

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Политехнический институт. Автотракторный факультет  
Кафедра «Колесные и гусеничные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, коммерческий  
директор ДСТ-Урал

\_\_\_\_\_ Е.В. Калашников

\_\_\_\_\_ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.Н. Бондарь

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Проект центральной гидрообъемной-механической трансмиссии  
трактора Т-10М производства «ЧТЗ-Уралтрак»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–23.05.02.2017.921. ПЗ ВКР

Консультант, доцент

\_\_\_\_\_ А.В. Кудряшов

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Руководитель ВКР, профессор

\_\_\_\_\_ С.В. Кондаков

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Консультант, старший

преподаватель

\_\_\_\_\_ С.Ю. Лелекова

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор ВКР

Студент группы П-601

\_\_\_\_\_ А.И. Шумаков

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер, доцент

\_\_\_\_\_ В.И. Дуюн

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск 2017

## АННОТАЦИЯ

Шумаков А. И. Проект центральной гидрообъемной-механической трансмиссии трактора Т-10М производства «ЧТЗ-Уралтрак»: Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе. – Челябинск: ЮУрГУ, АТ; 2017, 88 с. 34 ил., библиогр. список – 47 наим., 2 прил., 10 листов чертежей ф. А1

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена возможность использования гидрообъемной-механической трансмиссии для трактора Т10М. Данная трансмиссия позволяет обеспечить плавное, бесступенчатое изменение крутящего момента, сведение к минимуму ударных нагрузок на двигатель внутреннего сгорания и трансмиссию. Для этого будут проведены тяговые расчеты, расчеты на прочность узлов трансмиссии. Проведено исследование экономической состоятельности. Выявлены опасные и вредные факторы производства.

Расчеты в выпускной квалификационной работе выполнены при помощи программ MS Excel 2010, Компас 3D v17.1. Пояснительная записка к выпускному квалификационному проекту оформлена в текстовом редакторе MS Word 2010 в соответствии со стандартом ЮУрГУ [1].

					<b>23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Шумаков А.И.			Проект центральной гидрообъемной-механической трансмиссии трактора Т-10М производства «ЧТЗ-Уралтрак»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Кондаков С. В.					3	88
Реценз.					<b>ЮУрГУ кафедра КГМ</b>			
Н. Контр.		Дуюн В. И.						
Утверд.		Бондарь В. Н.						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МОДЕЛЕЙ .....	9
1.1 Сравнение трактора Б10М ЧТЗ с аналогами.....	9
1.2 Сравнение типов трансмиссий.....	10
1.3 Принцип работы и устройство гидростатической трансмиссии.....	18
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	23
2.1 Тягово-скоростная характеристика.....	23
2.2 Создание 3D модели редуктора .....	37
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	42
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	51
4.1 Организационная часть выпускной квалификационной работы .....	51
4.2 Экономическая часть выпускной квалификационной работы .....	53
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	64
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	64
5.2 Микроклиматические условия производственной среды.....	64
5.3 Освещенность на рабочем месте .....	66
5.4 Производственный шум .....	67
5.5 Производственная вибрация .....	68
5.6 Пожаро – и взрывоопасность.....	70
5.6 Безопасность технологических процессов .....	72

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

5.7 Общие требования безопасности предъявляемые к оператору станка. ....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	87

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## ВВЕДЕНИЕ

Челябинский тракторный завод - УРАЛТРАК (ЧТЗ) - промышленное объединение по производству и продаже широкой гаммы колесной и гусеничной дорожно-строительной техники (бульдозеров, трубоукладчиков, фронтальных погрузчиков), запасных частей и прочей высокотехнологичной машиностроительной продукции. Потребителями продукции ЧТЗ являются тысячи предприятий России, стран СНГ и дальнего зарубежья различных отраслей деятельности, таких как нефтегазовая, горнорудная, строительная, лесная и других, а также государственные министерства и ведомства различных стран.

История завода началась 1 июня 1933 года, когда из заводских ворот вышли первые челябинские машины. Это были гусеничные тракторы "Сталинец-60" (С-60) мощностью 60 лошадиных сил, работающие на лигроиновом топливе.

Годами предприятие накапливало опыт в тракторостроении, приняв участие в двух грандиозных экспедициях: "Снежный поход" - пройдя две тысячи километров по суровой февральской Якутии при температуре минус 50 градусов, и Памирский переход на высоте 4 тысячи метров в Туркестанском военном округе.

В годы Великой Отечественной войны ЧТЗ был переименован в Кировский завод Наркомтанкопрома в городе Челябинске и, вместе с семью частично или полностью передислоцированными в Челябинск предприятиями, представлял собой танковый комбинат, позднее названный народом Танкоградом. В небывало сжатые сроки завод стал одним из главных арсеналов фронта: 18 тысяч танков и самоходных установок, 48,5 тысяч танковых дизельмоторов, 17,7 миллионов заготовок боеприпасов. Танкоградом было создано 13 типов новых танков и САУ, 6 типов танковых дизельмоторов. Впервые в мировой практике танкостроения сборка тяжелого танка была поставлена на конвейер.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

После войны собран первый "Сталинец-80" (С-80), с кабиной закрытого типа, а с 12 июля 1946 года началось его массовое производство. Эта машина нашла широкое применение в различных отраслях народного хозяйства: так при строительстве Волго-Донского судоходного канала более половины земляных работ выполнено нашими тракторами. Машины ЧТЗ широко использовались при распашке целинных и залежных земель. Пески Кара-Кумов и ледяные просторы Антарктиды. ... На всех континентах планеты трактор с эмблемой ЧТЗ - это поистине на все руки мастер - работает на строительстве новых дорог, городов и гидростанций, на прокладке нефте- и газопроводов, на осушении болот и обводнении пустынь.

В августе 2004 года потребителю отгружена первая партия бульдозеров Б10М.6000 с гидромеханической трансмиссией. В связи с ростом объемов выпуска тракторов типа Т10М и Т12 с гидромеханической трансмиссией (ГМТ) более остро встает вопрос повышения качества и надежности работы ее узлов [2].

В связи с этим, большинство предприятий оборудуют трактора гидростатической трансмиссией. Но отсутствует схема трансмиссии с ГОП, которая была столь же проста в управлении и надежна как механическая трансмиссия. Поэтому была предложена схема, которая сочетает в себе преимущества механической и гидрообъемной трансмиссий.

Данная работа основана на опыте ведущих тракторостроительных предприятий, но не смотря на это возникают некоторые трудности. Для внедрения ГОП и сохранения характеристик базового трактора, необходимо разработать редуктор. В конструкторской части дипломного проекта представлены расчеты.

Внедрение в производство гидростатической трансмиссии позволит повысить надежность и улучшить потребительские свойства бульдозера. Выбор типа трансмиссии был определен опытом использования этой технологии ведущими мировыми производителями.

Наличие на рынке многих изготовителей гидромашин и планетарных редукторов (в том числе и отечественных) делает конечного потребителя

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

независимым от завода-поставщика и существенно снижает его эксплуатационные расходы.

Самое важное в данном случае, что предприятие способно не просто безболезненно заменить зарубежный аналог, но импортозамещение может принести и ряд преимуществ. Это и новое инновационное оборудование, и сервис в шаговой доступности, которые будут сопровождать и на стадии внедрения, и на стадии эксплуатации.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МОДЕЛЕЙ

## 1.1 Сравнение трактора Б10М ЧТЗ с аналогами.

Трактора ЧТЗ укомплектованы двигателями ЯМЗ-236, Д-180, Д-160 но отсек двигателя допускает установку любого агрегата, который подходит по габаритам. Следовательно, можно установить двигатель большей мощности, что позволит использовать трактор как универсальное шасси для дальнейшего агрегатирования.

Для того, чтобы проанализировать данную технику, лучше всего рассмотреть аналогичные тракторы. Возьмем наиболее известные марки: ЧЕТРА (Т-11), Komatsu (Р65Е-12), CATERPILLAR (D6RXL), ДСТ(Т10М). Komatsu и CATERPILLAR существенно дороже, чем представленные в ряде, поэтому более подробно остановимся на отечественных марках. При этом необходимо заметить, что ЧЕТРА впитала в себя многое от зарубежных представителей.

На тракторе ТМ-10 установлен двигатель ЯМЗ-238 М2, на ЧЕТРА (Т-11) установлен ЯМЗ-236 ДК7, а на ЧТЗ (Б-10М) - Д-180 или ЯМЗ-236 ДК7.

По оценке ряда экспертов, из всех российских бульдозеров тягового класса 10-15 тонн современным требованиям в наибольшей степени соответствует гусеничный агрегат ТМ10 ГСТ10, выпускаемый челябинским заводом «ДСТ-УРАЛ».

Технический уровень ТМ10 обеспечивается использованием лучшей в мире гидростатической трансмиссии (ГСТ) немецкого производителя BOSCH-Rexroth. ГСТ бульдозера состоит всего из шести элементов: 2 гидромоторов, 2 гидронасосов, 2 бортовых планетарных редукторов.

Ресурс трансмиссии более 20000 моточасов. Высокая маневренность ТМ10 достигается благодаря бесступенчатому изменению скорости и направления, а также - противоходу гусениц. Управление - джойстиковое. ГСТ обеспечивает максимальную тягу на нулевой скорости [3].

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 1.1 – Сравнение бульдозеров тягового класса 10, представленных на рынке РФ

Марка агрегата		ЧЕТРА Т-11	ЧТЗ Б-10М	Komatsu D65E-12	Caterpillar D6RXL	ДСТ ТМ10.10 ГСТ 10
Масса эксплуатационная, кг		20000	18800	19780,5	19089	20000
Двигатель	Модель	ЯМЗ-236ДК7	Д180	S6D125E	Cat C9	ЯМЗ-238
	Производитель	ЯМЗ	ЧТЗ	Komatsu	Caterpillar	ЯМЗ
	Мощность эксплуатационная, кВт	127	132	172	159	175
	Номинальные обороты, об/мин	2000	1250	1800	1850	2100
	расход топлива г*/кВт*ч	220	218	180	190	214 норма 14л/ч
	Турбонаддув	нет	есть	есть	есть	нет
Количество передач, вперед / назад		3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	Б/ступ.
База, мм		2616	2880	2675	2871	2995
Количество опорных катков		6	6	7	7	6

По результатам сравнения видно, что трактор Т10М с ГСТ имеет преимущества перед тракторами с гидродинамической трансмиссией. Это обусловлено особенностями данного типа трансмиссии.

### 1.2 Сравнение типов трансмиссий

В настоящее время на транспорте преимущественно используются четыре вида трансмиссий [4]:

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

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

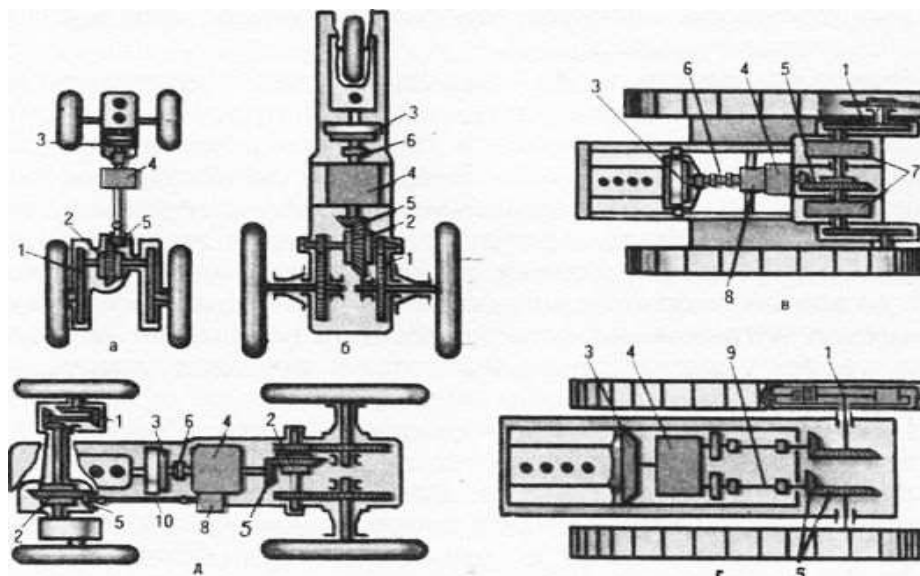


Рисунок 1.1 – Схема механической трансмиссии

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

Достоинства:

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

Недостатки:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР

Лист

11

Такой тип трансмиссии устанавливается на семействе тракторов ЧТЗ Т10М.

Коробка передач четырехвальная с шестернями постоянного зацепления, обеспечивает восемь скоростей вперед и четыре – назад.

Использование бортфрикционов не позволяет осуществлять поворот машины без остановки, требует затормаживание одной из гусениц (рисунок 1.2).

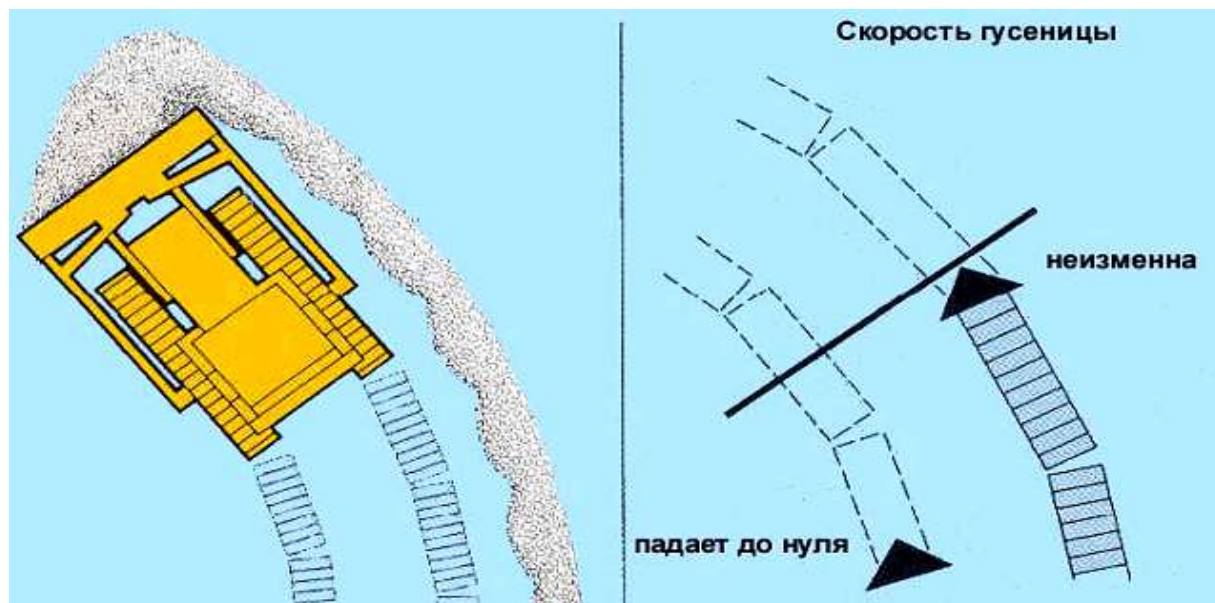


Рисунок 1.2 – Поворот гусеничной машины с бортфрикционами

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

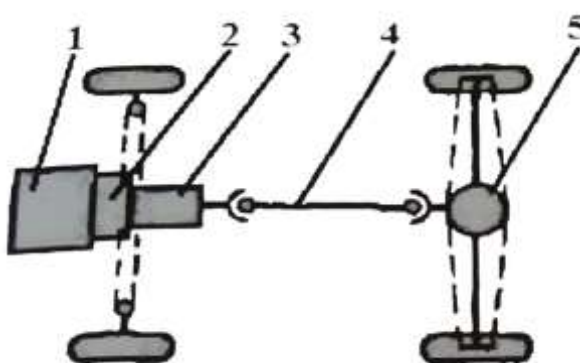


Рисунок 1.3 – Схема гидродинамической трансмиссии

1 – двигатель; 2 – 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).

Гидродинамическая трансмиссия применялась на советском среднем танке Т-55 и его модификациях (см. рисунок 1.4). Двухвальная коробка передач с неподвижными осями обеспечивала три передачи переднего и одну передачу заднего хода. Включение каждой передачи осуществлялось соответствующими индивидуальными фрикционными Ф1, Ф2, Ф3, работавшими в масле, с трением стали по металлокерамике. Фрикционные имели гидравлическое включение и пружинное выключение. В качестве механизма поворота использовались двухступенчатые ПМП. Разработанная схемы трансмиссии отвечала современным требованиям, предъявлявшимся в то время, обеспечивали необходимый тяговый и скоростной диапазон, а также плавное трогание танка с места. Кроме того, они позволяли выполнить конструкцию трансмиссии с меньшими запасами прочности, улучшить условия работы фрикционных элементов, обеспечить хорошую поворотливость машины и одновременно сократить число управляемых фрикционных элементов за счет использования второго потока мощности для получения замедленной передачи и передачи заднего хода. Фрикционные элементы, работавшие в масле, при наличии соответствующей гидросистемы

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

управления обеспечивали легкое и надежное управление как при прямолинейном движении, так и при повороте [4].

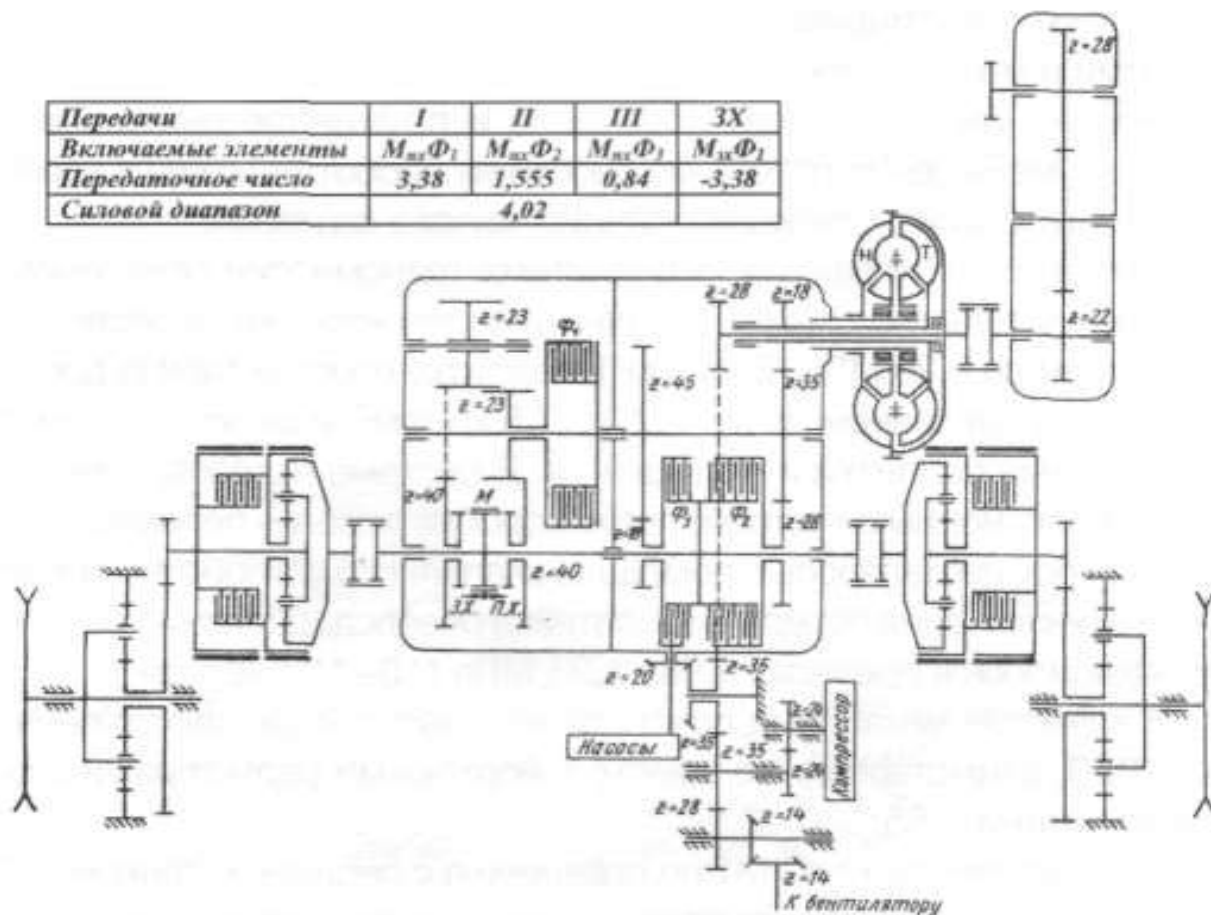


Рисунок 1.4 – Гидродинамическая трансмиссия танка Т-55

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 (рисунок 1.5).

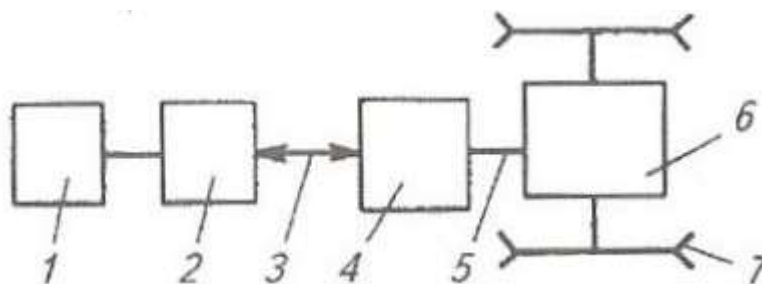


Рисунок 1.5 – Схема электромеханической трансмиссии

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

Достоинства:

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

Недостатки:

- высокая цена;
- большие габариты.

ДЭТ-250 – трактор производства ЧТЗ выпускаемый с электромеханической трансмиссией (рисунок 1.6). ЭМТ трактора ДЭТ-250 – постоянного тока, обеспечивала бесступенчатое автоматическое изменение скорости движения и тягового усилия в зависимости от внешней нагрузки. В состав трансмиссии входили: многодисковый фрикцион центробежного типа сухого трения (сталь по стали), повышающий редуктор, силовой генератор ДК-501Б мощностью 215 кВт, тяговый электродвигатель ЭДТ-166А мощностью 166 кВт, главная коническая передача, двухступенчатые ПМП и комбинированные разгруженные бортовые

редукторы. Блокировочные фрикционы ПМП работали в масле (сталь по керамике), а их ленточные тормоза (поворота и остановочные) плавающего типа имели накладки из фрикционного материала 40-Б.

Управление ПМП осуществлялось с помощью гидросервопривода, тяговым электродвигателем и силовым генератором – контроллером цепи независимого возбуждения генератора, связанным с педалью подачи топлива основного двигателя – дизеля. Минимальное сопротивление контроллера соответствовало полному ходу педали (максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя) [5].

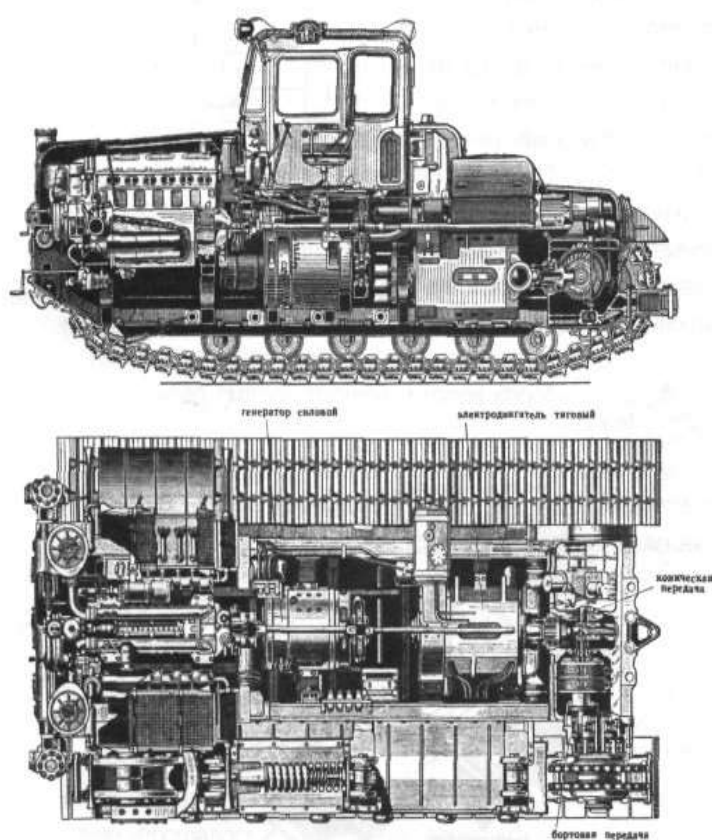


Рисунок 1.6 – ЭМТ трактора ДЭТ-250

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

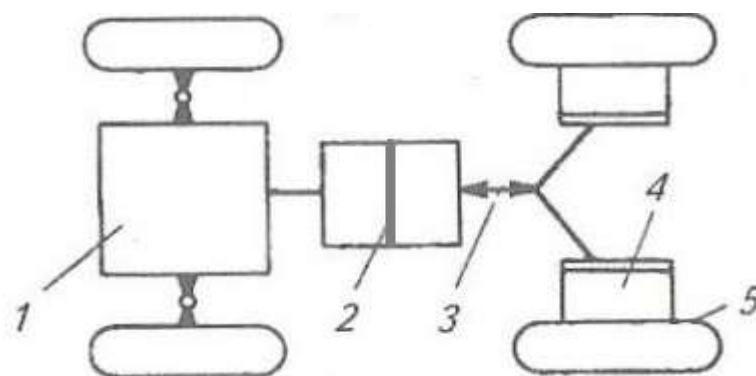


Рисунок 1.7 – Схема гидростатической трансмиссии

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

#### Достоинства:

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

Гидростатические трансмиссии позволяют бесступенчато регулировать крутящий момент, не подвергая двигатель внутреннего сгорания перегрузкам. Так



же гидростатическую трансмиссию удобно компоновать благодаря небольшим габаритам (по сравнению с электромеханической, которая также обладает бесступенчатым регулированием) и отсутствию в своей конструкции карданных валов.

### 1.3 Принцип работы и устройство гидростатической трансмиссии

Гидростатическая трансмиссия (ГСТ) является замкнутой гидравлической системой с гидронасосом и гидромотором. Она передает механическую энергию вращения на исполнительный орган приводного двигателя с помощью бесступенчатого потока рабочей жидкости с регулируемой величиной и направлением [6].

Главным достоинством гидростатической трансмиссии является возможность плавного изменения передаточного отношения в широком диапазоне частот вращения, что позволяет гораздо лучше использовать крутящий момент двигателя машины по сравнению со ступенчатым приводом. Поскольку выходную частоту вращения можно довести до нуля, возможен плавный разгон машины с места без применения сцепления, что особенно необходимо для промышленной и сельскохозяйственной техники.

Большим достоинством гидростатической трансмиссии является простота реверсирования, которая обеспечивается простым изменением наклона плиты, или гидравлически, изменением направления потока рабочей жидкости. Это позволяет обеспечить исключительную маневренность машины.

Следующее серьезное достоинство – это упрощение механической разводки по машине. Это позволяет получить выигрыш в надежности, так как часто при большой нагрузке карданные валы не выдерживают и приходится производить ремонт. Обычно удается снизить центр тяжести машины и более рационально разместить систему охлаждения двигателя.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

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.

Недостатком гидростатической трансмиссии можно считать более низкий КПД по сравнению с механической трансмиссией. Однако гидростатическая трансмиссия оказывается экономичнее и быстрее. Происходит это по причине того, что в момент ручного переключения передачи приходится отпускать и нажимать педаль газа. Именно в этот момент двигатель тратит много мощности, а скорость машины меняется рывками.

Все это негативно сказывается как на скорости, так и на расходе топлива. В гидростатической трансмиссии этот процесс происходит плавно, и двигатель работает в наиболее экономичном режиме, что повышает долговечность всей системы.

Основной комплект ГСТ состоит из регулируемого аксиально-поршневого гидронасоса и регулируемого аксиально-поршневого гидромотора. Вал насоса механически связывают с выходным валом приводного двигателя, вал мотора - с исполнительным механизмом – планетарным редуктором. Частота вращения выходного вала мотора пропорциональна углу отклонения рычага механизма управления (сервоклапана).

Управление гидротрансмиссией при рабочем режиме (до 5 км/ч) осуществляется изменением оборотов приводного двигателя и изменением положения рукоятки или джойстика, связанного с рычагом сервоклапана насоса (механически, гидравлически или электрически). При транспортном режиме трактора (до 10...12 км/ч) устанавливается половинная подача мотора, что

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

уменьшает крутящий момент, но увеличивает угловую скорость на валу гидромотора.

При работающем приводном двигателе и нейтральном положении рукоятки управления вал мотора неподвижен. При изменении положения рукоятки вал мотора начинает вращаться, достигая максимальных оборотов при максимальном отклонении рукоятки. Для реверса необходимо отклонение рычага в обратную сторону от нейтрали.

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

Элементы и узлы ГСТ можно разделить на 4 функциональные группы:

1) Основной контур гидравлической цепи ГСТ. Назначение основного контура гидравлической цепи ГСТ – передача потока мощности от вала насоса к валу мотора. В основной контур входят полости рабочих камер насоса и мотора и линии высокого и низкого давлений с перетекающей по ним рабочей жидкостью. Величина потока рабочей жидкости, его направление определяются оборотами вала насоса и углом отклонения рычага механизма пропорционального управления насоса от нейтрали. При отклонении рычага от нейтрального положения в ту или иную сторону, под действием сервоцилиндров изменяется угол наклона наклонной шайбы (люльки), что определяет направление потока и вызывает соответствующее изменение рабочего объема насоса от нуля до текущего значения, при максимальном отклонении рычага рабочий объем насоса достигает максимального значения. Рабочий объем мотора постоянен и равен максимальному объему насоса.

2) Линия всасывания (подпитки). Назначение линии всасывания (подпитки):

- снабжение рабочей жидкостью линии управления;

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

- пополнение рабочей жидкости основного контура для компенсации утечек;
- охлаждение рабочей жидкости основного контура за счет пополнения жидкостью из масляного бака, прошедшей через теплообменник;
- обеспечение минимального давления в основном контуре на разных режимах;
- очистка и указатель загрязненности рабочей жидкости;
- компенсация колебаний объема рабочей жидкости, вызванной температурными изменениями.

### 3) Назначение линий управления:

передача давления на исполнительный сервоцилиндр поворота люльки.

### 4) Назначение дренажа:

отвод утечек в масляный бак;

отвод излишков рабочей жидкости;

отвод тепла, отвод продуктов износа и смазка трущихся поверхностей деталей гидромашин;

охлаждение рабочей жидкости в теплообменнике.

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.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Вывод по разделу один: при рассмотрении типов трансмиссий были выявлены достоинства и недостатки ГСТ, было рассмотрено общее устройство ГСТ и принцип ее работы.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Тягово-скоростная характеристика

Тяговое усилие «на крюке» – ключевой технический показатель тракторов, характеризующий их тяговые возможности.

Тягово-скоростная характеристика бульдозера т-170 с механической трансмиссией. На рисунке 2.1 изображены графики зависимости тягового усилия и мощности в зависимости от скорости движения машины на каждой передаче. Из графика видно, что максимальное тяговое усилие, порядка 20т приходится на 3 км/ч, а при максимальной скорости в 12 км/ч снижается до 4т.

При проектировании машины с ГОП, для ее целесообразности, необходимо получить характеристику не хуже имеющейся.

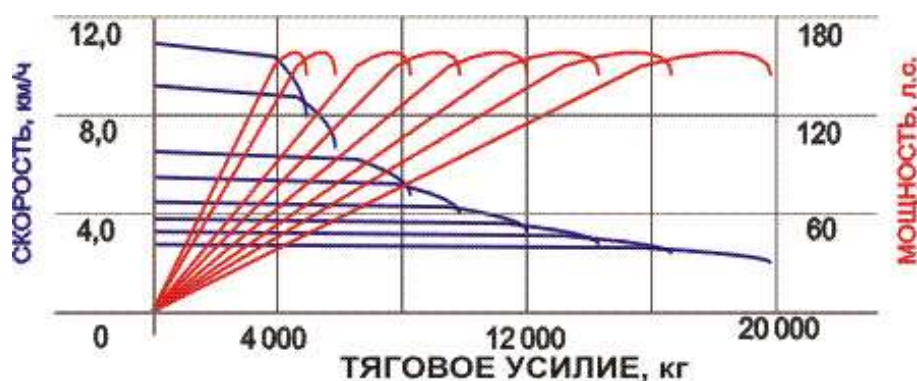


Рисунок 2.1 – Тяговое усилие трактора Т-170

Отличительной чертой тракторов с ГОП является плавный, бесступенчатый график тяговой характеристики, с наибольшим тяговым усилием с начала движения [7].

Построим тягово-скоростную характеристику для этого же трактора, только заменим МКПП на ГОП. Для построения тяговой характеристики соберем исходные данные:

Таблица 2.1 – Технические характеристики трактора

Двигатель		ГОП		
производитель	ЧТЗ-Уралтрак		гидронасос	гидромотор
модель	Д-160	Объемная постоянная, V(см куб.)	110	215
мощность (кВт), при 1250 об/мин	125	параметр регулирования	регулируемый	
крутящий момент (Н*м)	1098	максимальное давление, Р (Па)	43 000	

Скоростной диапазон трактора.

Скорость трактора определяется по формуле:

$$V_{\text{тр}} = \frac{\omega_{\text{ГМ}} * r_{\text{ВК}}}{i_{\text{тр}}} (1),$$

Где

$V_{\text{тр}}$  - скорость трактора, км/час;

$\omega_{\text{ГМ}}$  – скорость вращения вала гидромотора, рад/сек.;

$r_{\text{ВК}}$  - радиус ведущего колеса, м;

$i_{\text{тр}}$  - передаточное число трансмиссии.

Передаточное число трансмиссии складывается из передаточного числа главной передачи, равного 3 и бортового редуктора равного 9,94 для данной модели трактора. Далее из расчетов, будет выявлена необходимость внедрения дополнительно понижающего редуктора, для увеличения крутящего момента на ведущем колесе. В расчете его передаточное число равно 2. В следующем разделе подробнее о разработке редуктора, в данном расчете этих данных достаточно.

Скорость вращения вала гидромотора определяется как скорость вращения коленчатого вала двигателя, умноженная на передаточное отношение ГОП.

Передаточное отношение ГОП будем определять отношением подачи гидронасоса и гидромотора.

Сначала посчитаем скорость трактора при полной подаче гидромотора, равной его объемной постоянной (210 см куб.), а подачу гидронасоса будем увеличивать пропорционально 0,2. Подставим значения в формулу (1), в системе СИ.

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 \cdot \frac{22}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 9,94 \cdot 2} * 3,6 = 0,35 \text{ км/ч} - \text{ скорость трактора при постоянной подаче гидромотора и 20\% подаче гидронасоса. Таким образом рассчитываем скорость для всего диапазона регулирования гидронасосом.}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 \cdot \frac{44}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 9,94 \cdot 2} * 3,6 = 0,7 \text{ км/ч (40\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 \cdot \frac{66}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 9,94 \cdot 2} * 3,6 = 1,05 \text{ км/ч (60\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 \cdot \frac{88}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 9,94 \cdot 2} * 3,6 = 1,39 \text{ км/ч (80\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 \cdot \frac{110}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 9,94 \cdot 2} * 3,6 = 1,74 \text{ км/ч (100\%)}$$

Для расчета скорости трактора при регулировании гидромотором и постоянной объемной гидронасоса используем тот же принцип, только объемную постоянную гидромотора будем уменьшать на 20 %, начиная с 80 % от подачи.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25



$$V_{\text{тр}} = \frac{130 * \frac{110}{172} * 0,434}{3 * 9,94 * 2} * 3,6 = 2,18 \text{ км/ч (80\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 * \frac{110}{129} * 0,434}{3 * 9,94 * 2} * 3,6 = 2,9 \text{ км/ч (60\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 * \frac{110}{86} * 0,434}{3 * 9,94 * 2} * 3,6 = 4,36 \text{ км/ч (40\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{130 * \frac{110}{43} * 0,434}{3 * 9,94 * 2} * 3,6 = 8,71 \text{ км/ч (20\%)}$$

Далее для построения тяговой характеристики определим тягу на крюке при тех-же параметрах регулирования ГОП, как для скорости трактора.

Тяга на крюке рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{крГМ}} * i_{\text{тр}} * \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{вк}}} \quad (2),$$

Где

$P_{\text{кр}}$  – тяга на крюке, Н\*м;

$M_{\text{крГМ}}$  – крутящий момент на гидромоторе, Н\*м;

$\eta_{\text{тр}}$  – КПД ГОП, принимается равным 0,85.

Крутящий момент на гидромоторе определяется по формуле:

$$M_{\text{крГМ}} = M_{\text{крГН}} * \frac{q_{\text{ГМ}}}{q_{\text{ГН}}} \quad (3)$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В свою очередь крутящий момент на гидронасосе равен крутящему моменту на маховике ДВС, и определяется отношением мощности к угловой скорости.

$$M_{дв} = \frac{125000Вт}{130 \text{ рад/с}} = 962Н * м$$

Отсюда по формуле (1)

$$P_{кр} = \frac{962 * \frac{215}{22} * 59,64 * 0,85}{0,434} = 1098140Н \rightarrow 107Т$$

Проверяем полученное значение крутящего момента на работоспособность, ввиду ограничения максимального давления предохранительными клапанами. Максимально допустимое давление равно 43Мпа. Воспользуемся уравнением (4)

$$\frac{M_{крГН}}{q_{ГН} * U_{ГН}} = P = \frac{M_{крГМ}}{q_{ГМ} * U_{ГМ}} \quad (4),$$

где  $q_{ГН}$  и  $q_{ГМ}$  – объемная постоянная, м куб.;  $P$  – давление, Па;  $U$  – параметр регулирования.

$$P_{ГН} = \frac{962}{17,5 * 10^{-6} * 0,2} = 275 \text{ МПа}$$

Давление превышает допустимое, произведем расчет крутящего момента при давлении 43Мпа, по формуле (5), выразив ее из уравнения (4).

$$M_{крГН} = P * q_{ГМ} * U_{ГМ} \quad (5)$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_{кр_{ГН}} = 43 * 10^6 * 34,2 * 10^{-6} * 1 = 1470,6 \text{ Н}$$

Подставив полученное значение, получим рабочее тяговое усилие на крюке при скорости 0,35 км/час.

$$P_{кр} = \frac{1470,6 * 59,64 * 0,85}{0,434} = 171775,6 \text{ Н} \rightarrow 16,8 \text{ т}$$

Из-за ограничения крутящего момента по давлению в системе, на всем промежутке регулирования насосом тяга на крюке будет постоянной.

Далее так-же рассчитываем тягу на крюке при регулировании гидромотором.

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,8 = 1176,5 \text{ Н}$$

$$P_{кр} = \frac{1176,5 * 59,64 * 0,85}{0,434} = 137422,8 \text{ Н} \rightarrow 13,5 \text{ т}$$

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,6 = 882,4 \text{ Н}$$

$$P_{кр} = \frac{882,4 * 59,64 * 0,85}{0,434} = 103065,3 \text{ Н} \rightarrow 10,1 \text{ т}$$

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,4 = 588,3 \text{ Н}$$

$$P_{кр} = \frac{588,3 * 59,64 * 0,85}{0,434} = 68717,2 \text{ Н} \rightarrow 6,7 \text{ т}$$

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,2 = 294,1 \text{ Н}$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$P_{кр} = \frac{294,1 * 59,64 * 0,85}{0,434} = 34355,1Н \rightarrow 3,4т$$

Сводим значения в таблицу 2.2

Таблица 2.2

$V_{тр(км\ч)}$	0,35	0,7	1,05	1,39	1,74	2,18	2,9	4,36	8,71
$P_{кр}(Т)$	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	13,5	10,1	6,7	3,4

Строим график зависимости тяги от скорости.

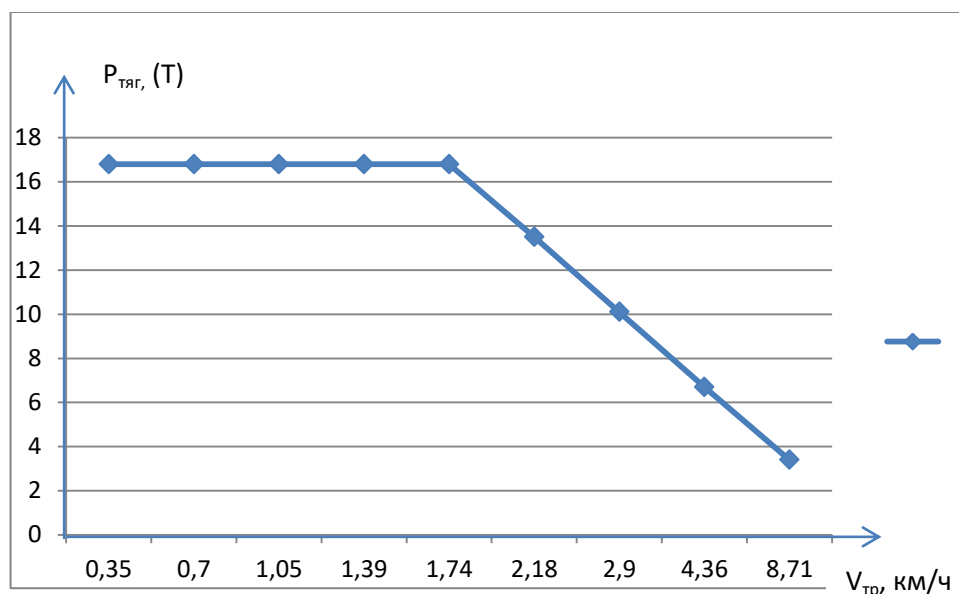


График 2.1 – Зависимость тяги на крюке от скорости трактора

Для получения более точного графика воспользуемся расчетом в excel.

Данный документ создан для тягового расчета тракторов с тандемным гидронасосом и парой гидромоторов, установленных непосредственно на бортовых редукторах. Поэтому в расчете используем половину объемной постоянной ГОП. Рисунок 2.1

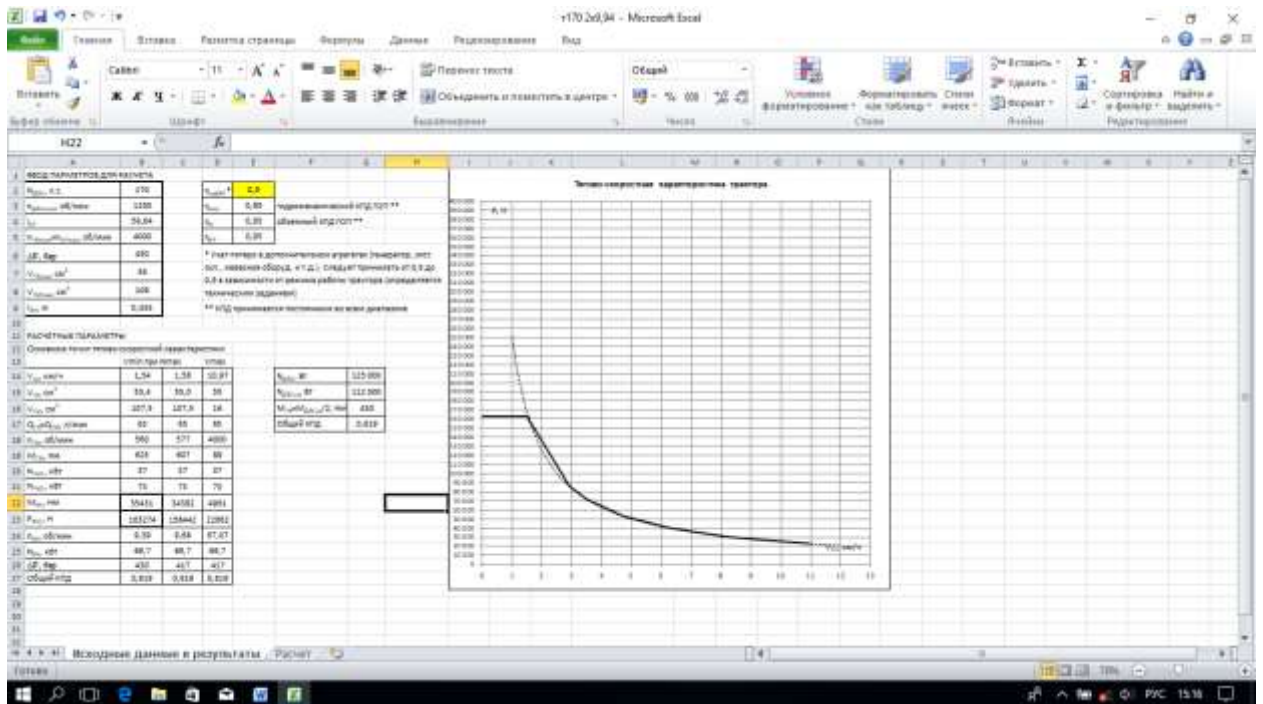


Рисунок 2.1 – Построение тяговой характеристики трактора с ГОП

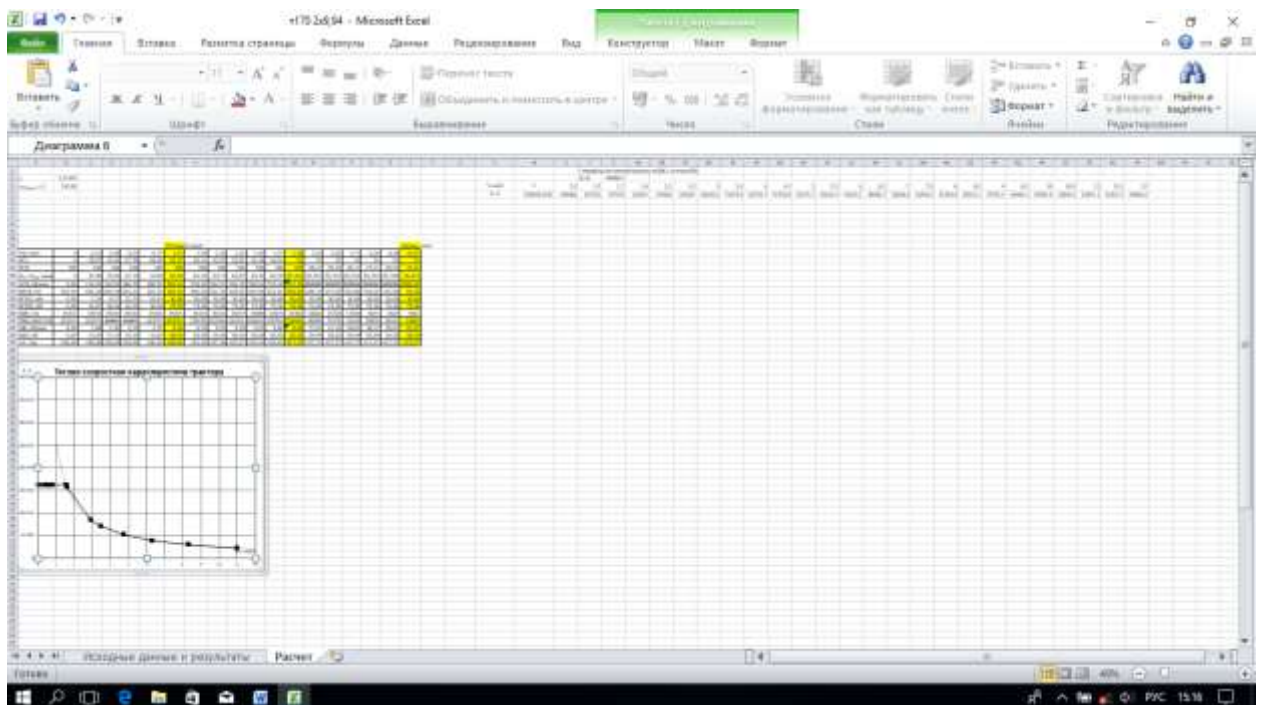


Рисунок 2.2 – Построения тяговой характеристики с ГОП

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

23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР

Лист

30

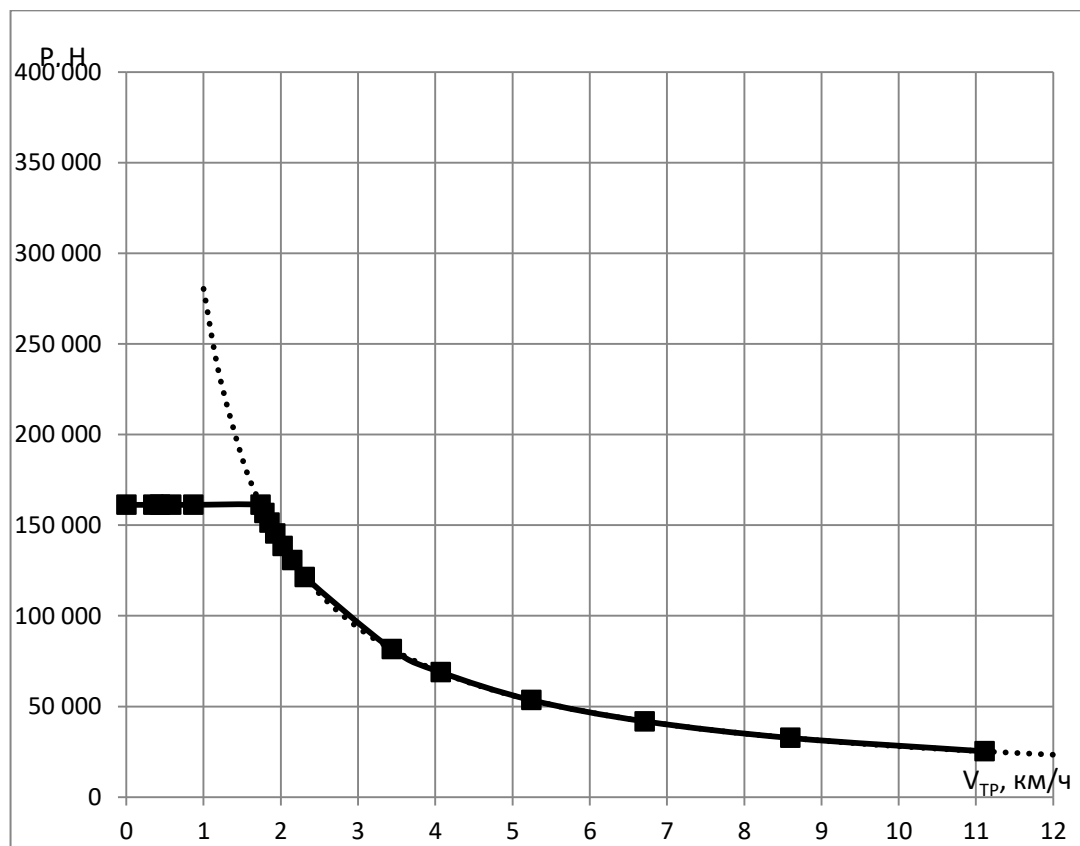


Рисунок 2.3 – Тяговая характеристика трактора

ЧТЗ производит не только базовые трактора, но и оборудованные под определенные нужды потребителей. Проект предполагает внедрение данного вида трансмиссии на трактор, но и бульдозеры, трубоукладчики и другие виды тракторов. По этой причине сделаем подобный расчет для бульдозера.

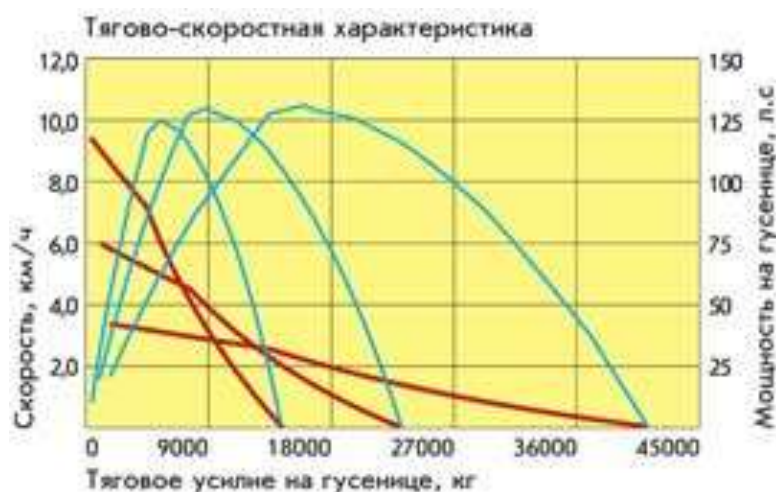


Рисунок 2.4 – Тяговая характеристика бульдозера Б11

Исходные данные.

Таблица 2.3 – Характеристики бульдозера Б11

Модель трактора	T11.5000	T11.6000
Модель двигателя	Cummins QSB 6.7	ЯМЗ-236Н- 3
Мощность, кВт/л.с	139,7 / 190	139,7 / 190
Частота вращения коленвала, номин., об/мин	1800	1800

Бортовой редуктор двухступенчатый с цилиндрическими шестернями и планетарным рядом на второй ступени:

Общее передаточное число.....19,63.

Определяем скорость трактора по формуле (1)

При регулировании гидронасосом:

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{22}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} \cdot 3,6 = 0,41 \text{ км/ч (20\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{44}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} \cdot 3,6 = 0,82 \text{ км/ч (40\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{66}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 1,24 \text{ км/ч (60\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{88}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 1,65 \text{ км/ч (80\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{110}{215} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 2,06 \text{ км/ч (100\%)}$$

При регулировании гидромотором:

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{110}{172} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 2,58 \text{ км/ч (80\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{110}{129} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 3,44 \text{ км/ч (60\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{110}{86} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 5,16 \text{ км/ч (40\%)}$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{188,5 \cdot \frac{110}{43} \cdot 0,434}{3 \cdot 19,63 \cdot 1,24} * 3,6 = 10,32 \text{ км/ч (20\%)}$$

Рассчитаем тягу на крюке по формуле (2), используя формулы (3) и (4).

$$P_{\text{кр}} = \frac{741 * \frac{215}{22} * 73 * 0,85}{0,434} = 1035347,3 \text{ Н} \rightarrow 101,5 \text{ т}$$

$$P_{\text{н}} = \frac{741}{17,5 * 10^{-6} * 0,2} = 211,7 \text{ МПа}$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



$$P_{кр} = \frac{1470,6 * 73 * 0,85}{0,434} = 210255,2Н \rightarrow 20,6т$$

Из-за ограничения крутящего момента по давлению в системе, на всем промежутке регулирования насосом тяга на крюке будет постоянной.

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,8 = 1176,5 Н$$

$$P_{кр} = \frac{1176,5 * 73 * 0,85}{0,434} = 168207Н \rightarrow 16,5 т$$

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,6 = 882,4Н$$

$$P_{кр} = \frac{882,4 * 73 * 0,85}{0,434} = 126153,1Н \rightarrow 12,4т$$

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,4 = 588,3Н$$

$$P_{кр} = \frac{588,3 * 73 * 0,85}{0,434} = 84102,1Н \rightarrow 8,3т$$

$$M_{кр_{ГМ}} = 43 * 34,2 * 10^{-6} * 0,2 = 294,1Н$$

$$P_{кр} = \frac{294,1 * 73 * 0,85}{0,434} = 42048,2Н \rightarrow 4,1т$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Таблица 2.4 – Скорость бульдозера и тяга на крюке

$V_{тр}(км\ч)$	0,35	0,7	1,05	1,39	1,74	2,18	2,9	4,36	8,71
$P_{кр}(Т)$	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	16,5	12,4	8,3	4,1

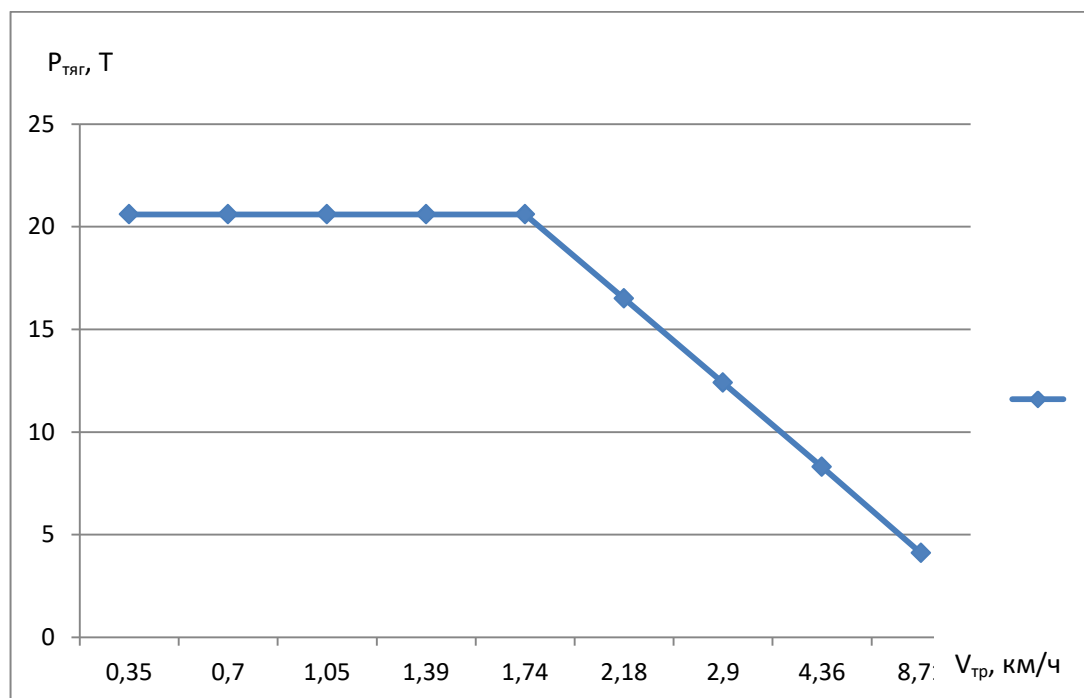


Рисунок 2.5 – Тяговая характеристика бульдозера

Как в предыдущем тяговом расчете, с помощью таблиц рассчитываем тяговую характеристику бульдозера.

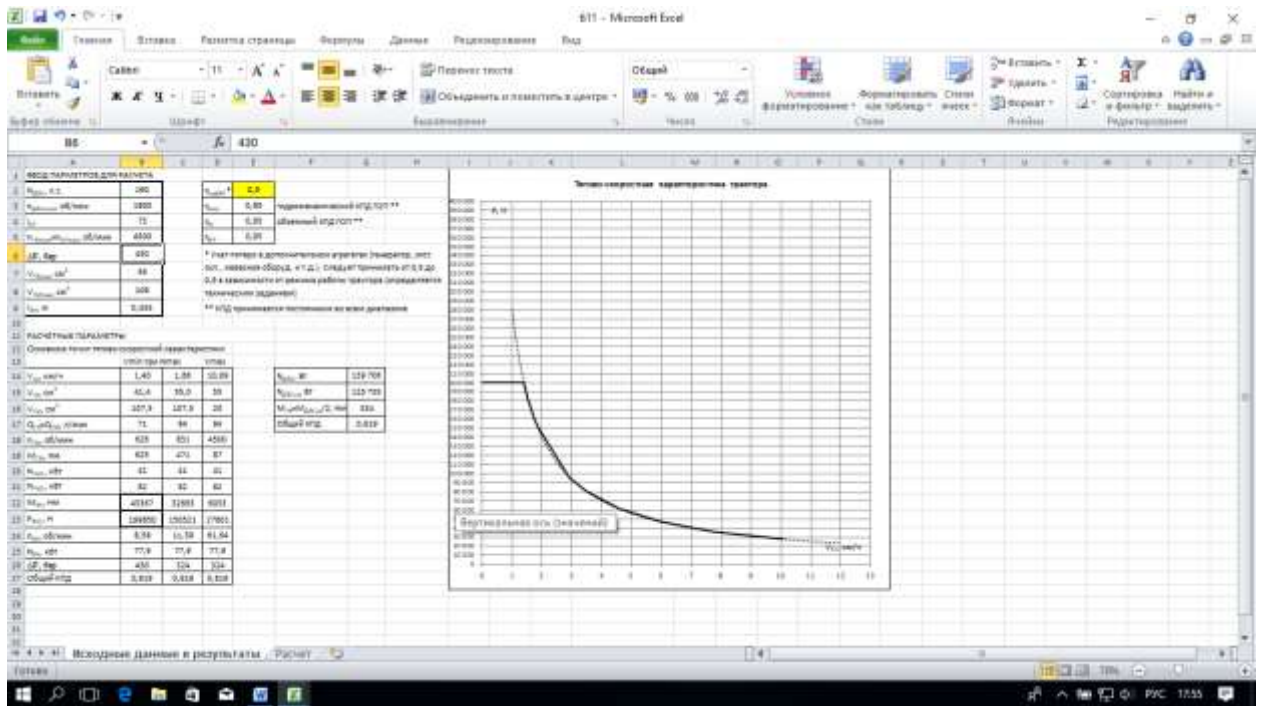


Рисунок 2.6 – Тяговый расчет бульдозера

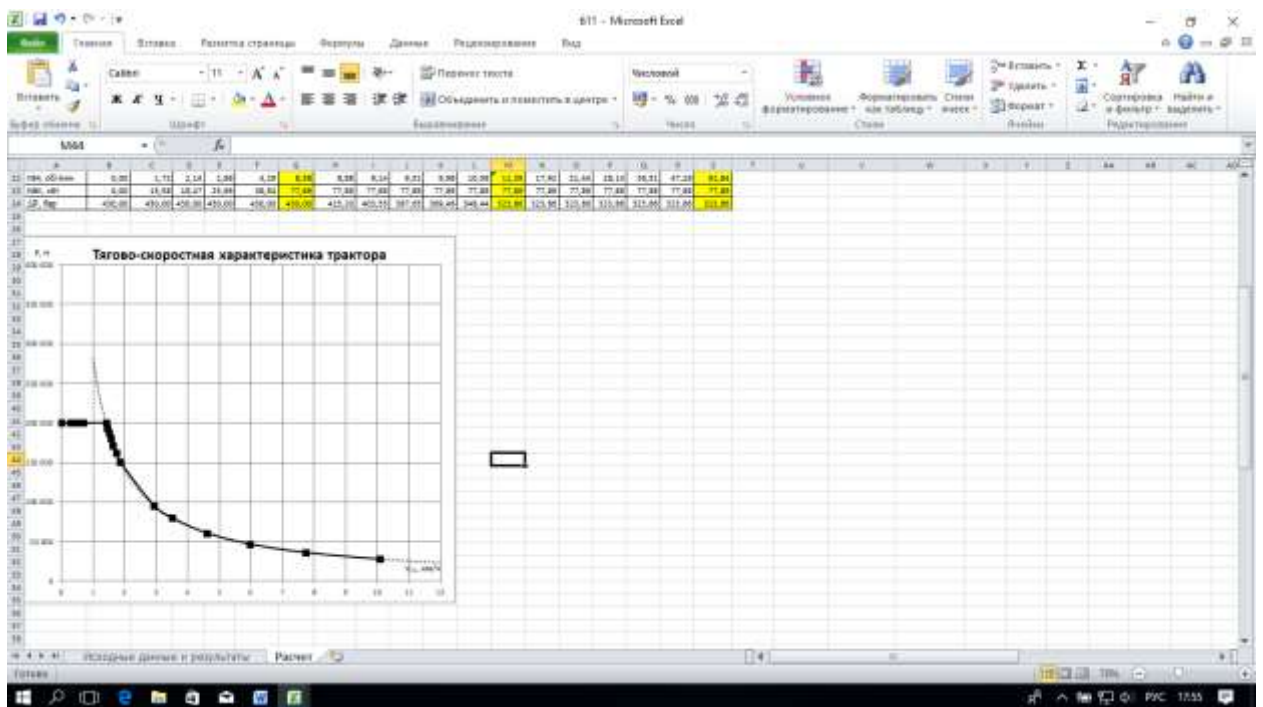


Рисунок 2.7 – Тяговый расчет бульдозера

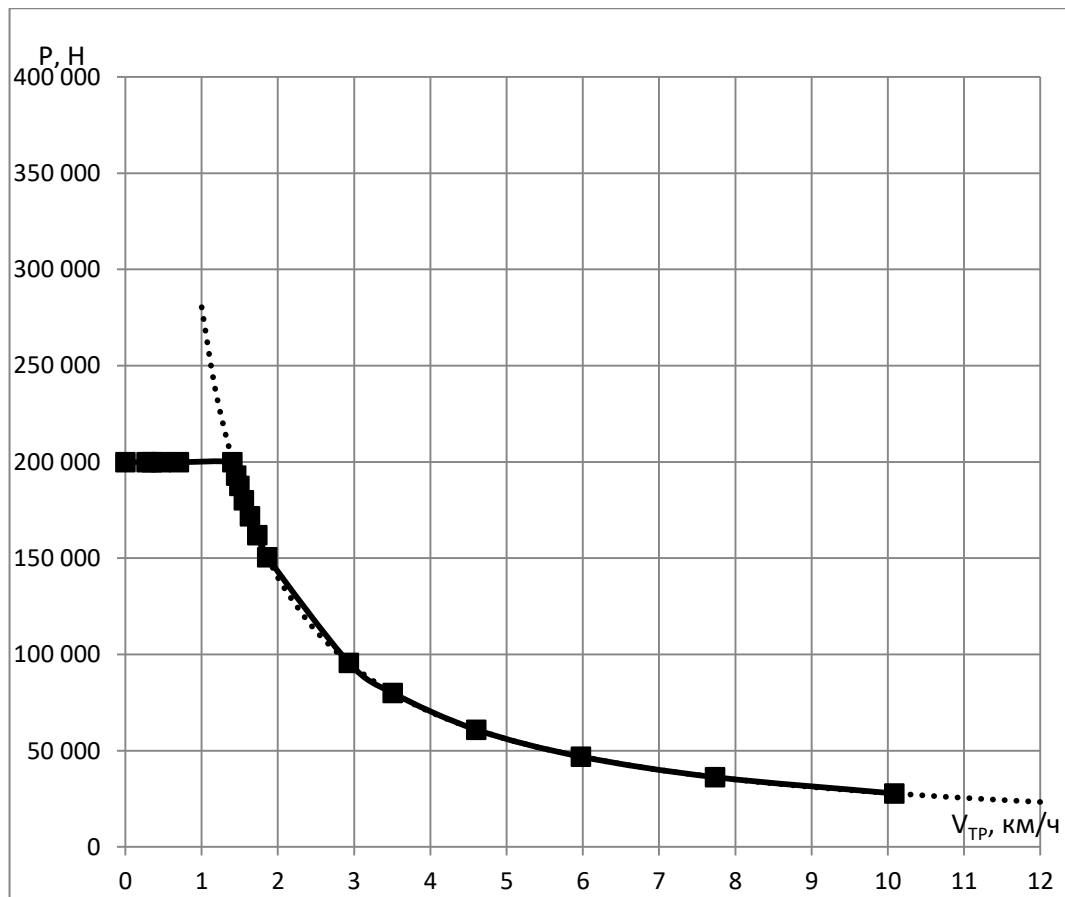


Рисунок 2.8 – Тяговая характеристика бульдозера

## 2.2 Создание 3D модели редуктора

Создание 3D-модели цилиндрического редуктора в программе Компас 3D v17.1

Компас – семейство [систем автоматизированного проектирования](#) с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии Единой Системы Конструкторской документации ([ЕСКД](#)) и Системы Проектной Документации для Строительства ([СПДС](#)).

Разрабатывается российской компанией «[Аскон](#)». Название линейки является акронимом от фразы «комплекс автоматизированных систем». В торговых марках используется написание заглавными буквами: «КОМПАС». Первый выпуск

«Компаса» (версия 1.0) состоялся в 1989 году. Первая версия под Windows — «Компас 5.0» — вышла в 1997 году.

Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трёхмерных моделей (в том числе [разрезы](#), сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже.

Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи. Данные в основной надписи чертежа (обозначение, наименование, масса) синхронизируются с данными из трёхмерной модели. Имеется возможность связи трёхмерных моделей и чертежей со спецификациями, то есть при «надлежащем» проектировании спецификация может быть получена автоматически; кроме того, изменения в чертеже или модели будут передаваться в спецификацию, и наоборот.

[Параметрическая технология](#) позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе проектированного ранее прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Система «Компас-3D» включает следующие компоненты: система трёхмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» и модуль формирования конструкторских спецификаций. Ключевой особенностью «Компас-3D» является использование собственного математического ядра и параметрических технологий.

КОМПАС-3D обеспечивает поддержку наиболее распространенных форматов 3D-моделей (STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF), что позволяет организовывать эффективный обмен данными со смежными организациями и заказчиками, использующими любые CAD / CAM / CAE-системы в работе, позволяет работать над различными деталями и узлами с помощью твердотельного моделирования, которое прекрасно подходит для проектирования различных валов, втулок,

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

кронштейнов и корпусов самой разной конфигурации. Базовыми командами здесь выступают операции выдавливания и вращения [8].

При проектировании редуктора, все расчеты на прочность проводятся в соответствующем приложении.

Для расчета цилиндрической прямозубой шестерни вводятся известные параметры.

Рисунок 2.9 – Расчет зубчатой передачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

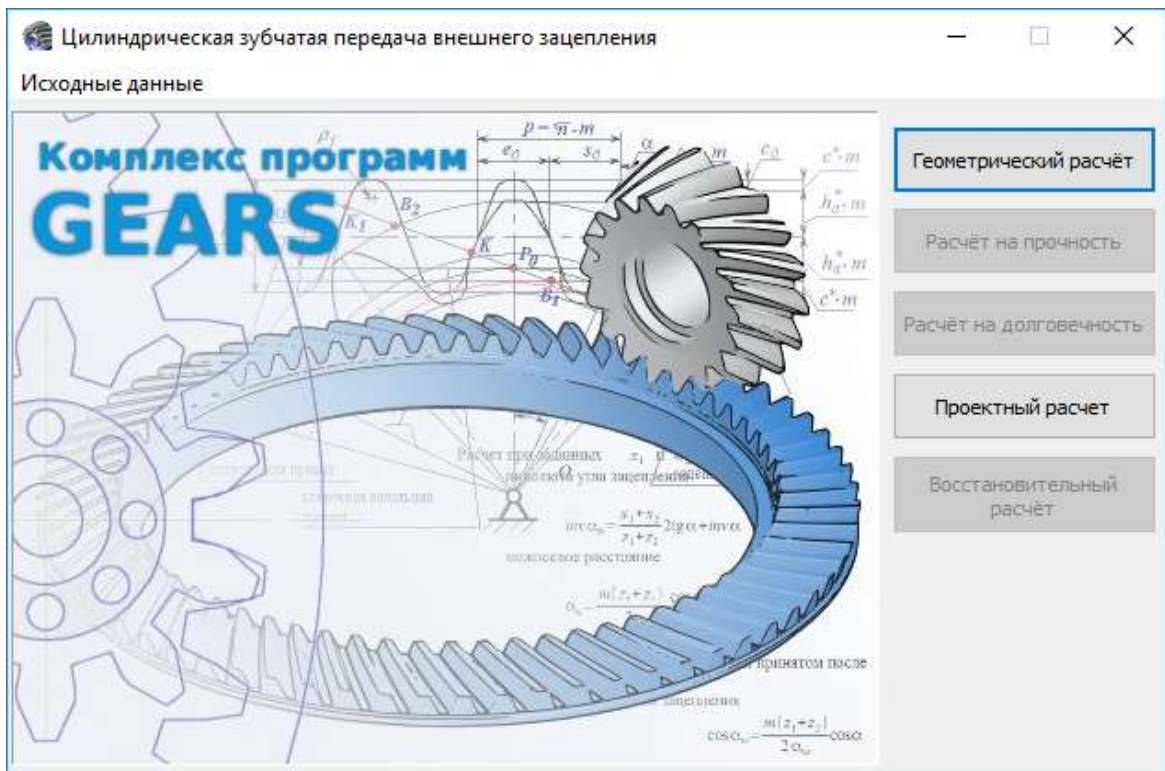


Рисунок 2.10 – Геометрический расчет зубчатого колеса

Получаем результат расчета рис.2.2.3 – результаты расчета зубчатого зацепления

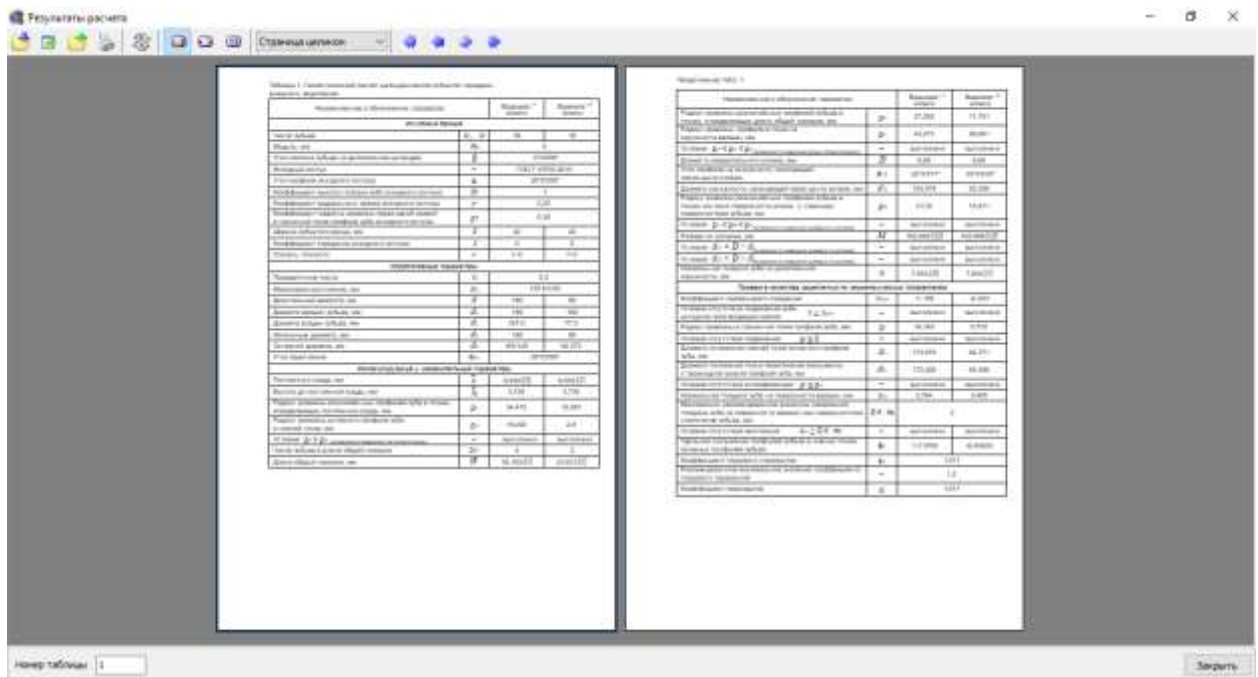


Рисунок 2.11 – Результаты расчета зубчатого зацепления



После просмотра расчета, строится модель зубчатого колеса и преобразуется в трехмерную твердотельную модель. По такому принципу создаем детали и сборку будущего редуктора.

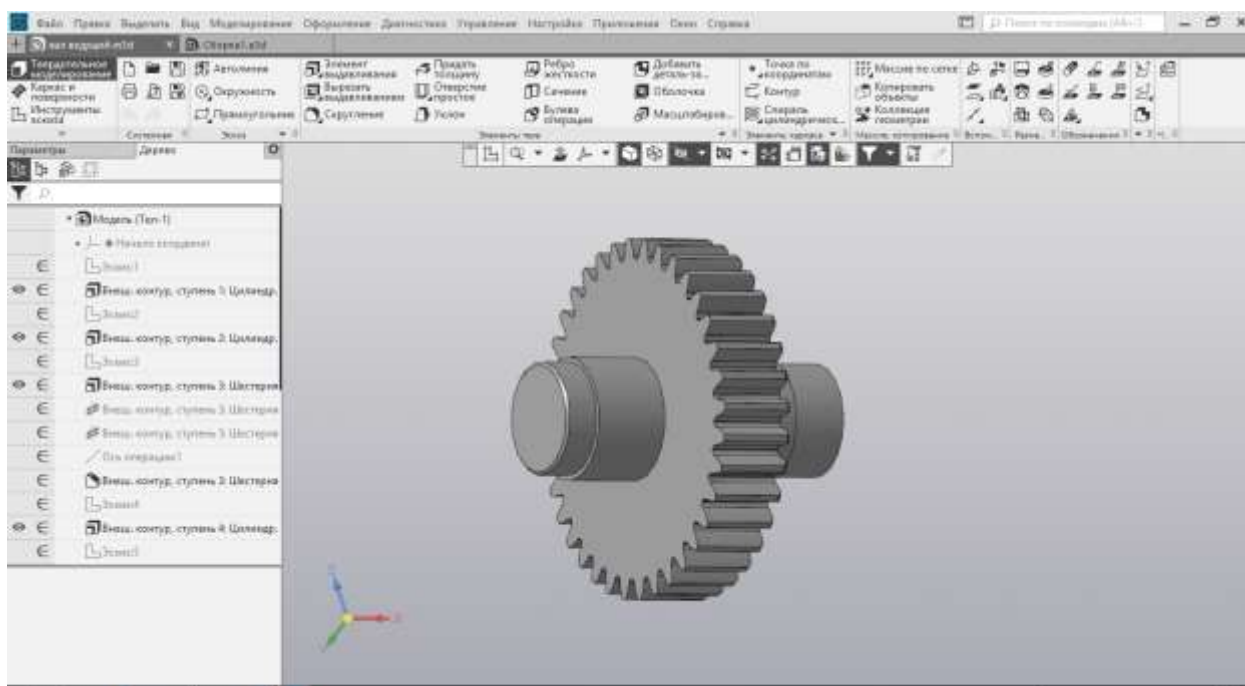


Рисунок 2.12 – Твердотельная модель детали

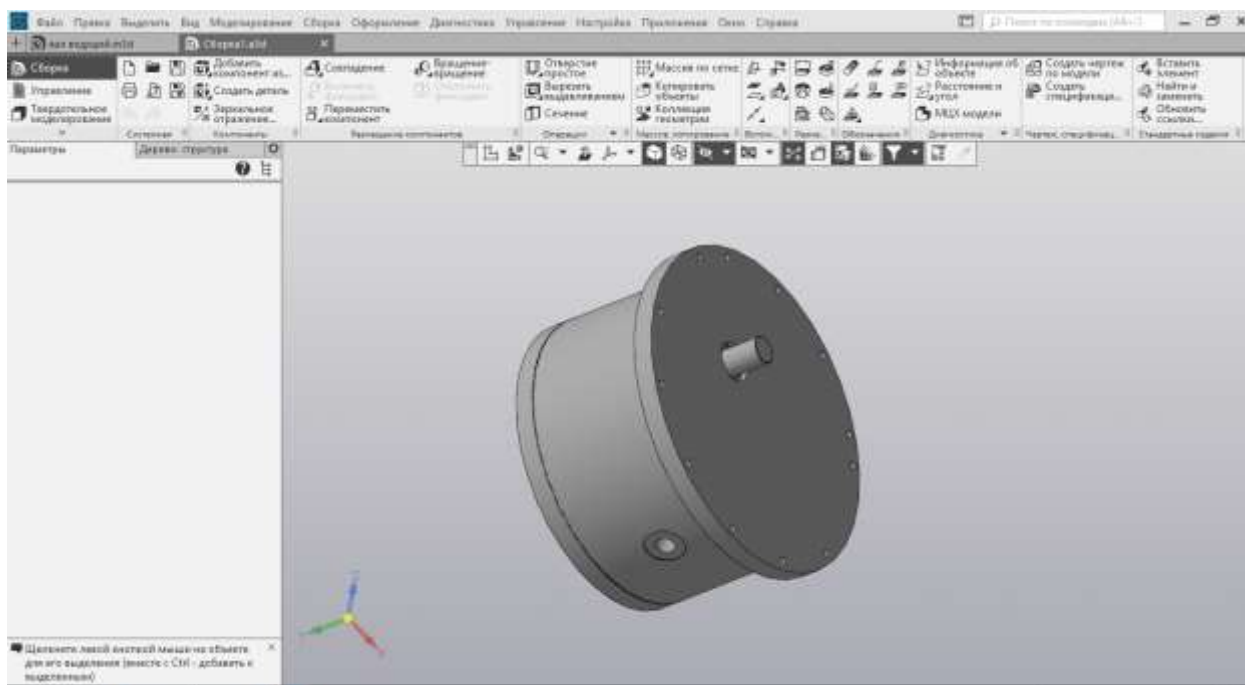


Рисунок 2.13 – Твердотельная модель сборки редуктора



### 3 Технологический раздел

В данном разделе разработан технологический процесс изготовления детали «Шлицевой вал-шестерня». Схема детали представлена на рисунке 3.1. Деталь изготовлена из стали 20ХН3А ГОСТ 4543-71 «Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия» [9].

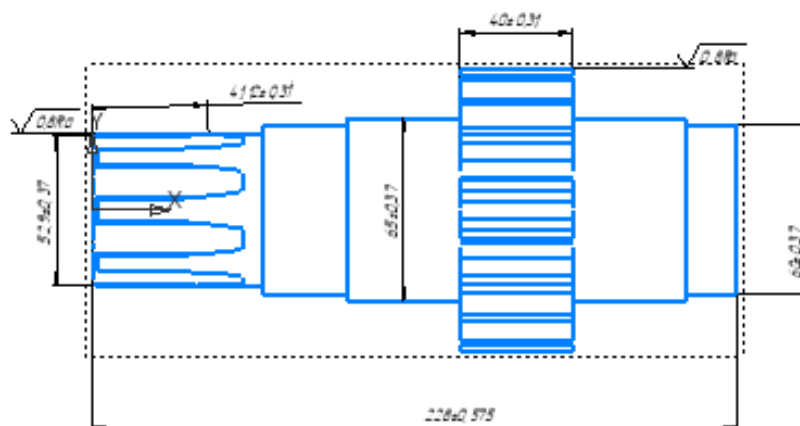


Рисунок 3.1 – Чертеж детали «Шлицевой вал-шестерня»

В качестве заготовки для детали выбрана круглая поковка диаметром 100 мм из стали 20ХН3А, полученная штамповкой. Приблизительная масса заготовки будет составлять 12,4 кг при массе самой детали 4,4 кг. Параметр шероховатости для неуказанных поверхностей принят равным 6,3 Ra.

В таблице 3.1 приведена технологическая карта обработки детали «Вал шлицевой». Технологические операции выполняются на токарно-фрезерном станке DOOSAN PUMA MX 2100ST [17]. Данный станок представляет комбинацию токарного обрабатывающего и фрезерного многоосевого станка. Объединение функций обрабатывающего центра и токарного центра обеспечивает

непревзойденную гибкость, позволяя обрабатывать детали с большим разнообразием конфигураций. Переход от простой токарной и фрезерной обработки к сложной механической обработке с одновременной работой по нескольким осям позволяет выполнять все операции на одном станке.

Таблица 3.1 – Технологическая карта обработки детали «шлицевой вал-шестерня»

Операция	Наименование	Инструмент
000-транспортно-заготовительная		
005-отрезная	Отрезка заготовки l=186мм	Резец 2130-0452 ГОСТ 18884-73 [10]
010-фрезеровальная	Подрезка торца	Фреза торцевая насадная ГОСТ 9304-69 [11]
015-фрезеровальная	Пере закрепление заготовки и подрезка другого торца	Фреза торцевая насадная ГОСТ 9304-69
020 – фрезерно-центровальная	Обработка центрального отверстия	Сверло центровое 2317-0007 ГОСТ 14952-69
025 – фрезерно-центровальная	Пере закрепление заготовки и обработка центрального отверстия	Сверло центровое 2317-0007 ГОСТ 14952-69
030-токарная	Обтачивание ступеней(Ø 60мм на длину 35мм с обеих сторон)	Резец 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879-73 [12], резец 2102-0055 ГОСТ 18877-73 [13]
035-токарная	Обтачивание ступеней (Ø 50мм на длину 40мм и 18мм с обеих сторон фаска 1,6x45)	Резец 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879-73, резец 2102-0055 ГОСТ 18877-73
040-токарная	Обтачивание ступеней (Ø 24мм на длину 40мм для шлицев)	Резец 2103-0007 ВК6 ГОСТ 18879-73, резец 2102-0055 ГОСТ 18877

Продолжение таблицы 3.1

045-фрезеровальная	Обработка шлицевой поверхности	Фреза 2520-0674 ГОСТ 6637-80 [14]
050-нарезание зубьев	Нарезание зубьев	Фреза червячная ГОСТ 9324-80
055-термическая обработка	Цементация, твердость поверхностного слоя HRC 57-61 ед., сердцевины 35-40 ед.	
060-шлифование	Шлифование шлицевых канавок (Ra 0,8) в одну операцию: обрабатываются одновременно впадины и боковые поверхности шлицев	Круг 4 250x16x76,2 25A 25-16 CM2 6-7 К ГОСТ Р 52781-2007 [15]
065-слесарная	После шлифования острые кромки притупить, переходные поверхности подвергнуть дообработке	Слесарный инструмент
070контральная	Окончательный контроль соответствия размеров указанных в чертеже	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89 [16], кольцо 1-55x2x9h ГОСТ 24969-81 [17], кольцо 1-40x2x9h ГОСТ 24969-81

Расчет основного технологического времени:

005 – отрезная

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Основное технологическое (машинное) время - время, в течение которого происходит снятие стружки без непосредственного участия рабочего

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ мин} \quad (3.1)$$

где  $L$  - путь инструмента в направлении рабочей подачи, мм;

$i$  - количество проходов.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где  $l$  - размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи;

$y$  - величина врезания, мм;

$\Delta$  - величина перебега, мм,  $\Delta = l \div 2 \text{ мм}$ .

$$y = t \cdot \text{ctg } \varphi,$$

где  $t$  - глубина резания;

$\varphi$  - главный угол в плане резца.

$S$  – подача инструмента, мм/об.

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин.

Скорость резания для легированных сталей выбираем  $V_{рез} = 80 \text{ м/мин}$ .

Определяем частоту вращения шпинделя 
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 54,5} = 468 \text{ об/мин}$$

Выбираем  $S = 0,4 \text{ мм/об}$

$$T_0 = \frac{100}{0,4 \cdot 468} \cdot 1 = 0,53 \text{ мин};$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Здесь  $L = 100$  мм – толщина заготовки.

0 10 – фрезеровальная

Выбор инструмента:

Для фрезерования выбираем торцевую фрезу с пластинками из твердого сплава ВК6, диаметром  $D=(1,25\div 1,5)\cdot B=(1,25\div 1,5)\cdot 55=68,75\div 82,5$  мм. Принимаем  $D=110$  мм;  $z=16$ , ГОСТ 9304-69 [18].

Глубина резания.

Заданный припуск на чистовую обработку срезают за один проход, тогда  $t=h=1$  мм

Назначение подачи.

Для получения шероховатости  $Ra=6,3$  мкм подача на оборот  $S_0=1,0\div 0,7$  мм/об [19].

Тогда подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{1,0}{16} = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

Период стойкости фрезы.

Для фрез торцевых диаметром до 125 мм с пластинками из твердого сплава применяют период стойкости

$T=180$  мин [19],

Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Для обработки легированной стали фрезой диаметром до 125 мм, глубина резания  $t$  до 1 мм, подаче до 0,06 мм/зуб.

$$V=203 \text{ м/мин [19],}$$

С учетом поправочных коэффициентов  $K_{mv}=1$ ;  $K_{nv}=1$ ;  $K_{BV}=1$ ;  $K_{\phi v}=1$ ;

$$V=V \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{BV} \cdot K_{\phi v}=203 \cdot 1=203 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 80} = 810 \text{ об/мин} \quad (3.2)$$

Действительная скорость резания

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 810}{1000} = 203,472 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача  $S_m=S_z \cdot z \cdot n=0,06 \cdot 16 \cdot 810=777 \text{ мм/мин.}$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{S_m}, \text{ МКМ}$$

где  $L=l+l_1$ .

Для торцового фрезерования фрезой диаметром 110 мм, ширине фрезерования 100 мм:

$$l_1=23 \text{ мм [19],}$$

$$T_0 = \frac{100+23}{777} = 0,15 \text{ мин.}$$

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

020 – фрезерно-центровальная

Расчет режимов резания при сверлении [19].

Основные параметры при сверлении:

Глубина резания  $t = 0.5D_{отв}$ , мм;

Подача в направлении резания (сверления)  $s$ , мм/об;

$$\text{Скорость резания } v = \frac{C_v \cdot D_{отв}^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v ; \text{ м/мин} \quad (3.3)$$

Здесь  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $y$  - коэффициент и показатели степени [19];

$K_v = 1,078$  – поправочный коэффициент; Место для формулы.

$T^m = 60$  мин – стойкость сверла.

Подача при сверлении зависит от диаметра сверла, а в данном случае  $D_{отв} = 4$  мм для Стали 20ХН3А то подача  $s = 0.15$  мм/ об .

Назначаем коэффициенты  $C = 7,0$ ,  $q = 0,40$ ,  $m = 0,20$ ,  $y = 0,70$ . С учетом этих коэффициентов:

$$v = \frac{C_v \cdot D_{отв}^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 4^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 1,078 = 21,86 \text{ м/ мин}$$

Так как сверло будет закреплено неподвижно, то вращение необходимо задавать валу, поэтому необходимо рассчитать частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21,86}{3,14 \cdot 54,5} = 130 \text{ об/ мин}$$

Основное время при сверлении центровых отверстий:

$$T_o = \frac{8,9 + 2 + 0}{130 \cdot 0,15} = 0,56 \text{ мин}$$

Аналогичным образом были рассчитаны остальные нормы времени для технологических операций. Сведем расчеты в таблицу 3.2:

Таблица 3.2 – Нормы времени операций для изготовления детали «Шлицевой вал-шестерня»

Операция	Основное технологическое время операции, мин
005 – отрезная	0,53
010 – фрезеровальная	0,15
015-фрезеровальная	0,15
020-фрезерно-центровальная	0,56
025-фрезерно-центровальная	0,56
030-токарная	1,07
035-токарная	1,25
040-токарная	1,25
045-фрезеровальная	6,3



Продолжение таблицы 3.2

050-нарезание зубьев	8,4
055-термическая обработка	25,1
060-шлифование	6,7
065-слесарная	3
Общее время: 56,1 минут	

Вывод по разделу три:

Была разработана технологическая карта производства детали «Вал шлицевой» для станка DOOSAN модели PUMA MX 2100ST. Производство деталей на таком станке отличается большой производительностью и высоким качеством обработки. Рассчитана норма времени на обработку. Общее время составляет 56,1 минут.

## 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Организационная часть выпускной квалификационной работы

Завод ЧТЗ с первой половины прошлого века производит большой ассортимент строительной и дорожной техники, своевременно модернизирует имеющуюся и создает новую технику. Но на сегодняшний день не имеет в ассортименте тракторов с гидростатической трансмиссией как у конкурентов, что делает трактора менее привлекательными для потребителя. Потому что создает ряд неудобств в эксплуатации [2].

В связи с этим было решено на основе опыта других успешных производителей подобной техники, разработать и внедрить данный вид трансмиссии для новых и имеющихся на производстве тракторов с целью привлечения потребителей на внутреннем и внешнем рынках строительной техники.

Для этого была собрана и изучена информация об имеющихся схемах и компоновках трансмиссий. На основе этих данных была предложена конструктивная схема, которая отвечая всем потребностям современного рынка, обладает рядом преимуществ перед своими аналогами. А именно простота переоборудования техники потребителей, надежность ввиду отсутствия сложных электронных систем управления, что в наших суровых климатических условиях является преимуществом и меньшее количество узлов ГОП.

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

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

графики составляют в пределах заданного, а не расчетного срока выполнения всего комплекса работ. На основании ленточного графика бюро планирования составляет рабочие платы - графики работы подразделений предприятия.

Руководители подразделений составляют задания исполнителям с указанием сроков начала и окончания работ. Этот план-график мы и будем использовать в качестве плана, чтобы обеспечить организованное и своевременное выполнение работ по дипломному проектированию.

На ленточном графике отмечается один элемент – работа, которая откладывается по горизонтали. На графике Гантта (таблица 4.1.) отрезками прямых изображается весь цикл работ, с учетом того, что они могут выполняться параллельно и последовательно. Общая ориентировочная продолжительность дипломного проектирования 90 дней.

Полученные в результате построения план-графика Гантта данные (ожидаемая продолжительность работ, категории количество исполнителей) будут использоваться в экономическом этапе для расчета капитальных затрат [20].

Таблица 4.1 – Ленточный план-график выполнения работ

№ п/п	Этап работ	Исполнители		Продолжительность, раб. дни	Рабочие дни					
		категория	Кол-во		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	...
1	Общие сведения	Инженер	1	2	—					
2	Обзор существующей техники	Инженер	1	3	—					
3	Технико-экономическое обоснование проекта	Руководитель темы, инженер	1	10	—					
4	Конструкторская и технологическая часть	Руководитель темы, инженер	1	15	—					
5	Экономическая часть	Консультант по экономической части, инженер	1	10	—					
6	Раздел БЖД	Консультант БЖД, инженер	1	10	—					
7	Разработка конструкторской документации	Руководитель темы, инженер	1	40	—					

#### 4.2 Экономическая часть выпускной квалификационной работы

В данной части работы проводится оценка экономических показателей эффективности ВКР

Смета затрат на разработку НИОКР [20].

Расчет затрат на материалы

Таблица 4.2 – Затраты на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.	Сумма, руб.
Бумага А4	упаковка	1	190	190
Бумага А1	лист	10	10	100
Ручка шариковая	Шт.	1	12	12
Карандаш	Шт.	1	8	8
Папка для бумаг	Шт.	1	45	45
ТЗР 6%				21,3
Итого:				376,3

Основная заработная плата (ОЗП) Фонд заработной платы на проведение НИР складывается из фондов заработной платы по категориям сотрудников. Прямая заработная плата (ПЗП) по категории сотрудников вычисляется путем умножения трудоёмкости работ по данной категории на суточную заработную плату (СЗП) работников данной категории. Суточная заработная плата определяется путем деления месячного оклада на среднее число рабочих дней в месяце (24 дня). В статью ОЗП включают ПЗП сотрудников и дополнительный коэффициент («Уральский коэффициент»). Районный коэффициент равен 15% от

ПЗП, а ОЗП определяется как сумма ПЗП и ДКП. Затраты на ОЗП представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Оклад, руб.	Трудоемкость, чел.-дн.	ПЗП, руб.	Районный коэффициент	ОЗП, руб.
Руководитель	20000	65	54 166	8 124,9	62 290,9
Инженер	15000	90	56 250	8437,5	64 687,5
Консультант БЖД	20000	10	8 333	1 249,95	9 582,95
Консультант экономика	20000	10	8 333	1 249,95	9 582,95
Сумма					146 144,3

Дополнительная заработная плата (ДЗП). В эту статью затрат включается оплата работникам очередных и дополнительных отпусков, выплата вознаграждения за выслугу лет, больничные и т.д. ДЗП определяется как 10% от ОЗП:

$$\text{ДЗП} = 0,1 * \text{ОЗП} = 0,1 * 146\ 144,3 = 14\ 614,43 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальное страхование (ОСС). 30% от суммы фондов ОЗП и ДЗП:

$$\text{ОСС} = 0,3(\text{ОЗП} + \text{ДЗП}) = 0,3(146\ 144,3 + 14\ 614,43) = 48\ 227,619 \text{ руб.}$$

Прочие прямые затраты (ППЗ). В данную статью включаются затраты на размножение технической документации, затраты на услуги транспорта, что составляет 3% от суммы затрат по предыдущим статьям:

$$\text{ППЗ} = 0,03(\text{Материалы} + \text{ОЗП} + \text{ДЗП} + \text{ОСС}) = 0,03(376,3 + 146\ 144,3 + 14\ 614,43 + 48\ 227,619) = 6\ 280,88 \text{ руб.}$$

Накладные расходы (НР). Затраты на управление и хозяйственной обслуживание, составляют 5% от суммы предыдущих затрат:

$$НР=0,05(\text{Материалы}+\text{ОЗП}+\text{ДЗП}+\text{ОСС}+\text{ППЗ})=0,05(376,3+146\,144,3+14\,614,43+48\,227,619+6\,280,88)=10\,782,18 \text{ Руб.}$$

Общая смета затрат на проведение НИОКР приведена в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Общая смета затрат на НИОКР

Наименование	Затраты Руб.
Материалы	376,3
Основная заработная плата	146 144,3
Дополнительная заработная плата	14 614,43
Отчисления на социальное страхование	48 227,619
Прочие прямые расходы	6 280,88
Накладные расходы	10 782,18
Сумма	226 425,7

Расчет затрат на изготовление продукции. Затраты на изготовление редуктора складываются из затрат на материалы, изготовления деталей и его сборку. В данном ДП составлена калькуляция на изготовление детали вал-шестерня.

Материал детали-20ХНЗА ГОСТ 4543-71

Масса заготовки  $G_3=12,4$  кг.

Масса чистой детали  $G_d=4,4$  кг.

Цена за 1 кг материала  $C_m=100$  руб.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Цена за 1кг отходов  $C_{отх}=50$  руб.

Стоимость основных материалов за вычетом отходов, руб.

$$Z_M = C_M * G_3 - C_{отх} * (G_3 - G_D),$$

$$Z_M = 100 * 12,4 - 50(12,4 - 4,4) = 820$$

Транспортно-заготовительные расходы, руб.

$$Z_{Т-з} = 0,02 * Z_M = 0,02 * 820 = 16,4$$

Таблица 4.5 – Основная заработная плата производственных рабочих

Номер операции	Время, мин	Разряд	Тарифная ставка, руб./час	Сумма, руб.
005-токарная	3,57	3	150	8,925
010-фрезеровальная	7,72	4	170	21,87
015-нарезка зубьев	8,4	4	170	23,8
020-шлифовальная	6,7	3	150	16,75
Итого: 71,345				

Заработная плата рабочего на изготовление детали,  $Z_n=71,345$  руб.

Основная заработная плата производственных рабочих с учетом премий и районного коэффициента, руб.

$$Z_o = 1,4 * Z_n = 1,4 * 71,345 = 99,883$$

Дополнительная заработная плата, руб.

$$Z_{доп} = 0,08 * Z_o = 0,08 * 99,883 = 7,99$$

Отчисления на социальное страхование, руб.

$$Z_{соц} = 0,3 * (Z_o + Z_{доп}) = 0,3 * (99,883 + 7,99) = 32,36$$

Расходы на содержание и обслуживание оборудования, руб.

$$Z_{об} = 2,1 * Z_o = 2,1 * 99,883 = 209,8$$

Цеховые расходы, руб.

$$Z_{цех} = 0,8 * Z_o = 0,8 * 99,883 = 79,9$$

Цеховая себестоимость, руб.

$$C_{цех} = Z_m + Z_{т-з} + Z_o + Z_{доп} + Z_{об} + Z_{цех},$$

$$C_{цех} = 820 + 16,4 + 99,883 + 7,99 + 209,8 + 79,9 = 1233,9$$

Общезаводские расходы, руб.

$$Z_{общ.з} = 0,7 * Z_o = 0,7 * 99,883 = 69,9$$

Производственная себестоимость, руб.

$$C_{пр} = C_{цех} + Z_{общ.з} = 1233,9 + 69,9 = 1303,8$$

Прочие производственные расходы, руб.

$$Z_{проч} = 0,04 * C_{пр} = 0,04 * 1303,8 = 52,2$$

Внепроизводственные расходы, руб.

$$Z_{внепр} = 0,05(C_{пр} + Z_{проч}) = 0,05 * (1303,8 + 52,2) = 67,8$$

Полная себестоимость, руб.

$$C_{полн} = C_{пр} + Z_{проч} + Z_{внепр} = 1303,8 + 52,2 + 67,8 = 1423,8$$

Значения всех затрат и видов себестоимостей приведены в таблице 4.6

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57



Таблица 4.6 – Калькуляция себестоимости детали

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
1. Затраты на материалы за вычетом отходов	820
2. Транспортно-заготовительные расходы	16,4
3. Основная заработная плата производственных рабочих с учетом премий и добавок	99,883
4. Дополнительная заработная плата производственных рабочих	7,99
5. Отчисления на социальное страхование	32,36
6. Расходы на содержание и обслуживание оборудования	209,8
7. Цеховые расходы	79,9
8. Цеховая себестоимость	1 233,9
9. Общезаводские расходы	69,9
10. Производственная себестоимость	1 303,8
11. Прочие производственные расходы	52,2
12. Внепроизводственные расходы	67,8
Полная себестоимость	1 423,8

На основании оптовой цены детали рассчитываемого редуктора можно вычислить стоимость редуктора

$$C_{ред} = C_{пол} * G_{ред} / G_{д} = 8\ 090 \text{ руб.}$$

Где  $C_{пол}$  – полная себестоимость детали, руб.

$G_{ред}$  – масса редуктора, кг.

$G_{д}$  – масса детали, кг.

## Оценка эффективности инвестиций

Стоимость разработки:

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + (K_{\text{сопр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{НИР}}) = 0,4 \cdot C_p \cdot A_r + 2K_{\text{п}} = 2\,912\,400 \text{ руб.}$$

где  $C_p$  – себестоимость редуктора, руб.

$A_r$  – количество выпускаемых единиц в год, шт.

$K_{\text{п}}$  – производственные расходы, руб.

Производственные расходы можно вычислить по формуле:

$$K_{\text{п}} = 0,4 \cdot C_p \cdot A_r = 970\,800 \text{ руб.}$$

Доход от продажи продукции в год:

$$D = C_p \cdot A_r = 11\,423,6 \cdot 300 = 3\,427\,080 \text{ руб.}$$

где  $C_p$  – цена редуктора, руб.

Затраты на изготовление редуктора:

$$Z = C_p \cdot A_r = 8\,090 \cdot 300 = 2\,427\,000 \text{ руб.}$$

Определение оптовой цены и прибыли. Для реализации необходимо установить оптовую цену предприятия. Расчет цены выполняется затратным методом с учетом требуемого уровня рентабельности, принимаемого равным 30%.

Результаты расчета сведены в таблицу 4.6

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Таблица 4.7 – Определение оптовой цены и прибыли

Показатель	Сумма на изделие, руб.
1.Итоговая себестоимость	8 090
2.Общезаводские расходы (70% от основной з/п)	69,9
3.Итоговая производственная себестоимость (п1+п2)	8 159,2
4.Внепроизводственные расходы(5% от п3)	408
5.Полная себестоимость(п3+п4)	8 567,2
6.Планируемые накопления(прибыль), (13% от п5)	1 113,7
7.Оптовая цена предприятия(п5+п6)	9 681

Для расчета отпускной цены необходимо оптовую цену предприятия увеличить на НДС в размере 18%.

На изделие  $9\,681 \cdot 1,18 = 11\,423,6$  руб.

Простая норма прибыли. Под простой нормой прибыли понимается наименьший гарантированный уровень рекордности, сложившийся на рынке капиталов. При этом средняя за период жизни проекта, например один год, расчетная прибыль  $P_p$  сопоставляется со средними инвестициями в проект.

$P_6 = D - Z = 1\,000\,080$  руб.

$P_p = P_6 \cdot 0,7 = 700\,056$  руб.

Срок окупаемости инвестиций – это минимальный временной интервал ИП, за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остается в дальнейшем положительным. Графическая иллюстрация срока окупаемости представлена на рисунке 4.1.

$$T_{ок} = \frac{K_{сум}}{П_p + \Phi_{амор}}$$

$$T_{ок} = 2\,912\,400 / (700\,056 + 500) = 4,2 \text{ года}$$

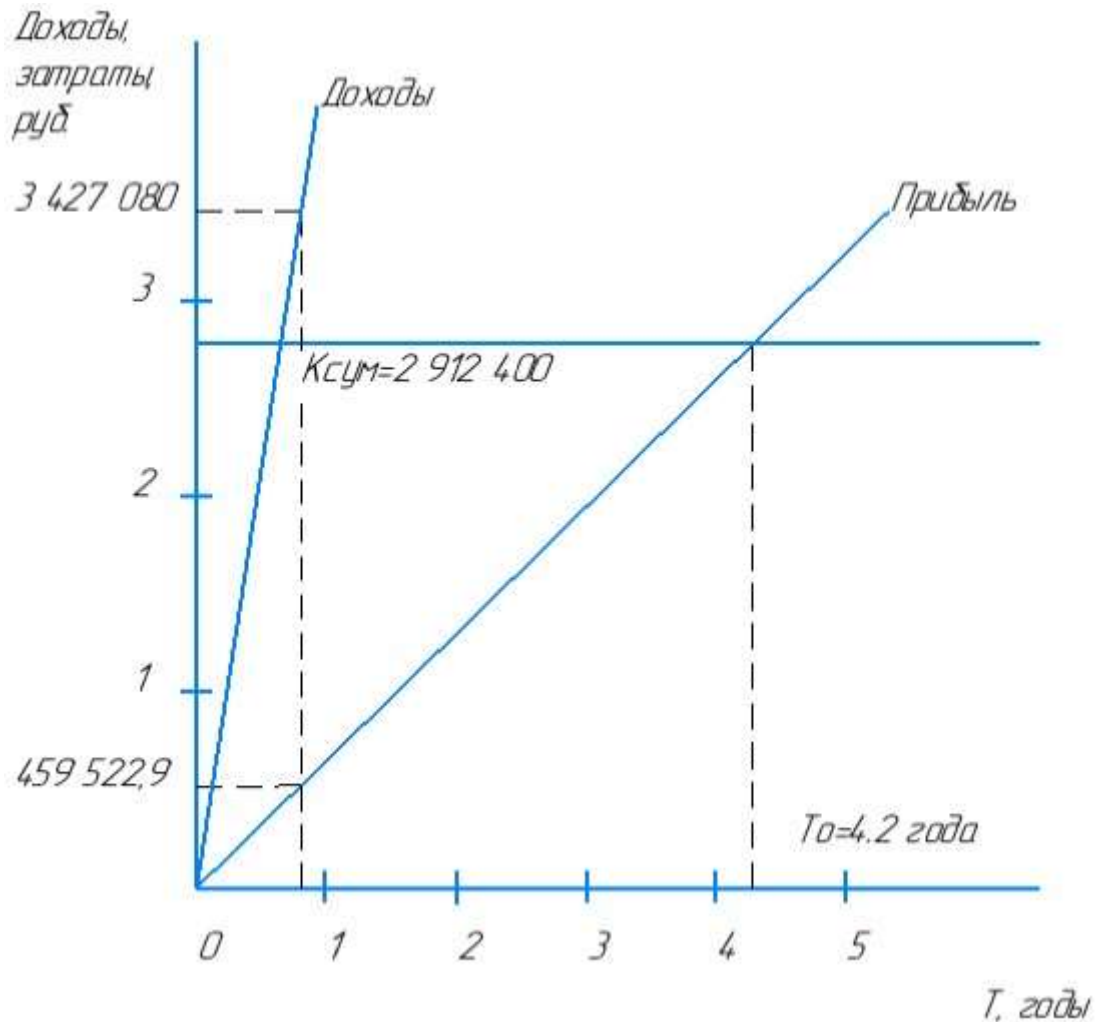


Рисунок 4.1 – График денежных потоков

Анализ безубыточности проекта. Проводиться с целью оценки критического объема производства  $A_{кр}(N_{min})$ , при котором прибыль становится нулевой, т.к выручка от реализации совпадает с издержками производства.

Для анализа безубыточности необходимо в полной себестоимости изделия выделить переменные (зависимые от объема производства) и постоянные (не зависящие) затраты.

К переменной составляющей себестоимости условно можно отнести стоимость основных, вспомогательных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов, затраты на заработную плату, основную и дополнительную и отчисления на социальные нужды. К постоянным затратам можно отнести расходы по содержанию и обслуживанию оборудования, амортизацию, общецеховые, общезаводские, прочие производственные расходы и налоги, включаемые в себестоимость.

Основные показатели безубыточности рассчитываются по следующим формулам

$$V_p = C * A \quad (4.1)$$

$$C = a * A + B \quad (4.2)$$

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{опт} - a} \quad (4.3)$$

$$A_{кр} = \frac{143\,880}{9\,681 - 1\,052,143} = 17 \text{ шт./год}$$

$$V_p = 9\,681 * 300 = 2\,904\,300 \text{ руб./год}$$

$$C = 1\,052,143 * 300 + 1\,438\,800 = 1\,754\,442,9 \text{ руб./год}$$

Графической иллюстрацией определения точки безубыточности служит график безубыточности рисунок 4.2

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

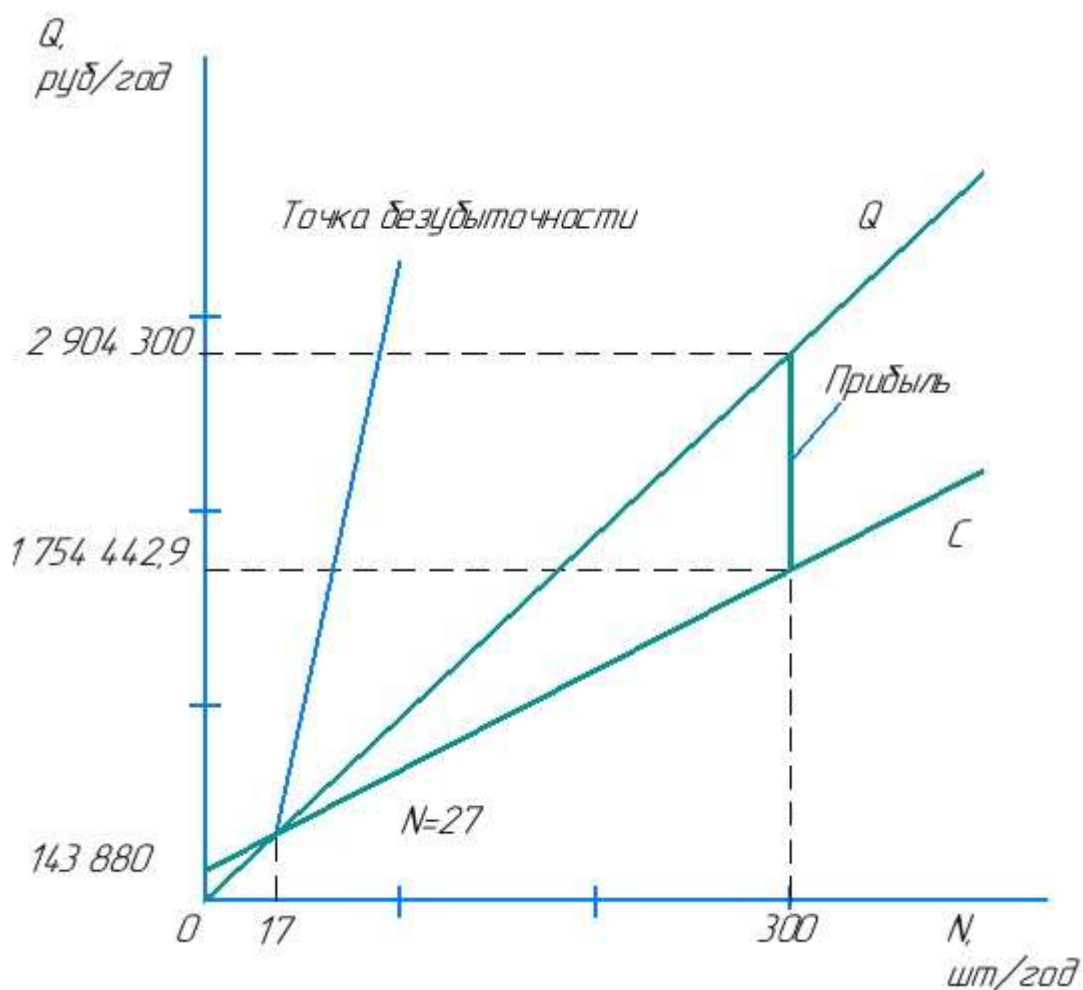


Рисунок 4.2 – Точка безубыточности производства

Вывод по разделу четыре:

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Выполнен расчет затрат на изготовление и определена себестоимость редуктора бульдозера. Рассчитана себестоимость изделия. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Задачей данного раздела является выявление всех опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства редуктора и сборки трактора, а также выяснение способов снижения травматизма и обеспечение безопасности на высоком уровне.

### 5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-80 [21] в процессе производства редуктора могут возникнуть следующие опасные и вредные производственные факторы:

- нарушение микроклиматических условий производственной среды;
- нарушение условий освещенности на рабочем месте;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- нарушение требований безопасности при работе с инструментами (ручными, электрическими и пневматическими).

### 5.2 Микроклиматические условия производственной среды

Микроклимат производственных помещений определяется сочетанием температуры, влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей и их тепловым излучением. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье. Для оператора станка с ЧПУ определяется категория работ по уровням энерготрат. Приложение. Санитарно

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"[22].

Для категории Па, из таблицы 5.1 определяем параметры для оператора станка с ЧПУ.

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

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

В холодный период года для категории Па значения равны: температура воздуха 19-21 °С, температура поверхностей 18-22 °С, относительная влажность воздуха 60-40 %, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

В теплый период: температура воздуха 20-22 °С, температура поверхностей 19-23 °С, относительная влажность воздуха 60-40 %, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.



### 5.3 Освещенность на рабочем месте

Свет является естественным условием жизни человека, необходимым для сохранения здоровья и высокой производительности труда, и основанным на работе зрительного анализатора, самого тонкого и универсального органа чувств.

Свет представляет собой видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 380-760 нм, воспринимаемые сетчатой оболочкой зрительного анализатора.

В производственных помещениях используется 3 вида освещения:

естественное (источником его является солнце), искусственное (когда используются только искусственные источники света); совмещенное или смешанное (характеризуется одновременным сочетанием естественного и искусственного освещения).

Определяем значения для рабочего используя СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение[23]. Результаты сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 – Параметры освещенности рабочего места

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения (НРОР), мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		Естественное освещение	Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк, при системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации			
										Р, отн. ед
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	3	в	средний	средний	300	40	15	-	1,2

## 5.4 Производственный шум

В производственных условиях источниками шума являются работающие станки и механизмы, ручные механизированные инструменты, электрические машины, компрессоры, кузнечнопрессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т.д.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются Санитарными нормами допустимых уровней шума на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562-96 таблица 5.2 [24].

Таблица 5.2 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

При средней физической нагрузке и средней степени напряженности труда предельно допустимый уровень звука 70 дБА.

## 5.5 Производственная вибрация

Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на: местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека в положении сидя (ягодицы) или стоя (подошвы ног). Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место сочетанное действие местной и общей вибрации.

Основными нормативными правовыми актами, регламентирующими параметры производственных вибраций, являются:

Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий " СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [25].

Если в течение смены работник подвергается воздействию нескольких источников локальной вибрации, то измерения проводятся от каждого источника с вычислением эквивалентного скорректированного уровня виброускорения.

Вибродатчик устанавливается как можно ближе к точке соприкосновения руки работника с вибрирующей поверхностью. Крепление акселерометра должно быть жестким. Нормируемые параметры - виброускорение в октавных полосах частот и эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, рассчитанный с учетом времени воздействия источников локальной вибрации за рабочую смену (как правило, 8 часов). Допустимые уровни локальной вибрации по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [25] представлены в таблице 5.3

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.3 – Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	*Предельно допустимые значения по осям $X_{пл}, Y_{пл}, Z_{пл}$			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с·10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112
* Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.				

После измерения вибрации, значения сравниваются с пду.

Влияние общей производственной вибрации технологического класса категории а, определяется по таблице 5.4

Таблица 5.4 – Предельно допустимые уровни вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации	Направлени е действия вибрации	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентноскорректированные значения			
			виброускор ения		виброскорости	
			м·с <sup>-2</sup>	дБ	м·с <sup>-1</sup> ·10 <sup>-2</sup>	дБ
Локальная	–	Хл, Ул, Zл	2,0	126	2,0	112
Общая	Транспортная: вертикальная горизонтальная	Z <sub>0</sub>	0,56	115	1,1	107
		X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub>	0,4	112	3,2	116
	Транспортно- технологическая	X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , Z <sub>0</sub>	0,28	109	0,56	101
	Технологическая: типа «а» типа «б» типа «в»	X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , Z <sub>0</sub>	0,1	100	0,2	92
		X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , Z <sub>0</sub>	0,040	92	0,079	84
X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , Z <sub>0</sub>		0,014	83	0,028	75	

### 5.6 Пожаро – и взрывоопасность

Определяем категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности руководствуясь СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1) [26].

Таблица 5.4 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория	Характеристика взрывопожароопасных веществ и материалов	Примеры производств, размещенных в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, ЛВЖ с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные паро-, газовоздушные смеси, при воспламенении которых возникает избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа	В цехе обработки и применения металлического К и Na, нефтеперерабатывающие и химические производства, склады бензина и баллоны с горючими газами. Помещения стационарных кислотных и щелочных аккумуляторных установок, водородные станции
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли и волокна, ЛВЖ с температурой вспышки 28 °С и более, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа	Цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, обработки синтетического каучука, мазутное хозяйство электростанций и других
В1...В4 Пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, в том числе пыли и волокна. Вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А и Б	Лесопильные и деревообрабатывающие цехи, цехи текстильной и бумажной промышленности, швейные и трикотажные фабрики, склады масла и масляное хозяйство электростанций, гаражи и т. д. Г
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива	Литейные, плавильные, кузнечные, сварочные цехи, цехи горячей прокатки металлов, котельные, главные корпуса эл. станций (тепловых) и других
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии	Цехи холодной обработки металлов, пластмасс и т. д.

Для помещения категории Д и класса пожара Е (горение электроустановок) выбираем по таблице 5.5 тип и количество огнетушителей.

Таблица 5.5 – Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями

Категория помещения (по НПБ 110-03)	Предельная защищаемая площадь, м <sup>2</sup>	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители вместимостью 10 л	Порошковые огнетушители вместимостью, л			Хладоновые огнетушители вместимостью, л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л	
				2	5	10		2 (3)	2
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	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++

Установлено 2 порошковых огнетушителя вместимостью 5 л или 2 углекислотных огнетушителя вместимостью 5 (8) л.

### 5.6 Безопасность технологических процессов

Безопасность технологических процессов определяется безопасностью производственного оборудования, используемых сырья и материалов и технологических операций Она обеспечивается комплексом проектно-конструкторских и организационно-технических решений, состоящих в рациональном выборе как всего технологического процесса, так и отдельных производственных операций, подборе производственного оборудования и помещений; в выборе способов транспортирования и условий хранения исходных сырья и материалов, полуфабрикатов, отходов производства и готовой продукции, средств защиты работающих. Большое значение имеет правильное распределение функций между человеком и оборудованием в целях уменьшения тяжести труда, а также организации профессионального отбора и обучения работающих.

Технологические процессы очень разнообразны, однако имеется ряд общих требований, осуществление которых способствует их безопасности. Эти требования изложены в ГОСТ 12.3.002-75 "Процессы производственные. Общие требования безопасности"[27].

#### 5.7 Общие требования безопасности предъявляемые к оператору станка.

- 1) На операторов станков с числовым программным управлением (ЧПУ) распространяются общие правила безопасности при работе на металлорежущих станках.
- 2) Каждый вновь принятый работник должен пройти вводный инструктаж и индивидуальный инструктаж на рабочем месте.
- 3) При индивидуальном инструктаже инструктор знакомит работника с правилами обращения с оборудованием и транспортными средствами, с правилами содержания рабочего места и ношения специальной и рабочей одежды, обуви, со средствами индивидуальной защиты на данном рабочем месте и других рабочих местах, входящих в технологию механообработки и подготовки производства.
- 4) Работник может быть допущен к работе только после всестороннего ознакомления с правилами техники безопасности.
- 5) Результаты проведенного инструктажа регистрируются в специальном журнале, который подписывают: лицо, проводившее инструктаж, и работник, получивший этот инструктаж.

#### Требования безопасности до начала работы на станке с ЧПУ:

- 1) Приведи в порядок рабочую одежду и обувь:  
- застегни или перетяни резинкой обшлага рукавов, заправь одежду так, чтобы не было развевающихся концов;

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73



- работай в головном уборе, плотно облегающем голову, волосы должны быть надежно укрыты;

- обувь должна надежно защищать ноги от попадания на них стружки, грязи и пыли. (Работать на станках в легкой обуви – тапочках, сандалиях, сланцах, босоножках – не разрешается.)

2) Убедись в хорошем состоянии станка и рабочего места, убери с пути всё, что может вызвать падение.

3) Обеспечь достаточную смазку станка, проверь уровень масла в предназначенных для него резервуарах.

4) Проверь наличие, исправность и прочность крепления:

- ограждений зубчатых колес, приводных ремней, валиков, приводов, шпинделя и т.д., а также токоведущих частей электроаппаратуры (пускателей, рубильников, трансформаторов);

- предохранительных устройств защиты от стружки и устройств подачи охлаждающих масел и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

5) При необходимости отрегулируй местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена и свет не попадал прямо в глаза. (Пользоваться местным освещением с напряжением более 36 вольт запрещается.)

6) Проверь наличие индивидуальных приданных станку подъемных устройств и чалочно-захватных приспособлений согласно специальной инструкции.

7) Проверь исправность станка на холостом ходу, в ручном и автоматическом режимах, при этом убедись в исправном действии:

- органов управления – электрических кнопочных устройств тормозов, подъемных и подающих устройств;

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

- систем смазки и охлаждения, обеспечивающих нормальную и бесперебойную смазку и подачу СОЖ;
  - фиксации рычагов включения и переключения, обеспечивающих невозможность самопроизвольного переключения с холостого хода на рабочий;
  - зажимных пневмопатронов, механизированных зажимных приспособлений
- 8) Убедись в отсутствии заеданий или излишней слабину в движущихся частях станка (в особенности в шпинделе, в передней бабке, при продольных, поперечных или вертикальных ходах суппорта или стола).
- 9) В случае неисправности станка и оборудования немедленно сообщи об этом ответственному лицу и, до устранения неисправности, к работе не приступай. (Работать на неисправных и на не имеющих необходимых защитных ограждений станках запрещается.)
- 10) Приготовь крючок для удаления стружки, щетку-сметку, ключи и другой необходимый инструмент.
- 11) Уложи устойчиво на подкладках или стеллажах поданные на обработку детали, не загромождая рабочего места и проходов. Высота штабелей для мелких деталей не должна превышать 0,5 м., для средних – 1,0 м., а для крупных – 1,5 м.
- 12) Перед обработкой металлов с отлетающей стружкой, при отсутствии специальных защитных устройств надень очки или предохранительный щиток из прозрачного материала.
- 13) Деревянная решетка, находящаяся под ногами должна быть всегда исправна.
- 14) Проверь надежность срабатывания блокировок концевых выключателей, предохраняющих узлы станка от ударов и поломок.
- 15) Перед каждым включением станка предварительно убедись, что пуск станка никому не угрожает опасностью.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Требования безопасности во время работы на станке с ЧПУ:

1) Постоянно наблюдай за работой станка с ЧПУ в процессе работы:

- по сигнализации на панели управления электронного устройства;
- по контрольным точкам программ (возврат рабочих органов станка «в исходное состояние», «постоянство точки смены инструмента» в одной и той же позиции и др.);
- по характеру и величине линейных перемещений и вращательных движений рабочих органов станка и другого оборудования;
- по отклонениям характера и уровня шума различных механизмов;
- по четкости выполнения узлами оборудования с ЧПУ различных технологических команд.

2) Не допускай работу на станке с ЧПУ по изношенным или деформированным программным носителям (перфолента, магнитная лента, ППЗУ и др.).

3) Следи за чистотой и исправностью лентопротяжных устройств ввода программных носителей.

4) При переналадке с обработки детали одного наименования на другое обрати внимание на правильную расстановку упоров, определяющих точки «исходного состояния» рабочих органов для начала работы по программе. Помни, что неправильно установленные упоры могут привести к ударам подвижных органов оборудования о неподвижные и вращающиеся.

5) Для предотвращения ударов инструмента и рабочих органов оборудования о другие органы в случае сбоя и отказа, ограничивай величину перемещения подвижных органов от возможных ударов установкой такого положения концевых выключателей, которое автоматически исключает аварийную ситуацию.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

6) Внимательно следи за состоянием режущего инструмента. Постоянно помни, что несвоевременная остановка станка при поломках инструмента может привести к тяжелым последствиям.

7) При замене изношенного программносителя или использовании нового обязательно проверь его правильность при работе станка на холостом ходу без детали, а правильность отработки самой программы проверь в режиме «отработка программы без перемещений».

8) Будь особо внимателен и осторожен при обработке первой детали после переналадок или смены программносителя. Не допускай при этом ввода в систему управления максимальных значений перемещений с корректирующего переключателя в сторону детали.

9) Поверь размеры и форму заготовок. В случае отклонения размеров и формы заготовки от чертежа заготовки (заложенных в программу обработки детали) немедленно сообщите об этом начальнику участка.

10) Всегда помни, что значительное превышение припусков на обработку относительно расчетных, при обработке на станке с ЧПУ может привести к недопустимо большим перегрузкам, вылету детали, поломкам инструмента и станка.

11) Обо всех замеченных недостатках в программах обработки немедленно сообщи начальнику участка.

12) Не допускай попадания СОЖ на клемники, разъемы, датчики и другое электрооборудование и элементы автоматики. В случае наличия этих недостатков прими меры к их устранению.

13) В случае возникновения каких-либо неисправностей в процессе работы, или отклонений от нормальной работы, немедленно заяви начальнику участка и в

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

соответствующую службу обслуживания по характеру предполагаемой причины неисправности.

14) Требуй от обслуживающего персонала своевременного и качественного проведения планово-предупредительного (ППР), профилактического (ПР) или текущего (ТР) ремонта.

15) Периодически проверяй самостоятельно состояние узлов станков с ЧПУ с целью выявления отклонений от нормальной работы на более ранней стадии.

16) Обрати особое внимание на техническое состояние зажимных элементов пневмопатронов, следи за их исправной работой и требуй систематической чистки. Помни, что нечеткая работа зажимных элементов может привести к вылету детали в процессе обработки.

17) При возникновении износа зажимных элементов восстанови их работоспособность. При этом строго соблюдай параметры выточек (диаметр, глубина, высота, ширина) в соответствии с программой обработки (технологией) конкретной детали. Невыполнение этих условий так же может привести к вылету детали, или же к врезанию в зажимные элементы.

18) Не оставляй включенное или работающее оборудование с ЧПУ без присмотра. В случае кратковременного отлучения от станка полностью выключи всё оборудование.

19) Не допускай опасных приемов и методов работы на станках с ЧПУ.

20) Все подготовительные работы на станках с ЧПУ проводи в их обесточенном состоянии или в режиме «Наладка»:

- по установке и замене инструмента, приспособлений, патронов, заготовок и деталей и т.д.;

- по установке упоров «исходного состояния» и концевых выключателей;

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

- по регулировке механических узлов и систем смазки.

21) Не работай без ограждения вращающихся частей в рабочей зоне станка.

22) Не вмешивайся в автоматический цикл работы станка с помощью переключателей, кнопок, других элементов на панелях управления станка, электронного устройства и другого оборудования кроме «Прекращения общего цикла».

23) При многостаночном обслуживании станков с ЧПУ требуй обеспечения безопасных условий работы:

- следи за тем, чтобы зона обслуживания станков не была загромождена заготовкой, обработанными деталями, инструментом, приспособлениями, стеллажами и тумбочками, прочими предметами;

- следи за обеспечением надежной защиты от сходящей и отлетающей от режущего инструмента стружки и окалины, а так же брызг и вытекания под ноги СОЖ;

- своевременно убирай зону обслуживания от стружки, не допускай нахождения её под ногами, периодически протирай арматуру и лампы местного освещения, следи за чистотой и порядком на рабочем месте.

24) В случае недостаточно отработанного технологического процесса обработки детали на станках с ЧПУ (частые поломки инструмента, колебания припусков на заготовках, трудности с настройкой, наладкой и настройкой станка и оборудования, выдерживания в процессе обработки операционных размеров и т.д.) заяви начальнику участка о невозможности многостаночного обслуживания.

25) Внимательно относись к сигналам, подаваемым с грузоподъемных устройств и движущегося транспорта, не находишься под поднятым и движущимся грузом.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Требования безопасности в аварийных ситуациях при работе на станке с ЧПУ:

- 1) Прими меры по вызову к месту аварии начальника участка и служб по принадлежности (пожарной, скорой, газовой, технической, и т.д.).
- 2) В случае урагана, землетрясения и других стихийных бедствий прекрати все работы, выключи оборудование, покинь рабочее место и прими меры по собственному спасению.
- 3) При получении травмы во время аварии обратись к врачу или попроси вызвать скорую помощь по телефону «03».

Требования безопасности по окончании работы на станке с ЧПУ:

- 1) Полностью выключи станки и оборудование.
- 2) Приведи в порядок рабочее место:
  - убери станок с ЧПУ от стружки, окалины и грязи;
  - вытри станок и другое оборудование.
- 3) Смажь все движущиеся части и механические узлы станка маслом. Обрати особое внимание на состояние направляющих, ходовых винтов, узлов смены инструмента, постоянно поддерживай их в чистоте.
- 4) Предупреди сменщика (при многосменном режиме работы) обо всех, даже малейших и незначительных, неисправностях станка и оборудования.
- 5) Сними рабочую одежду и обувь, убери их в специально отведенное для них место, переоденься и переобуйся в чистую одежду и обувь.
- 6) Выполни индивидуальные требования по личной гигиене тела.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Контроль за выполнением настоящей инструкции возлагается на начальника участка и на лица, ответственные за обеспечение техники безопасности на данном предприятии.

Вывод по разделу пять:

Проведение анализа опасных и вредных производственных факторов позволило определить предельно-допустимые нормы по шуму, вибрации, микроклимату, освещенности для производственного рабочего. Главную опасность при работе может представлять неосторожное обращение с инструментами и вспомогательными механизмами. Для предотвращения этого были составлены требования безопасности перед началом проведения работ, во время работ, а также по окончании работ.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрен промышленный трактор Т-10М производства «ЧТЗ-Уралтрак», проведено сравнение с отечественными и зарубежными аналогами. Проанализированы современные схемы трансмиссии и предложен способ модернизации, с целью повышения эффективности работы трактора.

Выполнены тяговые расчеты трактора, по результатам которых трактор развивает максимальное тяговое усилие 19 Т на рабочих скоростях. Выявлено достоинство гидрообъемной передачи в том, что она исключает возможность механических ударов на узлы трансмиссии и двигатель.

В конструкторской части работы спроектирован понижающий редуктор, выполнены расчеты на прочность. В технологической части разработан технологический процесс изготовления детали, вал-шестерня, рассчитано время изготовления, равное 56 минут.

В экономической части составлена калькуляция затрат на выполнение работ, выполнены графики денежных потоков и точки безубыточности. Рассчитана точка окупаемости проекта, 4.2 года.

Для обеспечения безопасности труда на производстве, определены все вредные и опасные факторы производства, составлены требования безопасности для оператора-станочника.

В заключении отметим, что данные расчеты выполнены для реализуемых на сегодняшний день ДВС, в перспективе рассматривается переход на более современные и эффективные двигатели производства «Ярославского Моторного Завода», что позволит увеличить скорость цикловой работы трактора, тем самым поднять производительность и привлечь потребителя.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т. И. Парубочная, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

2 ООО «ЧТЗ-Уралтрак» [Электронный ресурс]. Челябинск, 2017. URL:

<http://chtz-uraltrac.ru/catalog/categories/3.php>.

3 ООО «ДСТ-Урал» [Электронный ресурс]. Челябинск, 2017. URL:

<http://tm10.ru>.

4 Трансмиссии тракторов (конструкция): учебник / Шарипов В. М., Эглит И. М., Парфенов А. П., Щетинин Ю. С. – М.: МГТУ «МАМИ», 1999. – 245 с.

5 Трактор ДЭТ-250 и его модификации: учебное пособие / А.С. Писаревский, П.П. Исаков, И.С. Кавьяров; под ред. А.С. Писаревского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975 – 424 с.

6 Петров, В. А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин: пособие / В.А. Петров. – Москва: Машиностроение, 1988. – 248 с.

7 Шарипов, В.М. Проектирование механических, гидромеханических и гидрообъемных передач тракторов: учебное пособие / В.М. Шарипов. – М.: Издательство МГТУ МАМИ, 2002 – 300 с.

8 «Аскон» [электронный ресурс]. Челябинск, 2017.9 URL: <http://kompas.ru/>.

9 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / под ред. А.Г. Косиловой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

10 ГОСТ 18884-73. Резцы токарные отрезные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 6 с.

11 ГОСТ 9304-69. Фрезы торцовые насадные. Типы и основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 10 с.

12 ГОСТ 18874-73. Резцы токарные прорезные и отрезные из быстрорежущей стали. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1973. – 69 с.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

13 ГОСТ 18877-73. Резцы токарные проходные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.

14 ГОСТ 6637-80. Фрезы червячные чистовые для шлицевых валов с эвольвентным профилем. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 22 с.

15 ГОСТ Р 52781-2007. Круги шлифовальные и заточные. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2008. – 32 с.

16 ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.

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

18 ГОСТ 9304-69. Фрезы торцовые насадные. Типы и основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 10 с.

19 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1967.

20 Заслонов, В.Г. Организация производства и менеджмент: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд. Центр ЮУрГУ, 2014. – 37 с.

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

22 СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"

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

24 СН 2.2.4/2.1.8.562-16. 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.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

25 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы

26 СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

27 в ГОСТ 12.3.002-75 "Процессы производственные. Общие требования безопасности"

28 ГОСТ 4543-2016. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 68 с.

29 Токарные станки с ЧПУ – [http://stankinn.ru/doosan\\_tokarnye\\_s\\_chpu](http://stankinn.ru/doosan_tokarnye_s_chpu)

30 ГОСТ 18884-73. Резцы токарные отрезные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 6 с.

31 ГОСТ 9304-69. Фрезы торцовые насадные. Типы и основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 10 с.

32 ГОСТ 14952-75. Сверла центровочные комбинированные. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 13 с.

33 ГОСТ 18879-73. Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 6 с.

34 ГОСТ 18877-73. Резцы токарные проходные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.

35 ГОСТ 18874-73. Резцы токарные прорезные и отрезные из быстрорежущей стали. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1973. – 69 с.

36 ГОСТ 6637-80. Фрезы червячные чистовые для шлицевых валов с эвольвентным профилем. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 22 с.

37 ГОСТ Р 52781-2007. Круги шлифовальные и заточные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 32 с.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

38 ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.

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

40 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1967.

41 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / под ред. А.Г. Косиловой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

42 Анухин, В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: учебное пособие / В.И. Анухин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.

43 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – 12-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009 – 496 с.

44 Атлас конструкций узлов и деталей машин / Под ред. Ряховского О.А. – М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 380 с.

45 Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 1 / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

46 Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 2 / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.

47 Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 3 / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СПЕЦИФИКАЦИЯ

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ И РАСЧЕТЫ НА  
ПРОЧНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИИ

					23.05.02.2017.921.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88