равным 85.

Таблица 2.7 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора ($i=85$).

$N_{\text{ДВС}}, \text{ л.с.}$	400
$n_{\text{ДВСном}}, \text{ об/мин}$	2100
$i_{\text{бр}}$	85
$n_{\text{ГМmax}} = n_{\text{БРmax}}, \text{ об/мин}$	3500
$\Delta P, \text{ бар}$	440
$V_{\text{ГНmax}}, \text{ см}^3$	175
$V_{\text{ГМmax}}, \text{ см}^3$	280
$r_{\text{вк}}, \text{ м}$	0,5

Таблица 2.8 – Основные расчетные параметры рабочего режима трактора (i=85)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
V_{TP} , [км/ч]	1,23	2,63
$V_{ГН}$, [см ³ /об]	81,6	175,0
$V_{ГМ}$, [см ³ /об]	280,0	280,0
$Q_{ГН} = Q_{ГМ}$, [л/мин]	163	349
$n_{ГМ}$, [об/мин]	553	1185
$M_{ГМ}$ [Нм]	1863	869
$N_{ГМ1}$, [кВт]	108	108
$N_{ГМсумм}$, [кВт]	216	216
P_{BK} , [Н]	601669	280709
n_{BK} , [об/мин]	6,50	13,94
N_{BK} , [кВт]	204,8	204,8
ΔP , [бар]	440	205
Общий КПД	0,774	0,774

При уточненных исходных данных тягово-скоростная характеристики имеет вид, представленный на рисунке 2.5:

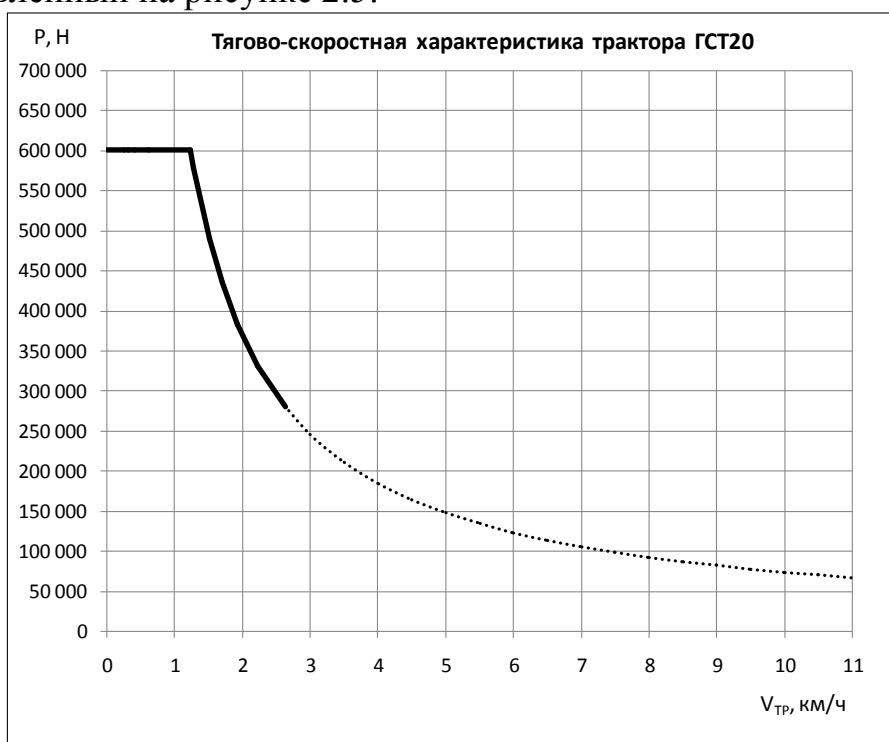


Рисунок 2.5 – Тягово-скоростная характеристика трактора на рабочем режиме (i=85).

При минимальной скорости 1,23 км/час обеспечивается максимальная тяга 600кН, а при максимальной рабочей скорости 2,63 км/час минимальная тяга 280 кН.

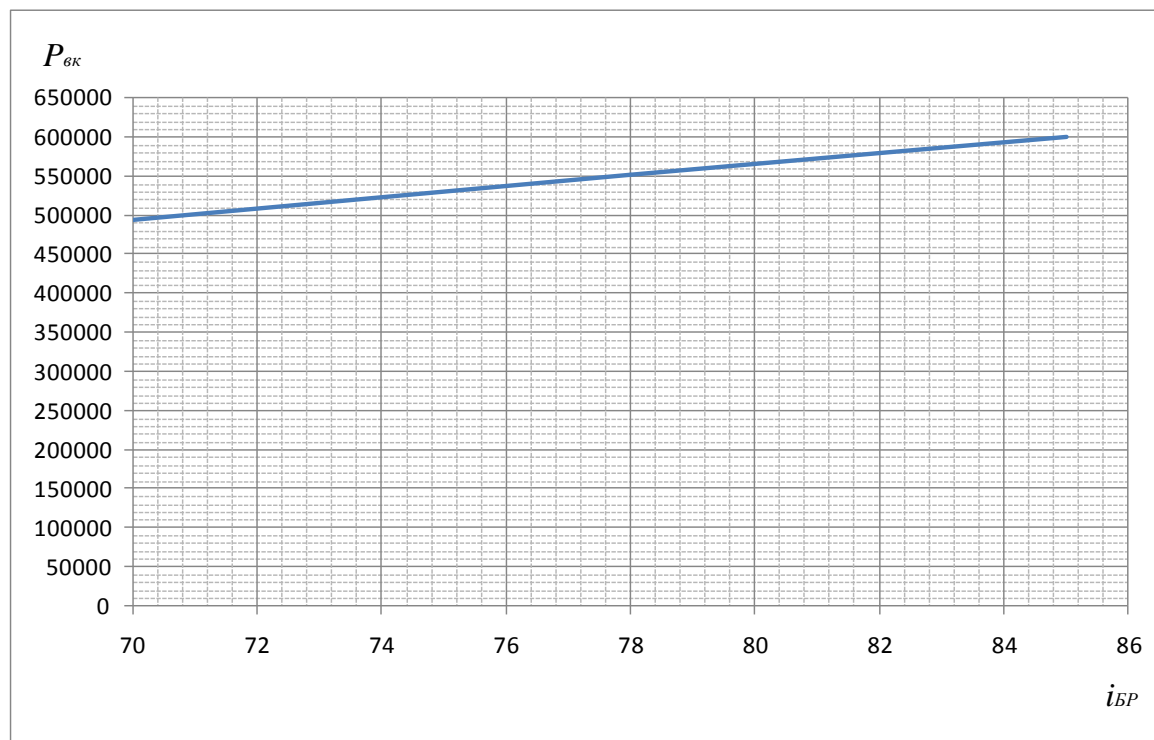


Рисунок 2.6 – Выбор передаточного отношения бортового редуктора.

Расчетная программа, созданная в среде Excel, позволяет подобрать наилучшее сочетание параметров, таких как сила тяги и скорость бульдозера. При выборе передаточного числа бортового редуктора в дипломном проекте, мы опирались на поставленные задачи, такие как при максимальной силе тяге равной больше 500кН иметь транспортную скорость не ниже 9 км/час. Просчитав несколько вариантов, подобрав передаточные числа определенных типоразмеров, мы убедились, что передаточное число 78 наилучшим образом подходит и удовлетворяет предъявляемые требования. Передаточное число 70 нам не подходит, т.к. мы не развиваем требуемой силы тяги, а 85, потому что мы не достигнем требуемой скорости.

Как описывалось раньше, бульдозер с гидростатической трансмиссией имеет большой плюс по сравнению с другими трансмиссиями, а именно последовательное регулирование насосом и мотором. Для этого типа регулирования тоже проведем тяговый расчет.

Исходные данные для тягового расчета трактора ($i=78$) приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Исходные данные для тягового расчета трактора ($i=78$)

$N_{ДВС}$, л.с.	400
$n_{ДВСном}$, об/мин	2100
$i_{бр}$	78
$n_{ГМмах} = n_{БРмах}$, об/мин	3500
ΔP , бар	440
$V_{ГНмах}$, см ³	175
$V_{ГМмах}$, см ³	280
$r_{вк}$, м	0,5

Основные расчетные параметры трансмиссии сведены в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Основные расчетные параметры тягового расчета трактора ($i=78$)

	Минимальная скорость	Максимальная скорость
$V_{тр}$, [км/ч]	1,34	8,46
$V_{ГН}$, [см ³ /об]	81,6	175,0
$V_{ГМ}$, [см ³ /об]	280,0	94,8
$Q_{ГН} = Q_{ГМ}$, [л/мин]	163	349
$n_{ГМ}$, [об/мин]	553	3500
$M_{ГМ}$ [Нм]	1863	294
$N_{ГМ1}$, [кВт]	108	108
$N_{ГМСУММ}$, [кВт]	216	216
$P_{вк}$, [Н]	552119	87179
$n_{вк}$, [об/мин]	7,09	44,87
$N_{вк}$, [кВт]	204,8	204,8
ΔP , [бар]	440	205
Общий КПД	0,774	0,774

При уточненных исходных данных тягово-скоростная характеристика имеет вид, представленный на рисунке 2.7:

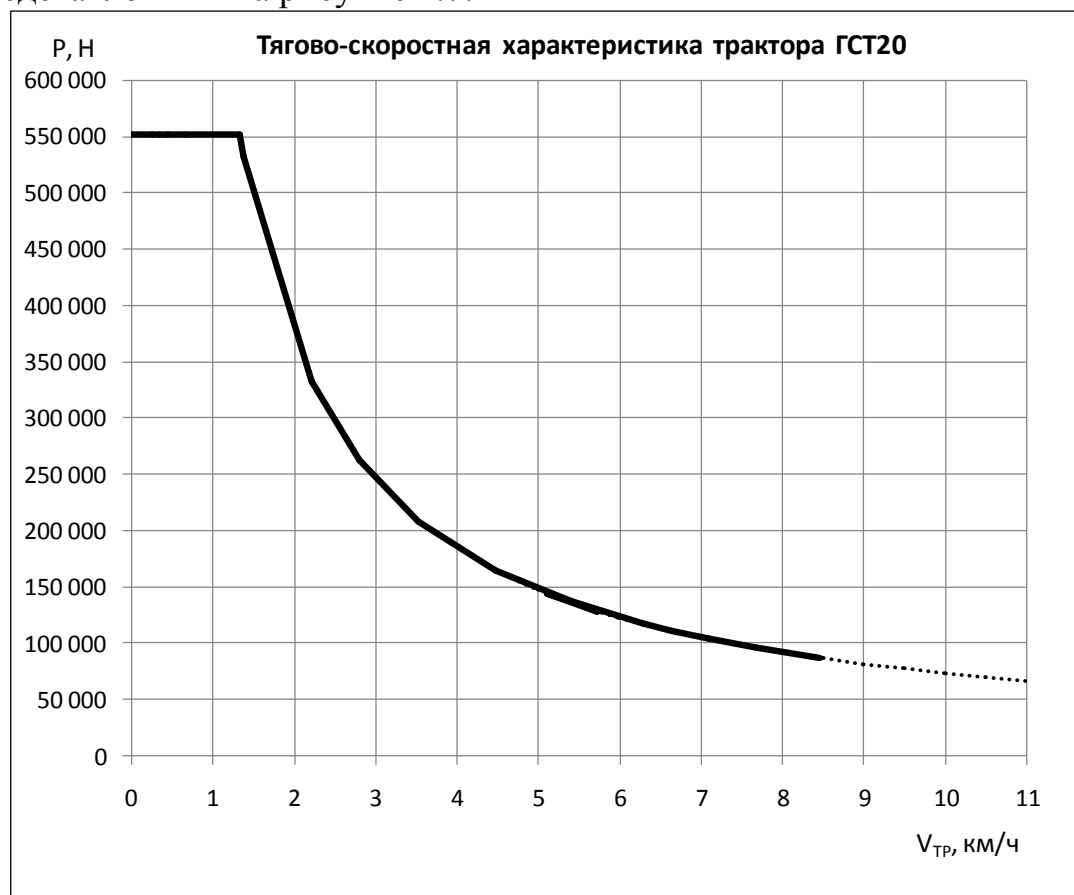


Рисунок – 2.7 Тягово-скоростная характеристика трактора ($i=78$)

Для более точной оценки различных способов регулирования гидрообъемных передач и их влияния на тяговые характеристики (рисунок 2.5 - 2.7) нужно проводить уже специальные исследования, как и задумано сделать в дальнейшем. Очевидным же преимуществом реализованной на ДСТ-Урал системы управления трансмиссией является применение гидростатического привода, которое позволило упростить силовую передачу, реализовать модульный принцип компоновки, отказаться от таких традиционных трансмиссионных узлов, как гидротрансформатор, коробка передач, главная передача, механизмы поворота и тормоза. .

2.2 Расчет тележки

2.2.1 Расчет рамы тележки

Расчет рамы тележки проведем в приложении программы SolidWorksSimulation.

Для проведения расчета необходимо знать, из какого материала изготовлена рама тележки, какая максимальная внешняя нагрузка может действовать на нее и в какой точке она приложена. Рама тележки изготовлена из стали Ст3сп[37].

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

Рассмотрим нагрузку в двух случаях:

I) Спереди навстречу движению при наезде на препятствие

II) Боковая нагрузка при повороте при наезде на препятствие

Имя модели: Расчет тележки 2116 шв.12
Название исследования: Боковая нагрузка (По умолчанию)
Тип элюда: Запас прочности Запас прочности.1
Критерий: Максимальное напряжение топ Mises
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 0.37

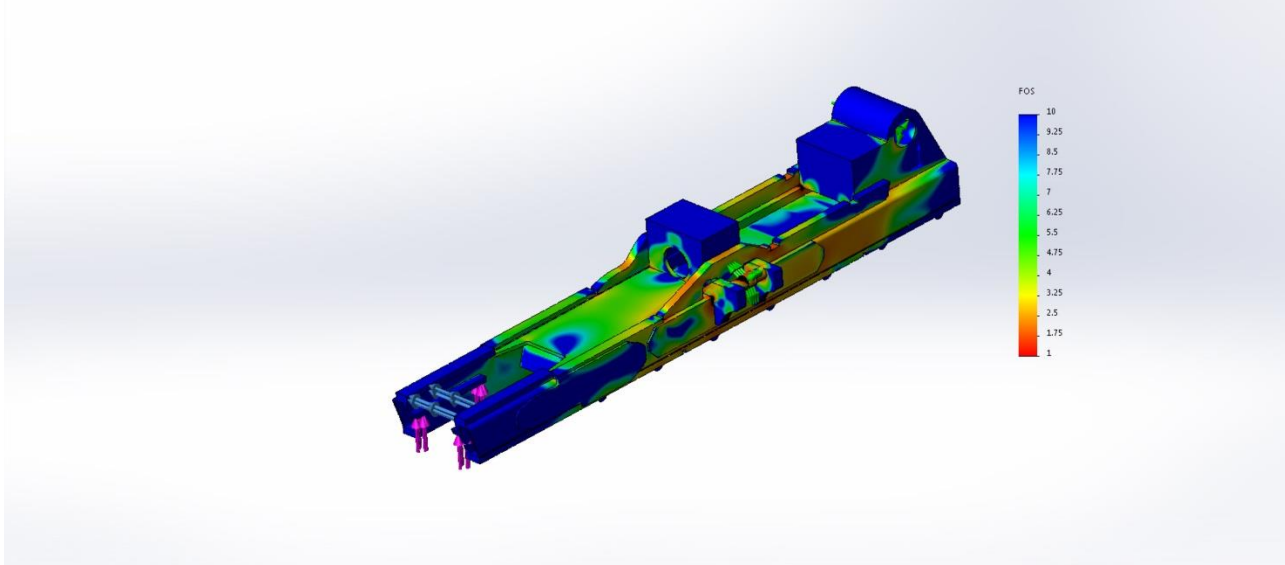


Рисунок 2.8 – Эпюра запаса прочности при прямолинейном движении при наезде на препятствие

Из расчета делаем вывод, что наибольшую нагрузку воспринимают брусья рамы тележки, а на втулку, которой крепится тележка на ось качения, приходится наименьшая нагрузка, а запас прочности составляет порядка 8,5-9. Отсюда делаем вывод, что проектируемая ходовая группа выполняет техническое задание о снижении нагрузки на корпус бортового редуктора.

Имя модели: Расчет тележки 2116 шв.12
Название исследования: Боковая нагрузка (По умолчанию)
Тип элюда: Запас прочности Запас прочности.1
Критерий: Максимальное напряжение топ Mises
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 0.22

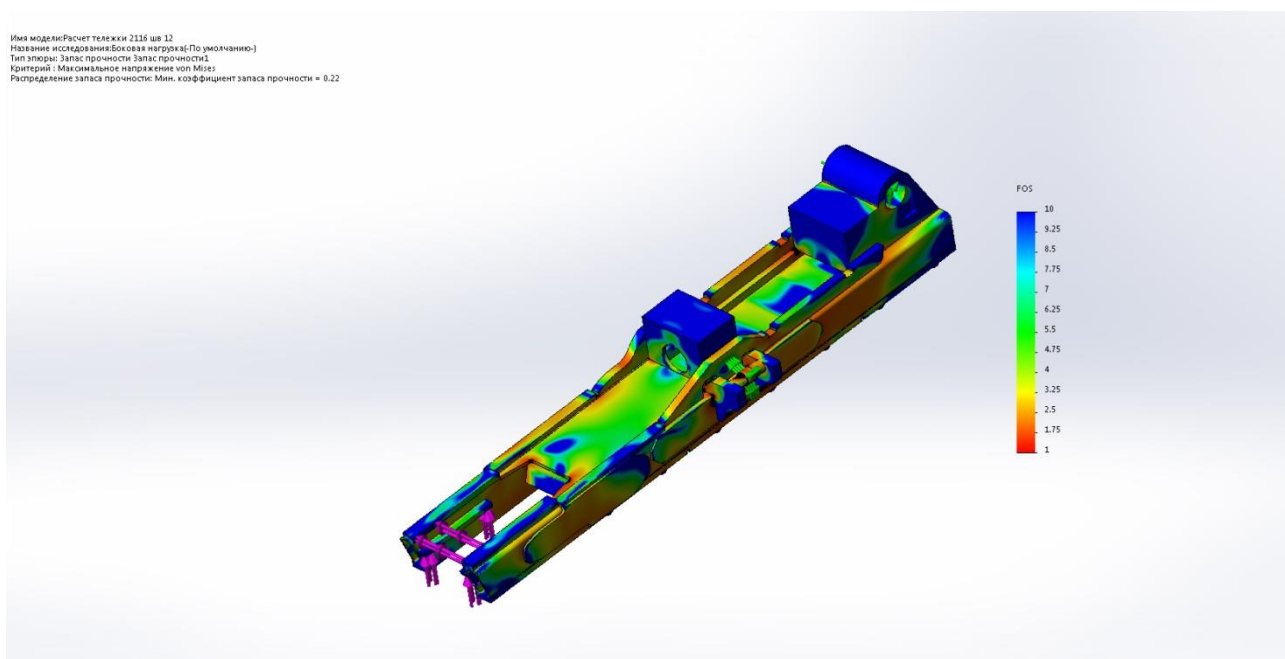


Рисунок 2.9 – Эпюра запаса прочности при повороте при наезде на препятствие

При боковой нагрузке и наезде на препятствие в повороте видно, что основная нагрузка все так же приходится на брусья тележки и запас прочности составляет порядка 2,5-3,5, а на втулку оси качения приходится все так же меньшая нагрузка.

2.2.2 Расчет оси качания

Расчет оси качания и воздействие ударных нагрузок на корпус бортового редуктора так же проведем в приложении программы SolidWorksSimulation.

Для этого мы имитируем часть остова рамы с корпусом бортредуктора, имитацией ведущего колеса и закрепленной осью качания с посаженной на нее втулкой тележки.

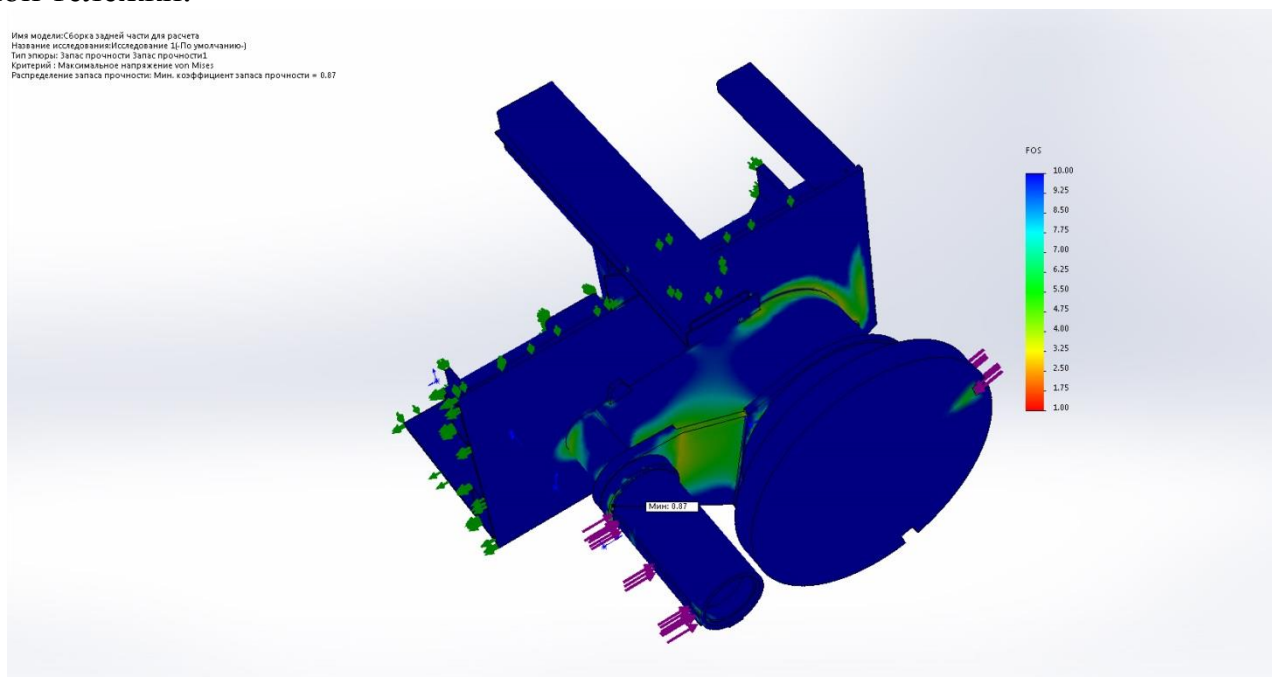


Рисунок 2.10 – Эпюра запаса прочности при ударной нагрузке спереди на ось качания

Имя модели: Сборка задней части для расчета
 Название исследования: Исследование 14 (По умолчанию)
 Тип эпюры: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий: Максимальное напряжение von Mises
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 0.87

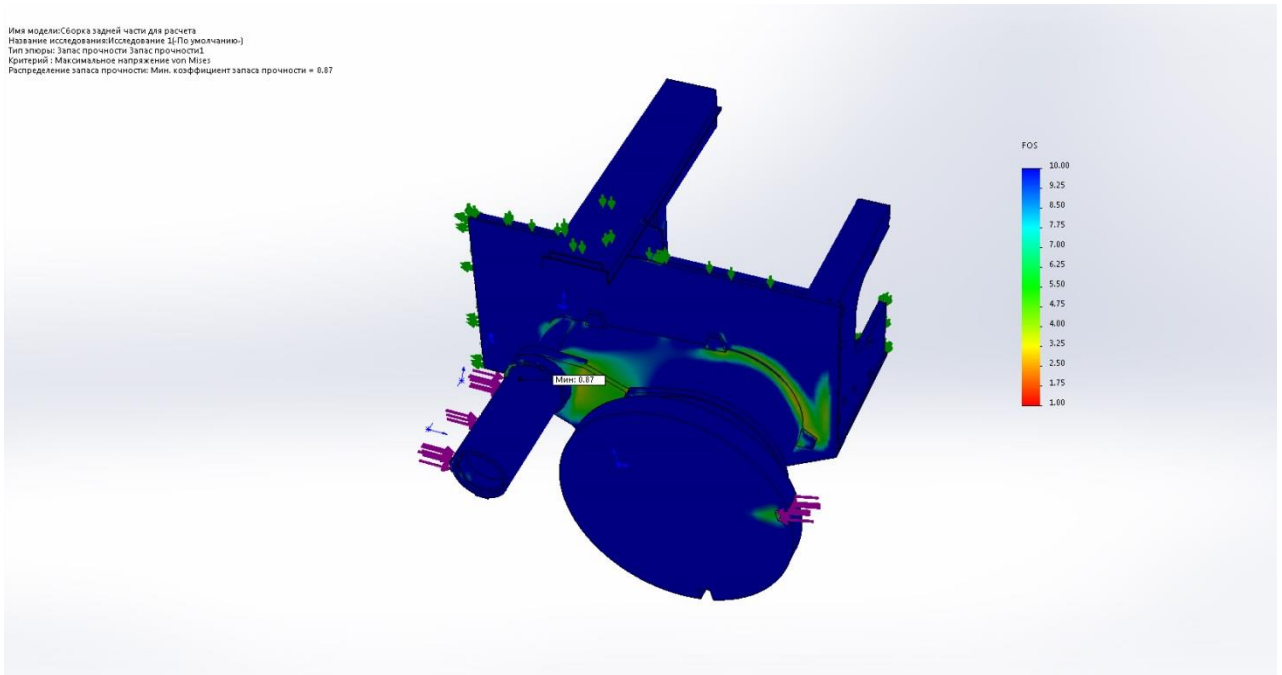


Рисунок 2.11 – Эпюра запаса прочности при ударной нагрузке спереди на ось качения

Как видно из расчетов, нагрузки распределены рассредоточено по корпусу бортредуктора а запас прочности составляет порядка 7-7,5. Можно сделать вывод о том, что введенная в конструкцию ось качения выполняет требования о снижении нагрузок на корпус бортредуктора.

2.2.3 Расчет пружин механизма сдавливания на прочность

Как правило, система натяжения чаще всего расположена возле ведомого колеса (натяжного). А для ремонта гусеничной ленты, т.е. ее ослабления и настроя правильного натяга, снятия ее с катков, используют механизм сдавливания.

Во многих конструкциях строительной техники система натяжения представлена работой гидроцилиндра, а «отжим» при снятии – при помощи механизма сдавливания, который включает в себя мощную пружину, который считается самым надежным и простым в исполнении рисунок 2.12.

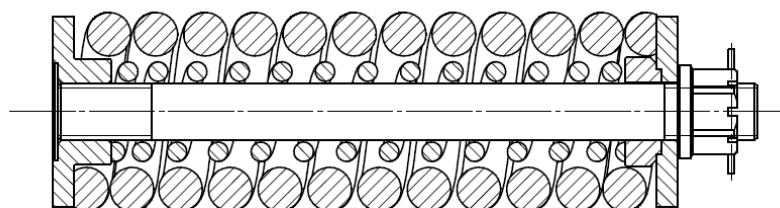


Рисунок 2.12 – Механизм сдавливания бульдозера ТМ20

Сами пружины сжатия обвиваются вокруг штока, который, непосредственно сдавливает их при механическом воздействии. Чтобы получить опорную поверхность пружины крайние витки обрезают параллельно опорной поверхности и шлифуют рисунок 2.13.

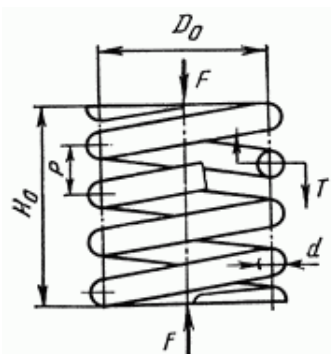


Рисунок 2.13 – Пружина сжатия с обрезанными крайними витками и поджатая

Исходя из принципа действия механизма, можно понять, что пружина работает на сжатие и в сечении витка возникает крутящий момент T . Но сила сжатия незначительна, т.к. силы сдвига незначительны и в дальнейшем расчете будем учитывать ее в роли поправочного коэффициента. Таким образом, основной расчет винтовых пружин проводится на скручивание.

Условие прочности для пружин из проволоки круглого сечения имеет вид:

$$\tau_{\max} = k \frac{T}{W_p} = k \frac{8PD_0}{\pi d^3} = k \frac{8Fc}{\pi d^2} \leq [\tau], \quad (2.23)$$

где k – поправочный коэффициент, учитывающий влияние кривизны витков и поперечной силы, принимаемый по таблице 2.11[6];

P – осевая нагрузка пружины;

D_0 – средний диаметр витков пружины;

d – диаметр проволоки;

c – индекс пружины;

$[\tau]$ – допускаемое напряжение по таблице 2 [6].

Таблица 2.11 – Значения поправочного коэффициента k при расчете пружин растяжения-сжатия с витками круглого сечения

c	4	5	6	8	10	12
k	1,37	1,29	1,24	1,17	1,14	1,11

Таблица 2.12 – Разряды одножильных пружин из проволоки круглого сечения

Класс	Сила вызывающая максимальную деформацию пружины P , Н	Диаметр проволоки d , мм	Допускаемое напряжение при кручении $[\tau]$, МПа
II	1,5...1400	0,2...5	900

$$P_{\max} = P \frac{f + h}{f}, \quad (2.24)$$

где P – усилие пружины в механизме сдавания, $P = 160$ Н;
 f – предварительная осадка пружины, $f = 7,8$ мм;
 h – ход нажимного диска, $h = 7,5$ мм.

$$P_{\max} = 160 \cdot \frac{7,8 + 7,5}{7,8} = 313,8 \text{ Н} \quad (2.25)$$

$$c = \frac{D_0}{d}$$

$$c = \frac{16}{2} = 8$$

$$\tau_{\max} = 1,17 \cdot \frac{8 \cdot 313,8 \cdot 8}{3,14 \cdot 0,003^2} = 831 \text{ МПа} \leq [900 \text{ МПа}]$$

Условие прочности выполняется, т.е. пружина подобрана верно.

Вывод по разделу два

В конструкторском разделе был проведен тяговый расчет бульдозера ТМ20 с гидростатической трансмиссией, в ходе которого было подобрано оптимальное передаточное число бортового редуктора исходя из требуемых параметров, а точнее тягового усилия и максимальной скорости. Проведен прочностной расчет рамы ходовой тележки и оси качания, их влияние на нагрузку на самом бортовом редукторе. Глядя на полученные эпюры, мы добились желаемого эффекта в виде снижения нагрузки и увеличения запаса прочности. Так же произведен анализ механизма сдавания, точнее винтовой пружины, в ходе которого произведен проверочный расчет на кручение, в ходе которого выяснили что действующие напряжения не превышают допустимые.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

После выполнения конструкторского раздела, который включает в себя конструкторскую документацию, производственный процесс переходит к технологиям. Составим технологическую карту с технологическим процессом для детали «Вал», представленной на рисунке 3.1. Конструктором указано произвести из материала 09Г2С для агрессивной эксплуатации [8].

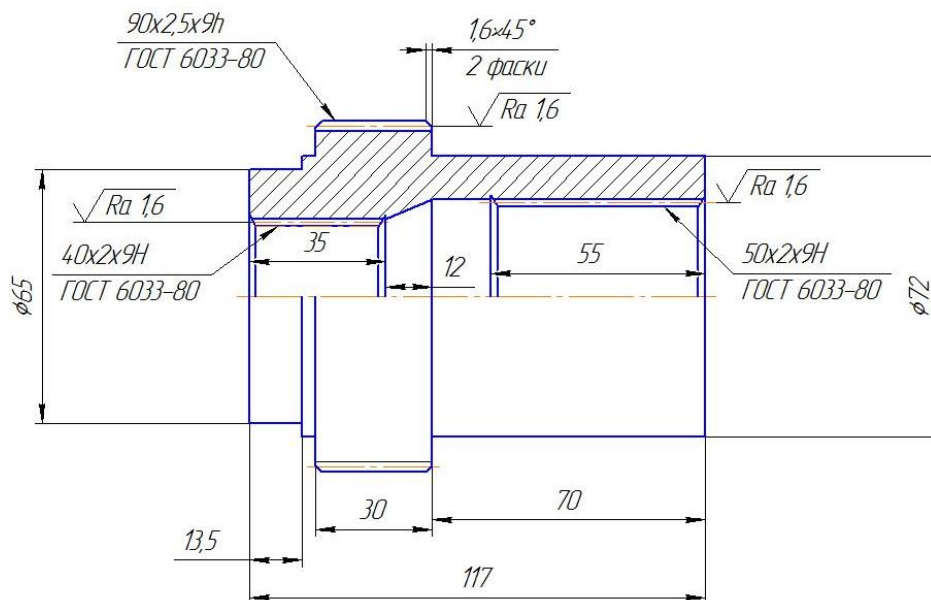
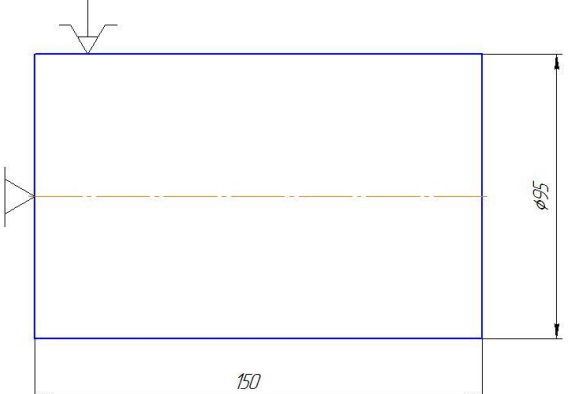
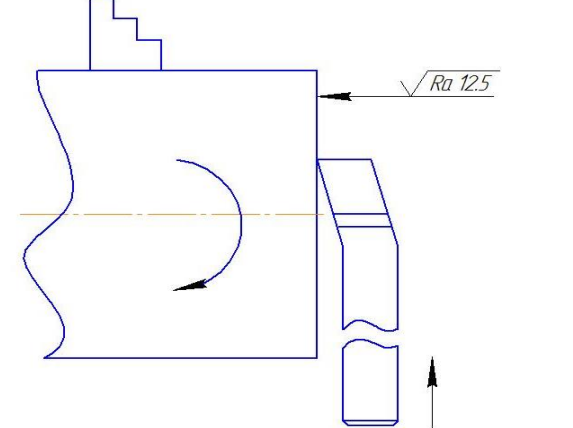
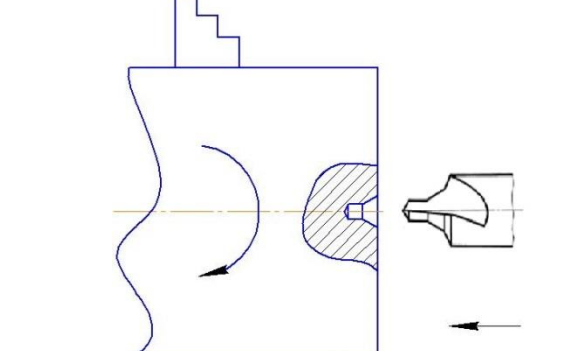


Рисунок 3.1 – Вал

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. В качестве заготовки принимаем прокат – калиброванная круглая сталь ГОСТ 7417-57 [9]. Параметр шероховатости для неуказанных поверхностей Ra6,3.

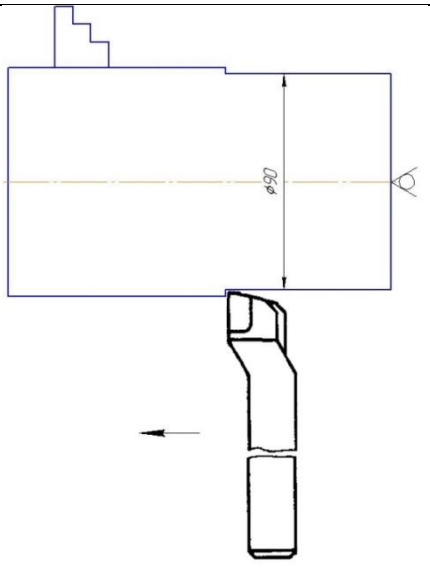
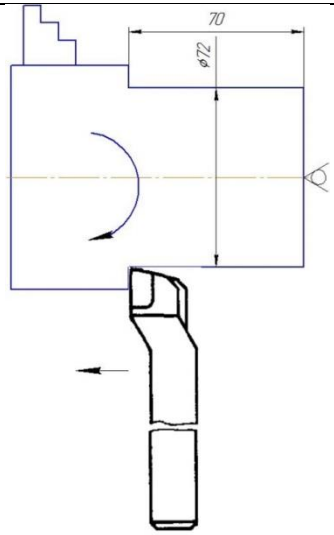
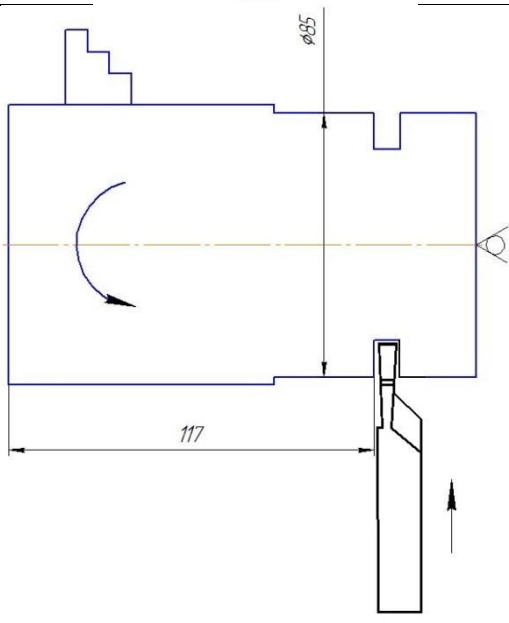
В таблице 3.1 представлена разработка технологической карты обработки детали «Вал». Большинство технологических операций выполняются на токарно-винторезном станке типа 1К62 [10] при помощи лезвийного режущего инструмента [11-18], долбление внутренних шлицов на полуавтомате 5В150 [19] долбяками [20], фрезерование внешних на полуавтомате 5350А [21], операция 05 выполняется на ленточно-отрезном станке Н-300М [22] при помощи ленточного полотна [23].

Таблица 3.1 – Технологическая карта обработки детали «Вал»

Опера-ция	Наиме-нование	Эскиз обработки детали	Инструмент
00 – транспортно-заготовительная			
05 – отрезная	Отрезка заготовки L=150 мм		Ленточное полотно 1-16-0,8-3 ГОСТ Р 53924-2010[23]
10 – токарная	Подрезка торца		Резец 2112-0035 ГОСТ 18871-73[18]
15 – сверлильная	Выполнение центрального отверстия d=15мм		Сверло 2317-0108 ГОСТ 14952-75[11]

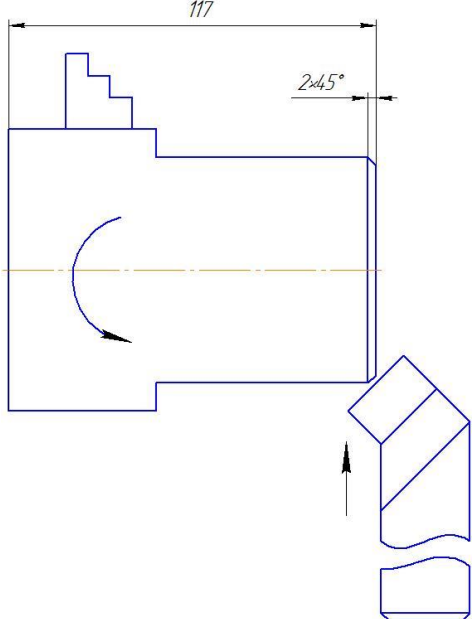
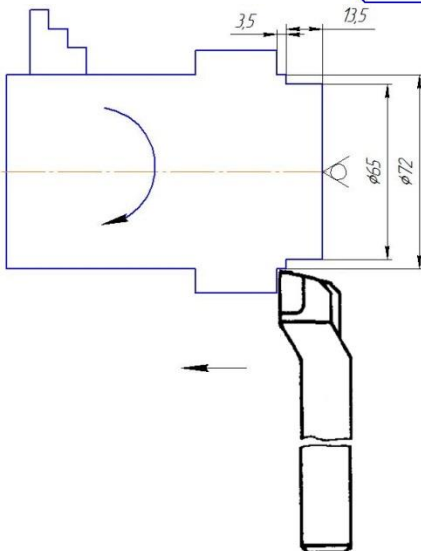
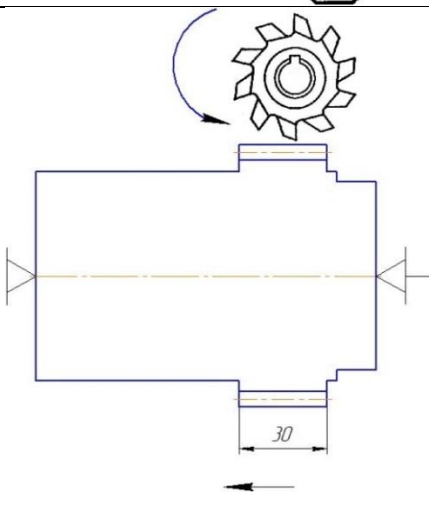
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 3.1

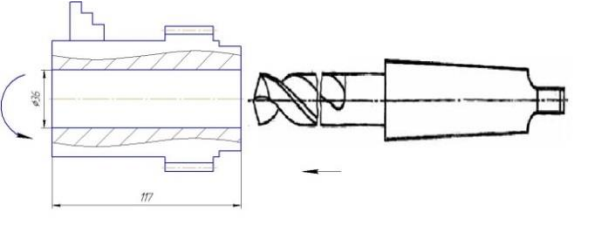
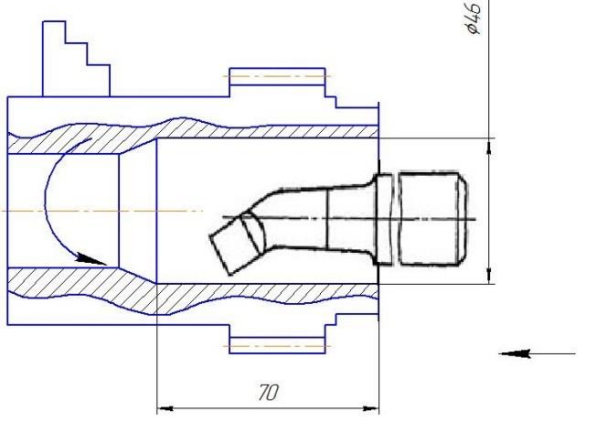
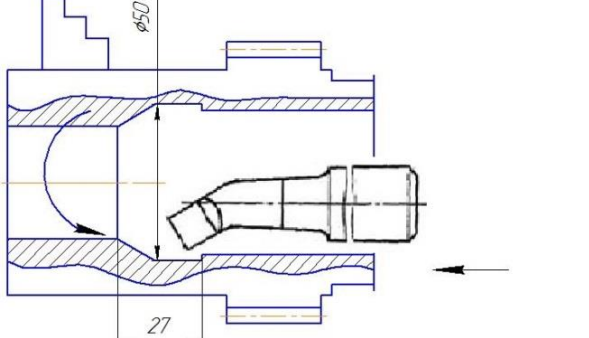
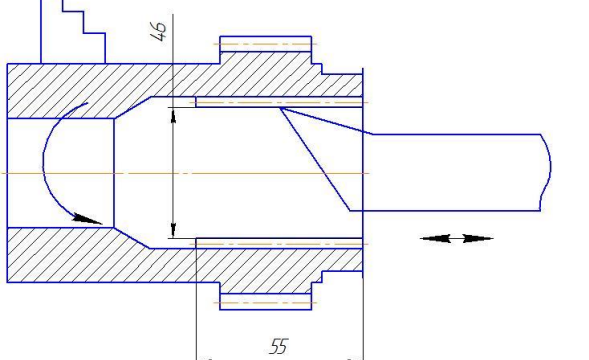
<p>20 – токарная</p>	<p>Точение d=90 мм на всю длину</p>		<p>Резец 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879-73 [12]</p>
<p>25 – токарная</p>	<p>Точить d=72 на длину 70 мм</p>		<p>Резец 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879-73 [12]</p>
<p>30 - отрезная</p>	<p>Отрезать заготовку, выдерживая требуемый размер со- гласно чертежу</p>		<p>Резец 2130-0255 ВК6 ГОСТ 18884-73 [13]</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

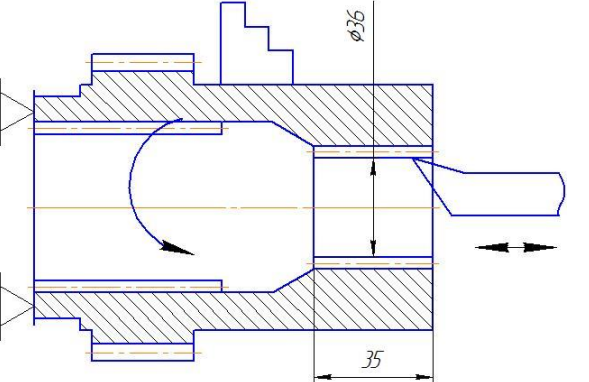
Продолжение таблицы 3.1

<p>35 – токарная</p>	<p>Подрезка торца в размер L=117 мм</p>		<p>Резец 2102-0055 Т15К6 ГОСТ 18877-73, резец 2112-0035 ГОСТ 18871-73 [18]</p>
<p>40 – токарная</p>	<p>Точить d=65 на длину 13,5 мм, d=72 на длину 3,5 мм</p>		<p>Резец 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879-73 [12]</p>
<p>45 – шлице-фрезерная</p>	<p>Фрезеровать 34 шлица L=30 мм</p>		<p>Фреза 2510-4073 А ГОСТ 9324-80 [24]</p>

Продолжение таблицы 3.1

50 – свер- лильная	Свер- лить сквозное отвер- стие d=36 мм		Сверло 2301- 0125 ГОСТ 10903-77 [17]
55 – то- карная	Растачи- вание сквозно- го отвер- стия до d=46 мм длиной 70 мм		Резец 2140- 0506 ГОСТ 1887 7-73 [14]
60 – то- карная	Растачи- вание сквозно- го отвер- стия до d=50 мм на длину 27 мм		Резец 2140-0506 ГОСТ 18877-73 [14]
65 – дол- бежная	Долбить шлицы на длину 55 мм		Долбяк 2540-0101В ГОСТ 6762-79 [20]

Окончание таблицы 3.1

70 – долбежная	Заготовку развернуть, долбить шлицы на длину 35 мм		Долбяк 2540-0089В ГОСТ 6762-79 [20]
75 – термическая	Закалка объемная HRC 50...55		
80 – контрольная	Окончательный контроль		Штангенциркуль ШЦ-II-320-1000-0,1-1 ГОСТ 166-89 [25], Калибры для контроля шлицевых эвольвентных соединений ГОСТ 24969-81 [26]

В данной технологической карте представлены основные операции для детали «Вал», за исключением незначительных операций как моечные и слесарные.

Для производства надежных и качественных деталей очень важно составить, а потом верно выполнить весь технологический маршрут, соблюдая все требования по изготовлению изделий.

Выводы по разделу три

После построения деталей при помощи моделирования и выпуска соответствующей конструкторской документации, к разработке проекта присоединяются технологи. В технологическом разделе представлен пример, как разрабатывается деталь перед сборкой машины. В качестве примера приведена деталь «Вал», как одна из самых важных деталей в узле. Для нее была разработана технологическая карта для станков типа 1К62 [10], 5В150 [19], 5350А [21], Н-300М [22].

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Организационный раздел

Модели (графики) проектов или разработок являются эффективными инструментами при планировании и управлении различными видами работ. Основное требование к моделям проектов заключается в том, что они должны достаточно полно отражать взаимосвязи и основные характеристики планируемых работ. Для отражения сроков начала работ, а также для обозначения продолжительности каждого цикла выполнения комплекса работ используются ленточные план-графики Ганнта. Данный тип моделей используется в традиционных методах планирования [14].

Ленточные графики составляют в пределах заданного, а не расчетного срока выполнения всего комплекса работ. В обязанности бюро планирования входит составление рабочих план-графиков отделов предприятия. Для этих целей могут быть эффективно использованы ленточные графики: руководители отделов направляют задания работникам с обозначением сроков начала и окончания работ. Для планирования и своевременного выполнения работ по дипломному проектированию нами будет использоваться план-график ленточного типа.

На план-графике отрезками изображается весь цикл работ по дипломному проектированию. Работы могут выполняться параллельно и последовательно.

Для расчета капитальных затрат на экономическом этапе будут использоваться следующие данные из план-графика Ганнта: ожидаемое время выполнения работ, квалификация и число исполнителей).

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	49
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

№	Этап работ	Исполнители		Продолжительность, раб. дни	Рабочие дни			
		категория	кол-во		1-9	10-18	19-27	28-36
1	Введение	Инженер	1	2				
2	Описание отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	Инженер	1	7				
3	Конструкторская часть проекта	Руководитель	1	8				
		Инженер	1					
4	Технологическая часть проекта	Руководитель	1	8				
		Инженер	1					
5	Организационно-экономический раздел	Консультант по эконом. части	1	5				
		Инженер	1					
6	Раздел БЖД	Консультант БЖД	1	5				
		Инженер	1					
7	Разработка конструкторской документации	Руководитель темы	1	40				
		Инженер	1					

Рисунок 5.1 – План-график Гантта (ленточный) выполнения работ ВКР

4.2 Экономический раздел

4.2.1 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:

$$C_{см} = C_{м} + C_{з.п.осн.} + C_{з.п.доп.} + C_{в.н.} + C_{накл.}, \quad (4.1)$$

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;
 $C_{е.н}$ – отчисления по единому социальному налогу;
 $C_{накл}$ – накладные (общехозяйственные налоги).

В составе прямых материальных затрат $C_{м}$ учитываются затраты на потребляемые ресурсы - расходные материалы, которые представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Затраты на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.
Бумага А4	Пачка	2	400
Персональный компьютер	Шт.	1	50000
Лицензионная программа SOLIDWORKS	Шт.	1	10000
Услуги печати	-	-	500

Величина затрат $C_{м}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{м} = k_{т} \sum_{i}^{m} Ц_{i} N_{расх}, \quad (4.2)$$

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.

$$C_{м} = 1,2(400 + 50000 + 10000 + 500) = 73080 \text{ руб.}$$

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 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:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{L_0}{F}, \quad (4.3)$$

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:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{30000}{22} = 1364 \text{ руб}$$

Определим среднедневной заработок инженера:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{25000}{22} = 1136 \text{ руб}$$

Определим среднедневной заработок руководителя дипломного проекта:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{30000}{22} = 1364 \text{ руб}$$

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

$$L = L_{\text{ср.д.}} \cdot t, \quad (4.4)$$

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:

$$L = (1364 \cdot 5) \cdot 2 = 13,640 \text{ руб}$$

Определим заработную плату за выполнение определенного этапа работ инженера:

$$L = 1136 \cdot 75 = 85200 \text{ руб}$$

Определим заработную плату за выполнение определенного этапа работ руководителя проекта:

$$L = 1364 \cdot 56 = 76,384 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы исполнителям проекта 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:

$$L = \sum_1^n l_{cp,i} t_i, \quad (4.5)$$

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

n — количество видов работ;

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

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

$$L = \sum_1^3 135 \cdot 1.6 = 648 \text{ руб. / нормо-час}$$

Расчет основной заработной платы работников сводится в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Ведомость основной заработной платы

№ этапа	Категория персонала	Численность исполнителей	Кол-во чел.-дней	Средняя зарплата в день, руб.	Сумма основной заработной платы, руб.
1	Инженер	1	2	1136	2272
2	Инженер	1	7	1136	7952
3	Руководитель	1	8	1364	10912
	Инженер	1	8	1136	9088
4	Руководитель	1	8	1364	10912
	Инженер	1	8	1136	9088
5	Консультант по экономической части	1	5	1364	6820
	Инженер	1	5	1136	5680
6	Консультант БЖД	1	5	1364	6820

	Инженер	1	5	1136	5680
7	Руководитель	1	40	1364	54560
	Инженер	1	40	1136	45440
Итого: 175224руб					

ТК РФ предусматривает выплату дополнительной заработной платы исполнителей проекта $C_{з.п.доп.}$. Выплата производится в следующих случаях: при отклонении от нормальных условий труда; в качестве дополнения к выплатам, связанных с предоставлением гарантий и компенсаций.

$$C_{з.п.доп.} = C_{з.п.оос} \alpha \quad (4.6)$$

$$C_{з.п.доп.} = 175224 \cdot 0,13 = 22779.$$

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:

$$C_{Е.Н.} = (C_{з.п.оос} + C_{з.п.доп.}) k_c, \quad (4.7)$$

где k_c – коэффициент, соответствующий ставке единого социального налога.

$$C_{Е.Н.} = (175224 + 22779) \cdot 0,3 = 59401 \text{руб}$$

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

$$C_{накл.} = C_{з.п.оос} \cdot k_n, \quad (4.8)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$C_{накл.} = 175224 \cdot 0,5 = 87612 \text{руб}$$

Теперь по формуле (4.1) рассчитаем смету затрат на выполнение проекта:

$$C_{\text{см}} = 73080 + 175224 + 22779 + 59401 + 87612 = 418096$$

Все полученные данные расчетов сведем в ведомость затрат этапов дипломного проекта, таблица 4.3.

Таблица 4.3 – Ведомость затрат этапов дипломного проекта

Статьи затрат	Базовая сметная стоимость, руб.	Удельный вес элементов затрат в сметной стоимости, %	Плановая сметная стоимость, руб.
Материалы	73080	17,5	70000
Основная заработная плата	175224	41,9	175000
Дополнительная заработная плата	22779	5,4	22750
Социальные отчисления	59401	14,2	59325
Прочие накладные расходы	87612	21	87500
Всего по теме	418096	100	414575

4.2.2 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 ($K_{\text{сум}}$) по выпуску новой продукции включает в себя:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{НИОКР}}, \quad (4.9)$$

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:

$$K_{\text{пр}} = (0,5...0,9)C_{\text{пол}} \cdot A_{\Gamma}, \quad (4.10)$$

где $C_{\text{пол}}$ – полная себестоимость, которая равна:

$$C_{\text{пол}} = m \cdot k_{\text{изг.}} \cdot C_{\text{рын.мет.}}$$

где m – масса изделия;
 $k_{изг.}$ - коэффициент затрат на производство, который принимаем 2,5;
 $C_{рын.мет.}$ – средняя рыночная стоимость металлопроката, принимаем 55 руб. за килограмм;

$$C_{пол} = 3400 \cdot 2,5 \cdot 55 = 233750 \text{ руб.}$$

$A_{Г}$ – программа выпуска продукции, которая равна 250 шт.
Найдем прямые капитальные вложения по формуле (4.10):

$$K_{пр} = 0,6 \cdot 233750 \cdot 250 = 35062500 \text{ руб.}$$

Расчёт оптовой цены (4.11):

$$C_{опт} = C_{п} + П, \quad (4.11)$$

где $C_{пол}$ – полная себестоимость;
 $П$ – прибыль от продаж;

Найдём прибыль от продаж (4.12):

$$П = C_{п} \cdot \frac{K_{прб}}{100\%}, \quad (4.12)$$

где $K_{прб}$ – уровень рентабельности (принимается равным 30%).

$$П = 233750 \cdot 0,3 = 70125 \text{ руб.}$$

$$C_{опт} = 233750 + 70125 = 303875 \text{ руб.}$$

Расчёт отпускной цены по формуле(4.13):

$$C_{отп} = П + C_{п} + Н, \quad (4.13)$$

где $Н$ – налог.

Найдём налог (4.14):

$$Н = C_{опт} \cdot \frac{20\%}{100\%}. \quad (4.14)$$

$$Н=233750 \cdot 0,2 = 46750 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{отп}} = 233750 + 70125 + 46750 = 350625 \text{ руб.}$$

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.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{\Pi_{\text{р}}}, \quad (4.13)$$

где $T_{\text{ок}}$ – период окупаемости;
 $K_{\text{сум}}$ – ежегодные капитальные вложения;
 $\Pi_{\text{р}}$ – проектная прибыль.

$$\Pi_{\text{р}} = \Pi_{\text{б}} k_{\text{н.п.}}, \quad (4.14)$$

где $\Pi_{\text{б}}$ – 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

$$\Pi_{\text{б}} = (C_{\text{отп}} - C_{\text{пол}}) A_{\text{г}} \quad (4.15)$$

$$\Pi_{\text{б}} = (350625 - 233750) \cdot 250 = 29218750 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{р}} = 29218750 \cdot 0,76 = 22206250 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{35062500}{22206250} = 1,5 \text{ г.}$$

Графической иллюстрацией срока окупаемости проекта является график денежных потоков рисунок 4.2.

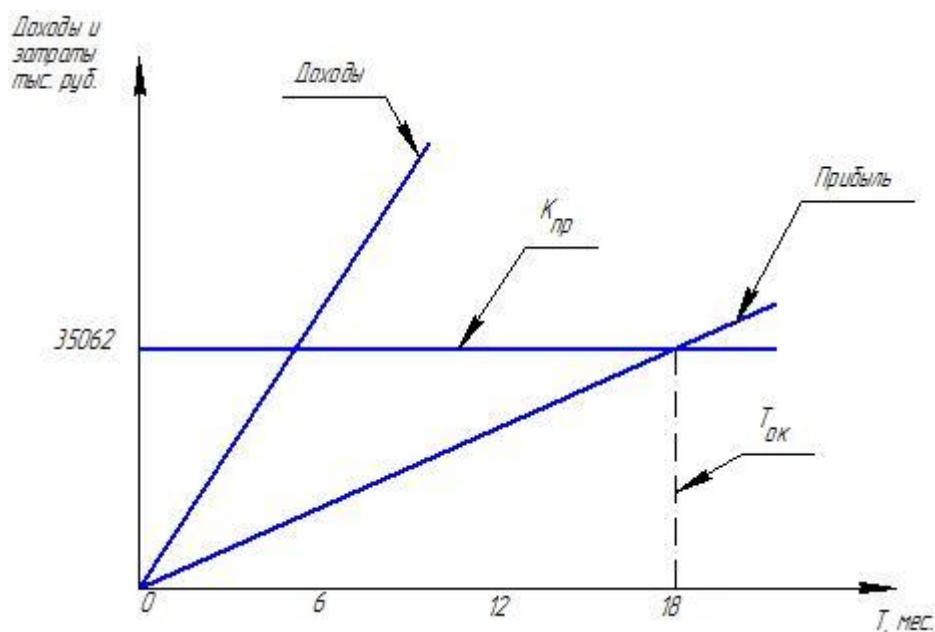


Рисунок 4.2 – График денежных потоков

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:

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{отп} - a}, \quad (4.16)$$

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.

$$A_{кр} = \frac{40906250}{350625 - 70125} = 145 \frac{\text{шт}}{\text{год}}$$

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

$$V_p = \Pi_{\text{отп}} A_r \quad (4.17)$$

$$C = a A_r + B \quad (4.18)$$

$$V_p = 350625 \cdot 250 = 87656250 \text{ руб/год.}$$

$$C = 70125 \cdot 250 + 40906250 = 58437500 \text{ руб/год.}$$

Графической иллюстрацией определения точки безубыточности служит рисунок 4.3.

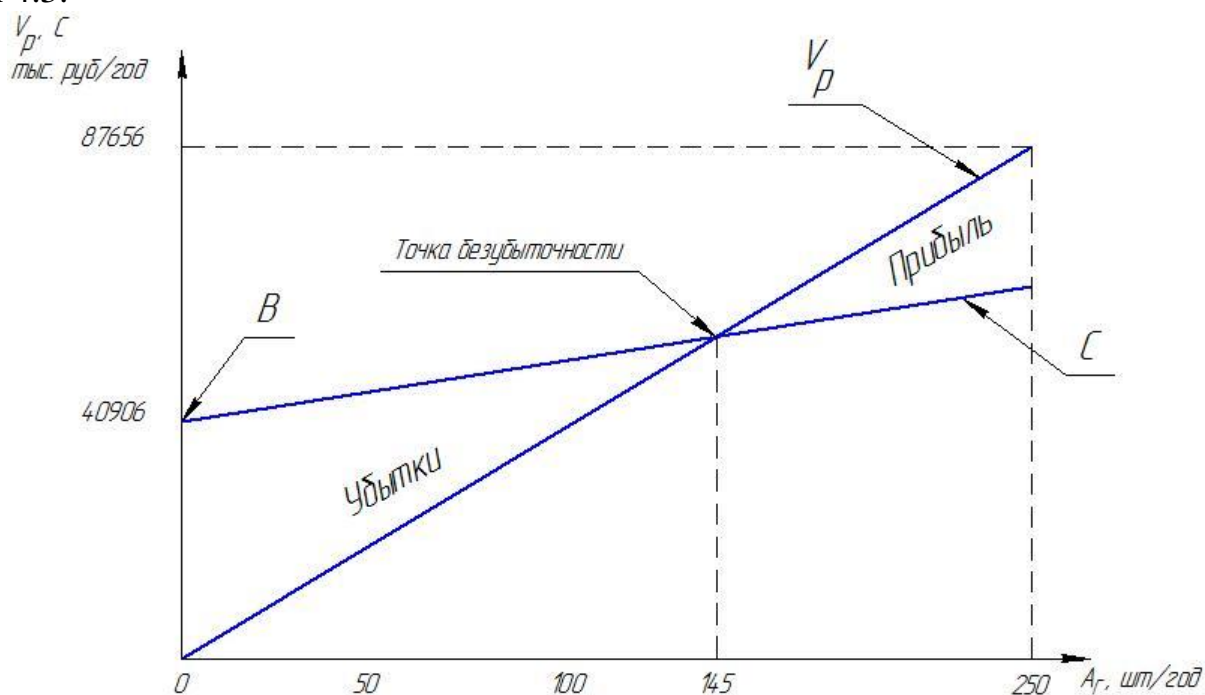


Рисунок 4.3 – График точки безубыточности

Таблица 4.4 – Технико-экономические показатели инвестиционного проекта

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Годовая программа	шт.	250
Полная себестоимость	тыс.руб.	233750
Оптовая цена	тыс.руб.	303875
Прибыль	тыс.руб./год	22206250
Инвестиции	тыс.руб.	35062500
Срок окупаемости	год	1,5
Точка безубыточности	шт.	145

Выводы по разделу четыре

В экономическом разделе дипломного проекта представлена экономическая эффективность проделанной работы. Подсчитана себестоимость ходовой группы трактора и необходимые затраты на ее производство. Представлена таблица затрат на выполнение выпускной квалификационной работы. С помощью таблицы Ганта определены сроки выполнения проекта. При оценке коммерческой деятельности был представлен годовой план выпуска модернизированной ходовой группы, что представлено на графиках анализа безубыточности и денежных потоков. По итогам расчета представлена таблица технико-экономических показателей.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	60
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Введение

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – это система знаний, которая обеспечивает безопасность деятельности человека в производственной и непроизводственной среде, а также разработку мероприятий по обеспечению безопасности в долгосрочной перспективе с учетом воздействия человека на окружающую среду. В условиях научно–технического прогресса, быстрорастущего производства, внедрения новой техники и технологий, возрастающей роли человека в производстве, социально значимыми становятся безопасные и здоровые условия труда. Следовательно, проблема безопасности жизни приобретает особую актуальность.

В статье 41 Конституции РФ [37] закреплено право граждан на охрану здоровья, которое, несомненно, является важным для качественной жизни. Кроме того, в качестве отдельного принципа в виде субъективного права в ст. 37 Конституции закреплены права работника на здоровье и безопасные условия труда.

Однако, при эксплуатации дорожно-строительной техники, возникает необходимость в ее ремонте и обслуживании. Все малозатратные работы при обслуживании компонентов и узлов тракторов, например, замена технологических жидкостей (масло, охлаждающая жидкость, тормозная система) и такие, которые требуют больших трудозатрат, связанных с ремонтными работами, например, в случае если все подшипники должны быть полностью заменены, требуют для ремонта и обслуживания техники необходимое пространство. Ремонтно–производственные помещения представляют собой замкнутые пространства в зданиях и сооружениях, специально предназначенных для этих целей, в которых люди постоянно работают (в зависимости от смены).

При разработке проектов производственные работы должны включать применение новейших методов ремонта, применение новейшего технологического оборудования, целесообразную эксплуатацию производственных площадей, рациональное использование материальных и энергетических ресурсов, уменьшение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

При проектировании сооружений для механического ремонта и инженерных сооружений, руководствуются действующими стандартами, «Типовой системой технического обслуживания и ремонта металлообрабатывающего и деревообрабатывающего оборудования» (Машиностроение, Москва, 1988) и другими нормативными документами.

Ремонтно–механические цеха эксплуатируются для следующих целей: производство узлов и запасных частей для оборудования и средств механизации и автоматизации; ремонт оборудования различного уровня (капитальный, средний), текущий ремонт, технический осмотр и диагностика систем оборудования в целом, а также отдельных ее компонентов, обновление оборудования.

Спецоборудование, используемое для изготовления деталей, это металлорежущие станки, гальванические ванны для нанесения электродно-диффузионных

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	61
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

покрытий, муфельные печи и высокотемпературные печи с приводом, электрических и пневматических приводные инструменты и ручные инструменты.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–2015 [15] «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» можно классифицировать ОВПФ по природе действия на следующие виды: физические, химические, психофизиологические.

Физические ОВПФ:

а) движущиеся объекты, механизмы или машины, а также неподвижные элементы на рабочем месте (с механическим воздействием).

б) электрический ток. В качестве опасных объектов могут выступать: электрические провода без изоляции, поврежденные электродвигатели разомкнутые выключатели, незаземленное оборудование и т. д.

в) агрессивные и токсичные химические вещества, используемые в гальванических ваннах для нанесения антикоррозионных покрытий.

г) отапливаемые предметы оборудования, другие теплоносители (термически).

д) ущерб, измеренный во время падения.

Можно выделить следующие ОВПФ, возникающие во время эксплуатации:

а) наличие частей трансмиссии с частотой вращения до 2300 об/мин;

б) повышенное давление в системе;

в) наличие в картере гидроцилиндра;

г) шум.

К химическим ОВПФ относятся:

а) выделение паров углеводородов нефти и веществ, применяемых для нанесения электродиффузионных покрытий;

б) воздействие топлива и смазочных материалов.

К психофизиологическим ОВПФ относятся:

а) физическая перегрузка: ограниченная подвижность во время работы, неправильное рабочее положение;

б) нервно–психические перегрузки: психическое перенапряжение.

Возможные аварийные ситуации: замыкание токонесущей части оборудования на его корпусе или теле человека, освобождение деталей от фиксации во время обработки, самопроизвольный запуск оборудования, падение предметов оборудования, заготовок или инструментов, разливы технических жидкостей.

Длительное пребывание человека среди неблагоприятных условий на рабочем месте может привести к появлению различных заболеваний. Для снижения вредного воздействия вредных факторов на организм человека, нормализуются опасные производственные факторы.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	62
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

5.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

5.2.1 Микроклимат производственных помещений

Гигиенические требования, которые установлены Санитарными правилами, регламентируют параметры микроклимата рабочих мест. Для выполнения данных требований необходимо учитывать следующие факторы: количество потребляемой при работе электроэнергии, продолжительность рабочего дня, время года, а также требования к методам контроля и измерения микроклиматических условий.

К параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

При изменении условий окружающей среды, параметры микроклимата также изменяются. Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются по-разному для постоянных и непостоянных рабочих мест. Микроклиматические условия в производственных помещениях регулируются СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [16].

Работа сборщиков и слесарей подпадает под категорию Пб (работа с энергоемкостью 201–250 ккал / ч (233–290 Вт), связанная с перемещением, перемещением и переносом грузов до 10 кг и сопровождаемая умеренными физическими нагрузками). Так, в холодный период года температура воздуха на рабочем месте должна составлять не менее 17 °С, но не более 19 °С, относительная влажность находится в пределах 40 ... 60%, а скорость движения воздуха должна быть около 0,2 м/с. Оптические значения показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в таблицах 5.1, 5.2, 5.3.

Таблица 5.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °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 5.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, 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 5.3– Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 2

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, 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 регулирования температуры, отопление производственных помещений производится при помощи центрального водяного отопления, в помещении до нужного уровня, используют систему отопления, требования устанавливают СНиП 41–01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ВСН 01–89 [17].

5.2.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Требования к вентиляционным системам устанавливает ГОСТ 32548–2013 Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. [18]

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.2308–07. «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [19].

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоне приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – ПДК вредных веществ в воздухе производственной зоны

Вещество	ПДК, мг/м ³
Нефтепродукты	300
Окись углерода	20
Окислы азота	2,0
Окислы серы	10
Свинец	0,01
Бензапирен	0,00015
Вещество	ПДК, мг/м ³
Акролеин	0,7
Формальдегид	0,5

Для очищения производственных площадей от вредных загрязняющих веществ, а также для удаления паров летучих жидкостей целесообразно организовать принудительную вентиляцию и вытяжную вентиляцию, исключающую образование взрывоопасных концентраций паровоздушных смесей. Чтобы избежать вытеснения свежего воздуха, загрязняющих веществ и паров легкого топлива в соседних помещениях, производительность вытяжной вентиляции должна быть выше, чем приточного воздуха, чтобы обеспечить некоторую разницу в вентилируемом помещении.

5.3 Требования к производственному освещению

5.3.1 Общие положения

Одним из важных вопросов охраны труда является освещение рабочих мест. При плохом освещении зрительные способности снижаются, и вы можете испытывать боль в глазах, головные боли и близорукость.

Освещение производственных помещений регламентируется СП 52.13330.2016.

Данный свод правил распространяется на проектирование зданий и сооружений различного назначения: места производства работ вне зданий, площадки промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожные пути площадок предприятий, наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов, автотранспортных тоннелей.

В данном СП нормируется средняя освещенность на условной рабочей поверхности для любых источников света, кроме оговоренных случаев. Нормируемые значения яркости дорожных покрытий в СП применимы для любых источников света.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормированные значения яркости поверхности, кд/м² Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1), отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

Требования к освещению помещений принимаем по таблице, размещенной на плакате по безопасности жизнедеятельности.

5.2.3.2 Искусственное освещение

Источники света для общего искусственного освещения помещений должны при одинаковой мощности обладать наивысшими световыми показателями и сроком службы. Для этого, как правило, используют разряды источников света.

Для общего искусственного освещения помещений должны использоваться источники света с минимально допустимыми показателями цветопередачи не ниже значений, приведенных в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Допустимые показатели искусственного освещения

Тип источника света	Световая отдача световых приборов, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи			
	80	60	40	20
Световые приборы для общего освещения помещений				
Световые приборы со светодиодными источниками света и светодиодными модулями	990	1100	*_	*_
Световые приборы с люминесцентными источниками света	550	440	—	—
Световые приборы с металлогалогенными источниками света	555	550	—	—
Световые приборы с натриевыми лампами высокого давления	мм*	550	660	8—

Все помещения рабочей зоны должны быть оснащены рабочим освещением. Для рабочих зон с различным уровнем естественного освещения, а также в случаях, когда в пределах одной зоны выполняются работы с различными режимами, помещение должно быть оснащено освещением с отдельным управлением. Освещение в промышленной зоне может быть только рабочим, а также комбинированным с безопасным и (или) эвакуационным.

Для экономии электроэнергии для освещения производственных помещений чаще всего используют газоразрядные лампы. Лампы накаливания применяют в случае невозможности использования газоразрядных.

Для местного освещения, в дополнение к источникам битового света, следует использовать лампы накаливания.

При комбинированном типе освещения должно соблюдаться следующее требование: освещение рабочего места лампами общего освещения должно быть нормализовано не менее, чем на 10% в источниках света, используемых для местного освещения.

В этом случае освещение должно быть не менее 200 лк с газоразрядными лампами, не менее 75 лк с лампами накаливания. Только при наличии достаточного количества ламп 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк с лампами накаливания допускается только при наличии разумных требований.

5.4 Уровень шума в производственных помещениях

Регламентирующие документы: ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» [21]; СП 51.13330.2011[22] «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23–03–2003».

Шум оказывает вредное воздействие на человека и уменьшает его продуктивность. Влияние на организм человека варьируется в зависимости от уровня шума:

- уровень шума 50 дБ не оказывает существенного на организм человека;
- уровень шума 80 дБ, может мешать правильному распознаванию речи, снижать производительности, вызывать дискомфорт нормальном покое;
- шум с уровнем 100–120 дБ на низких частотах и 80–90 дБ на средних и высоких частотах может оказывать негативное влияние на организм человека, вызвать необратимые изменения слухового аппарата, уменьшать уровень слуха,
- шум с уровнем 120–140 дБ может вызвать механическое повреждение слухового аппарата.

Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, это приводит к снижению производительности труда. Поэтому предполагается, что принимаются меры по защите от вредного воздействия шума. Шум в производственных помещениях регламентирован ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице 5.9.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	67
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

Таблица 5.9 – 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

Таблица 5.10 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Категория напряженности трудоового процесса	Категория тяжести трудоового процесса
	Средняя физическая нагрузка
Напряженность легкой степени	80

5.5 Правила устройства электропроводки в производственных помещениях

Для обеспечения безопасности работающих людей, необходим контур заземления, к которому подключается все электрооборудование. Кроме этого на каждом рабочем месте нужны розетки, для подключения электроинструментов и переносных светильников, рассчитанных на пониженное напряжение.

Электрика в пожароопасных зонах монтируется во взрывозащищенном исполнении.

ПУЭ. Глава 2.1 Электропроводка.

5.6 Правила пожарной безопасности в производственных помещениях

Сооружение–цех по сборке тракторов. Площадь 800м². Категория помещения по пожарной безопасности В1–В4 .(Нормы пожарной безопасности НПБ 105–03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314)

Таблица 5.11 – Категории пожароопасности.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости температурой вспышки не более 28 ° С в таких количестве, которое может образовать взрывчатка паровоздушные смеси при воспламенении развивает предполагаемый взрыв избыточного давления в помещения, превышающие 5 кПа. Вещества и материалы, которые могут взорваться и сжечь при взаимодействии с водой, кислородом или воздухом при подчете избыточное давление взрыва в точке превышения 5кПа

Б взрывопожароопасная	Горючая пыль или волокна, легко воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 ° С, легко воспламеняющиеся жидкости в таких количествах, что они могут образовывать взрывоопасные пылевые или паровоздушные смеси, при воспламенении которого развивается рассчитанное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 – В4 пожароопасные	Горючие и медленно горящие жидкости, твердые горючие и медленно горящие вещества и материалы. взаимодействовать с водой, кислородом или воздухом друг с другом с подругой только сжечь, при условии, что в комнате они доступны или нет попадают в категории А или В
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем состоянии, горячий или расплавленный процесс обработка, которая сопровождается выделением лучистое тепло, искры и пламя; горючие газы жидкости и твердые вещества. переработано как топливо
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) – ст.27.

Класс пожара А(горение твердых),В(горение жидких),Е(горение электрооборудования). Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) раздел 1 глава 2 статья 8. Согласно категории помещения, его площади и класса пожара определяем первичные средства пожаротушения к ним относятся огнетушители, определим их вид, объем и количество.

Таблица 5.12 – Количество огнетушителей для помещения.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь (кв. метров)	ККл асс пожа-ра	Огнетушители (штук) <*>						
			Пенные и водные (вместимостью 10 литров)	Порошковые (вместимость, л/ масса вещества, килограмм)			Хладоновые (вместимостью 2 (3) литра)	Углекислотные (вместимость, л/ масса огнетушащего вещества, килограмм)	
				2/2	5/4	110/9		2/2	5 (8) или 3 (5)
А, Б, В	200	А	2 ++	–	2 +	1 ++	–	–	–
		В	4 +	–	2 +	1 ++	4 +	–	–
		С	–	–	2 +	1 ++	4 +	–	–
		Д	–	–	2 +	1 ++	–	–	–
		Е	–	–	2 +	1 ++	–	–	2 ++
В	400	А	2 ++	4 +	2 ++	1 +	–	–	2 +
		Д	–	–	2 +	1 ++	–	–	–
		Е	–	–	2 ++	1 +	2 +	4 +	2 ++
Г	800	В	2 +	–	2 ++	1 +	–	–	–
		С	–	4 +	2 ++	1 +	–	–	–
Г, Д	1800	А	2 ++	4 +	2 ++	1 +	–	–	–
		Д	–	–	2 +	1 ++	–	–	–
		Е	–	2 +	2 ++	1 +	2 +	4 +	2 ++
Общественные здания	800	А	4 ++	8 +	4 ++	2 +	–	–	4 +
		Е	–	–	4 ++	2 +	4 +	4 +	2 ++

Помещения оснащаются одним из 4 представленных в настоящей таблице видов огнетушителей с соответствующей вместимостью (массой).

Примечания: 1. Для порошковых и углекислотных огнетушителей приведена двойная маркировка – старая маркировка по вместимости объема состава корпуса (л) и новая считается по массе огнетушащего состава находящегося в огнетушителе (кг).

При оснащении помещений порошковыми и углекислотными огнетушителями допускается использовать огнетушители как со старой, так и с новой маркировкой.

2. Знаком "++" обозначены рекомендуемые для оснащения объектов огнетушители, знаком "+" – огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" – огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

В соответствии с приложением мы делаем вывод, что для обеспечения пожарной безопасности в наших помещениях требуются два огнетушителя ОП–10 и два огнетушителя ОУ–8.

5.7 Инструкция по охране труда для слесаря-ремонтника

5.7.1 Общие требования безопасности

Настоящая инструкция включает основные требования по организации и проведению безопасной работы слесаря-ремонтника при обслуживании оборудования обогатительной фабрики.

К самостоятельной работе в качестве слесаря-ремонтника допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

- профессиональное обучение и имеющие соответствующее удостоверение по профессии;
- предварительный медицинский осмотр и получившие заключение о пригодности к данной профессии;
- вводный инструктаж по безопасности труда, пожарной безопасности и оказанию доврачебной помощи пострадавшему;
- первичный инструктаж на рабочем месте и обученные безопасным методам и приемам выполнения работ.

Слесарь-ремонтник обязан проходить:

- периодические медицинские осмотры – ежегодно;
- повторный инструктаж по безопасности труда – не реже одного раза в квартал;
- обучение безопасным методам и приемам работ и проверку их знаний в объеме программы, утвержденной администрацией предприятия, - один раз в год;
- внеплановый и целевой инструктаж - по мере необходимости.

Слесарь-ремонтник обязан: соблюдать правила внутреннего распорядка и дисциплину труда; своевременно и точно исполнять распоряжения администрации; соблюдать технологическую дисциплину, требования по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии; бережно относиться к имуществу предприятия; соблюдать порядок передвижения по железнодорожным путям и автодорогам; знать значения применяемых на предприятии знаков безопасности, звуковых и световых сигналов, быть внимательным к подаваемым сигналам и выполнять их требования.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	72
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

Каждый неправильно поданный или непонятный сигнал должен восприниматься как сигнал «Стоп».

В течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха. Отдыхать и курить разрешается только в специально отведенных местах.

Слесарь-ремонтник обязан:

- соблюдать на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- соблюдать меры предосторожности при проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, горючими газами и другими опасными в пожаро- и взрывоопасном отношении веществами, материалами и оборудованием;
- знать месторасположение главного и запасных выходов из цехов фабрики и пути эвакуации из зоны возникновения пожара или аварии;
- уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

Правила безопасности перед началом работы

- 1) Приступать к работе можно только убедившись в целостности спецодежды. Она должна быть застегнута, концы одежды должны быть заправлены. Обувь должна иметь закрытую верхнюю часть, твердый носок и толстую подошву.
- 2) Проверить комплектность, исправность средств индивидуальной защиты.
- 3) Пройти инструктаж по технике безопасности, связанный с особенностями заданной работы.
- 4) Осмотреть рабочее место или верстак, при необходимости произвести уборку места предстоящих работ, убедиться, что на нем отсутствуют предметы.
- 5) Убедиться в наличии и исправности инструмента, приспособлений. При работе применять только исправный инструмент и приспособления.
- 6) Убедиться в достаточной освещенности рабочего места. Если необходимо пользоваться переносной электрической лампой, необходимо проверить, есть ли на лампе защитная сетка, исправны ли кабель и изоляционная резиновая трубка.

Требования безопасности во время работы

- 1) Во время работы слесарь обязан выполнять только ту работу, которая ему поручена..
- 2) Все работы слесарь должен выполнять по распоряжению или по наряду-допуску (виды работ, производимых по наряду-допуску и распоряжению, указаны в утвержденных главным инженером «Перечне работ, выполняемых по наряду-допуску» и «Перечне работ, выполняемых по распоряжению»).
- 3) Если помещение, в котором выполняется работа, недостаточно освещено, необходимо использование переносных светильников с низким напряжением (< 12 В).
- 4) Очистку светильников и замену перегоревших ламп должен проводить электротехнический персонал.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	73
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

5) Слесарь должен выполнять только ту работу, которая поручена ему руководителем.

6) Не допускать к месту производства работ посторонних лиц.

7) Работы по ремонту котельного оборудования выполнять по наряду- допуску бригадой, состоящей не менее чем из 3-х человек.

8) Для освещения места производства работ внутри котлов, топок, газоходов, резервуаров применять переносные источники освещения напряжением не выше 12В, выполненные во взрывобезопасном исполнении.

9) При пользовании ручным слесарным инструментом выполнять требования «Инструкции по охране труда при работе с ручным слесарно-кузнечным инструментом».

10) Обо всех неполадках, обнаруженных во время работы, сообщать руководителю подразделения.

Требования безопасности по окончании работ:

1) Выполнить уборку рабочего места и станка, на котором производилась работа;

2) Убедиться в наличии рабочего инструмента, убрать рабочий инструмент в место его хранения;

3) Электро- и пневмоинструмент сдать руководителю работ.

4) Собрать все детали с верстака, уложить их устойчиво в установленное место.

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

Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к авариям и несчастным случаям, необходимо:

1) Немедленно прекратить работы и известить руководителя работ.

2) Под руководством ответственного за производство работ оперативно принять меры по устранению причин аварий или ситуаций, которые могут привести к авариям или несчастным случаям.

3) При внезапном отключении электроэнергии, возникновении постороннего шума при эксплуатации газового оборудования, необходимо прекратить работы, остановить оборудование, вывесить плакат "Не включать!" и сообщить об этом непосредственному руководителю.

4) Запрещено запускать в работу газовое оборудование до полного устранения неисправности.

При несчастных случаях:

1) Немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;

2) Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	74

- 3) Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести другие мероприятия);

В случае возникновения пожара:

- 1) Оповестить работающих в производственном помещении и принять меры к тушению очага пожара. Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем.
- 2) Принять меры к вызову на место пожара непосредственного руководителя или других должностных лиц.
- 3) При загорании электродвигателей, электрических кабелей не допускается тушение пламени водой. При этом следует отключить поврежденную электроустановку, после чего приступить к ее тушению с применением огнетушителей.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	75
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе было проведено исследование на тему бульдозер ТМ20 . В ходе исследования мы ознакомились с технической-материальной базой, а именно какие типы трансмиссий существуют, их плюсы и минусы. Разобрали типы подвесок, их отличие, где в зависимости от условий каждая применяется.

В ходе конструкторского анализа, был произведен тяговый расчет, благодаря которому был подобран бортовой редуктор с передаточным числом $i=78$, основываясь заданным параметрам: тяговому усилию более 50 тонн и максимальной скорости не менее 8 км/ч. Произвели анализ ходовой группы на воздействие нагрузок после модернизации. В ходе расчета выяснили, что при ведении дополнительной точки опоры, оси качания, запас прочности рамы тележки имеет минимальный запас прочности около 4,5, а на корпусе редуктора запас прочности минимум 3. Произведен проверочный расчет механизма сдвигания, а именно винтовой пружины, в ходе которого установили, что пружина подобрана верно, т.к. не превышает допустимое напряжение на кручение. По окончанию всех расчетов была подготовлена конструкторская документация для предприятия «ДСТ-УРАЛ».

В качестве представления производственного процесса, и взаимодействия конструкторского и технологического отдела, был представлен технологический процесс изготовления детали «ВАЛ» на станках предприятия «ДСТ-УРАЛ» типа 1К62, 5В150, 5350А, Н-300М.

Проведен расчет затрат для выполнения выпускной квалификационной работы. Проведен анализ коммерческой состоятельности работы, которая составляет 414575 рублей, посчитана годовая программа реализации 250 штук ходовой тележки трактора и точка безубыточности, когда доходы, начинают превышать затраты, равная 145 шт/год, получен срок окупаемости инвестиций в 1,5 года, и для наглядного получения экономического эффекта построены график денежных потоков и безубыточности производства.

В разделе безопасность жизнедеятельности на производстве приведены нормативные таблицы и стандарты, необходимые для выполнения и сохранения здоровья персоналу. Приведена инструкция по безопасности слесарю-ремонтнику при обслуживании и сборке тракторной техники.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	76
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 2 Трансмиссии тракторов (конструкция): учебник / В.М. Шарипов, И.М. Эглит, А. П. Парфенов, Ю. С. Щетинин. – М.: Изд-во МГТУ «МАМИ», 1999. – 245 с.
- 3 Петров, В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин: учебник / В.А. Петров. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.
- 4 Трансмиссии тракторов: учебник / К. Я. Львовский, Ф. А. Черпак, И. Н. Серебряков, Н.А. Щельцин. – М.: Машиностроение, 1976. – 280 с.
- 5 Объемные гидромеханические трансмиссии: учебник / Под ред. Е. С. Кисточкина. – Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
- 6 Ходовая система гусеничного трактора: учебник / Е.С. Наумов, В.Ф. Платонов, В.М. Шарипов, Ю.С. Щетинин, И.М. Эглит. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 64 с.
- 7 Буров, С.С. Конструкция и расчет танков: учебник / С.С Буров. – М.: Изд-во Академии Бронетанковых войск. 1973. – 602 с.
- 8 ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ. 2010. – 19с.
- 9 ГОСТ 7417-57. Сталь калиброванная круглая. Сортамент. – М.: Стандартиформ. 2003. – 9 с.
- 10 Универсальный токарно-винторезный станок 1К62. Технические характеристики, схема, паспорт, руководство. – http://stanoks.com/index.php?id=419&option=com_content&view=article
- 11 ГОСТ 14952-75. Сверла центровочные комбинированные. Технические условия. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 13 с.
- 12 ГОСТ 18879-73. Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 6с.
- 13 ГОСТ 18884-73. Резцы токарные отрезные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
- 14 ГОСТ 18877-73. Резцы токарные проходные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов. 2003. – 9 с.
- 15 ГОСТ 10902-77. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Средняя серия. Основные размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. - 13 с.
- 16 ГОСТ 886-77. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Длинная серия. Основные размеры. – М: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.
- 17 ГОСТ 10903-77. Сверла спиральные с коническим хвостовиком. Основные размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 9 с.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		77

18 ГОСТ 18871-73. Резцы токарные подрезные торцовые с пластинами из быстрорежущей стали. Конструкция и размеры. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 2 с.

19 Станок зубодолбежный вертикальный полуавтомат 5В150 схемы, описание, характеристики. – http://stanki-katalog.ru/sprav_5v150.htm

20 ГОСТ 6762-79. Долбяки зуборезные чистовые для валов и отверстий шлицевых соединений с эвольвентным профилем. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 53 с.

21 Полуавтомат шлицефрезерный 5350А. Технические характеристики. – <http://mashinform.ru/zubo-stanki/53/5350a.shtml>

22 Ручной лентопилочный станок Н300М. – <http://mashstanko.ru/stanok/ruchnoy-lentochnopilnyy-standok-n300m>

23 ГОСТ Р 53924-2010 Полотна ленточных пил. Типы и основные размеры. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.

24 ГОСТ 9324-80. Фрезы червячные чистовые однозаходные для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1988. – 50 с.

25 ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.

26 ГОСТ 24969-81. Калибры для контроля шлицевых эвольвентных соединений с углом профиля 30 градусов. Допуски. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 12 с.

27 Заслонов, В.Г. Организационно-экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 97 с.

28 ГОСТ 12.0.003-80. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 4 с.

29 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 13 с.

30 СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 8 с.

31 СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 14 с.

32 ГОСТ 12.4.002-97. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 15 с.

33 ГОСТ 12.4.024-76. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 8 с.

34 ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 2008. – 50 с.

35 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		78

36 СанПиН 52.13330-2011. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион России, 2010. – 75 с.

37 ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: М.: Стандартиформ, 2016. – 12 с.

38 Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. : (с учетом поправок, внесенных Законами Российской Федерации о поправках к Конституции Российской Федерации от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ330 декабря 2008 № 6-ФКЗ и № 8 – ФКЗ) // СПС «Консультант плюс». – <http://www.consultant.ru/>

					23.05.01.2019.046.00.00 ПЗ ВКР	79
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		