

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ 2018 г.
«__» _____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь
«__» _____ 2018 г.

Разработка манипулятора перспективной платформы на базе БМП-3 с электро-механической трансмиссией

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.05.02.2018.399.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

По экономической части
старший преподаватель

_____ С. Ю. Лелекова
«__» _____ 2018 г.

По БЖД

к.т.н., доцент

_____ А. В. Кудряшов
«__» _____ 2018 г.

Руководитель работы:

к.т.н., доцент

_____ С.И. Черепанов
«__» _____ 2018 г.

Автор работы

студент группы П-601

_____ А.В. Уचाкин
«__» _____ 2018 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____ В. И. Дуюн
«__» _____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Учакин А.В. Совершенствование трансмиссии двухзвенного транспортера «Витязь» – Челябинск, ЮУрГУ, АТ; 2018, 99 с. 9 ил., 37табл., библиогр. список – 37 наим., 10 листов чертежей ф. А1.

Для выбора оптимального конструкторского решения был проведен анализ современных двухзвенных гусеничных машин. ДТ-10П имеет высокую удельную мощность, относительно низкую массу в снаряжённом состоянии, но при этом самую низкую максимальную скорость из своей серии машин ДТ.

В процессе проектирования коробки передач был произведен тяговый расчет машины по заданным параметрам, с учетом *уменьшенного значения передаточного числа*. Разработан технологический процесс изготовления детали, входящей в состав машины, определены экономические показатели проекта.

Также проведен анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Учакин А.В.</i>			<i>Совершенствование трансмиссии двухзвенного транспортера «Витязь»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Черепанов С.И</i>					<i>3</i>	<i>99</i>
<i>Реценз.</i>		<i>Ильин А.И.</i>				<i>ЮургУ</i>		
<i>Н\Контр.</i>		<i>Дуюн В.И.</i>				<i>Кафедра КГМ</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Бондарь В.Н.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
1.1 Назначение, состав, устройство и принцип работы транспорта ДТ-10П.....	8
1.2 Описание гидромеханической передачи ДТ-10П.....	14
1.3 Основные требования к трансмиссиям автомобилей.....	16
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1. Определение режимов работы элементов трансмиссии.....	19
2.2 Расчет тяговой характеристики.....	22
2.2.1. Исходные данные и обозначения.....	22
2.2.2 Определение характеристики совместной работы двигателя с гидротрансформатором.....	24
2.2.3 Определение свободного момента двигателя.....	25
2.3 Расчёт зубчатой передачи	29
2.4 Возможности Autodesk Inventor.....	29
2.5 Расчёт зубчатой передачи с использованием Autodesk Inventor.....	34
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Описание служебного значения детали.....	41
3.2 Выбор способа заготовки	44
3.3 Разработка технологического процесса изготовления детали шестерня	47
3.4 Выбор оборудования для обработки детали.....	52
3.5 Выбор режущего и вспомогательного инструмента	56
3.6 Определение режимов резания.....	58
3.7 Определение технической нормы времени.....	63

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Организационный раздел.....	68
4.2 Основная заработная плата.....	71
4.3 Расчёт затрат на изготовление проектируемой детали.....	75
4.4 Анализ прогрессивности и технологичности проектируемой детали.....	77
4.5 Расчёт показателей экономической эффективности.....	79
4.5.1 Расчёт себестоимости изделия.....	79
4.5.2 Оценка коммерческой состоятельности проекта.....	79
4.5.3 Оценка эффективности инвестиций.....	80
4.5.4 Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта...	81

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ опасных и вредных факторов (ОВФП),возникающих на этапе производства	84
5.2 Нормирование опасных и вредных факторов.....	86
5.2.1 Микроклимат производственных помещений	86
5.2.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.....	88
5.2.3 Требования к производственному освещению.....	89
5.2.4 Уровень шума в производственных помещениях.....	91
5.2.5 Значение напряжений прикосновения и токов.....	93
5.3 Требования пожарной безопасности.....	93

ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 97

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 99

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Графическая часть на 10 листах ф. А1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Спецификация на 1 листе ф.А4

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

ВВЕДЕНИЕ

Отсутствие специальной снегоболотоходной техники в России до 60-х годов прошлого столетия сдерживало освоение этих территорий и оборачивалось огромным материальным ущербом. Она же была необходима и для укрепления северных и дальневосточных рубежей страны, в первую очередь под монтаж разрабатываемого ракетного вооружения

Со всей очевидностью встала задача по созданию отечественных снегоболотоходов, в том числе двухзвенных гусеничных машин (ДГМ) большой грузоподъемности, так как однозвенные гусеничные снегоболотоходы не были способны с достаточной эффективностью перевозить по труднодоступной местности груз массой более трех тонн. И с такой задачей отечественная наука и производство успешно справились.

К началу 80-х годов прошлого века большой цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию высоко унифицированного семейства двухзвенных гусеничных транспортеров семейства

«Витязь» был завершен. Разработка этого семейства – результат творческого сотрудничества под руководством Главного автомобильного управления МО, научных, конструкторских и производственных коллективов 21 Научно-исследовательских инженерных институтов Министерства обороны (НИИИ МО), НИИ двигателей, ВНИИТрансмаш, Рубцовского машиностроительного завода и Ишимбайского завода транспортного машиностроения.

В состав семейства вошли двухзвенные гусеничные плавающие транспортеры ДТ-10П, ДТ-20П и ДТ-30П грузоподъемностью 10, 20 и 30 тонн соответственно, двухзвенные гусеничные не плавающие транспортеры ДТ-10, ДТ-20 и ДТ-30 аналогичной грузоподъемности.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

Серийное производство двухзвенных транспортеров ДТ-10П, ДТ-30П и ДТ-30 этого семейства за период с 1982 по 1986 годы освоено на Ишимбайском заводе транспортного машиностроения, в настоящее время ОАО «МК «Витязь».

Основанное в 1977 году предприятие в настоящее время является одним из мировых лидеров по производству наземных транспортных средств высокой проходимости, предназначенных для перевозки грузов, монтажа различного военно-технического и технологического оборудования в особо сложных дорожных и климатических условиях. Наиболее эффективно ДТ используются в составе аварийно-спасательных групп при поисковых и аварийно-спасательных работах в экстремальных условиях, возникающих во время стихийных бедствий, когда требуется в условиях бездорожья, наводнения, снежных заносов, обвалов и массовых разрушений быстро эвакуировать из зоны бедствия людей, животных, ценные и крупногабаритные грузы весом до 30 т, доставить в зону бедствия спасателей с их оборудованием, врачей и продовольствие.

Компоновочные решения транспортеров ДТ-10П и ДТ-30П одинаковы. Оба звена имеют сварные герметичные корпуса. Силовая установка расположена на первом звене за кабиной. В качестве двигателя использован 12-цилиндровый многотопливный дизель В-46. От двигателя крутящий момент передается посредством карданного вала к гидромеханической трансмиссии и далее к коническим и бортовым редукторам и ведущим колесам обоих звеньев.[2]

Целью данной выпускной квалификационной работы является увеличение скорости на второй и четвертой передаче на машине ДТ-10П. Отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубцов ведущей шестерни. Чем оно выше, тем двигатель быстрее набирает обороты, набор скорости происходит стремительно, но возникает необходимость в частом переключении передач. Как следствие - снижение максимальной скорости на данной передаче.

Уменьшение значения передаточного числа приводит к увеличению максимальной скорости, однако это хорошо только в том случае, когда двигатель имеет достаточный запас мощности.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Назначение, состав, устройство и принцип работы транспортера ДТ-10П

Ходовая часть состоит из четырех широких резиноканевых ленточных гусениц со стальными сварными поперечинами (ширина гусеницы – 960 мм для ДТ-10П и 1100 мм для ДТ-30П), четырех ведущих колес гребневого зацепления с девятью парами полиуретановых роликов, опорных катков с резино-губчатым наполнителем (18 катков для ДТ-10П и 24 катка для ДТ-30П) и четырех направляющих колес с двумя полиуретановыми венцами (рисунок 1). Подвеска независимая, торсионная с пружинными упорами на всех катках.

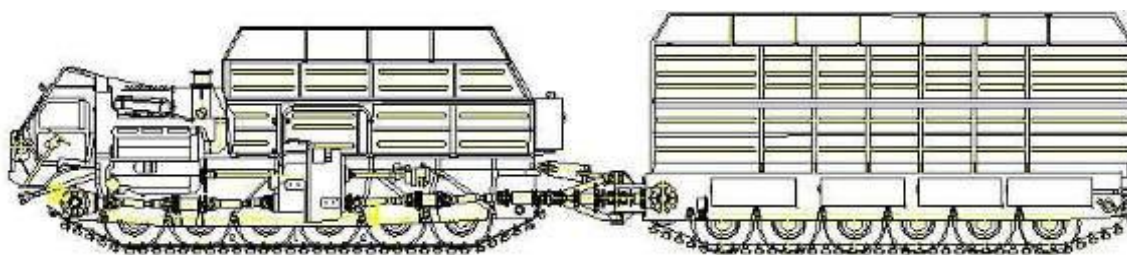


Рисунок 1 – Двухзвенный гусеничный транспортер ДТ-10П в разрезе

Важнейшее достоинство отечественных двухзвенных гусеничных транспортеров – высочайшая проходимость в сочетании с большой грузоподъемностью. Это достигается за счет:

- 1) компоновочной схемы, позволившей применить кинематический способ поворота путем складывания звеньев в горизонтальной плоскости без изменения тягового усилия на ведущих колесах;
- 2) передачи мощности на оба звена;
- 3) низкого удельного давления на грунт (не более 0,3 кг/см²);
- 4) дизельного двигателя мощностью 710 л.с. ,(522кВт) обеспечивающего большие тяговые усилия на гусеницах;
- 5) способности преодолевать водные преграды на плавучесть со скоростью 5 – 6 км/ч.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

км/ч, ров шириной до 3,5 м и вертикальную стенку высотой до 1,5 м, подъемы крутизной до 35 и косогоры до 20 градусов, снежную целину глубиной до 2 – 3 м, практически все виды болот.

Применение в трансмиссии блокируемых межзвенного и двух межбортовых дифференциалов позволяет при необходимости осуществлять движение даже на одной из четырех гусениц, что повышает живучесть машины.

Высокие свойства гусеничного движителя в сочетании с возможностью преодоления водных преград на плаву и уверенным маневрированием в любых условиях, позволяют считать двухзвенные транспортеры ОАО «МК «Витязь» уникальными вездеходными машинами, способными без предварительной разведки и инженерного оборудования маршрута движения преодолевать большие пространства, недоступные для других наземных транспортных средств.

Двухзвенные гусеничные машины, создаваемые изначально как машины двойного назначения, в настоящее время успешно эксплуатируются не только в войсках, но и в экономическом секторе на всей территории России и в Антарктиде.

Особо надежным, а при некоторых условиях просто незаменимым, показал себя «Витязь» при разработке нефтяных и газовых месторождений. В 1998 году американская компания «Oryx Kazakhstan Energy Company» вела строительные работы и транспортные операции в Каспийском море на месторождении Мертный Култук, где природно-климатические условия чрезвычайно неблагоприятны.

По большинству показателей ТТХ отечественные двухзвенные транспортеры превосходят зарубежные аналоги:

- 1) по проходимости, так как способны преодолевать водные преграды на плаву, что делает их одновременно более приспособленными к движению по болотам и грунтам с низкой несущей способностью;
- 2) по скоростям движения по дорогам и местности;
- 3) по удельной грузоподъемности и мощности;

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

4) запасу хода, ресурсу, производительности и ряду других параметров.

В отличие от зарубежных отечественные двухзвенные гусеничные транспортеры практически не имеют ограничений при движении по дорогам и пересеченной местности. Зарубежные двухзвенные транспортеры не рекомендуется использовать даже по сухим грунтовым дорогам, так как в этом случае не гарантируется надежность ходовой части.

В 1994 году разработчики и создатели ДГМ «Витязь» отмечены Государственной премией Российской Федерации в области науки и техники.

Более чем десятилетний опыт эксплуатации двухзвенных гусеничных транспортеров в войсках и народном хозяйстве обусловил необходимость их модернизации с целью повышения эксплуатационной технологичности, ремонтнопригодности, эргономичности и динамических качеств.

В ходе модернизации, выполненной по техническому заданию Главного автобронетанкового управления Министерства обороны Российской Федерации (ГАБТУ МО РФ) на ДГМ установлен новый высокоресурсный экономичный дизельный двигатель ЯМЗ- 847.10, мощностью 800 л.с(588 кВт) . Двигатель оснащен двумя системами пуска – электростартером и пневмостартером.

В конических редукторах обоих звеньев изменены передаточные числа для обеспечения максимальной скорости движения транспортеров до 45 км/ч.

В ходовой части установлены опорные катки повышенного ресурса и повышенной грузоподъемности.

Для повышения жесткости и прочности корпуса 1-го звена введен силовой пояс.

Установлена новая 5-местная кабина повышенной комфортности.

На обоих звеньях использованы средства снижения заметности от технических средств разведки, а также предусмотрена установка локальной защиты от пуль и осколков. Применено новое противопожарное оборудование, предназначенное для автоматического обнаружения и тушения пожара в моторно-трансмиссионном отсеке.

									<i>Лист</i>
									10
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>				

На отдельных модификациях машин предусмотрена установка мест для перевозки личного состава, а для погрузки-выгрузки перевозимой техники в корме второго звена - откидывающиеся аппарели.

Результаты приемочных испытаний машин подтвердили эффективность принятых конструктивных и технических решений при проведении модернизации двухзвенных гусеничных транспортеров. Новое семейство модернизированных двухзвенных гусеничных транспортеров ДТ-10ПМ, ДТ-20ПМ и ДТ-30ПМ, получившее наименование «Вездесущий», в 2003 году принято на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации.

Используя положительный опыт модернизации двухзвенных гусеничных транспортеров ОАО «МК «Витязь» разработал и освоил в серийном производстве коммерческий вариант модернизированного двухзвенного транспортера ДТ-30ПМН и его модификации. Транспортер изготовлен на узлах и агрегатах как серийно выпускаемых машин семейства «Витязь», так и перспективных семейства «Вездесущий».

В трансмиссии применены серийные ГМП, конический и бортовой редукторы. Трансмиссия с двигателем ЯМЗ-8401 обеспечивают максимальную скорость движения 40 км/ч. Конструкция корпуса первого звена выполнена оригинальной, второе звено заимствовано с ДТ-30ПМ, поворотно-сцепное устройство – серийное.

Кабина имеет высокоэффективную термошумоизоляцию, выполненную с применением новых технологий. Значительно улучшены эргономические показатели. Конструкция кабины обеспечивает: удобное размещение 8-ми человек в движении или 4-х человек с учетом 2-х спальных мест; комфортное и длительное пребывание экипажа (бригады) в пути за счет установки автономных систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Кабина оборудована местами для хранения кухонных и столовых принадлежностей, запасов питания и воды.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

Для обеспечения электропитания применен энергоагрегат мощностью 4 кВт, 220 в с выпрямителем и сварочным преобразователем. Энергоагрегат через выпрямительное устройство с номинальным напряжением 24 В обеспечивает:

- 1) комплексный разогрев в зимнее время силовой установки, трансмиссии, гидроуправления и топливной системы;
- 2) питание бытовых электроприборов в кабине;
- 3) питание системы отопления, вентиляции, кондиционирования на стоянке;
- 4) зарядку аккумуляторных батарей;
- 5) освещение рабочего места в ночное время суток при проведении ремонтных работ;
- 6) питание другого электрооборудования, установленного на шасси.

Энергоагрегат с помощью сварочного оборудования обеспечивает проведение сварочных работ.

В последние годы завод стал уделять большое внимание созданию на шасси «Витязей» транспортно-технологических комплексов. Это крановые установки ДТ-30К, экскаваторы ДТ-30Э, топливозаправщики, подвижные ремонтные мастерские, мобильные нефтеперерабатывающие установки, пассажирские салоны и жилые подвижные комплексы, пожарные машины и т.п.

Шасси «Вездесущих» и «Витязей» может являться также идеальным транспортным средством для размещения различного ракетно-артиллерийского вооружения, зенитно-ракетных комплексов ПВО, РСЗО, ПУ, КШМ и другой военной техники для использования без ограничений в тяжелых и особо тяжелых природных и климатических условиях всего земного шара.[2]

Основные характеристики двухзвенных гусеничных машин представлены в таблице 1.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

Таблица 1 – Основные характеристики двухзвенных гусеничных машин

Наименование параметра	Наименование двухзвенной гусеничной машины						
	ДТ-10П	ДТ-30П	ДТ-10ПМ	ДТ-30ПМ	ДТ-30ПМН	Husky 8	Cheiftain R
Страна изготовитель	Россия	Россия	Россия	Россия	Россия	Канада	Канада
Масса в снаряженном состоянии, т	21,5	29,0	28,6	31,5	30,0	42,9	23,5
Грузоподъемность, т	10,0	30,0	10,0	30,0	30,0	36,3	13,6
Полная масса, т	31,5	59,0	38,6	61,5	60,0	79,2	37,15
Габаритные размеры, мм:							
-длина	13620	15465	14210	16250	16080	14740	11500
-ширина	2800	3100	3100	3100	3100	3640	2700
-высота	2700	3140	3325	3330	3290	4450	2900
Тип двигателя	В-46	В-46	ЯМЗ-8471.10	ЯМЗ-8471.10	ЯМЗ-8401	Cat 3406	Cat 3406DITA
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	522 (710)	522 (710)	588 (800)	588 (800)	478 (650)	343 (460)	280 (375)
Удельная мощность, кВт/т (л.с./т)	16,8 (22,9)	9,0 (12,24)	15,1 (20,6)	9,7 (13,2)	8,0 (10,8)	4,3 (5,8)	7,5 (10,1)
Тип трансмиссии	Гидромеханическая					Гидромеханическая	
Максимальная скорость, км/ч	37	37	45	43	40	14,5	32
Скорость на плаву, км/ч	5-6	4	5	5	5	Брод 1,8 м	Брод 1,37 м
Преодолеваемый подъем, град.	35	30	35	30	30	27	27
Преодолеваемый косогор, град.	20	15	20	15	15	22	17
Тип гусеницы	Резинотканевая					Резинотканевая	Литая резиновая, со стальным кордом
Ширина гусеницы, мм	960	1100	1100	1100	1100	1420	864
Удельное давление на грунт, кгс/см ²	0,22	0,27	0,24	0,3	0,3	0,33	0,31
Запас хода, км	500	500	500	500	500	240	240

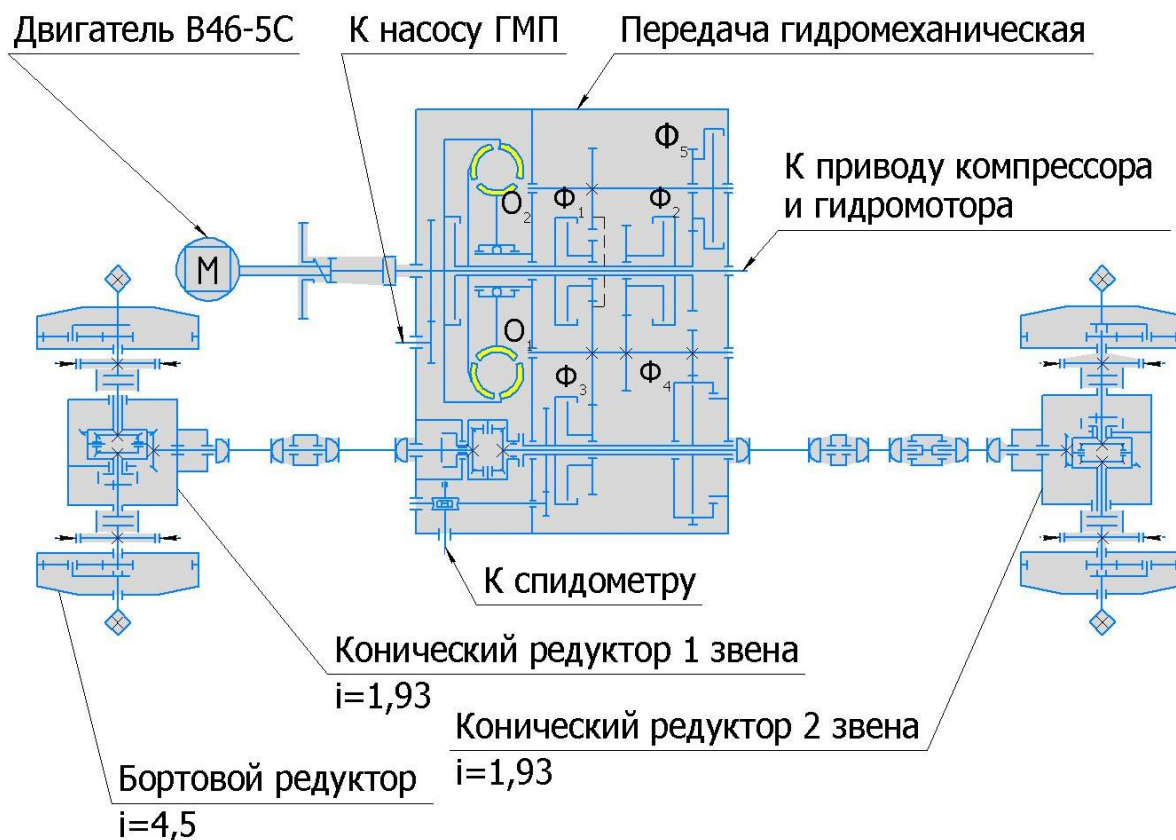
1.2 Описание гидромеханической передачи ДТ-10П

Гидромеханическая передача состоит из гидродинамической и механической передач. Гидродинамические передачи делятся на гидротрансформаторы и гидромуфты. Гидромуфта содержит два лопастных колеса (насос и турбину) и может изменять только кинематическое передаточное отношение. Гидротрансформатор имеет не менее трех лопастных колес (насос, турбина и реактор), причем последний обязательно должен быть соединен с внешней опорой. Это позволяет с помощью гидротрансформатора бесступенчато изменять кинематическое и силовое передаточные отношения между входным и выходными валами.

Гидромеханическая передача состоит из гидродинамической и механической передач.

Гидродинамические передачи делятся на гидротрансформаторы и гидромуфты. Гидромуфта содержит два лопастных колеса (насос и турбину) и может изменять только кинематическое передаточное отношение.[4] Кинематическая схема трансмиссии изображена на рисунке 2.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14



Передача	Включенные фрикционы	Передаточное число ГМП	Передаточное число общее
1	$\Phi_1 + \Phi_4$	4,5	39,15
2	$\Phi_2 + \Phi_4$	2,156	18,759
3	$\Phi_1 + \Phi_3$	1,227	10,677
4	$\Phi_2 + \Phi_3$	0,588	5,116
3. х.	$\Phi_4 + \Phi_5$	3,414	29,7

Рисунок 2 – Кинематическая схема трансмиссии

Гидротрансформатор имеет не менее трех лопастных колес (насос, турбина и реактор), причем последний обязательно должен быть соединен с внешней опорой. Это позволяет с помощью гидротрансформатора бесступенчато изменять кинематическое и силовое передаточные отношения между входным и выходными валами.

Применение на автомобилях гидромеханических передач способствует увеличению срока службы двигателя и трансмиссии, уменьшению числа ступе-

ней в механическом редукторе, уменьшению числа переключений, повышению проходимости автомобиля и улучшению комфортабельности, облегчается управление автомобилем. Гидромеханические передачи по сравнению с механическими имеют более сложную конструкцию, повышенные массу и стоимость. При замене механической передачи гидромеханической наблюдается некоторое ухудшение характеристик разгона автомобиля и повышение расхода топлива. Момент двигателя передается на насосное колесо гидромеханической передачи непосредственно или через согласующий редуктор.

В гидромеханических трансмиссиях применяются ступенчатые редукторы, позволяющие переключать передачи при сохранении силовой и кинематической связей с двигателем. В этом случае фрикционное сцепление в конструкции отсутствует. Если используется ступенчатая коробка передач с переключением и разрывом мощности, сцепление сохраняется.[4]

1.3 Основные требования к трансмиссиям автомобилей

Требования, предъявляемые к изделиям, принято делить на пять групп, обеспечивающих повышение производительности и топливной экономичности; безопасность, эргономические и эстетические требования, комфортабельность; надежность в установленных пределах; снижение совокупных затрат на производство, обслуживание и эксплуатацию; соблюдение нормативных документов.

Первой группой требований определяется общая схема трансмиссии и схема ее агрегатов. На их базе формулируется требование передачи мощности двигателя ведущим колёсам с минимальными потерями.

Второй группой определяются требования по бесшумности работы, отсутствию вредных выбросов в окружающую среду, эстетичности конструкции.

Выполнение требований по надежности автомобиля и его агрегатов обеспечивается правильно организованными расчетами, выбором материалов и способов термообработки, регламентацией операций технического обслуживания в процессе эксплуатации автомобиля.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

При проектировании автомобиля конструктор должен уделять особое внимание уменьшению металлоемкости конструкций, снижению затрат на его производство, обслуживание и эксплуатацию. Для обеспечения выполнения этих требований необходимы хорошие знания технологии и экономики производства, организации технического обслуживания и ремонта.

Общие требования к эксплуатационной технологичности конструкции автомобилей определяются стандартами и материалами координационного центра СЭВ. Рассмотрим основные требования, предъявляемые к трансмиссии автомобиля.

Агрегаты и детали, часто подвергающиеся демонтажу при эксплуатации, необходимо делать легкоъемными, а часто снимаемые крышки люков устанавливать на быстросъемных зажимах, не допускающих самопроизвольного открытия.

Агрегаты и механизмы, масса которых превышает 30 кг, должны иметь приспособления для снятия и транспортирования грузоподъемными средствами (должны предусматриваться захваты, рымболты, проушины и пр.).

Емкости и резервуары, в которых должны контролироваться уровни рабочих жидкостей, необходимо снабжать индикаторами уровня. Необходимо обеспечить установку встроенных устройств, позволяющих наблюдать за уровнем жидкости непосредственно на щитке приборов или дающих возможность легко и быстро его контролировать. Должна предусматриваться возможность полного слива жидкостей из всех рабочих объемов. Число типоразмеров мест «под ключ» резьбовых пробок сливных и заливных отверстий для всех систем автомобиля должно быть не более трех.

Необходимо обеспечивать свободный доступ для работы механизированным инструментом или стандартными динамометрическими ключами к крепежным соединениям, требующим большого или нормированного усилия для затяжки, к остальным — стандартным крепежным инструментом. Конструкцией должно быть предусмотрено выполнение крепежных работ одним человеком.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

Все крепежные детали, подверженные воздействию влаги, должны иметь антикоррозионное покрытие или, где это возможно, выполняться из пластмасс. В наиболее ответственных соединениях изделия следует применять самоконтрящиеся крепежные детали или другие средства, исключающие самоотвинчивание.

Для тросов и тяг привода управления системами должны предусматриваться направляющие, не требующие смазывания.[3]

Выводы по разделу 1:

В результате сравнения ДТ-10П и его аналогов, включая зарубежные, сделаны следующие выводы:

Несмотря на высокую удельную мощность машины заявленная скорость в технических характеристиках машины является достаточно низкой в сравнении с ее аналогами, одним из наиболее экономичных решений, с целью увеличения скорости машины, является изменение придаточного числа гидромеханической коробки передач, а именно отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубцов ведущей шестерни. Чем оно ниже, тем двигатель медленнее набирает обороты. Как следствие - повышение максимальной скорости на данной передаче.

					23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Определение режимов работы элементов трансмиссии

Расчёт зубьев шестерён на изгиб и расчет валов трансмиссии произведён на меньший из двух моментов или момент, определенный по максимальному моменту двигателя, или момент по сцеплению гусениц с грунтом. Расчёт подшипников на долговечность произведён на моменты по двигателю при заблокированном гидротрансформаторе и оборотах двигателя 1700 об/мин (28.3Гц).

За допускаемые напряжение при расчёте деталей трансмиссии приняты пределы текучести материалов с соответствующими коэффициентами запаса прочности.

Общая продолжительность работы трансмиссии принята равной 600 часов.

Время работы трансмиссии на различных передачах принято следующим:

- 1) на первой передаче 12 часов (2%);
- 2) на 2 передаче 168 часов (28%);
- 3) на 3 передаче 240 часов (40%);
- 4) на 4 передаче 180 часов (30%).

Максимальные моменты по сцеплению для ведущего моста $M_{в.м.}$, бортового редуктора $M_{б.р.}$, водила $M_{в.}$ и сателлита $M_{сат.}$ определены по формулам 1:

$$M_{в.м.} = \frac{\varphi \cdot G \cdot r_k}{\eta_{б.р.} \cdot \eta_{в.м.} \cdot i_{б.р.} \cdot i_{в.м.}}; \quad (1)$$

$$M_{б.р.} = \frac{0.5\varphi \cdot G \cdot r_k}{\eta_{б.р.} \cdot i_{б.р.}}; \quad (2)$$

$$M_{в.} = 0.5\varphi \cdot r_k; \quad (3)$$

$$M_{сат.} = 1.25 \cdot M_{б.р.}; \quad (4)$$

$G = 15000\text{кг}$ – вес одного звена;

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

$\Phi = 1$ – коэффициент сопротивления гусениц с грунтом;

$r_k = 0,265\text{м}$ – радиус ведущего колеса;

$\eta_{б.р.} = 0,975$ – к.п.д. бортового редуктора;

$\eta_{в.м.} = 0,96$ – к.п.д. ведущего моста;

$i_{б.р.} = 4,5$ – передаточное число бортового редуктора;

$i_{в.м.} = 1,933$ – передаточное число ведущего моста.

В связи с наличием межбортовых дифференциалов коэффициент распределения нагрузки по бортам принят равным 0.5.

Моменты по двигателю для ведущего моста $M_{в.м.}$, бортового редуктора $M_{б.р.}$, водила $M_{в.}$ и сателлита $M_{сат.}$. Вычислим по формулам:

$$M_{в.м.} = 0,5M_{кп} \cdot i_{кпj}; \quad (5)$$

$$M_{б.р.} = 0,25M_{кп} \cdot i_{кпj} \cdot i_{в.м.}; \quad (6)$$

$$M_{в.} = 0,25M_{кп} \cdot i_{кпj} \cdot i_{в.м.} \cdot i_{б.р.}; \quad (7)$$

$$M_{сат} = 1,25M_{б.р.}; \quad (8)$$

Где:

$M_{кп} = \frac{M_T(N_T - N_{кп.т.р.})}{N_T}$ – момент на входном валу коробки передач с учетом холостых потерь (5.5 л.с. или 4,1 кВт)

j - I, II, III, IV – номера передачи;

$i_{кпI}=4,196$; $i_{кпII}=2,184$; $i_{кпIII} = 1,214$; $i_{кпIV} = 0,632$ – передаточные числа коробки передач;

(M_T , N_T , $N_{х.п.т.р.}$ - из «тягового расчёта»)

Обороты по двигателю рассчитаны по формулам:

$n_{вм} = \frac{n_T}{i_{кпj}}$ – обороты входного вала ведущего моста;

$n_{бр} = \frac{n_T}{i_{кпj} \cdot i_{вм}}$ – обороты солнечной шестерни бортового редуктора;

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

$n_{\text{сат}} = 0,6222 \cdot n_{\text{бр}}$ – обороты сателлита бортового редуктора.

Результаты вычислений сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Режимы работы элементов трансмиссии

Наименование	Обозначение и размер- ность	Макси- мальный момент по сцеплению	Моменты и обороты при К=1			
			I	II	III	IV
Вал ведущей шестерни мо- ста	$M_{\text{кп}}, \text{кГМ}$	943.89	490,84	255,48	142,01	73,93
	$n, \text{об/мин}$ (Гц)		405 (6,75)	775 (12,9)	1400 (22,3)	2690 (44,8)
Ведущий вал бортового ре- дуктора	$M_{\text{кп}}, \text{кГМ}$	875.78	474,40	264,92	137,25	71,45
	$n, \text{об/мин}$ (Гц)		209 (3,5)	402 (6,7)	724 (12,1)	1392 (23,2)
	$n, \text{об/мин}$ (Гц)		163 (2,7)	313 (5,2)	563 (9,38)	1083 (18,05)
Водило	$M_{\text{кп}}, \text{кГМ}$	3842,5	2134,80	1111,14	617,625	321,525
	$n_{\text{в}}, \text{об/мин}$ (Гц)		46 (0,8)	89 (1,5)	161(2,7)	309 (5,15)
Сателлит	$M_{\text{кп}}, \text{кГМ}$	1094,73	593	308,65	171,56	89,31
	$n, \text{об/мин}$ (Гц)		130 (2,2)	250 (4,2)	450 (7,5)	866 (14,4)

2.2 Расчет тяговой характеристики

2.2.1. Исходные данные и обозначения

N_e , л.с. (кВт) – эффективная мощность двигателя.

$N_{e_{max}}$, л.с. – максимальная эффективная мощность двигателя, $N_{e_{max}} = 710$ л.с. (529.4кВт).

$N_{дв}$, л.с. (кВт) - мощность на входе в трансмиссию (свободная мощность двигателя).

$N_{n_{max}}$, л.с. (кВт) – общие потери двигателя на режиме $N_{e_{max}}$.

N_n , л.с. (кВт) – потери мощности двигателя в зависимости от числа оборотов двигателя.

N_T , л.с. (кВт) – мощность на валу турбины гидротрансформатора.

$N_{х.п.тр.}$, л.с. (кВт) – холостые потери в трансмиссии.

$N_{изг.}$, л.с. (кВт) – потери мощности на перематывание гусениц.

$N_{у.к}$, л.с. (кВт) – потери мощности на удар при опускании катка.

$N_{х.п.гус.}$, л.с. (кВт).- суммарные холостые потери в гусеничном движителе.

$N_{раст.}$, л.с. (кВт) – потери мощности при растяжении гусеничной ленты.

$N_{рост.}$, л.с. (кВт) – суммарные потери мощности при растяжении в гусеничной ленте.

$M_{дв.}$, кгм – момент на входе в трансмиссию (свободный момент двигателя).

M_n , кгм – момент на насосе гидротрансформатора.

M_T , кгм – момент на турбине гидротрансформатора.

$n_{дв.}$, об/мин (Гц) – обороты двигателя.

$n_{дв.N}$, об/мин (Гц) – обороты двигателя при $N_{e_{max}}$, $n_{дв.N} = 2000$ об/мин. (33,3 Гц)

n_n , об/мин (Гц) – обороты насосного колеса гидротрансформатора.

n_T , об/мин (Гц) – обороты турбины гидротрансформатора.

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

$i_{тр.I} = 36,499$; $i_{тр.II} = 18,998$;

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

$$i_{тр.Ш}=10,56$$

$$i_{тр.IV}=5,497.$$

$i_{б.п}= 4,5$ – передаточное число бортовой передачи.

$i_{вм.}=1,933$ - передаточное число ведущего моста.

$I_{ГМП}$ - передаточное число гидромеханической передачи.

$$i_{ГМП.I}=4,196;$$

$$i_{ГМП.II}=2,184;$$

$$i_{ГМП.III}=1,214;$$

$$i_{ГМП.IV}=0,632.$$

$i_{ГТ.}$ - передаточное число гидротрансформатора(ГТ).

$k_{ГТ.}$ - коэффициент трансформации момента в ГТ.

$\eta_{тр.}$ - механический к.п.д. трансмиссии.

$\eta_{ц.}=0,985$ – к.п.д. цилиндрической пары коробки передач.

$\eta_{к.}=0,995$ –к.п.д. карданной передачи.

$\eta_{в.м.}=0,096$ – к.п.д. ведущего моста.

$\eta_{б.п.}=0,975$ – к.п.д. бортовой передачи.

$\eta_{ГТ.}$ - к.п.д. гидротрансформатора.

$\eta_{гус.}$ - к.п.д. гусеничного движителя.

$\eta_{общ.}$ - к.п.д. машины.

F_y - удельная сила тяги на грунте.

$G=30000$ – общий вес машины с грузом.

$G_{п}= - 14850$ средний вес одного звена без веса части гусеницы лежащей на грунте.

V , км/час (м/с) – скорость движения машины.

$Z=9$ – число пар роликов ведущего колеса

$t= 0$, $185м$ – шаг гусеницы.

$q= 92кг/м$ – вес погонного метра гусеницы.

l_p , м – длина рабочей ветви гусеницы.

$l_{св}$, м- длина свободно провисающих ветвей гусеницы.

$L_{обв}=14,015м$ – длина обвода(средняя для двух звеньев)

$k_{p1}=k_{p2}=0,2$ – коэффициенты, учитывающие гистерезисные потери при растяжении гусениц.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>23</i>

$b_{л}=0,68\text{м}$ – ширина лент одной гусеницы.

$\delta=0,022\text{м}$ – ширина одной гусеницы.

$E_{изг.}=410\text{ кг/см}^2$ – модуль упругости при изгибе материала ленты.

$\mu=0,35$ - коэффициент Пуассона.

$S=0,038\text{м}$ – длина нестигаемого участка ленты.

$R_1=0,268\text{м}$ – радиус изгиба нейтрального слоя ленты на ведущем колесе.

$R_2=0,236\text{м}$ – радиус изгиба нейтрального слоя ленты на направляющем колесе.

$R_3=0,379\text{м}$ – радиус качения опорного катка.

$l_1=0,098\text{м}$ – расстояние между грунтозацепами поперечины гусеницы.

$\nu=0,12$ - коэффициент возврата.

$D_a=0,47\text{м}$ – активный диаметр гидротрансформатора.

$\gamma=0,851\text{кг/м}^3$ – удельный вес рабочей жидкости ГТ.

λ , $\text{мин}^2/\text{м}\cdot\text{об}^2$ – коэффициент момента насосного колеса гидротрансформатора.

f – коэффициент сопротивления движению.

f_c - коэффициент суммарного сопротивления движению (с учетом угла подъема дороги)

α – угол подъема дороги.

2.2.2 Определение характеристики совместной работы двигателя с гидротрансформатором.

Определение характеристики совместной работы двигателя с гидротрансформатором сводится к нахождению для ряда конкретных значений $i_{ГТ}$ соответствующих режимов работы двигателя – значений оборотов и свободного момента двигателя, приведенных к валу насоса ГТ.

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

2.2.3 Определение свободного момента двигателя

Значение свободного момента двигателя для любых конкретных значений оборотов двигателя находятся по формуле:

$$M_{дв} = 716,2 \frac{N_{дв}}{n_{дв}} ; \quad (9)$$

Свободная мощность двигателя определяется из выражений:

$$N_{дв.} = N_e N_{п} ; \quad (10)$$

Обороты $n_{дв.}$ и мощность N_e берутся по внешней характеристике двигателя, а зависимость $N_{п}$ от $n_{дв.}$ принимаем следующей:

$$N_{п} = N_{п.маx} \left(\frac{n_{дв.}}{n_{дв.N}} \right) ; \quad (11)$$

Согласно техническому отчету предприятия п/я А-1101 № 670332 максимальные потери мощности двигателя на режиме $N_{e.маx}$ составляют для изделия «18.» ($N_{e.маx}=580$ л.с. или 432.5кВт):

$$N_{п.маx} = 34 \text{ л. с.} = 25.3 \text{ кВт}$$

По аналогии для двигателя изделия «110» ($N_{e.маx}=710$ л.с =522Вт) принимаем:

$$N_{e.маx} = 46 \text{ л. с.} = 34.3 \text{ кВт}$$

Потери мощности $N_{п.маx}$ включают в себя потери на эжектор, на воздухоочиститель и потери, зависящие от температуры всасываемого воздуха на режиме $N_{e.маx}$. Результаты вычислений $N_{п}$, $N_{дв}$ и $M_{дв}$ сведены в таблицу 3.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 3 – Результаты расчета мощности

Обозначение	n _{дв.} , об/мин								
	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
N _ε л.с.	510	542,5	577,5	610	640	665	685	700	710
N _п л.с.	16,56	19,43	22,54	25,87	29,44	33,23	37,26	41,51	46
N _{дв.} л.с.	493,44	523,0	554,9	584,1	610,5	631,7	647,7	658,4	664
M _{дв.} кгм	294,4	288,2	283,9	278,9	273,3	266,2	257,7	248,2	237,8

Таблица 4 – Характеристики совместной работы двигателя с гидротрансформатором.

i _{гт}	n _{дв.} , об/мин								
	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
0-0,3	175	205,4	238,2	273,5	311,2				
0,4	165,1	193,8	224,8	258	293,6	331,4			
0,5	153,6	180,2	209	240	273	308,2			
0,6	137,4	161,2	187	214,7	244,2	275,7	309,1		
0,7	120,5	141,5	164,1	188,3	214,2	241,9	271,2	302,2	
0,8	104	122,1	141,6	162,5	184,9	208,8	234,1	260,8	289
0,9	87,5	102,7	119,1	136,7	155,6	175,6	196,9	219,4	243,1
0,915	84,2	98,8	114,6	131,6	149,7	169	189,5	211,1	233,9
0,95	59,4	69,8	80,9	92,9	105,7	119,3	133,8	149	165,1

$$V_D = 0,377 \cdot \frac{r_0 \cdot n_c}{i_{гт}} \cdot \left(1 - \frac{\sigma}{100}\right); \quad (12)$$

0,377 – коэффициент перевода единиц измерения м, мин в км, ч ($0,377 = \frac{2\pi \cdot 60}{1000}$);

δ – коэффициент буксования, %.

$$V_D = 0,377 \frac{0,265 \cdot 2000}{5,497} = 36,34 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с};$$

Динамическая характеристика автомобиля на первой передаче не зависит от алгоритма работы трансмиссии на последующих передачах.

Динамический фактор определяется выражением:

$$D = \frac{P_k - P_w}{gm_a}; \quad (13)$$

Сила тяги на первой передаче, начиная со скорости движения $V=0$, определяется по формуле:

$$P_{k1} = \frac{M_T i_{mex1} \eta_{mex}}{r_k}; \quad (14)$$

На последующих передачах $j, j=2 \dots m$ при разблокированном гидротрансформаторе

$$P_{kj} = \frac{M_T i_{mexj} \eta_{mex}}{r_k}; \quad (15)$$

Динамические характеристики в случае разблокированного гидротрансформатора на передачах $j, j=2 \dots m$ также строятся от $V=0$ с выделением сплошными линиями рабочих диапазонов.

При сблокированном гидротрансформаторе:

$$P_{kj} = \frac{M_D i_{cp} i_{mexj} \eta_{cp} \eta_{mex}}{r_k}; \quad (16)$$

Пусть блокировка гидротрансформатора производится в точке перехода на режим гидромукты при установлении передаточного отношения $1/i_{ГС}$. Соответствующая скорость вращения двигателя определяется выражением:

$$\omega_{ДС} = \omega_{ГС} \frac{i_{cp}}{1/i_{ГС}}; \quad (17)$$

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Таблица 5 – Динамические характеристики

№ Передачи	Параметры	Расчетные значения						
		0	0,3	0,4	0,47	0,7	0,86	0,95
I	V, м/с	0	2,003	2,690	3,172	5,164	7,720	8,528
	D	0,977	0,757	0,670	0,617	0,442	0,308	0,172
II	V, м/с	0	4,105	5,514	6,503	10,586	15,826	17,482
	D	0,751	0,582	0,515	0,473	0,336	0,229	0,122
III	V, м/с	0	5,865	7,877	9,289	15,123	22,608	24,974
	D	0,559	0,463	0,425	0,398	0,316	0,216	0,107
IV	V, м/с	0	19,057	22,540	25,352	32,125	37,218	42,082
	D	0,412	0,231	0,212	0,172	0,111	0,063	0,024

Представим расчетные динамические характеристики в виде диаграммы рисунок 3.

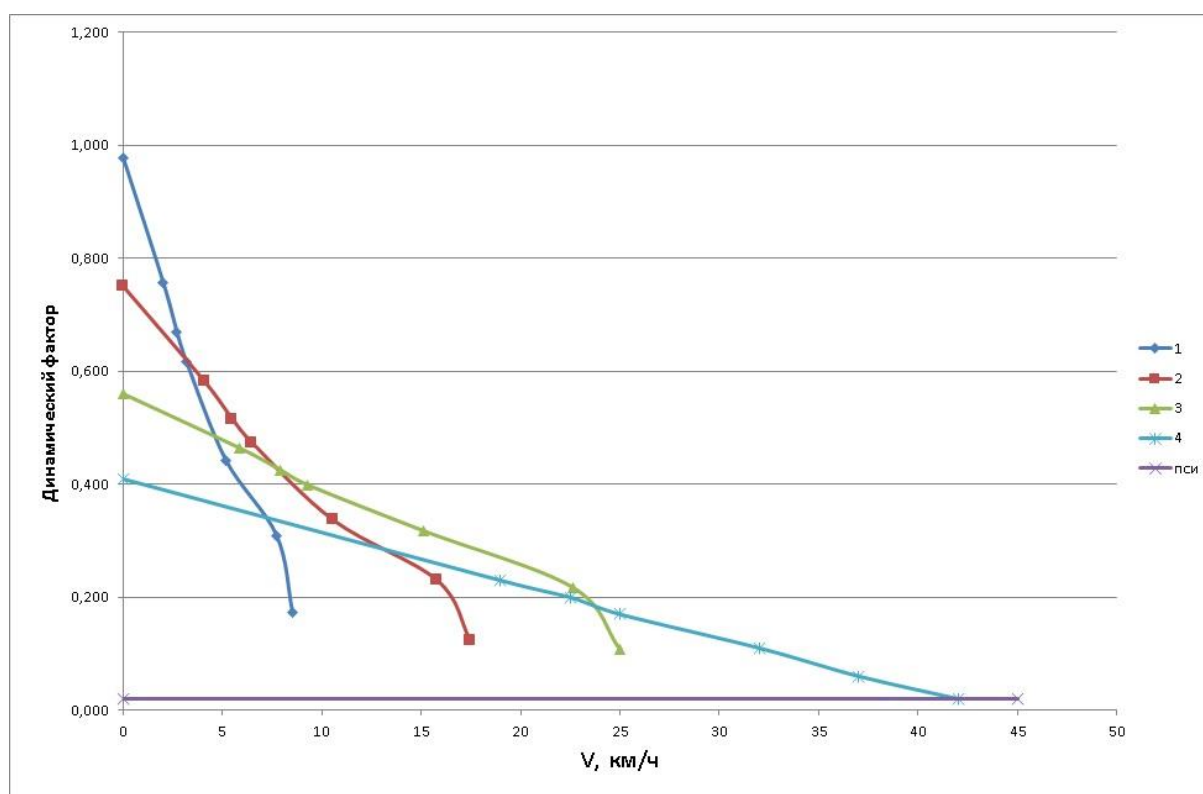


Рисунок 3 – Динамические характеристики

Расчет скорости ДТ-10Т подтверждает заявленные изготовителем 37км/ч.

Рассчитаем скорость на четвертой передачи с изменённым передаточным числом ГМП.

$$V_d = 0,377 \frac{0,265 \cdot 2000}{4,7837} = 41,76 \text{ км / ч} (11,6 \text{ м/с}); \quad (18)$$

2.3 Расчёт зубчатой передачи

Расчёт зубчатой передачи, расчет на прочность произведен в программе inventor, это позволяет определить возможные опасные сечения и предотвратить возникновение деформаций.

2.4 Возможности Autodesk Inventor

Современные технологии Autodesk Inventor гарантируют высочайшую скорость и удобство проектирования и позволяют быстро освоить программу. Инновационные технологии Autodesk - такие как адаптивное проектирование, высокая производительность при проектировании сборок объемом в несколько десятков тысяч компонентов и коллективные средства разработки - способствуют быстрому и успешному решению конструкторских задач. Возможности Autodesk Inventor:

- 1) Проектирование изделий объемом в несколько десятков тысяч компонентов.
- 2) Адаптивные технологии проектирования деталей и узлов в контексте сборки, начиная от эскизной проработки и заканчивая полной компоновкой изделия.
- 3) Библиотека стандартных деталей согласно 18 стандартам
- 4) Инженерная подсистема проектирования, анализа и генерации типовых механических конструкций с использованием стандартных изделий.
- 5) Инструментарий для специализированных производств: тонколистовое проектирование (гибка, штамповка), сварные конструкции (предварительная

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

разделка, сварка, обработка сварной конструкции), совместная обработка деталей в сборе.

6) Визуализация работы механизмов с учетом наложенных ограничений.

7) Автоматическое создание видов чертежей, ассоциативно связанных с моделью.

8) Импорт/экспорт DWG, IGES, STEP и других стандартов обмена твердотельной и поверхностной информацией.

9) Возможность первичной проработки эскизного проекта с последующим переходом к трехмерной модели.

10) Развитые средства поверхностного моделирования. Совместное использование поверхностей и технологии гибридного проектирования со свободным переходом от поверхностной к твердотельной модели и наоборот.

11) Десятки сертифицированных приложений и аппаратных устройств.

12) Встроенная система управления проектами.

13) Совместимость с форматом AutoCAD 2004/2005/2006 DWG.

14) Autodesk Inventor - это:

15) готовое решение для комплекса задач всего цикла конструкторской подготовки производства;

16) оптимальные инструменты для специализированных производств: тонколистовое проектирование, проектирование сварных конструкций;

17) инновационные технологии проектирования изделий сложной геометрической формы.

18) Проектирование сложных сборок

19) Встроенная система управления проектом

20) Проектирование сварных конструкций

21) Быстрое проектирование типовых конструкций

22) Проектирование деталей

23) Тонколистовое проектирование

24) Выпуск чертежей

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

- 25) Поддержка формата DWG
- 26) Визуализация и анализ
- 27) Технология Design eXtend (DX)
- 28) AutoCAD Mechanical/Autodesk Mechanical Desktop

Современные технологии Autodesk Inventor гарантируют высочайшую скорость и удобство проектирования и позволяют быстро освоить программу. Инновационные технологии Autodesk - такие как адаптивное проектирование, высокая производительность при проектировании сборок объемом в несколько десятков тысяч компонентов и коллективные средства разработки - способствуют быстрому и успешному решению конструкторских задач.

В пакет поставки наряду с Autodesk Inventor входит самая известная двумерная система проектирования AutoCAD, фактически ставшая мировым промышленным стандартом оформления проектной и конструкторской документации. AutoCAD или AutoCAD Mechanical (версия AutoCAD для машиностроителей) используется для доработки чертежей независимо от модели изделия, а также для выполнения несложных проектов, не требующих трехмерного представления.

Доступная цена и широкий спектр решаемых задач делают комплекс программных продуктов Autodesk Inventor Series наилучшим решением среди САПР среднего уровня.

Специализированные приложения позволяют решать задачи конечно-элементного анализа конструкции, оптимизации изделия с учетом воздействующих на него нагрузок, анализа и оптимизации динамических и кинематических характеристик изделия, технологические задачи подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, проектирования и построения разверток тонколистовых изделий и многое другое.

Проектирование сложных сборок

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Адаптивные технологии Autodesk Inventor обеспечивают проектирование изделия высокой сложности в контексте сборки - от предварительного эскизного проекта до имитации работы изделия с учетом наложенных сборочных зависимостей.

Технология iMate позволяет задавать набор поверхностей базирования, которые определяют способ крепления детали в сборке. Когда такой набор задан, вставка и крепление детали осуществляются буквально одним щелчком мыши. Эта же технология работает и при создании пользователем так называемых семейств деталей (Family-of-Parts). Новые варианты, типоразмеры и исполнения конструктор получает, используя единожды заданную геометрию детали и изменяя параметры модели.

Autodesk Inventor включает 18 каталогов мировых стандартов (в том числе ГОСТ), где в общей сложности содержатся сотни тысяч деталей. Пользователь может переопределить параметры деталей в библиотеке стандартных, настроив ее по стандарту предприятия. При вставке детали в сборку автоматически генерируется обычная деталь с конкретными размерами. Все стандартные детали снабжены комплектом сборочных зависимостей (которые показывают, каким образом деталь должна встраиваться в сборку) и могут использоваться для динамического наложения связей. В этом случае при групповой замене деталей - например, болта на болт - не потребуется заново встраивать в сборку новый болт: достаточно задать операцию групповой замены одной стандартной детали на другую.

Методы быстрого поиска и выбора компонентов позволяют искать компоненты не только по их свойствам (имени файла, обозначению, разработчику), но и по геометрическим размерам или положению компонента по отношению к ориентиру - другому компоненту или рабочей плоскости.

Быстрое проектирование типовых конструкций

Встроенные средства проектирования типовых механических конструкций позволяют быстро проанализировать, спроектировать и создать типовые зубчатые

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

передачи, болтовые соединения, валы, цепные и ременные передачи. Все это вместе с тысячами стандартных компонентов и множеством формул и расчетов по международным стандартам позволит быстро создавать типовые элементы изделий.

Расчеты кулачков, зубчатых, ременных и цепных передач, расчет сварных и резьбовых соединений, пружин, балок и валов, а также десятки других расчетов вместе со стандартными изделиями удовлетворят любого инженера.

Построение проекций детали или узла происходит в реальном времени: изменяя масштаб проекции или выбирая ее вид в диалоговом окне, вы сразу, без многократных подгонок и перемещений проекций, видите результат на листе. Изменение размеров модели автоматически приводит к обновлению чертежа. Сечения автоматически формируются по заданной линии и обновляются при ее изменении. Autodesk Inventor поддерживает виды с разрывами и детальные виды, что упрощает оформление рабочей документации. Поддерживается работа с размерными и текстовыми стилями, а также их импорт из AutoCAD. Удобные инструменты образмеривания и дооформления обеспечивают быстрый выпуск рабочей документации. Немаловажно и то, что Autodesk Inventor практически полностью позволяет оформить чертежи в соответствии с правилами ЕСКД.

Доступная цена и широкий спектр решаемых задач делают комплекс программных продуктов Autodesk Inventor Series наилучшим решением среди САПР среднего уровня.

Специализированные приложения позволяют решать задачи конечно-элементного анализа конструкции, оптимизации изделия с учетом воздействующих на него нагрузок, анализа и оптимизации динамических и кинематических характеристик изделия, технологические задачи подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, проектирования и построения разверток тонколистовых изделий и многое другое.

Быстрое проектирование типовых конструкций

									<i>Лист</i>
									33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>				

Встроенные средства проектирования типовых механических конструкций позволят быстро проанализировать, спроектировать и создать типовые зубчатые передачи, болтовые соединения, валы, цепные и ременные передачи. Все это вместе с тысячами стандартных компонентов и множеством формул и расчетов по международным стандартам позволит быстро создавать типовые элементы изделий.

Расчеты кулачков, зубчатых, ременных и цепных передач, расчет сварных и резьбовых соединений, пружин, балок и валов, а также десятки других расчетов вместе со стандартными изделиями удовлетворят любого инженера.

2.5 Расчёт зубчатой передачи с использованием Autodesk Inventor

Исходные данные: в качестве исходных данных рассчитаем зубчатую передачу до изменения передаточного числа с помощью модуля Autodesk Inventor.



Рисунок 4 – Схема зубчатого зацепления

Таблица 6 – Общие параметры

Передаточное отношение	i	0,6176 бр
Требуемое передаточное отношение	i_{in}	0,6180 бр
Модуль	m	7,000 мм
Угол наклона зуба	β	13,5000 град
Угол профиля	α	20,0000 град
Межосевое расстояние	a_w	199,000 мм

Продолжение таблицы 6

Делительное межосевое расстояние	a	197,970 мм
Общий коэффициент смещения	Σx	0,1498 бр
Окружной шаг	p	21,991 мм
Основной окружной шаг	p_{tb}	21,181 мм
Угол зацепления	α_w	20,8205 град
Тангенциальный угол профиля	α_t	20,5215 град
Тангенциальный угол зацепления	α_{tw}	21,2997 град
Угол наклона зуба на основ.цилиндре	β_b	12,6718 град
Тангенциальный модуль	m_t	7,199 мм
Тангенциальный окружной шаг	p_t	22,616 мм
Коэффициент перекрытия	ε	2,0193 бр
Коэффициент торцевого перекрытия	ε_α	1,5310 бр
Коэффициент перекрытия	ε_β	0,4883 бр
Предельное отклонение параллельности осей	f_x	0,0150 мм
Предельное отклонение параллельности осей	f_y	0,0075 мм

Таблица 7 – Расчет зубчатых колес

		Зубчатое колесо 1	Зубчатое колесо 2
Тип модели		Компонент	Компонент
Количество зубьев	z	34 бр	21 бр
Коэффициент смещения	x	0,1500 бр	-0,0002 бр
Средний диаметр	d	244,763 мм	151,177 мм
Наружный диаметр	d_a	260,825 мм	165,137 мм
Диаметр впадин	d_f	229,363 мм	133,675 мм
Основной диаметр окружности	d_b	229,230 мм	141,583 мм
Начальный диаметр	d_w	246,036 мм	151,964 мм
Ширина грани	b	46,000 мм	46,000 мм
Коэффициент ширины зубчатого венца	b_r	0,1879 бр	0,3043 бр
Коэффициент высоты головки зуба	a^*	1,0000 бр	1,0000 бр
Зазор	c^*	0,2500 бр	0,2500 бр
Коэффициент радиуса переходной кривой	r_r^*	0,3500 бр	0,3500 бр
Толщина зуба	s	11,760 мм	10,995 мм
Тангенциальная толщина зуба	s_t	12,094 мм	11,307 мм
Толщина хорды	t_c	10,384 мм	9,709 мм
Высота головки зуба по хорде	a_c	6,141 мм	5,213 мм
Размер хорды	ВТ	97,321 мм	53,892 мм
Зубья с размером по хорде	z_w	5,000 бр	3,000 бр

Продолжение таблицы 7

Размер между каркасами	M	263,184 мм	167,624 мм
Диаметр проволоки	d_M	12,000 мм	12,000 мм
Предельное отклонение направления зуба	F_{β}	0,0150 мм	0,0150 мм
Допуск на радиальное биение	F_r	0,0300 мм	0,0300 мм
Предельные отклонения осевого шага	f_{pt}	0,0110 мм	0,0110 мм
Пред.отклон. основного шага	f_{pb}	0,0100 мм	0,0100 мм
Виртуальное количество зубьев	z_v	36,734 бр	22,689 бр
Эквивалентный делительный диаметр	d_n	257,137 мм	158,820 мм
Виртуальный наружный диаметр	d_{an}	273,199 мм	172,780 мм
Виртуальный основной диаметр окружности	d_{bn}	241,629 мм	149,242 мм
Коэффициент смещения без уклона	x_z	-0,0039 бр	0,4094 бр
Коэффициент смещения без подрезания	x_p	-1,1288 бр	-0,3073 бр
Коэффициент смещения допустимого подрезания	x_d	-1,2988 бр	-0,4773 бр
Коэф.высот.модиф.зуба	k	0,0027 бр	0,0027 бр
Наружная толщина зуба	s_a	0,7174 бр	0,7070 бр
Угол профиля вершины зуба	α_a	28,1369 град	30,6549 град

Таблица 8 – Расчет нагрузки

		Зубчатое колесо 1	Зубчатое колесо 2
Мощность	P	500,000 кВт	490,000 кВт
Скорость	n	2000,00 об_мин	3238,10 об_мин
Крутящий момент	T	2387,324 Н м	1445,033 Н м
КПД	η	0,980 бр	
Радиальная сила	F_r	7566,085 Н	
Окружная сила	F_t	19406,271 Н	
Осевая сила	F_a	4659,033 Н	
цикл нагружения	F_h	21352,021 Н	
Окружная скорость	v	25,632 м_с	
Резонансная частота вращения	n_{E1}	5164,584 об_мин	

Таблица 9 – Коэффициенты контактного напряжения

Коэффициент эластичности	Z_E	189,812 бр	
Фактор области	Z_H	2,389 бр	
Коэффициент перекрытия	Z_ϵ	0,860 бр	
Коэффициент контакта двух зубьев	Z_B	1,000 бр	1,033 бр
Коэффициент долговечности	Z_N	1,000 бр	1,000 бр
Коэффициент смазки	Z_L	0,967 бр	
Коэффициент шероховатости	Z_R	1,000 бр	
Коэффициент скорости	Z_v	1,028 бр	
Коэффициент угла наклона зуба	Z_β	0,986 бр	
Коэффициент размера	Z_X	1,000 бр	1,000 бр
Коэффициент механического уплотнения	Z_W	1,000 бр	

Таблица 10 – Коэффициент напряжения изгиба

Коэффициент формы	Y_{Fa}	2,324 бр	2,717 бр
Поправ. коэф. напряжения	Y_{Sa}	1,742 бр	1,588 бр
Коэффициент заточки зубьев	Y_{Sag}	1,000 бр	1,000 бр
Коэффициент угла наклона зуба	Y_β	0,945 бр	
Коэффициент перекрытия	Y_ϵ	0,716 бр	
Коэффициент изменения нагрузки	Y_A	1,000 бр	1,000 бр
Коэффициент технологичности	Y_T	1,000 бр	1,000 бр
Коэффициент долговечности	Y_N	1,000 бр	1,000 бр
Коэф. чувств. к врезанию	Y_δ	1,156 бр	1,144 бр
Коэффициент размера	Y_X	1,000 бр	1,000 бр
Фактор поверхности впадин	Y_R	1,000 бр	

Таблица 11 – Результаты расчета прочности

Запас прочности по коррозии	S_H	1,257 бр	1,216 бр
Запас прочности по ломке зубьев	S_F	3,421 бр	3,175 бр
Запас прочности при контакте	S_{Hst}	2,382 бр	2,305 бр
Запас прочности при изгибе	S_{Fst}	7,397 бр	6,939 бр
Проверка расчета	Положительная		

Произведем расчёт с требуемым передаточным отношением 0,55:

Таблица 12 – Общие параметры

Передаточное отношение	i	0,5588 бр
Требуемое передаточное отношение	i_{in}	0,5500 бр
Модуль	m	7,000 мм
Угол наклона зуба	β	13,5000 град
Угол профиля	α	20,0000 град
Межосевое расстояние	a_w	199,000 мм
Делительное межосевое расстояние	a	190,771 мм
Общий коэффициент смещения	Σx	1,3350 бр
Окружной шаг	p	21,991 мм
Основной окружной шаг	p_{tb}	21,181 мм
Угол зацепления	α_w	25,8286 град
Тангенциальный угол профиля	α_t	20,5215 град
Тангенциальный угол зацепления	α_{tw}	26,1279 град
Угол наклона зуба на основ.цилиндре	β_b	12,6718 град
Тангенциальный модуль	m_t	7,199 мм
Тангенциальный окружной шаг	p_t	22,616 мм
Коэффициент перекрытия	ε	1,6381 бр
Коэффициент торцевого перекрытия	ε_α	1,1498 бр
Коэффициент перекрытия	ε_β	0,4883 бр
Предельное отклонение параллельности осей	f_x	0,0150 мм
Предельное отклонение параллельности осей	f_y	0,0075 мм

Таблица 13 – Расчет зубчатых колес

		Зубчатое колесо 1	Зубчатое колесо 2
Тип модели		Компонент 1	Компонент 2
Количество зубьев	z	34 бр	19 бр
Коэффициент смещения	x	0,1500 бр	1,1850 бр
Средний диаметр	d	244,763 мм	136,779 мм
Наружный диаметр	d_a	258,630 мм	165,137 мм
Диаметр впадин	d_f	229,363 мм	135,870 мм

Продолжение таблицы 13

Основной диаметр окружности	d_b	229,230 мм	128,099 мм
Начальный диаметр	d_w	255,321 мм	142,679 мм
Ширина грани	b	46,000 мм	46,000 мм
Коэффициент ширины зубчатого венца	b_r	0,1879 бр	0,3363 бр
Коэффициент высоты головки зуба	a^*	1,0000 бр	1,0000 бр
Зазор	c^*	0,2500 бр	0,2500 бр
Коэффициент радиуса переходной кривой	r_f^*	0,3500 бр	0,3500 бр
Толщина зуба	s	11,760 мм	17,034 мм
Тангенциальная толщина зуба	s_t	12,094 мм	17,518 мм
Толщина хорды	t_c	10,384 мм	15,041 мм
Высота головки зуба по хорде	a_c	5,044 мм	11,442 мм
Размер хорды	B_T	97,321 мм	59,354 мм
Зубья с размером по хорде	z_w	5,000 бр	3,000 бр
Размер между каркасами	M	263,184 мм	165,079 мм
Диаметр проволоки	d_M	12,000 мм	12,000 мм
Предельное отклонение направления зуба	F_β	0,0150 мм	0,0150 мм
Допуск на радиальное биение	F_r	0,0300 мм	0,0300 мм
Предельные отклонения осевого шага	f_{pt}	0,0110 мм	0,0110 мм
Пред.отклон. основного шага	f_{pb}	0,0100 мм	0,0100 мм
Виртуальное количество зубьев	z_v	36,734 бр	20,528 бр
Эквивалентный делительный диаметр	d_n	257,137 мм	143,694 мм
Виртуальный наружный диаметр	d_{an}	271,004 мм	172,052 мм
Виртуальный основной диаметр окружности	d_{bn}	241,629 мм	135,028 мм
Коэффициент смещения без уклона	x_z	-0,0039 бр	0,4744 бр
Коэффициент смещения без подрезания	x_p	-1,1288 бр	-0,1809 бр
Коэффициент смещения допустимого подрезания	x_d	-1,2988 бр	-0,3509 бр
Коэф.высот.модиф.зуба	k	0,1595 бр	0,1595 бр
Наружная толщина зуба	s_a	0,8752 бр	0,2727 бр

Таблица 14 – Результаты расчета запаса прочности

Запас прочности по коррозии	S_H	1,256 бр	1,253 бр
Запас прочности по ломке зубьев	S_F	3,127 бр	3,689 бр
Запас прочности при контакте	S_{Hst}	2,380 бр	2,376 бр
Запас прочности при изгибе	S_{Fst}	6,761 бр	7,863 бр
Проверка расчета	Положительная		

Выводы по разделу 2:

Из расчетов видим, что межосевое расстояние осталось прежним, уменьшение передаточного числа достигается путем уменьшения количества зубьев на шестерни ведомого вала, что не требует дорогостоящего изменения корпуса гидромеханической коробки передач, по результатам расчета получаем передаточное отношение 0,5588.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Описание служебного значения детали

Использование только конструкторских методов не позволяет изготавливать технику в полной мере соответствующую указанным требованиям. Неотъемлемым этапом создания надежной и работоспособной конструкции, является технологическая подготовка производства: разработка, внедрение и усовершенствования технологических процессов. Работа такого рода позволяет достичь повышения точности производимых изделий, обеспечить необходимые физико-механические свойства деталей, одновременно снизить расход сырья, уменьшить себестоимость детали, повысить производительность труда.

Деталь шестерня относится к классу тел вращения типа «зубчатое колесо», образована наружными и внутренними поверхностями тел вращения, имеет зубчатый венец, соединённый со ступицей рёбрами жёсткости. Деталь испытывает нагрузки кручения, изгиба, износ зубьев, поэтому подвергается нитроцементации с последующей закалкой на твёрдость 25-30 HRC.

Марка: 40X (заменители 45X, 38XA, 40XH, 40XC, 40XF, 40XP) [37]

Класс: Сталь конструкционная легированная

Применение: оси, валы, валы-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Расшифровка марки стали 40X: эта марка означает, что в стали содержится 0,40% углерода и менее 1,5% хрома, химический состав стали показан в таблице 15.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

Таблица 15 – Химический состав в % стали 40X

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36 - 0,44	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8 - 1,1	до 0,3

Таблица 16 – Механические свойства материала сталь 40X

Механические свойства стали 40X									
ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	ψ (%)	KCU (кДж/м ²)	НВ, не более
4543-71	Прутки. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25		780	980	10	45	59	
8479-70	Поковки: нормализация	500-800	245	245	470	15	30	34	143-
		300-500	275	275	530	15	32	29	179-156-197
	закалка, отпуск	500-800	275	275	530	13	30	29	156-197
	нормализация	до 100	315	315	570	17	38	39	167-
		100-300				14	35	34	207
	закалка, отпуск	300-500	315	315	570	12	30	29	167-
		500-800				11	30	29	207
нормализация	до 100	345	345	590	18	45	59	174-	
	100-300		345		17	40	54	217	
	300-500				14	38	49		
закалка, отпуск	до 100	395	395	615	17	45	59	187-	
	100-300				15	40	54	229	
	300-500				13	35	49		

Технологические свойства материала Сталь 40X

Свариваемость: трудно свариваемая

Флокеночувствительность: чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости: склонна

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Обозначения:

Механические свойства:

S_B – Предел кратковременной прочности, Мпа

S_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), Мпа

d_5 – Относительное удлинение при разрыве, %

y – Относительное сужение, %

КСУ – Ударная вязкость, кДж/м²

НВ – Твердость по Бринеллю, Мпа

Физические свойства:

T – Температура, при которой получены данные свойства, °С

E – Модуль упругости превого рода, Мпа

α – Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20 °С – T), 1/°С

λ – Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материал), Вт/(м·°С)

ρ – Плотность материала, кг/м³

C – Удельная теплоемкость материала (диапазон 20 °С – T), Дж/(кг·°С)

R – Удельное электросопротивление, Ом·м

Свариваемость:

без ограничений – сварка производится без подогрева и без последующей термобработки

ограниченно свариваемая – сварка возможна при подогреве до 100-120 °С и последующей термообработке, трудносвариваемая – для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до 200-00 °С при сварке, термообработка после сварки – отжиг.

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

3.2 Выбор способа заготовки

Заготовка вала в проектируемом варианте получается штамповкой на кришошипном горячештамповочном прессе (КГШП).

Этот метод обеспечивает высокую точность заготовок, минимальные припуски и высокую производительность, он наиболее эффективен при массовом, крупносерийном и серийном производствах деталей массой от нескольких граммов до нескольких тонн (примерно до трех тонн). Наиболее целесообразно изготовление штамповкой поковок массой не более 50...100 кг. Для горячей штамповки рекомендуются конструкционные стали 25, 45, 30ХГСА, 30ХГСНА, нержавеющие стали 1Х18Н9Т, Ж2, алюминиевые сплавы Д1, В95, титановые сплавы ВТ3-1, ВТ-5, магниевые сплавы МА2, Ш65-1. По сравнению с ковкой получение заготовок горячей объемной штамповкой обладает следующими преимуществами:

- появляется возможность изготавливать заготовки более сложной формы и с лучшим качеством поверхности, с шероховатостью $Rz = 80...20$ мкм, а при применении холодной калибровки $Rz = 10...1,6$ мкм;
- с меньшими допусками, чем при ковке, и возможностью доведения до точности, получаемой при обработке резанием; припуски снижаются в 2-3 раза;
- повышается производительность труда;
- уменьшаются штамповочные уклоны за счет особой конструкции штампов (наличие выталкивателей).

Горячая объемная штамповка подразделяется на различные виды в зависимости от типов штампа, оборудования, исходной заготовки, способа установки заготовки в штампе и т.п.

В зависимости от типа штампа штамповка подразделяется на следующие виды: в открытых или в закрытых штампах, или в штампах для выдавливания.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

Перечисленные виды штампов применяют на всех типах оборудования. Вид штампа определяет течение металла, т.е. конфигурацию поковки, поэтому данную классификацию штамповки можно считать основной.

Штамповка в штампах для выдавливания – наиболее прогрессивный технологический протес горячей штамповки. При этом снижается до 30 % расход металла, повышается КИМ, точность может соответствовать 12-му качеству, пределы допусков на размеры +1,0...-0,5 мм.

Выбор штампа – открытый, закрытый или для выдавливания – определяется конфигурацией и склонностью детали, массой и материалом, характером производства.

В зависимости от оборудования возможны следующие виды объемной штамповки: на штамповочных паровоздушных молотах, кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП), горизонтально-ковочных машинах, гидравлических прессах, высокоскоростных молотах и на специальных машинах (ковочные вальцы, горизонтально-гибочные машины и т.д.).

Штамповка на КГШП наиболее целесообразна при крупносерийном и массовом производстве деталей сложной формы, массой до нескольких сот килограммов. Она имеет ряд технологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению со штамповкой, например, на молотах, а именно: высокая точность поковок, пределы допусков до 0,2...0,5 мм; экономия металла на 20-30 % за счет снижения припусков и штамповочных уклонов (в 2-3 раза); КПД прессов в три раза выше, чем у молотов; на 10...30 % снижается себестоимость поковок; повышается производительность труда в среднем в 1,4 раза.

Штамповка на молотах в основном применяется при серийном и крупносерийном производстве поковок массой 0,01...1000 кг. При штамповке на молотах пределы допусков составляют 0,8...1,1 мм.

Гидравлические прессы применяют при производстве крупных поковок, мало пластичных сплавов, не допускающих больших скоростей деформирования; при различных видах штамповки выдавливанием, где требуется большой

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

ход рабочего инструмента; для штамповки поковок цилиндрической формы типа втулок, стаканов и очень сложных форм в разъемных матрицах, обеспечивают не ударный характер работы. Использование разъемных матриц позволяет получить, поковки высокого качества с точностью размеров 11...12 квалитетов. КИМ при этом достигает 0,6, трудоемкость механической обработки уменьшается на 15...20%.

Штамповка на ГКМ отличается высокими КИМ и производительностью, отсутствием на заготовке заусенцев. Поковки, получаемые на ГКМ обычно имеют форму тел вращения. Масса штамповок типа колец, стержней с утолщениями или глухими полостями, втулок с буртами - от 0,1 до 100 кг. Изделия штампуют из проката повышенной точности, труб.

Штамповочные уклоны на участках поковок, формируемых в полостях пуансона: наружные – $15' - 1^\circ$, внутренние – $30' - 2^\circ$. Для участков, формируемых в матрице, наружные уклоны не предусматриваются, а внутренние составляют $1...5^\circ$. Наружные радиусы закруглений принимают равными размеру припуска на механическую обработку, внутренние – в 1,5-2 раза большими. Возрастающие требования к экономии материалов вызвали появление процессов "точной" или малоотходной горячей объемной штамповки. Точная горячая объемная штамповка относится к прогрессивным технологическим процессам, при которых размерная точность для стальных поковок может достигать 12...14 квалитетов, параметр шероховатости поверхности $Rz = 20...40$ мкм, штамповочные уклоны до 1° . При наличии необрабатываемых поверхностей наиболее полно реализуется преимущество штамповочных деталей с их благоприятно ориентированной для условий эксплуатации микроструктурой, плавно огибающей контуры детали и исключая надрезы, неизбежные при их обработке.

Ковка имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами обработки:

-возможность изготовления крупногабаритных поковок массой до 300...400 т при использовании сравнительно маломощного оборудования (минимальная масса - несколько десятков грамм);

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

-применение универсального оборудования и оснастки позволяют получить поковки широкого ассортимента;

-улучшается качество металла, его механические свойства (пластичность, ударная вязкость).

Ковкой изготавливают ответственные детали, такие, как валы и диски турбин, роторы, коленчатые валы СДВС, барабаны котлов высокого давления и т.п. Ковка осуществляется при температурах горячей деформаций, поэтому для такого вида обработки применяют все стали и сплавы, используемые при обработке металлов давлением.

Шероховатость поверхности поковок не превышает $Rz = 320 \dots 80$ мкм, а при использовании подкладных штампов $8 Rz = 80 \dots 40$ мкм. Коэффициент весовой точности поковок не превышает $0,3 \dots 0,4$. С применением подкладных штампов (для деталей массой не более 150 кг) эта величина может быть увеличена на $15 \dots 20\%$. Мелкие поковки выполняют из сортового проката, средние (до 300 кг) из крупного проката, кузнечных заготовок и слитков (например, судовые валы). Допуски на размеры поковок, получаемых на прессах, регламентированы на молотах [23].

Исходя из назначения детали, материала, размера и ее конфигурации, типа производства целесообразно применять горячую объемную штамповку на КГШП.

3.3 Разработка технологического процесса изготовления детали шестерня

Разработка технологических операций маршрутного техпроцесса

Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки предложенной детали является основой всего дипломного проекта. От правильности и полноты разработки маршрутного технологического процесса во многом зависит организация производства и дальнейшие технико-экономические расчеты курсового проекта.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

В технологической части дипломного проекта необходимо дать анализ и обоснование разрабатываемого технологического процесса.

Прежде всего, необходимо выделить все операции, в которых применяется прогрессивное станочное оборудование, быстродействующее приспособление, специальный режущий и измерительный инструмент.

Характер технологического процесса в курсовом проекте определяется типом производства и особыми условиями проектирования, указанными в задании. Разработка технологического процесса должна быть основана на использовании научно-технических достижений во всех отраслях промышленности и направлена на повышение технологического уровня производства, качества продукции и производительности труда.

Для мелкосерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку и повышать производительность труда.

В серийном производстве следует проектировать технологический процесс, ориентируясь на использование переменного-поточных линий, когда параллельно изготавливаются партии деталей разных наименований, что позволяет использовать преимущества массового производства.

В массовом производстве следует стремиться разрабатывать технологический процесс для непрерывной поточной линии с использованием высокопроизводительных станков, специальной технологической оснастки и максимальной механизации, и автоматизации производства.

Какой бы тип производства не применялся при разработке технологического процесса в курсовом проекте, он должен находиться на уровне передовых достижений науки и техники (с учетом ЕСТД и ЕСТПП).

Разрабатывая технологический процесс обработки деталей, необходимо выполнить следующие условия:

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

1) наметить базовые поверхности, которые должны быть обработаны в самом начале процесса;

2) выполнить операции черновой обработки, при которых снимают наибольшие слои металла, что позволяет сразу выявить дефекты заготовки и освободиться от внутренних напряжений, вызывающих деформации;

3) обработать вначале те поверхности, которые не снижают жесткость обрабатываемой детали;

4) первыми следует обрабатывать такие поверхности, которые не требуют высокой точности и качества;

5) необходимо учитывать целесообразность концентрации (обработка в операции максимально возможного числа поверхностей) или дифференциации (разделение операций на более простые) операции;

6) при выборе технологических баз следует стремиться к соблюдению основных принципов базирования – совмещения и постоянства баз;

7) необходимо учитывать, на каких стадиях технологического процесса целесообразно производить механическую обработку, гальванические покрытия, термическую обработку и другие методы обработки в зависимости от требований чертежа;

8) отделочные операции следует выносить к концу технологического процесса обработки, за исключением тех случаев, когда поверхности служат базой для последующих операций.

При разработке технологических операций необходимо особое внимание уделить выбору баз для обеспечения точности обработки деталей и выполнения технических требований чертежа.

При черновой обработке в качестве баз можно принимать поверхности, не подлежащие обработке, а если детали имеют несколько необрабатываемых поверхностей, то за базу надо принимать ту из них, которая должна иметь наименьшее смещение относительно своей оси или быть с наименьшим припуском на обработку.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

При выборе баз необходимо принимать поверхности, от которых дан размер в чертеже, определяющий положение обрабатываемой поверхности.

Базы должны обеспечить отсутствие недопустимых деформаций детали, а также простоту конструкции станочного приспособления с удобной установкой, креплением и снятием обрабатываемой детали.[24]

Технологический процесс механической обработки должен разрабатываться в соответствии с ЕСТПП и удовлетворять требованиям ГОСТ 14.301-83 «Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения». Широкое распространение в машиностроении получили детали типа валов - гладких и ступенчатых с разными перепадами диаметров. В настоящее время разработаны типовые технологические процессы механической обработки валов на основе разновидности их в разных типах производства.

Отдельные элементы операций типового технологического процесса можно использовать в разрабатываемом технологическом процессе.

Таблица 17 – Технологическая схема изготовления детали класса шестерня

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции, технологические базы	Станок и оборудование
005	Контрольная	Стол контролера
010	Токарная черновая Обтачивание поверхностей шеек вала с одной стороны и подрезание торцовых поверхностей ступеней вала. Технологическая база - центровые отверстия вала	DMTG DL30M
015	Токарная черновая Обтачивание поверхностей шеек вала с другой стороны, а также подрезка торцов обрабатываемых поверхностей ступеней вала. Технологическая база – центровые отверстия вала.	DMTG DL30M

Продолжение таблицы 17

020	Токарная получистовая Обтачивание поверхностей шеек вала под шлифование и окончательная подрезка торцов ступеней вала (если отдельные торцы ступеней подлежат шлифовке, необходимо оставлять припуск под шлифовку). Технологическая база -центровые отверстия вала.	DMTG DL30M
025	Токарная получистовая Обтачивание поверхностей шеек вала под шлифование и окончательная подрезка торцов ступеней вала (если отдельные торцы ступеней подлежат шлифовке, необходимо оставлять припуск под шлифовку). Технологическая база - центровые отверстия вала.	DMTG DL30M
035	Контрольная	Контролировать фрезерование шпоночного паза и линейных размеров Стол контролера
040	Зубофрезерная	5K32
045	Контрольная	Стол контролера
050	Термическая Шестерни, в зависимости от материала, подвергаются улучшению (закалке и высокому отпуску) или цементации. Все термические операции осуществляются в шахтных электропечах на приспособлениях.	калить - Rc=25-30
055	Контрольная	Стол контролера
060	Зубошлифовальная Производится шлифование зубьев цилиндрических шестерен на зубошлифовальных полуавтоматах с ЧПУ для достижения нужной точности и чистоты.	УК7332А
065	Слесарная Снимаются фаски и притупляются острые кромки.	Верстак

Продолжение таблицы 17

070	Контрольная окончателная	Проводится контроль: - технологических размеров и шероховатость поверхности спец. мерителями, - поверхности зубьев на микротрещины в устройстве УМДЗ
-----	--------------------------	--

3.4 Выбор оборудования для обработки детали

Для того чтобы производство было эффективным, необходимо использовать современные станки, обеспечивающие высокую производительность и одновременно точность.

Таблица 18 – Технические характеристики токарного обрабатывающего центра DMTG DL30M

Характеристики	DL30M
Макс. диаметр изделия типа диск, мм	625
Макс. диаметр обработки тел типа вал	380
PMЦ, мм	1000
Оси	
Максимальное перемещение оси X, мм	330
Макс перемещение по оси Z, мм	1100
Быстрые перемещения по оси Z, мм/мин	24 000

Продолжение таблицы 18

Быстрые перемещения по оси X, мм/мин	24 000
Рабочая подача, мм/мин	0~5000
Тип направляющих X	качения
Тип направляющих Z	качения
Точность позиционирования по осям X/Z, мм	0,01
Повторяемость позиционирования осей X/Z, мм	0,006
Угол наклона станины, град	45
Ширина направляющих, мм	
Шпиндельная бабка	
Диаметр 3х кулачкового патрона, мм	12"
Диапазон скоростей шпинделя, об/мин	30~3000
Диаметр отверстия шпинделя, мм	88
Максимальный диаметр прутка, мм	74
Резцедержка	
Число инструментов, шт	12
Тип резцедержки	Гидро
Размер хвостовика режущего инструмента, мм	25x25
Время смены инструмента – верт. револьверная головка, с	0.35
Время смены инструмента – гориз. револьверная головка, с	0,3/ 1,85
Точность позиционирования револьверной головки, мм	0,008
Перемещение задней бабки, мм	до патрона/люнета
Выдвижение пиноли задней бабки, мм	150
Диаметр пиноли, мм	100
Конус пиноли гидравлической задней бабки, №	Морзе 5
Потребляемая мощность, кВА	40
Система ЧПУ	Fanuc 0i
Габаритные размеры, мм	5084x 2082x 2050

Токарный станок с ЧПУ DL30M рис. 5 построен с учетом современных инновационных технологий.



Рисунок 5 – Токарный станок с ЧПУ DL30M

Данный станок оснащен наклонной станиной и двумя параллельными осями. Станина расположена под углом 60 градусов, она оснащена независимой системой удаления стружки и Смазочно охлаждающая жидкости (СОЖ). Станок имеет жесткий шпиндель, который разработан для высокоскоростного точения. Резание может быть выполнено с применением новейших инструментальных материалов, например, металлокерамика, КНБ. Процесс обработки изделия управляется с помощью системы ЧПУ Fanuc, по заказу клиента станок может поставляться с ЧПУ Siemens. Фирма Fanuc выпускает широкий ассортимент оборудования для металлообрабатывающих станков. Фирма Siemens также представляет высококачественные системы ЧПУ, которые помогают решить любые задачи автоматизации серийного производства. Оборудование этой фирмы предпочитают многие ведущие фирмы, что подтверждает надежность, высокое качество системы и удобство в эксплуатации. Приводы электродвигателей в продольном и поперечном направлении обладают хорошими моментными характеристиками и точностью. Варианты использования: Патронная и центровая обработка с высокой точностью в один или несколько проходов наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, различной сложности, включая нарезания резьб. Данный станок широко используется для всех видов токарной обработки заготовок диаметром до 700 мм и длиной до 1000 мм. Рабочее пространство закрывают защитные кожухи. Станок имеет удобный доступ к подвижному пульту ЧПУ. Некоторые

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

особенности: - оснащен шариковыми винтами класса С3, высокоточными направляющими качения - высокоточный жесткий шпиндель, разработанный для высокоскоростного точения; - высокоскоростное резание с применением металлокерамики и КНБ; - высокая производительность, небольшой уровень шума. Преимущества станка: - большой диаметр обработки; - высокоскоростное резание; - широкий выбор дополнительных устройств; - наличие револьверной головки (тип крепления оправки выбирается пользователем); - независимые системы транспорта стружки, подачи СОЖ и автоматической смазки прерывистого действия. Токарный станок с ЧПУ DL30M характеризуется высокой степенью точности, производительностью и достаточно простым обслуживанием. Он используется во всех отраслях промышленности: автомобильной, аэрокосмической, энергетическом машиностроении, приборостроении, при производстве оборудования для нефтегазового сектора. Рабочее пространство станка закрывается защитными кожухами. Станок имеет удобный доступ к подвижному пульту ЧПУ.[17]

На контрольной операции используем координатно-измерительная машину TESLA MICRO-NITE 3D [23].



Рисунок 6 – Общий вид координатно-измерительной машины TESLA MICRO-NITE 3D

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Портальная конструкция с подвижным порталом, измерительные системы и направляющие с воздушными подшипниками по 3 координатным направлениям. Она позволяет выполнять точное позиционирование измерительной головки, что особенно полезно при измерении небольших и сложных деталей. Оснащена тремя независимо контролируемыми с джойстика сервомоторами. Измерительные перемещения по координатам X, Y и Z осуществляются шагами до 1 мкм. Устройство ручной микрометрической подачи так же доступно для этой версии КИМ в качестве дополнительной опции. Регистрация результатов измерений производится простым нажатием соответствующей кнопки.

Основные характеристики:

- 1) - Моторизованное перемещение измерительной головки по 3 координатным направлениям с возможности выбора скорости 1 мкм/шаг, 10 мм/с или 20 мм/с;
- 2) - Ручное перемещение с максимальной скоростью 760 мм/с;
- 3) - Легко осваиваемое и простое в обращении программное обеспечение TESA Reflex;
- 4) - Диапазон измерения (X, Y и Z) 460 x 500 x 420 мм
- 5) - Точность 3 мкм

3.5 Выбор режущего и вспомогательного инструмента

3.5.1 Резец токарный подрезной отогнутый с сечением державки $H \times B = 25 \times 20$ мм, с углом врезки в стержень 0° , угол в плане $\phi = 90^\circ$, длиной $L = 140$ мм, с пластиной твердого сплава марки T15K6, правый [18].

Резец 2112-0061 T15K6

3.5.2 Резец токарный проходной отогнутый с сечением державки $H \times B = 25 \times 20$ мм, с углом врезки пластинки в стенки 0° , угол в плане $\phi = 45^\circ$, длиной $L = 140$ мм, с пластиной из твердого сплава марки T15K6, правый, левый [24].

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

Резец 2102-0079 T15K6

Резец 2102-0080 T15K6 ГО

3.5.3 Резец токарный расточной с пластинами из твердого сплава T15K6 для обработки сквозных отверстий.

3.5.4 Протяжка шлицевая переменного резания для отверстия $\varnothing 20H97$, длиной $L=750$ мм.

3.5.5 Фреза червячная чистовая однозаходная для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем типа 2, правозаходная, модулем $m_0=3$ мм, без модификации, класса точности AA, исполнение 2. $D = 90$ мм; $d = 32$ мм; $L = 140$ мм

3.5.6 Шевер тип 2 $m_0=6$; $z = 41$

Наружный диаметр $da_0=177,73$ мм, делительный диаметр $d_0=164,626$ мм, основной диаметр $dv_0=154,629$ мм, угол наклона линии зуба $\beta = 5^\circ$, материал P18 [29]

Шевер $m_0=6,0$ P18

3.5.7 Притиры чугунные для притирки зубьев $m_0=6$, количество притиров 2, наибольшая чистота вращения 425 мин^{-1}

3.5.8 Шлифовальный круг типа ПП

Наружным диаметром $= 63$ мм, высотой $H = 40$ мм, диаметром посадочного отверстия $= 20$ мм, из белого электрокорунда марки 25 А, зернистость 25, степень твердости CM-1, № структуры 8, на керамической связке K5, с рабочей скоростью 35 м/с, класс точности А, первого класса неуравновешенности [20].

ПП 63×40×20 25А CM1 8 K5 35 м/с 1 кл.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

3.5.9 Вспомогательный инструмент

Патрон быстросменный кулачковый для протяжки к вертикально-протяжному станку $d=50$ мм, исполнение 1.

Патрон 6170-0238 [21].

Оправка для фрезы с посадочным диаметром $d=32$ мм, исполнение 2, длиной $L=165$ мм.

Оправка 6224-0162 МН 3505-62.

Кольца промежуточные к оправке для зубофрезерного станка, исполнение 1, $d=32$ мм, $b=10$ мм, $b=15$ мм,

Кольцо 6030-0180 МН 33-64

Кольцо 6030-0181 МН 33-64

3.6 Определение режимов резания

Операция 010 Токарная

Точить торец

Расчётный диаметр $D_p = 63$ мм.

Припуск на сторону $Z = (47-38)/2 = 4,5$ мм.

Число проходов $i = 1$.

Глубина резания $t = 4,5/1 = 4,5$ мм.

Подача на оборот шпинделя $S_0 = 0,5...0,7$ мм/об. Принимаем $S_0 = 0,7$ мм/об.

Скорость резания $V_p = 116 \cdot 0,9 = 104,4$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D_p} = \frac{104,4 \times 1000}{3,14 \times 128} = 260 \text{ мин}^{-1} \quad (19)$$

Принимаем $n_{ст} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Действительная скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \times D_p \times n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \times 128 \times 250}{1000} = 100,5 \text{ м/мин} \quad (20)$$

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Мощность потребная на резание $N_e = 7$ кВт.

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{np}}{N_{cm} \cdot \eta_{cm}} = \frac{7}{10 \cdot 0,75} = 0,9 \quad (21)$$

Расточить отверстие

Расчётный диаметр $D_p = 21$ мм.

Припуск на сторону $Z_{max} = (23-21)/2 = 1$ мм.

Число проходов $i = 2$.

Глубина резания $t = Z/i = 1/2 = 0,5$ мм.

Подача на оборот шпинделя $S_0 = 0,12 \dots 0,2$ мм/об. Принимаем $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания $V = 136 \cdot 0,9 = 122,4$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D_p} = \frac{122,4 \times 1000}{3,14 \times 70,38} = 553,87 \text{ мин}^{-1} \quad \dots \dots \dots (22)$$

Принимаем $n_{ст} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Действительная скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_p \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70,38 \cdot 500}{1000} = 110,5 \text{ м/мин} \quad (23)$$

Мощность, потребная на резание $N_e = 2$ кВт.

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{np}}{N_{ст} \times \eta_{ст}} = \frac{2}{10 \times 0,75} = 0,26 \quad (24)$$

Операция 15 Токарная

Точить поверхность 1 начерно

Расчётный диаметр $D_p = 128$ мм.

Припуск на сторону $z_{max} = (128-115,4)/2 = 6,3$ мм.

Число проходов $i = 2$.

Глубина резания $t = Z/i = 6,3/2 = 3,15$ мм

Подача на оборот шпинделя $S_0 = 0,7 \dots 0,9$ мм/об. Принимаем $S_0 = 0,8$ мм/об.

Скорость резания $V_p = 117 \cdot 0,9 = 105,3$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D_p} = \frac{105,3 \times 1000}{3,14 \times 128} = 262 \text{ мин}^{-1} \quad (25)$$

Принимаем $n_{ст} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Действительная скорость резания

$$V_d = \frac{\pi \times D_p \times n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \times 128 \times 250}{1000} = 100,5 \text{ м/мин} \quad (26)$$

Мощность потребная на резание $N_{пр} = 4,9$ кВт.

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{пр}}{N_{ст} \times \eta_{ст}} = \frac{4,9}{10 \times 0,75} = 0,65 \quad (27)$$

020 Токарная полустовая

Точить поверхность 1 начисто

Расчётный диаметр $D_p = 115,94$ мм.

Припуск на сторону $Z = (115,94 - 114,58) / 2 = 0,68$ мм.

Число проходов $i = 1$.

Глубина резания $t = Z / i = 0,68 / 1 = 0,68$ мм

Подача на оборот шпинделя $S_0 = 0,55 \dots 0,65$ мм/об. Принимаем $S_{ст} = 0,6$ мм/об.

Скорость резания $V_p = 148 \cdot 0,9 = 133,2$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D_p} = \frac{133,2 \times 1000}{3,14 \times 115,94} = 366,2 \text{ мин}^{-1} \quad (28)$$

Принимаем $n_{ст} = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Действительная скорость резания

$$V_d = \frac{\pi \times D_p \times n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \times 115,94 \times 400}{1000} = 145,6 \text{ м/мин} \quad (29)$$

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Мощность потребная на резание $N_{пр} = 4,1$ кВт.

025 Токарная полуставовая

Точить поверхность 1 начисто

Расчётный диаметр $D_p = 115,94$ мм.

Припуск на сторону $Z = (115,94 - 114,58)/2 = 0,68$ мм.

Число проходов $i = 1$.

Глубина резания $t = Z/i = 0,68/1 = 0,68$ мм

Подача на оборот шпинделя $S_0 = 0,55 \dots 0,65$ мм/об. Принимаем $S_{ст} = 0,6$ мм/об.

Скорость резания $V_p = 148 \cdot 0,9 = 133,2$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D_p} = \frac{133,2 \times 1000}{3,14 \times 115,94} = 366,2 \text{ мин}^{-1} \quad (30)$$

Принимаем $n_{ст} = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Действительная скорость резания

$$V_n = \frac{\pi \times D_p \times n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \times 115,94 \times 400}{1000} = 145,6 \text{ м/мин} \quad (31)$$

Мощность потребная на резание $N_{пр} = 4,1$ кВт.

Операция 30. Зубофрезерная

Переход 2. Фрезеровать зубья предварительно

Группа станков III. $N = 7,5$ кВт. $H = 0,65$.

Расчётный диаметр $D_p = 90$ мм (равен диаметру фрезы).

Подача на оборот шпинделя $S_0 = (2,8 \dots 3,2) \cdot 0,9$ мм/об. Принимаем $S_0 = 2,5$ мм/об.

Скорость резания $V = 30$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times D_{фр}} = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 90} = 106 \text{ мин}^{-1} \quad (32)$$

Принимаем $n_{ст} = 100 \text{ мин}^{-1}$.

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Действительная скорость резания

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{\text{фр}} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 100}{1000} = 28,3 \text{ м/мин} \quad (33)$$

Мощность потребная на резание $N_{\text{пр}} = 1,2$ кВт.

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{ст}} \cdot \eta_{\text{ст}}} = \frac{1,2}{7,5 \cdot 0,65} = 0,25 \quad (34)$$

Переход 3. Фрезеровать зубья окончательно

Расчётный диаметр $D_p = 90$ мм (равен диаметру фрезы).

Подача на оборот шпинделя $S_0 = (2,0 \dots 2,5) \cdot 0,9$ мм/об. Принимаем $S_0 = 2,5$ мм/об.

Скорость резания $V = 24$ м/мин.

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D_{\text{фр}}} = \frac{24 \cdot 1000}{3,14 \cdot 90} = 84,9 \text{ мин}^{-1} \quad (35)$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 100 \text{ мин}^{-1}$.

Действительная скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_{\text{фр}} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 100}{1000} = 28,3 \text{ м/м} \quad (36)$$

Мощность потребная на резание $N_{\text{пр}} = 1,2$ кВт.

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{ст}} \cdot \eta_{\text{ст}}} = \frac{1,2}{7,5 \cdot 0,65} = 0,25 \quad (37)$$

Операция 35. Зубошлифовальная

Переход 2. Шлифовать отверстие предварительно

Расчётный диаметр $D_p = 71,761$ мм

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Расчетная длина обработки $L_p = 38$ мм

Припуск на сторону $Z = (71,761 - 71,385) / 2 = 0,188$ мм

Глубина резания $t = 0,1$ мм.

Число проходов $i = 0,188 / 0,1 = 2$

Скорость круга $V_k = 35$ м/с

Скорость заготовки $V_n = (0,010 \dots 0,016) V_k = 35$ м/мин

Поперечная подача $S_{\text{поп}} = 0,1$ мм/об.

Частота вращения заготовки

$$n = \frac{V_n \times 1000}{\rho \times D_p} = \frac{35 \times 1000}{3,14 \times 71,761} = 155 \text{ мин}^{-1} \quad (38)$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 200$ мин⁻¹.

Действительная скорость заготовки

$$V_d = \frac{\rho \times D_p \times n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \times 71,76 \times 200}{1000} = 45 \text{ м/мин} \quad (39)$$

Частота вращения круга

$$n = \frac{V \times 1000 \times 60}{\pi \times D_p} = \frac{35 \times 1000 \times 60}{3,14 \times 71,76} = 9320 \text{ мин}^{-1} \quad (40)$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 9000$ мин⁻¹.

Действительная скорость круга

$$V_d = \frac{\pi \times D_p \times n_{\text{ст}}}{1000 \times 60} = \frac{3,14 \times 71,76 \times 9000}{1000 \times 60} = 33,80 \text{ м/мин} \quad (41)$$

3.7 Определение технической нормы времени

3.7.1 Определение основного времени

Операция 05. Токарная

Переход 2,7. Точить торец 1,3 начерно.

Основное время для поперечного точения на токарном станке определяется по формуле

$$t_o = \frac{l_1 + l_2}{S_o \times n} \times i, \text{ мин} \quad (42)$$

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$$l = \frac{(d_{нар\ max} - D_{ен\ min})}{2} = \frac{63 - 30}{2} = 16,5 \text{ мм}; \quad (43)$$

l_1, l_2 - врезание и перебеги инструмента, мм; $l_1 = 0$; $l_2 = 2$ мм;

S_0 - подача, мм/об; $S_0 = 0,7$ мм/об;

n - частота вращения шпинделя станка, мин^{-1} ; $n = 250 \text{ мин}^{-1}$;

i - число проходов; $i = 1$

$$t_{005_{2,7}} = \frac{36+0+2}{0,7 \times 250} \times 1 = 0,2 \text{ мин}$$

Переход 3. Расточить отверстие

Основное время для продольного точения на токарном станке определяют по формуле

l - длина обрабатываемой поверхности, мм; $l = 30$ мм;

l_1, l_2 - врезание и перебеги инструмента, мм; $l_1 = 2$ мм; $l_2 = 2$ мм;

S_0 - подача, мм/об; $S_0 = 0,2$ мм/об;

n - частота вращения шпинделя станка, мин^{-1} ; $n = 500 \text{ мин}^{-1}$;

i - число проходов; $i = 2$

$$t_{005_3} = \frac{30+2+2}{0,2 \times 500} = 0,93 \text{ мин}$$

$$t_{005} = t_{005_{2,7}} + t_{005_3} = 0,2 + 0,93 = 1,13 \text{ мин}$$

Операция 10 Токарная

Переход 2. Точить поверхность 1 начерно

Переход 3. Точить поверхность 1 начисто

Основное время для продольного точения на токарном станке определяют по формуле 44

$$t_{015_3} = \frac{38+3+2}{0,6 \times 400} \times 1 = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{015} = t_{015_2} + t_{015_3} = 0,20 + 0,18 = 0,40 \text{ мин}$$

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Операция 15. Зубофрезерная

Переход 2. Фрезеровать зубья предварительно

Основное время при фрезеровании определяют по формуле

$$t_o = \frac{\pi d(L+l_1) \times z}{1000VS}, \text{ мин} \quad (44)$$

ГДЕ L - длина нарезаемого зуба, мм; $L=16$ мм

L_1 - величина врезания червячной фрезы, мм; $l=33$ мм

z - число зубьев нарезаемого колеса; $z=19$

S - подача на 1 оборот нарезаемого зубчатого колеса, мм; $S=2,5$ мм/об

V -скорость резания, м/мин; $V=28,3$ м/мин

d -диаметр фрезы, мм; $d=90$ мм

$$t_{o20_2} = \frac{3,14 \times 90(38+33) \times 19}{1000 \times 28,3 \times 2,5} = 7,66 \text{ мин.}$$

Переход 3. Фрезеровать зубья окончательно

Основное время при фрезеровании определяют по формуле

$$t_{o20_3} = \frac{3,14 \times 90(38+14) \times 27}{1000 \times 28,3 \times 2,5} = 5,61 \text{ мин.}$$

$$t_{o20} = t_{o20_2} + t_{o20_3} = 7,66 + 5,61 = 13,27 \text{ мин}$$

Операция 20. Зубопритирочная

При частоте вращения шпинделя станка $n_{ст} = 425 \text{ мин}^{-1}$ на 10 оборотов требуется:

$$t_{o35} = \frac{10}{425} = 0,02 \text{ мин}$$

Операция 25. Шлифовальная

Переход 2. Шлифовать отверстие предварительно

Основное время при шлифовании определяют по формуле

$$t_o = \frac{a}{S_p \times n} \times K, \text{ мин} \quad (45)$$

где a – припуск на сторону мм, $a = 0,188$ мм

S_p – радиальная подача круга за один проход (глубина резания), мм; $S_p = 0,1$ мм

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

n – частота вращения заготовки; $n = 200 \text{ мин}^{-1}$.

k – коэффициент учитывающий точность шлифования; $k = 1,4$

$$t_{040_2} = \frac{0,188}{0,1 \cdot 200} \cdot 1,4 = 0,013 \text{ мин}$$

Переход 3. Шлифовать отверстие окончательно

Основное время при шлифовании определяют по формуле 3.6

a – припуск на сторону мм, $a = 0,138 \text{ мм}$

S_p – радиальная подача круга за один проход (глубина резания), мм; $S_p = 0,005 \text{ мм}$

n – частота вращения заготовки; $n = 200 \text{ мин}^{-1}$.

k – коэффициент учитывающий точность шлифования; $k = 1,7$

$$t_{040_3} = \frac{0,138}{0,005 \times 200} \times 1,7 = 0,235 \text{ мин}$$

$$t_{040} = t_{040_2} + t_{040_3} = 0,013 + 0,235 = 0,248 \text{ мин}$$

3.7.2 Расчет штучно-калькуляционного времени $T_{штк}$ по операциям

$$T_{штк} = T_{шт} + T_{пз}/п, \text{ мин}, \quad (46)$$

где $T_{шт}$ – штучное время;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

$п$ – число деталей, $п = 1000 / 12 = 84 \text{ шт}$;

$$T_{шт} = (T_o + T_v) \times \left(1 + \frac{\alpha_{обс} + \alpha_{отд}}{100} \right), \text{ мин.}, \quad (47)$$

ГДЕ $\alpha_{обсл}$ И $\alpha_{отд}$ -

коэффициенты, определяющие оперативность расходуемого времени

Расчет штучно-калькуляционного времени представлен в таблице 19.

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Таблица 19 – Штучно-калькуляционное время по операциям

№	Наименование	To,	TB	αобс	TШ	ТПЗ,м	TШТК
05	Токарная	1,13	3,1	5	4,5	30	4,88
10	Токарная	0,42	1,8	5	2,4	30	2,85
15	Зубофрезерная	13,2	1,2	6	15,	48	15,94
20	Зубопритироч-	0,02	0,9	6	1,0	18	1,23
25	Шлифовальная	0,24	1,5	6,2	1,9	24	2,22
Всего		15,1	8,7	28,2	23,	150	27,12

Выводы по разделу 3:

Для технологической части выпускного квалификационного проекта была выбрана деталь –шестерня. Выбран способ получения заготовки и составлен план технологического процесса. Был выбран материал изготовления детали сталь 40Х. Создана таблица с наименованием кратким содержанием операции технологической базы, для изготовления детали класса шестерня. Выбран режущий и вспомогательный инструмент. Так же произведен расчет времени по операциям.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Организационный раздел

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

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

Планирование и управление различными комплексами работ предполагают использование моделей (графиков) проектов или разработок, достаточно полно отражающих в той или иной форме взаимосвязи и характеристики работ, которые предстоит выполнить. Традиционные методы планирования предполагают использование простейших моделей типа ленточных план-графиков Ганнта (рисунок 6), которые позволяют отразить календарные сроки начала и окончания каждого вида работы и длительность цикла выполнения всего комплекса работ. Ленточные 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 указани-

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>68</i>

ем сроков начала и окончания работ. Этот план-график мы и будем использовать в качестве плана, чтобы обеспечить организованное и своевременное выполнение работ по квалификационному проектированию.

При расчете трудоемкости и длительности этапов НИОКР могут быть приняты события и работы квалификационного проектирования. Расчет трудоемкости этапов НИОКР проводится на основе нормативной базы. Для расчета трудоемкости этапов НИОКР предлагаю воспользоваться методом экспертных оценок. [15]

					23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

№ п.п.	Этап работ	Исполнители		Продолжительность, раб. дней	85-90				
		Категория	Кол-во		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
1	Введение	Инженер	1	16	—	—	—	—	—
2	Аналитическая часть	Инженер	1	20	—	—	—	—	—
3	Конструкторский раздел	Руководитель темы. Инженер	1 1	25	—	—	—	—	—
4	Технологический раздел	Инженер	1	10	—	—	—	—	—
5	Организационно-экономический раздел	Консультант по эконом. части Инженер	1 1	7	—	—	—	—	—
6	Раздел БЖД	Консультант БЖД Инженер	1 1	7	—	—	—	—	—
7	Заключение	Инженер.	1	5	—	—	—	—	—

Рисунок 7 – План-график Гантта (ленточный) выполнения НИОКР

4.2 Основная заработная плата

Оценка себестоимости проекта

Оценку себестоимости стенда для испытания мостов военной автомобильной техники осуществлять нормативным методом расчета затрат.

В действующих в настоящее время нормативных документах в области бухгалтерского учета и налогообложения используется понятие «расходы организации». Допускается применение терминов: «смета затрат» – применительно к сфере материального производства и «сметная стоимость темы» – применительно к научным организациям.

Укрупнено смету затрат на выполнение темы (сметную себестоимость) $C_{см}$ можно представить, как сумму следующих типовых статей затрат.

Расчеты сведены в таблицу 20.

Таблица 20 – Расчеты затрат на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость руб.	Сумма руб.
Персональный компьютер	шт.	1	25000	25000
Бумага А4	пачка	1	270	270
Формат А1	шт.	20	30	600
Стол компьютерный	шт	1	3000	3000
Программное обеспечение КОМПАС 3D	количество лицензий	1	127000	127000
Программное обеспечение Autodesk Inventor 2015 Professional	количество лицензий	1	66916	66916
Транспортно-заготовительные расходы				8911
Итого:				231697

Затраты на транспортно-заготовительные расходы составляют 4% от суммы затрат на все материалы.

Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта ОЗП планируем с учетом продолжительности выполнения проекта и его отдельных этапов,

										Лист
										71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

степени занятости исполнителей (для некоторых категорий - трудоемкости работ), с использованием данных о нормах оплаты их труда. Расчет основной заработной платы проведем по отдельным работам (исполнителям).

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

$$СЗП = \frac{L_o}{F} \quad (48)$$

где $СЗП$ – среднедневная заработная плата, руб.;

L_o – оклад за месяц, руб.;

F – месячный фонд времени (рабочие дни), принимаем $F = 21,8$.

Определим среднедневной заработок инженера:

$$СЗП = \frac{17000}{21,8} = 780 \text{ руб.}$$

Определим среднедневной заработок руководителя проекта:

$$СЗП = \frac{20000}{21,8} = 917 \text{ руб.}$$

Определим среднедневной заработок консультанта:

$$СЗП = \frac{20000}{21,8} = 917 \text{ руб.}$$

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

$$ПЗП = СЗП \cdot t \quad (49)$$

где $ПЗП$ – заработная плата за выполнение определенного этапа НИОКР;

t – трудоемкость работы, чел.-дни.

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Определим прямую заработную плату за выполнение определенного этапа проекта инженера:

$$ПЗП = 780 \cdot 90 = 70200 \text{ руб.}$$

Определим прямую заработную плату руководителя проекта:

$$ПЗП = 917 \cdot 25 = 22925 \text{ руб.}$$

Определим прямую заработную плату консультанта проекта:

$$ПЗП = 917 \cdot 7 = 6\,419 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы на разработку НИР складывается из фонда заработной платы по категориям сотрудников. В статью ОЗП включают прямую заработную плату и дополнительный районный коэффициент, который на Урале составляет 15%.

Затраты на ОЗП представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Оклад руб.	Трудоемкость чел. - дней	ПЗП руб.	Районный Коэффициент	ОЗП руб.
Инженер	17 000	90	70200	10 530	80 730
Руководитель	20 000	25	22925	3 439	26 364
Консультанты от кафедр (2 консультанта)	20 000	14	12 837	1 925	14 762
Сумма					121 856

Дополнительная заработная плата

В эту статью затрат включается оплата отпусков, больничные, вознаграждения за выслугу лет и т.д. ДЗП составляет 10% от основной заработной платы:

$$\text{ДЗП} = 0,1 \cdot \text{ОЗП} \quad (50)$$

$$\text{ДЗП} = 0,1 \cdot 121856 = 12\,185,6 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальное страхование

Статья расходов включает в себя отчисления, установленные государством. На 2018 год эти отчисления составляют 30% от суммы ОЗП и ДЗП:

$$\text{ОСС} = 0,3(\text{ОЗП} + \text{ДЗП}) \quad (51)$$

$$\text{ОСС} = 0,3(121856 + 12185,6) = 40212,48 \text{ руб.}$$

Прочие прямые затраты

Данная статья расходов учитывает затраты на размножение технической документации и затраты на услуги транспорта, что составляет 3% от суммы затрат в предыдущих пунктах:

$$\text{ППЗ} = 0,03(\text{Материалы} + \text{ОЗП} + \text{ДЗП} + \text{ОСС}) \quad (52)$$

$$\text{ППЗ} = 0,03(231697 + 121856 + 12186,6 + 40212,48) = 12178,56 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

Накладные расходы связаны с затратами на хозяйственное обслуживание и управление, составляет 5 % от затрат по предыдущим пунктам:

$$\text{НР} = 0,05(\text{Материалы} + \text{ОЗП} + \text{ДЗП} + \text{ОСС} + \text{ППЗ}) \quad (53)$$

$$\text{НР} = 0,05(231697 + 121856 + 12186,6 + 40212,48 + 12178,56) = 20906,53 \text{ руб.}$$

Смета затрат на проведение НИОКР представлена в таблице 22.

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

Таблица 22 – Смета затрат на проведение НИОКР

Наименование	Затраты, руб.
Материалы	231697
Основная заработная плата	121856
Дополнительная заработная плата	12186,6
Отчисление в социальное страхование	40212,48
Прочие прямые затраты	12178,56
Накладные расходы	20906,53
Сумма	439037,17

4.3 Расчёт затрат на изготовление проектируемой конструкции

Расчет производится по калькулированию себестоимости одной детали и затраты на изготовление изделия выполняются укрупненным способом [12].

1) Основная заработная плата производственных рабочих:

$$Z_n = \sum \frac{(T_{шт} \cdot Z_T) \cdot D_T}{60}, \quad (54)$$

где $T_{шт}$ – время обработки, мин;

Z_T – тарифная ставка разряда, руб;

D_T – доплаты (0,15 – уральский коэффициент, 0,25 – средний размер премии), руб.

Таблица 24 – Себестоимость детали

Статья затрат	Σ,затрат
Затраты на основные материалы	80,50
Основная заработная плата	5208,35
Дополнительная з/п	416,7
Отчисление на соц. Страхование	1687,5
Расходы на оборудование	6406
Цеховые расходы	3645,84
Общезаводские расходы	2812,5
Внепроизводственные расходы	915,96
Прочие производственные	1144,95
Итого	20257

4.4 Анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции

Анализ прогрессивности проектируемой конструкции проводится на основе оценки перспективности или конкурентоспособности.

Оценка проводится по обобщенному критерию технического уровня K_1 , который представляет отношение суммы относительных величин расшифрованных параметров, вычисленных по отношению к соответствующим параметрам образцов отечественного производства, к приведенному числу параметров [13].

Определяем коэффициент весомости:

$$G_k = \frac{i_n}{2^{i_n - 1}}, \quad (55)$$

где i_n – порядковый номер параметра.

Результаты сводятся в таблицу 25.

Таблица 25 – Коэффициент весомости параметров

i_n	1	2	3	4	5
G_k	1	1	0,75	0,5	0,3125

Параметры сравнительных конструкций представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Параметры сравнительных конструкций

№ параметра в ранж. последовательности	Серийное изделие	Проектируемая конструкция
1	95	100
2	1600	3500
3	80	45
4	200	400
5	200	600

Коэффициент технического уровня :

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{B_i}{B_{0i}} \cdot G_i}{\sum_{i=1}^S G_i}, \quad (56)$$

где B_i и B_{0i} – соответственно, значение частного параметра машины по проекту и

по базовому варианту;

$$K_1 = \frac{\frac{100}{95} \cdot 1 + \frac{3500}{1600} \cdot 1 + \frac{80}{45} \cdot 0,75 + \frac{400}{200} \cdot 0,5 + \frac{600}{200} \cdot 0,3125}{1 + 1 + 0,5 + 0,75 + 0,3125} = 1,83.$$

По полученному коэффициенту технического уровня, можно сделать вывод, что данная разработка является весьма перспективной.

4.5 Расчёт показателей экономической эффективности

4.5.1 Расчёт себестоимости изделия

Стоимость гидромеханической кпп: 1150000 руб..

Затраты на изделие : 24960 руб..

Себестоимость изделия $1150000 + 20257 = 1170257$ руб..

Прибыль – 15% от себестоимости - $1170257 \cdot 0,15 = 176244$ руб..

Оптовая цена предприятия составит $1170257 + 176244 = 1351204$ руб..

Отпускная цена с учётом НДС (20%) 1621444 руб..

4.5.2 Оценка коммерческой состоятельности проекта

Капитальные вложения (инвестиции) в организацию работы $K_{сум}$ включают в себя :

$$K_{сум} = K_{пр} + K_{сопр} + K_{об} , \quad (57)$$

где $K_{пр}$ - прямые капитальные вложения, руб;

$K_{сопр}$ - сопряжённые капитальные вложения, руб;

$K_{об}$ - минимально необходимые оборотные средства, руб;

В дипломном проекте рассматриваются реальные инвестиции, при этом учитываются только прямые капитальные вложения [13]:

$$K_{пр} = 0,9 \cdot c_{п} \cdot A, \quad (58)$$

где $c_{п}$ - полная себестоимость изделия $c_{п} = 1174960$ руб;

$A = 10$ шт – программа выпуска изделий.

$$K_{пр} = 0,9 \cdot 1174960 \cdot 10 = 10,57 \text{ млн. руб.}$$

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

4.5.3 Оценка эффективности инвестиций

Для определения экономической целесообразности осуществления инвестиционного проекта, определим показатель простой нормы прибыли, срок окупаемости инвестиций и точку безубыточности проекта.

Показатель простой нормы прибыли – наименьший гарантированный уровень доходности, сложившийся на рынке капиталов :

$$ПНП = \frac{П_{\sigma} \cdot K_{Н.П.}}{K_{\text{сум}}}, \quad (59)$$

где $П_{\sigma}$ - балансовая прибыль, руб;

$K_{Н.П.}$ - коэффициент, учитывающий налог на прибыль, примем 0,7.

$$П_{\sigma} = (Ц_{\text{онт}} - C_{\text{пол}})A = (1621444 - 1174960) \cdot 10 = 4464840 \text{руб.}$$

Расчётная прибыль : $П_p = П_{\sigma} \cdot 0,7 = 4464840 \cdot 0,7 = 3125388 \text{руб.};$

$$ПНП = \frac{3125388}{10570000} = 0,295$$

Срок окупаемости инвестиций – минимальный временной интервал (от начала осуществления инвестиционного проекта), за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остаётся в дальнейшем положительным.[12]

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{П_p + \Phi_{\text{амор}}}, \quad (60)$$

где $\Phi_{\text{амор}}$ - амортизационные отчисления, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{10570000}{3125388 + 125937} = 3,25 \text{года.}$$

Точка безубыточности проекта – критический объём производства $A_{\text{кр}}$, при котором прибыль становится нулевой, так как прибыль от реализации совпадает

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

с издержками производства. Сравнение точки безубыточности с планируемым объёмом производства позволяет определить «запас прочности производства».

Точка безубыточности определяется по формуле :

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{онм} - a}, \quad (61)$$

где В – условно-постоянные издержки на весь выпуск, руб/год;

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

$$A_{кр} = \frac{11749600}{1351204 + 24959,91} = 8,53шт / год..$$

Рассчитаем зависимость объёмов реализации V_p и общих издержек от объёмов выпуска и реализации С в натуральном выражении А .

$$V_p = C_{онм} \cdot A, \quad (62)$$

$$C = a \cdot A + B, \quad (63)$$

$$V_p = 1351204 \cdot 10 = 13512040 руб / год ;$$

$$C = 24959,91 \cdot 10 + 11749600 = 11999600 руб / год .$$

Графическая иллюстрация «Точки безубыточности» выносится на демонстрационный лист.

Вычислим относительный запас прочности :

$$\delta = \frac{A - A_{кр}}{A} \cdot 100\% = \frac{10 - 8}{10} \cdot 100\% = 20\%..$$

Запас прочности показывает, что снизить объём производства и реализации продукции без угрозы его финансового положения можно на 20%.

4.5.4 Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта

В этой части дипломного проекта была определена себестоимость предлагаемой конструкции, выявлены необходимые технико-экономические показатели, значения которых внесены в таблицу 27.

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

Таблица 27 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Изделие (вариант)	
		базовый	новый
Критерий технического уровня		1	1,83
Годовая программа	шт.	10	10
Полная себестоимость	млн. руб	1,061	1,175
Оптовая цена	млн. руб	1,22	1,35
Прибыль	млн. руб/год	2,715	3,125
Инвестиции	млн. руб	9,54	10,57
Простая норма прибыли	%	25	29,5
Срок окупаемости	год	2,8	3,25
Точка безубыточности	шт.	7,3	8,5

На основании обозначенных в таблице 24 характеристик построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков, представленные на рисунках 6 и 7.

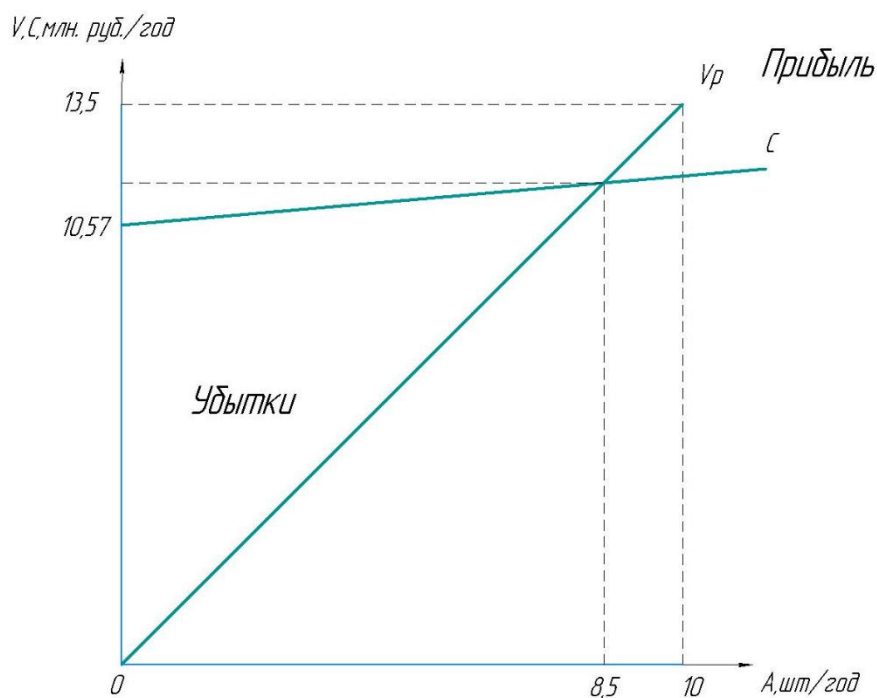


Рисунок 8 – Анализ безубыточности производства

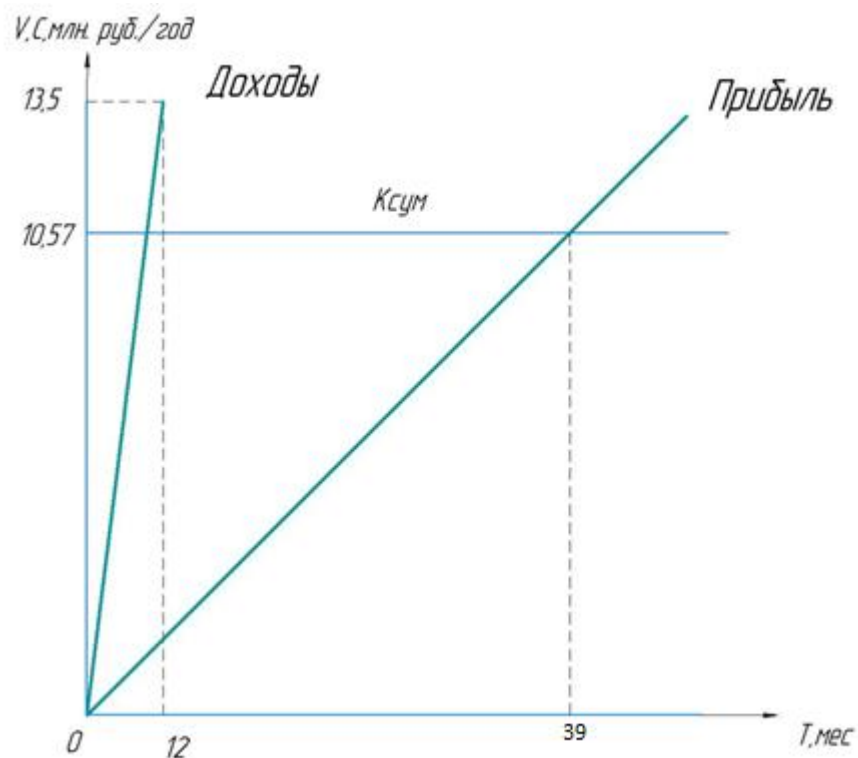


Рисунок 9 – График денежных потоков

Выводы по разделу 4:

В экономической части выпускного квалификационного проекта представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Выполнен расчет затрат на изготовление и определена себестоимость детали-шестерня. Произведен анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

Согласно трудовому кодексу (ст. 211) требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.[25]

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

Вредные производственные факторы – это факторы производственной среды и трудового процесса, которые при длительном систематическом воздействии могут вызывать развитие профессиональных заболеваний.

Опасные производственные факторы – это факторы производственной среды и трудового процесса, которые могут привести к резкому внезапному ухудшению здоровья.

										Лист
										84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

Основным оборудованием, применяемым при производстве деталей, входящих в состав ведущего моста, и сборке являются металлорежущие станки, гальванические ванны для нанесения электродиффузионных покрытий, муфельные печи и печи для закалки токами высокой частоты, инструмент с электрическим и пневматическим приводом, ручной инструмент.

Данное оборудование может стать причиной травмирования работников при несоблюдении правил техники безопасности, неумелом обращении или неисправности оборудования.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [26] «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» исходя из природы действия факторов, можно выделить следующие группы ОВПФ: физические, химические, психофизиологические.

К физическим ОВПФ, возникающим на рабочем месте относятся:

- а) движущиеся предметы, механизмы или машины, а также неподвижные их элементы на рабочем месте (при механическом воздействии).
- б) электрический ток. Источником поражения могут быть незащищенные и неизолированные электропровода, поврежденные электродвигатели, открытые коммутаторы, не заземленное оборудование и др.
- в) агрессивные и ядовитые химические вещества, применяемые в гальванических ваннах для нанесения антикоррозионных покрытий.
- г) нагретые элементы оборудования, другие теплоносители (при термическом воздействии).
- д) повреждения, полученные при падениях.

На этапе эксплуатации возникают следующие ОВПФ:

- а) наличие вращающихся частей ведущего вала с частотой вращения до 2300 об/мин;
- б) нагрев тормозных дисков;
- в) шум.

									Лист
									85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ				

К химическим ОВПФ, возникающим на рабочем месте относятся:

- а) выделение паров нефтепродуктов, паров веществ, применяемых для нанесения электродиффузионных покрытий;
- б) воздействие горюче-смазочных материалов.

К психофизиологическим ОВПФ, возникающим на рабочем месте относятся:

- а) физические перегрузки: ограниченная подвижность во время работы, неправильная рабочая поза.

Возможными аварийными ситуациями являются: замыкание токонесущей части оборудования на его корпус или тело человека, освобождение заготовок от закрепления во время их обработки, самопроизвольный пуск оборудования, падение элементов оборудования, заготовок или инструмента, разлив технических жидкостей.

Длительное нахождение человека в зоне комбинированного влияния различных неблагоприятных факторов может привести к возникновению различных заболеваний.

5.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

5.2.1 Микроклимат производственных помещений

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

Параметрами, характеризующими микроклимат, являются:

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

Параметры микроклимата меняются с изменением внешних природных условий.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Микроклиматические условия в производственных

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		86

помещениях регламентируются СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [27]

Работа операторов станков и сборщиков относится к категории Пб (работы средней тяжести). Так, в холодный период года температура воздуха в помещении должна находиться в пределах 17... 19 С, относительная влажность - в пределах 40...60 %, скорость перемещения воздушных масс должна составлять около 0,2 м/с. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Таблица 29 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

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

Таблица 30 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 2

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

Для поддержания температуры воздуха в указанных пределах необходима система центрального водяного отопления. Требования к системам отопления устанавливаются СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»[28].

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

5.2.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Чтобы запыленность воздуха и концентрация в нем вредных компонентов не превышали предельно допустимых концентраций, в производственных помещениях должна быть предусмотрена естественная и принудительная вентиляция.

Требования к вентиляционным системам устанавливает ГОСТ 32548-2013 Вентиляция зданий . Воздухораспределительные устройства. [29]

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.[30]

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоне приведены в таблице 31.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Таблица 31 – ПДК вредных веществ в воздухе производственной зоны

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

Для удаления вредных загрязняющих веществ из производственных помещений, а также для удаления паров легкоиспаряющихся жидкостей целесообразно устроить принудительную приточно-вытяжную вентиляцию, исключая образование взрывоопасных концентраций смесей паров с воздухом. Во избежание выдавливания приточным воздухом загрязняющих веществ и легковоспламеняющихся паров топлива в смежные помещения производительность вытяжной вентиляции должна быть выше приточной для обеспечения некоторого разряжения в вентилируемом помещении.

5.2.3 Требования к производственному освещению

Освещение производственных помещений регламентируется

СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования»[31].

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

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

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Искусственное освещение должно быть комбинированным: общее верхнее освещение и местное, состоящее из электрических светильников и переносных ламп. Также допускается совмещенное освещение, когда наряду с искусственным используется естественное освещение. Освещенность на рабочем месте оператора должна быть не менее 300 лк (при малом контрасте и темном фоне). Требования к освещению помещений промышленных предприятий для данного класса зрительной работы представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий часть 1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	X-ка фона
Средней точности	Св 0,5 до 1,0	а	малый	темный
		б	малый средний	средний темный
		в	малый средний большой	светлый средний темный

Таблица 33 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий часть 2

Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателей ослепленности и коэффициента пульсации	
При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	Р	Кп, %
Всего	В том числе от общего		40	20
750	200	300	40	20
500	200	200	40	20
400	200	200	40	20

5.2.4 Уровень шума в производственных помещениях

Регламентирующие документы: СП 51.13330.2011[32] Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

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

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

Шум создает значительные нагрузки на нервную систему человека, оказывает на него психологическое воздействие, ослабляется внимание, ухудшается память.

Все это приводит к значительному снижению производительности труда, увеличению количества ошибок в работе. Поэтому предполагаются меры по защите работающих от вредного влияния шума.

Шум в производственных помещениях регламентирован ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».[33]

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице 34.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

Таблица 34 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в производственные помещения и территорию предприятия

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{A_{экв}}$), дБА	Максимальный уровень звука $L_{A_{макс}}$, дБА	
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000			8000
Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами	-	107	95	87	80	78	75	73	71	69	80	95

Таблица 35 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

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

5.2.5 Значения напряжений прикосновения и токов

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [34] напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека при неаварийном режиме работы электроустановки не должны превышать значений, указанных в таблице 36.

Таблица 36 – Значения напряжений прикосновения и токов

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

Основным нормативным документом по защите от поражения электрическим током являются ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7»[35] Оборудование питающееся от сети напряжением 380 В должно быть заземлено, электрические шкафы должны иметь блок предохранителя-выключателя электрического типа. В качестве индивидуального средства защиты от поражения электрическим током в помещении должны быть диэлектрические перчатки диэлектрические и резиновые коврики.

5.3 Требования пожарной безопасности

Регламентирующий документ: Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями)[36].

Производственный цех относится к помещениям с повышенной пожарной опасностью. По технологии производства в нем могут использоваться открытый огонь при сварке, горюче-смазочные материалы, краски, герметики.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Согласно НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [36] категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 37. Производственный цех в котором работает оператор станка относится к категории В.

Таблица 37 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

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

Продолжение таблицы 37

В1-В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются.
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
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

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

В целях повышения пожарной безопасности запрещается хранение в производственных легковоспламеняющихся жидкостей в емкостях объемом более 100 л; для хранения промасленной ветоши должны быть отведены специальные места, курение разрешается только в специально отведенных местах.

Планы эвакуации разрабатываются на основании ГОСТ Р 12.2.143-2009 (с учетом Изменения № 1, 2012) «Система стандартов безопасности труда. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Общие технические требования. Методы контроля».[36]

Требования к пожарной сигнализации устанавливаются согласно ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний».[36]

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

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

Выводы по разделу 5:

При производстве гидромеханической коробки передач и ее эксплуатации не возникает специфических ОВПФ. Поэтому, при соблюдении норм, установленных законодательством Российской Федерации, ОВПФ, возникающие на стадии производства и эксплуатации изделия, находятся в установленных пределах и не оказывают вредного влияния на здоровье человека.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		96

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был проведен сравнительный анализ машины ДТ-10П с ее аналогами, по результатам которого видно, что ДТ-10П имеет достаточно низкую максимальную скорость 37км/ч.

Для увеличения максимальной скорости было принято решение изменить передаточное число трансмиссии на 2 и 4 передаче. Уменьшение передаточного числа достигается путем уменьшения количества зубьев на шестерни ведомого вала с 21 до 19. По результатам проведенных расчетов видно, что межосевое расстояние осталось прежним, корпус гидромеханической коробки не требует дорогостоящего изменения, получаем передаточное отношение 0,5588. Полученное передаточное отношение позволяет увеличить максимальную скорость на 4 передаче до 45 км/ч.

В технологическом разделе выпускной квалификационной работе, для изготовления шестерни, была выбрана сталь 40Х, а так же показаны химические и механические свойства выбранной стали. Разработан технологический процесс изготовления детали шестерня, выбраны и рассчитаны операции токарной черновой, токарной получистовой, зубофрезерной и слесарной обработки детали. Выбрано оборудование для выполнения операций. Так же произведен расчет времени по операциям сумма которого составила 229 минут.

В экономической части выпускного квалификационного проекта представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Выполнен расчет затрат на изготовление и определена себестоимость детали–шестерня которая составила 20257р. Произведен анализ прогрессивности и технологичности проектируемой конструкции. Рассчитана себестоимость изделия равная 1170257р. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Срок окупаемости проекта составляет 39 месяцев. (3.2года.)

Для работников, выполняющих операции на станках для изготовления выбранной детали, была составлена инструкция по охране труда. Проведен анализ опасных и вредных производственных факторов. Установлены нормы,

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		97

ограничивающие влияние вредных и опасных производственных факторов.

					23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СТО ЮУрГУ 04 – 2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 2 Горячев В.Т. Двухзвенные транспортеры ДТ-10П и ДТ-10 120.00.000 ТО и ИЭ. М.: Военное издательство, 1988. - 272 с.
- 3 Биргер, И.А. Расчет на прочность деталей машин: справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение 1979. –384 с.
- 4 .Петров А.В. Планетарные и гидромеханические передачи колесных и гусеничных машин. 1980. — 384 с.
- 5 Самохвалов, Я.А. Справочник техника-конструктора: справочник / Я.А. Самохвалов, М.Я. Левицкий, В.Д. Григораш. – Киев: Техніка, 1975. – 248 с.
- 6 Винников Д.Н., Золотарев С.А., Савельев Н.Г. ФГУ 21 НИИИ МО РФ.
- 7 Глазунов А.И. Методические указания к курсовому проекту по технологии машиностроения: учебное пособие / А.И. Глазунов – Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1979. – 87 с.
- 8 Бабенко, Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов: учебное пособие / Э.Г. Бабенко. – Хабаровск, Изд-во ХГТИ, 1997. – 314 с.
- 9 Косилова, А.Г. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и технически обоснованных норм времени: справочное пособие: в 2 т. / А.Г. Косилова. – М.: Машиностроение, 1988. – Т.1. – 177 с.
- 10 Косилова, А.Г. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и технически обоснованных норм времени: справочное пособие: в 2 т. / А.Г. Косилова. – М.: Машиностроение, 1988. – Т.2. – 165 с.
- 11 Рыжов, Р.И. Краткий справочник конструктора: справочник / Р.И.Рыжов – Л.: Машиностроение, 1984. – 102 с.

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ					

- 12 Дерябин, В.Г. Задание по экономической части дипломного проекта на преддипломной практике: учебное пособие / В.Г. Дерябин. – Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1979. – 72 с.
- 13 Заслонов, В.Г. Организационно – экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 66 с.
- 14 Комплексные решения для машиностроения. – <http://ascon.ru/>.
- 15 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению: справ. пособие / Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 16 координатно-измерительная машина TESA MICRO-HITE 3D. <http://galika.ru/products/tesa-micro-hite-3d/>.
- 17 DMTG DL30M Токарный станок с ЧПУ. <http://mashinform.ru/import/tokarnie-stanki/dmtg-dl30m-obj4482.html>
- 18 ГОСТ 18877-73. резцы токарные проходные отогнутые – М.: Стандартиформ – 65с.
- 19 ГОСТ 8570-80. Шеверы дисковые. Технические условия – М.: Стандартиформ – 54 с.
- 20 ГОСТ 2424-83. Круги шлифовальные. Технические условия – М.: Стандартиформ – 43 с.
- 21 ГОСТ 16158-70. Патроны быстросменные кулачковые для протяжек к горизонтально-протяжным станкам. Конструкция и размеры – М.: Стандартиформ – 56 с.
- 22 ГОСТ 7829-70 Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на молотах – М.: Стандартиформ – 64 с.
- 23 ГОСТ 7505-69 Поковки стальные штампованные. М.: Стандартиформ – 53.
- 24 Разработка технологических процессов изготовления деталей в машиностроении : учеб. пособие / В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 332 с.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>100</i>

- 25 Безопасность жизнедеятельности: методические указания к дипломному проекту / составители А.В.Хашковский, И.П.Палатинская, – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 50 с.
- 26 ГОСТ 12.0.003 – 2015. – Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2016. – 9 с.
- 27 СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997 – 38 с.
- 28 СНиП 41-01 – 2003. – Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, 2004 – 45 с.
- 29 ГОСТ 32548 – 2013. – Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
- 30 ГН 2.2.5.1313 – 03. – Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: Минздрав России, 2003. – 19 с.
- 31 СП 52.13330.2011. – Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» . – М.: Минздрав России, 2011. – 33 с.
- 32 ГОСТ 12.1.003-83. – Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 18 с.
- 33 СП 51.13330.2011. – Защита от шума. – М.: НИИСФ РААСН, 2011. – 18 с.
- 34 ГОСТ 12.1.019 – 79. – Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Стандартинформ, 2000. – 8 с.
- 35 ГОСТ 12.1.030 – 81. – Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление – М.: Стандартинформ, 1988. – 16 с.
- 36 ГОСТ 12.1.004 – 91. – Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования – М.: Стандартинформ, 2006. – 41 с.

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

37 ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия (с изменениями N 1, 2, 3, 4, 5) –М.: Стандартиформ,1972.–32с

					<i>23.05.02.2018.399.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>102</i>