

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал Федерального Государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Автомобилестроение»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, _____
(должность)

(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент*

(подпись) *В.В. Краснокутский*
(И.О.Ф.)

_____ 2017 г.

Проект полноприводного автомобиля с валом отбора мощности

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ
ЮУрГУ–23.05.01.2017.616.ВКП

Консультант, *к.э.н.*
Экономическая часть

Н.С. Комарова

_____ 2017 г.

Руководитель, *к.т.н., доцент*

В.В. Краснокутский

_____ 2017 г.

Консультант, *к.т.н., доцент*
Безопасность жизнедеятельности

В.В. Краснокутский

_____ 2017 г.

Автор
студент группы МиМс-551

А.Л. Пономарев

_____ 2017 г.

Нормоконтролер, *ведущий инженер*
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

М.И. Абрамов

_____ 2017 г.

Миасс, 2017

АННОТАЦИЯ

Пономарев А.Л. Проект полноприводного автомобиля с валом отбора мощности – Миасс: МиМс, ЮУрГУ, 2017 г., 120 с., 55 илл., библиографический список – 24 наименования, 9 листов ф. А1, 1 лист ф. А3, спецификация 1 лист ф. А4.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цели и проблемы, которые будут решены.

Первая глава посвящена технико-экономическому обоснованию проекта - обоснованию выбора автомобиля и тракторного ВОМ.

Во второй главе рассчитаны тягово-динамические характеристики выбранного автомобиля: внешняя скоростная характеристика, тяговая характеристика, мощностной баланс, динамическая характеристика, ускорение, угол подъема и расчет топливной экономичности.

В третьей главе проведен проверочный расчет ВОМ трактора Т-150К, а также разработан метод крепления его к раме автомобиля Урал 4320-0110-61М.

В четвертой главе разработан технологический процесс изготовления пластины – элемента для установки и крепления ВОМ к раме автомобиля.

В экономической части рассчитан срок окупаемости данной разработки. Срок окупаемости составит 18 месяцев.

В части БЖД и ГО представлены требования техники безопасности и охраны труда, их анализ при работе на автомобиле Урал с установленным на нём тракторным ВОМ.

					23.05.01.2017.616 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Пономарев А.Л			Проект полноприводного автомобиля с валом отбора мощности	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Краснокутский					4	120
<i>Н. Контр.</i>		Абрамов М.И.				ЮУрГУ Кафедра «Автомобилестроение»		
<i>Утверд.</i>		Краснокутский						

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	9
1.1 Обзор полноприводных автомобилей.....	9
1.1.1 Автомобиль Урал 4320-0110-61М.....	9
1.1.2 Автомобиль КамАЗ-43118.....	12
1.1.3 Автомобиль ЗИЛ-131.....	13
1.1.4 Автомобиль КраЗ-260.....	15
1.1.5 Автомобиль МАЗ-64229.....	17
1.1.6 Автомобиль HOWO.....	19
1.2 Назначение и виды валов отбора мощности.....	20
1.2.1 Вал отбора мощности ДТ-75.....	29
1.2.2 Вал отбора мощности МТЗ-80.....	30
1.2.3 Вал отбора мощности Т-150К.....	34
1.2.4 Боковой вал отбора мощности.....	38
1.2.5 Вал отбора мощности Кировец-700.....	40
Вывод по разделу один.....	45
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.....	47
2.1 Характеристики автомобиля Урал 4320-0110-61М.....	47
2.2 Выбор основных параметров.....	48
2.3 Выбор характеристики двигателя.....	49
2.4 Оценка тягово-скоростных характеристик автомобиля.....	51
2.5 Мощностной баланс автомобиля.....	53
2.6 Ускорение автомобиля.....	54
2.7 Время и путь разгона автомобиля.....	61
2.8 Угол подъёма автомобиля.....	64
Вывод по разделу два.....	65

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	66
3.1 Постановка задач.....	66
3.2 Проверочный расчёт одноступенчатого редуктора.....	66
3.2.1 Исходные данные.....	66
3.2.2 Общее передаточное отношение редуктора.....	66
3.3 Крутящие моменты на валах.....	67
3.4 Мощность выходного вала.....	67
3.5 Материал шестерен и валов ВОМ.....	67
3.6 Расчёт на контактную выносливость.....	69
3.7 Геометрические параметры передачи.....	70
3.8 Кинематические параметры передачи.....	70
3.9 Проверочный расчёт в конструировании валов редуктора.....	71
3.10 Проверочный расчёт выходного вала.....	72
3.11 Размещение редуктора на раме автомобиля.....	73
3.12 Присоединительный фланец.....	75
Вывод по разделу три.....	77
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	78
4.1 Исходные данные.....	78
4.2 Выбор и анализ материала.....	79
4.3 Выбор заготовки.....	81
4.4 Выбор оборудования.....	82
4.5 Расчёт припусков.....	84
4.6 Базы установки заготовки.....	85
4.7 Присоединение.....	85
4.8 Технологический процесс.....	85
Вывод по разделу четыре.....	91
5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.....	92
5.1 Основные затраты.....	92
5.2 Оценка эффективности инвестиционного проекта.....	96

Вывод по разделу пять.....	104
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	105
6.1 Требования безопасности при эксплуатации автомобиля Урал.....	105
6.2 Техника безопасности использования сельскохозяйственных машин...	106
6.3 Техника безопасности использования ВОМ.....	107
Вывод по разделу шесть.....	111
7 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА.....	112
Вывод по разделу семь.....	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	117
ИЛ 74-033-64 Автомобиль высокой проходимости с валом отбора мощности (ВОМ) трактора.....	117

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

ВВЕДЕНИЕ

При прохождении обучения был поднят вопрос относительно нехватки специализированного транспорта в области сельского хозяйства и пожаротушения связанный с удалёнными и труднодоступными местами, и необходимостью быстрой транспортировки механизмов в пункт назначения. В связи с этим, была поставлена задача поиска автомобиля, удовлетворяющего условие высокой проходимости и возможности его агрегатирования с иными механизмами.

Данную проблему решит установка на автомобиль высокой проходимости с колёсной формулой бхб вала отбора мощности (ВОМ) от трактора Т-150К.

При получении задания, был произведён анализ автомобиля Урал 4320-0110-61М и сделан вывод, что он удовлетворяет все выше обозначенные условия.

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

1.1 Обзор полноприводных автомобилей

В настоящее время существует большое количество грузовых автомобилей высокой проходимости производимых как в России, так и за рубежом. Из традиционных колёсных автомобилей рассмотрим автомобили с колёсной формулой 6х6.

1.1.1 Автомобиль Урал 4320-0110-61М

Этот автомобиль производится на автомобильном заводе ОАО «Урал» и является модификацией легендарного Урала 4320, отличающегося своим качеством, высокой проходимостью, а также простотой конструкции и ремонтпригодностью.

Автомобиль Урал оснащен механизмами блокировки межосевых и межколёсных дифференциалов двух задних мостов.

Данный автомобиль рассчитан на широкий температурный диапазон эксплуатации - от +50°C до -50°C.

Таблица 1.1 – Характеристики Урала 4320-0110-61М

Колёсная формула	6х6
Снаряженная масса автомобиля, кг	9750
Снаряженная масса автомобиля, кг	19 975
Масса размещаемого и перевозимого груза, кг	10000
Масса буксируемого прицепа, кг	11500
Максимальная скорость, км/ч	85
Емкость топливного бака, л	300
Дорожный просвет, мм	360
Габаритные размеры автомобиля, мм	7338x2500x2715

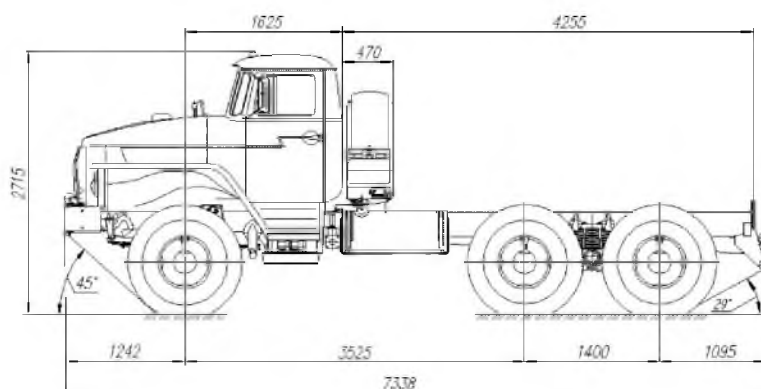


Рисунок 1.1 – Характеристики Урал-4320

Кабина автомобиля представляет собой цельнометаллическую конструкцию. Вмещает трех пассажиров, имеет 2 двери, оборудована средствами повышенной термозвукоизоляции, системой вентиляции и отопления, регулируемым сиденьем водителя.

На автомобиле установлен двигатель Ярославского моторного завода, типа ЯМЗ-65654. Двигатель ЯМЗ-65654 представляет собой V-образный четырехтактный дизеля с турбонаддувом с топливной аппаратурой аккумуляторного типа Common Rail на базе топливоподающего насоса высокого давления «Компакт-40», электронной системой управления двигателем, изменением конструкции ряда узлов и деталей двигателя, с замкнутой системой вентиляции картерных газов.



Рисунок 1.2 – Двигатель ЯМЗ-65654

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

10

Таблица 1.2 – Характеристики двигателя ЯМЗ-65654

Степень сжатия	17,5
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	169 (230)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2100
Максимальный крутящий момент, Нм (кгсм)	882 (90)

Коробка в автомобиле представлена ЯМЗ-2361: пятиступенчатая, механическая, с синхронизаторами на 2-3 и 4-5 передачах, с максимальным входящим моментом 930 (Нм).

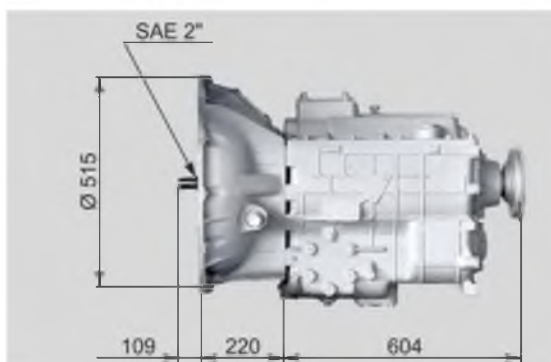


Рисунок 1.3 – Коробка передач ЯМЗ-2361

Раздаточная коробка - механическая, двухступенчатая с блокируемым межосевым дифференциалом. В раздаточной коробке Урал-4320 установлен межосевой блокируемый дифференциал, распределяющий крутящий момент между передним ведущим мостом и двумя ведущими мостами задней тележки в отношении 1:2.

Карданная передача - открытая, с четырьмя валами, с шарнирами на игольчатых подшипниках.

Ведущие мосты - Проходного типа с верхним расположением главной передачи.

Система электрооборудования - Однопроводная, с номинальным напряжением 24В. Также установлены две аккумуляторные батареи, ёмкость каждой из которых составляет 190 А/ч.

Автомобиль имеет генератор переменного тока, мощностью 1000 Вт.

Стартер электромагнитного включения, максимальная мощность 8,2 кВт.

Рама Урала собрана из двух штампованных лонжеронов, соединенных между собой поперечинами за счёт клёпки.

Колеса - дисковые. Шины имеют следующие габариты: 1200х500х508 (мм), пневматические, камерные, с регулируемым давлением.

Стоимость нового автомобиля Урал (1.10.2016) составит от 2683000 рублей [10].

1.1.2 Автомобиль КамАЗ-43118

Продукты Камского автозавода на российском рынке традиционно пользуются большим спросом. Частные грузовые и специализированные компании предпочитают именно их из-за неприхотливости в обслуживании и выносливости. Сложные дорожные условия России им не страшны, а стоимость КамАЗов куда меньше иностранных аналогов.

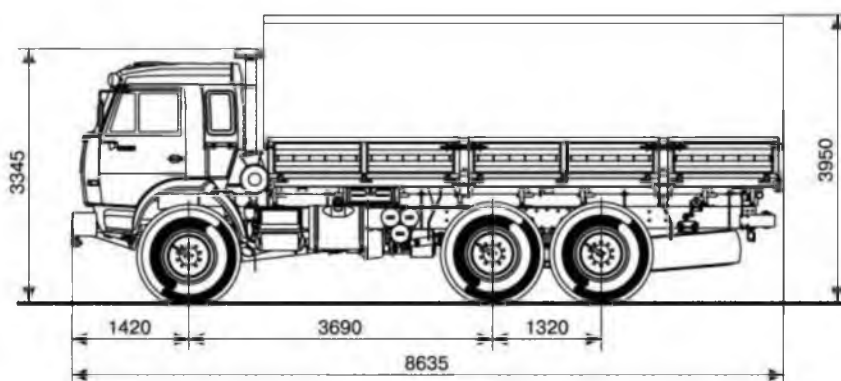


Рисунок 1.4 – КамАЗ-43118

Таблица 1.4 – Характеристики КамАЗ-43118

Грузоподъёмность, кг	10000
Масса бортовой версии, кг	10500
Масса буксируемого прицепа, кг	32650
Максимальная скорость, км/ч	90
Подъём в гору	20°
Топливные баки, л	210 + 350

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

12

Расход топлива у КамАЗа-43118 равняется 33 л/100 км при скорости 40-50 км/час.

В качестве силовой установки для КамАЗа-43118 производитель предлагает 4-тактный 8-цилиндровый дизельный мотор модели «КамАЗ 740.55-300» с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха и турбонаддувом. Агрегат соответствует классу «Евро-3» и отличается малым расходом топлива.

Характеристики мотора «КамАЗ 740.55-300»:

- рабочий объем — 10,85 л;
- номинальная мощность – 245 л.с.;
- частота вращения – 2200 об/мин;
- максимальный крутящий момент 1060 Нм.

КамАЗ-43118 оснащается модернизированным шасси, которое можно применять в качестве базы для установки оборудования: автоцистерны, автокрана и самосвального кузова. Довольно часто на грузовик монтируют гидроманипулятор, располагая его как в конце платформы, так и сразу за кабиной. Также популярны лесовозы и сортиментовозы на базе КамАЗа-43118, которые уверенно передвигаются по пересеченной местности и труднопроходимым лесным участкам благодаря повышенной проходимости. Манипулятор позволяет заменить погрузчик, сократив затраты на дополнительные машины.

Тягач оборудуется 28-вольтовым генератором (2000 Вт), двумя стандартными аккумуляторами по 190 А*ч и рулевой колонкой, регулируемой в двух направлениях.

Тягач оборудуется 28-вольтовым генератором (2000 Вт), двумя стандартными аккумуляторами по 190 А*ч и рулевой колонкой, регулируемой в двух направлениях.

Цена на новый КамАЗ 43118 или на одну из модификаций начинается от 2 миллионов рублей [11].

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

1.1.3 Автомобиль ЗИЛ-131

Следующий автомобиль также хорошо известен на просторах нашей страны и представлен столичным автозаводом имени Лихачева - ЗИЛ-131. Данная модель для предприятия считалась основной и пришла на замену популярному в тот период ЗИЛ-157. Особенно востребован автомобиль был в Советской Армии. Машина имела полноприводную переднемоторную компоновку и колесную формулу бх6. Подобная конструкция позволяла автомобилю передвигаться в районах, где другая техника проехать не могла.

Таблица 1.5 – Характеристики автомобиля ЗИЛ-154

Снаряженная масса, кг	6135
Полная масса с лебёдкой, кг	10425
Максимальная скорость, км/ч	85
Максимальный преодолеваемый подъём, %	60
Топливные баки, л	170 + 170

Габариты данной модели следующие:

- длина – 7040 мм;
- ширина – 2500 мм;
- высота – 2480 мм;
- колесная база – 3350 (+1250) мм.

Контрольный расход топлива ЗИЛ-131 на скорости 60 км/час составляет:

- 46,7 л – для автопоезда;
- 35 л – для автомобиля.

ЗИЛ-131 комплектуется бензиновым двигателем модели «ЗИЛ-5081». Данный 8-цилиндровый 4-тактный V-образный карбюраторный агрегат оборудуется подогревателем «П-16Б», обеспечивающим нормальную работу в зимнее время. Двигатель имеет жидкостное охлаждение и небольшую массу.

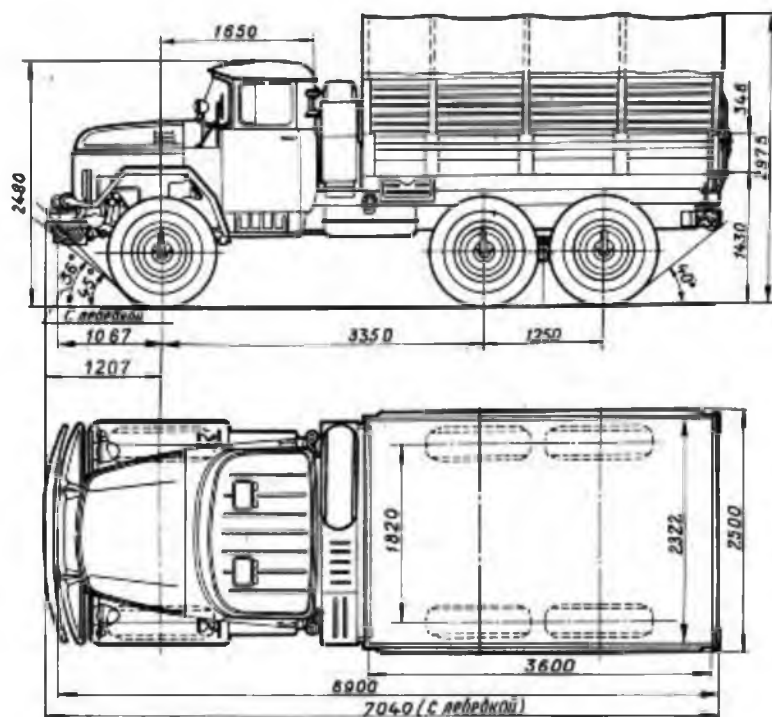


Рисунок 1.5 – ЗИЛ-131

Таблица 1.6 – Характеристики двигателя «ЗИЛ-5081»

Рабочий объём, л	5,97
Номинальная мощность, л.с.	150
Максимальный крутящий момент, Нм	402
Частота вращения, об/мин	3200
Степень сжатия	6,5

Купить новый ЗИЛ-131 не удастся – производство модели уже завершилось. Цена б/у версии 1990-1991-х годов составит 115-120 тысяч рублей, 1999-2000-х годов – в 350-400 тысяч рублей [12].

1.1.4 Автомобиль КраЗ-260

Не менее известным, по сравнению с предыдущими, является Кременчугский автомобильный завод. Особое место в линейном ряде производимых моделей имеет КраЗ-260. Данная модель стала производиться серийно еще в 1981-м году. Автомобиль применялся для транспортировки различных грузов, личного состава, военных установок и не боялся препятствий и бездорожья.

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

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

15

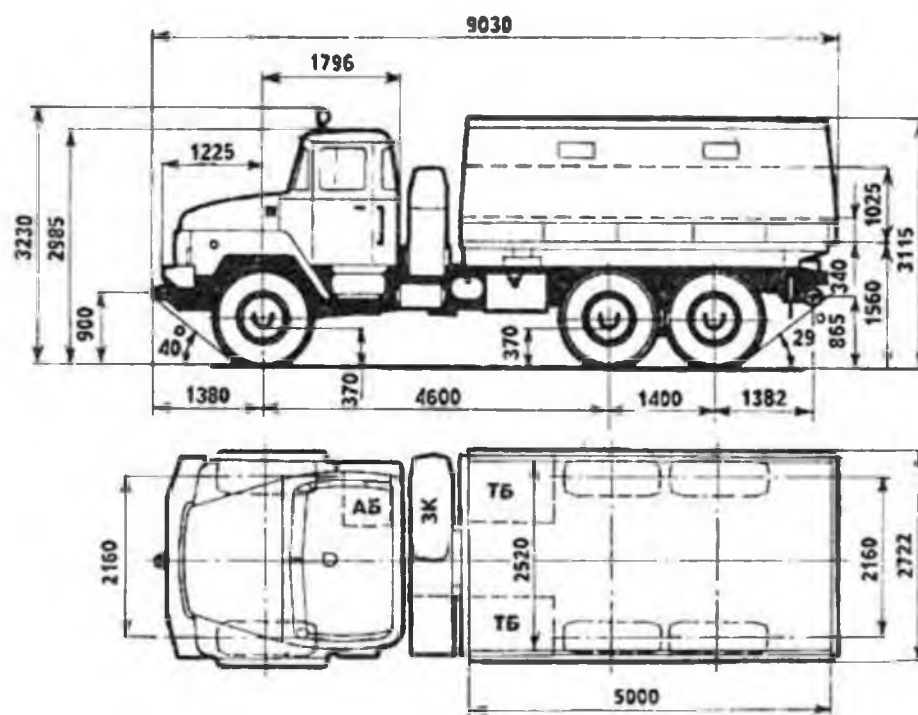


Рисунок 1.6 – КрАЗ-260

КрАЗ-260 имеет следующие габариты:

- высота по кабине – 2985 мм;
- длина – 9030 мм;
- ширина – 2720 мм;
- дорожный просвет – 370 мм;
- колея – 2160 мм;
- колесная база — 4600 мм (+1400 мм).

Таблица 1.7 – Характеристики КрАЗ-260

Снаряженная масса, кг	12775
Полная масса, кг	22000
Масса буксируемого прицепа, кг	30000
Максимальная скорость, км/ч	80
Топливный бак, л	165 + 165 + 60
Максимально доступный подъем, %	58

КрАЗ-260 оснащён 8-цилиндровый многотопливный силовым агрегатом «ЯМЗ-238Л» с турбонаддувом.

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

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

16

Таблица 1.8 – Характеристики двигателя «ЯМЗ-238Л»

Рабочий объём, л	15
Частота вращения, об/мин	2100
Номинальная мощность, л.с.	300

Раздаточная коробка КрАЗа-260 размещена за коробкой передач. Для соединения здесь используется карданный вал малых размеров. Элемент подвешен на три опоры с применением резиновых подушек и кронштейнов. Раздаточная коробка включает две передачи и представляет собой редуктор со специфическими цилиндрическими шестернями и тремя валами.

Карданная передача грузовика имеет 4 карданных вала, объединяющих коробку передач и раздаточную коробку. Они отличаются посадочными местами деталей и размерами.

Конструкция КрАЗа-260 предусматривает промежуточный, задний и передний ведущий мосты.

Грузовик больше не сходит с конвейера. Стоимость автомобиля 1991-1992 годов выпуска составляет 400-700 тысяч рублей. Некоторые модификации обойдутся значительно дороже – до 1,3 миллиона рублей [13].

1.1.5 Автомобиль МАЗ-64229

Также нашего внимания заслуживает автомобиль, выпускаемый Минским заводом - грузовой автомобиль МАЗ-64229. Автомобиль относится к категории седельных тягачей и имеет колесную формулу шесть на четыре. Данная специализированная техника используется для перевозки разнообразных предметов и строительных грузов (как составная часть автопоезда).

МАЗ-64229 применяется, в основном, для дальних перевозок. Однако грузовик уверенно себя чувствует и в границах города. Тягач запустили в производство в 1987-ом году.

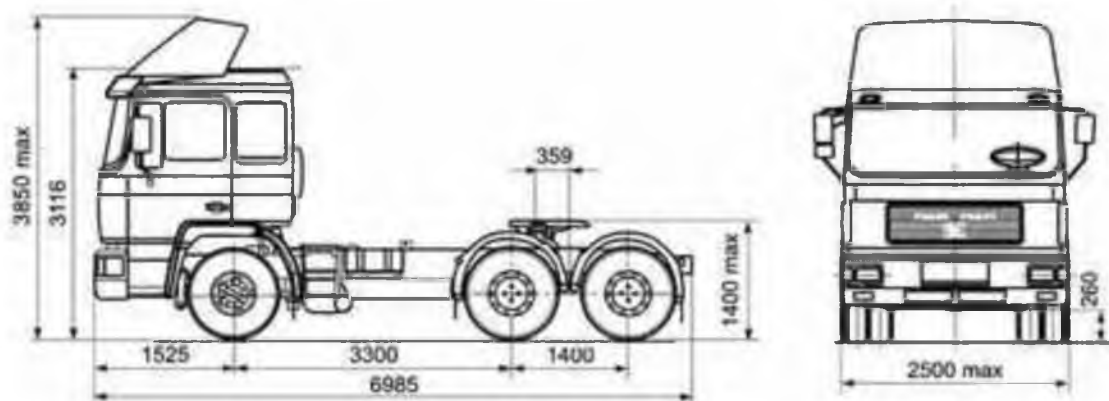


Рисунок 1.7 - МАЗ-64229

Габаритные характеристики МАЗа-64229:

- длина – 8250 мм;
- ширина – 2500 мм;
- высота – 3900 мм.

Расход топлива у МАЗа-64229 составляет 37,3 л/100 км при скорости 60 км/час, 46,3 л/100 км при скорости 80 км/час. Сам параметр можно регулировать тремя способами:

- путем получения данных с блока управления мотором;
- посредством измерения объем топлива, проходящего по топливной магистрали;
- через измерение уровня солянки в топливном баке.

Топливный бак автомобиля вмещает до 500 л горючего.

МАЗ-64229 (в составе автопоезда) обладает полным весом в 42000 кг. Масса самого автомобиля равняется 24000 кг. При этом допустимая нагрузка на заднюю ось составляет 18000 кг, на переднюю – 6000 кг.

МАЗ-64229 комплектуется 4-тактным 8-цилиндровым дизельным агрегатом «ЯМЗ-238Д», выпуском которого занимается Ярославский моторный завод. Данная силовая установка имеет V-образное расположение цилиндров.

Таблица 1.9 – Характеристики двигателя «ЯМЗ-238Д»

Номинальная мощность, л.с.	330
Максимальный крутящий момент, Нм	1225
Частота вращения, об/мин	2100

Интересной особенностью МАЗа-64229 является средний мост, представленный проходной конструкцией, монтированной для сокращения нагрузок на задний мост. Главной деталью данного элемента является межосевой дифференциал, распределяющий между ведущими мостами крутящий момент.

Данный автомобиль и впредь пользуется широким спросом, поэтому стоимость модели МАЗа-64229 определяется различными факторами: рабочего состояния, внешнего вида, комплектации, года выпуска, дилера и дополнительного оборудования. Средняя цена нового тягача составляет 2,5-3 миллиона рублей.

Бывший в эксплуатации МАЗ 2000-2001 годов выпуска можно приобрести за 480000-500000 рублей [14].

1.1.6 Автомобиль Howo

Также, нельзя не отметить грузовой автомобиль из наиболее передовой страны как в целом, так и в, частности, автомобилестроении.

Производство самосвалов Howo отвечает современным мировым требованиям. Рамы грузовиков Howo проектируются и производятся на компьютеризированной линии. Автоматические линии контролируют окраску и сварку кузовов. Об определенных успехах на этом поприще можно говорить уже сейчас, поскольку ежегодные поставки грузовиков Howo на экспорт превышают 10 000 единиц в год [15].



Рисунок 1.8 – HOWO ZZ3257M3857A/MOW

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01 2017.616 ПЗ					

Таблица 1.10 – Характеристики автомобиля HOWO

Колёсная формула	6x6
Колёсная база, мм	3800
Полная масса, кг	9700
Длина, высота, ширина, мм	7678 x 2496 x 3146
Модель двигателя	WD615
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	213 (290)
Максимальные обороты, об/мин	2200
Макс. Крутящий момент, Нм	1160
Рабочий объём, л	9,7
Тип	Дизельный, 6 цилиндров, рядный
Экологический стандарт	Евро 3
Коробка передач	RT11509C
Раздаточная коробка	ZQC1200
Топливный бак, л	400
Максимальная скорость, км/ч	76
Напряжение электрооборудования, В	24

1.2 Назначение и виды валов отбора мощности

Вал отбора мощности (ВОМ) на тракторе или автомобиле представляет собой дополнительный шлицевой вал, цель которого заключается в приведении в движение стационарных или мобильных машин и механизмов. ВОМ получает мощность по средствам вращательного движения, получаемого от одного из валов трансмиссии и ряда звеньев механизма отбора мощности вращательного движения, таких как: шестерни, валы, соединительные муфты и т.д., главного сцепления или механизма привода ВОМ.

Вал отбора мощности по расположению на тракторе и автомобиле может быть задний, передний или боковой, в зависимости от возможности агрегатирования и вида оборудования, приводимого в работу.

При размещении ВОМ в задней части следует учесть строгий регламент по вертикальной и горизонтальной плоскости, а также по расстоянию от оси подвеса механизма навески.

К ВОМ, как к механизму, предъявляются требования которые он должен полностью удовлетворять, такие как:

- передачу номинальной эксплуатационной мощности двигателя;
- количество, расположение, число скоростей и режимы вращения ВОМ должны обеспечивать полноценную работу всего комплекса получаемого мощность от трактора или автомобиля;
- вся информация о вале отбора мощности должна выводиться оператору на пульт управления и быть в легко читаемой форме (номер ВОМ, режим, частота вращения, направление вращения вала, уровень передаваемой нагрузки);
- в процессе работы ВОМ не должен испытывать перегрузок, что должно обеспечивать конструкция механизма;
- конструктивно должен быть исполнен так, чтобы переключение скоростей и режимов работы было легким и простым с места оператора.

Кроме перечисленных наиболее распространённых требований к ВОМ, существуют специфичные требования в зависимости от вида выполняемой работы. Например, ВОМ сельскохозяйственных тракторов должен иметь возможность:

- разгона рабочих органов агрегатируемых механизмов, а затем и всего МТА;
- продолжение функционирования рабочих органов машин при кратковременной остановке трактора;
- без остановки рабочих органов машин изменять передачу во время работы трактора;

Ведомый вал или хвостовик в зависимости от величины передаваемой мощности подразделяется на 4 вида:

- 1) Вал с наружным диаметром не более 38 мм при частоте вращения 540 мин⁻¹ с 8-ю прямоугольными шлицами передаёт мощность до 60 кВт или 82 л.с.;
- 2) Вал с наружным диаметром не более 35 мм при частоте вращения 1000 мин⁻¹ с 21-м эвольвентным шлицами передаёт мощность до 92 кВт или 126 л.с.;

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3) Вал с наружным диаметром не более 45 мм при частоте вращения 1000 мин^{-1} с 20-ю эвольвентными шлицами передаёт мощность 185 кВт или 250 л.с.;

4) Вал с наружным диаметром не более 55 мм при частоте вращения 1000 мин^{-1} с 20-ю эвольвентными шлицами передаёт мощность 250 кВт или 340 л.с.

Существуют ВОМ двух режимов работы, первый, с постоянной частотой вращения хвостовика, напрямую зависящий от постоянной частоты вращения двигателя. Данный режим работы ВОМ выбирается для тех машин, рабочие органы которых должны иметь постоянную скорость, например, такие как почвообрабатывающие, уборочные и т.п. машины.

Второй, синхронный ВОМ с частотой вращения, напрямую зависящей от скорости передвижения трактора.

ВОМ с различной частотой вращения хвостовика, а она может быть 540, 750, 1000 или 1400 мин^{-1} , выбирается в целях оптимизации. Однако, наиболее широкое применение получили ВОМ с частотой вращения хвостовика 540 и 1000 мин^{-1} , что является следствием использования агрегатируемых на тракторах механизмов.

Практика показала, что двухскоростные задние валы отбора мощности с частотой вращения $540 \text{ и } 750 \text{ мин}^{-1}$, $540 \text{ и } 1000 \text{ мин}^{-1}$, $750 \text{ и } 1000 \text{ мин}^{-1}$, применяют на тракторах способных вырабатывать мощность до 60 кВт.

На тракторы с более мощным двигателем, 60-95 кВт устанавливаются трехскоростные, а в некоторых случаях, и четырехскоростные ВОМ с частотами вращения: 540, 750, 1000 и 1400 мин^{-1} .

При мощности двигателя больше 95 кВт применяются задние двухскоростные ВОМ с частотами $540 \text{ и } 1000 \text{ мин}^{-1}$ или $750 \text{ и } 1000 \text{ мин}^{-1}$.

Тракторы, имеющие двигатель с мощностью превышающую 160 кВт применяют обычно односкоростной вал с частотой вращения 1000 мин^{-1} .

При работе машины с ВОМ существует, так называемый «экономичный» режим работы с целью уменьшения топливных расходов. В данном режиме пониженная частота работы двигателя должна соответствовать одной из 4-х выше обозначенной частоте вращения ВОМ, что позволяет встроить соответствующий редуктор с передаточным числом, компенсирующим уменьшение частоты вращения коленчатого вала двигателем. Таким образом, следует различать тракторы оснащенные ВОМ с частотой вращения 750 мин^{-1} и 750 Е мин^{-1} , что во втором случае означает выбранный экономический режим работы двигателя.

Существует три вида механизмов отбора мощности различные по способу управления ВОМ: полностью зависимые, полностью независимые и частично зависимые.

Полностью зависимый вал отбора мощности (рис. 1.9) включает в свою конструкцию вал отбора или привод от ведущего вала главного сцепления 2 или промежуточного от него вала. Привод в движение ВОМ производится при неподвижном тракторе с помощью подвижной зубчатой ракетки 1. Такая конструктивная особенность объясняет почему такой вид ВОМ не используется на сельскохозяйственной технике, поскольку нет возможности последовательно рабочих органов МТА, нет возможности остановки трактора без остановки рабочих органов, приводимых от ВОМ машин, а также включения-выключения рабочих органов машин на ходу МТА.

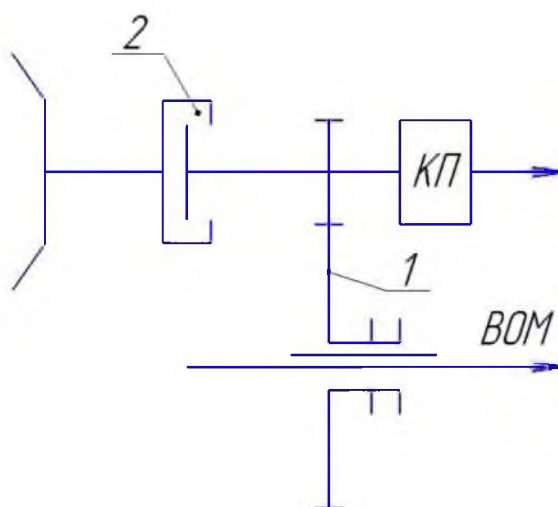


Рисунок 1.9 – Полностью зависимый ВОМ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

23

ВОМ, который приводится в работу независимо от поступательного движения МТА, называется полностью независимым. Это становится возможно благодаря:

1) фрикционному сцеплению 3, которое представляет собой двухступенчатую двойную конструкцию с независимым управлением, привод в движение ВОМ которого осуществляет второй диск сцепления (рис. 1.10).

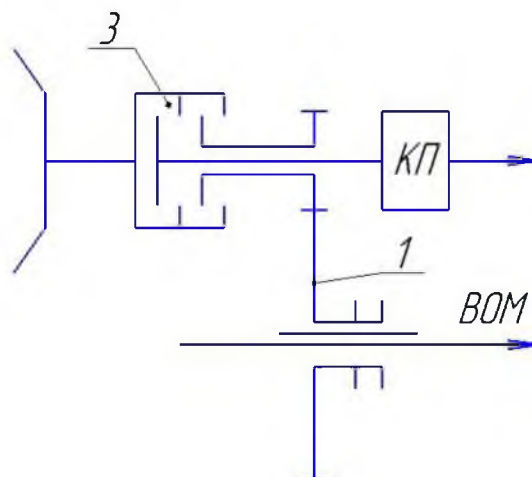


Рисунок 1.10 – Полностью независимый ВОМ

К приводу (рисунок 1.11), который присоединяется к ведущим деталям главного сцепления 2, чаще всего от корпуса. Для управления ВОМ в цепь привода устанавливают механизм 4 с фрикционным разрывом потока мощности, который подразумевает под собой фрикционное сцепление или планетарный редуктор, управляемый парой тормозов.

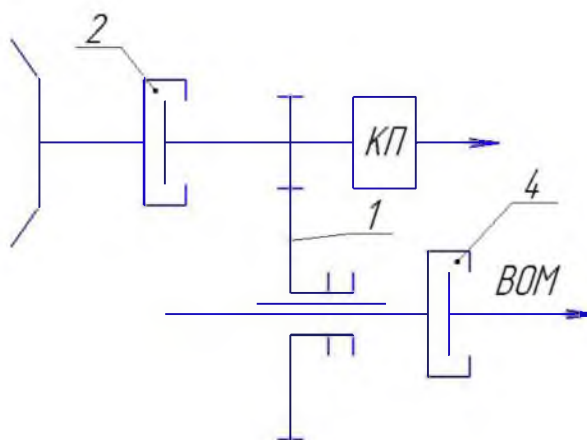


Рисунок 1.11 – Полностью независимый ВОМ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

24

Если ВОМ приводится в движение благодаря второму двойному диску с последующим управлением фрикционного движения 3, то его называют частично зависимым (рис. 1.12). При отключении вначале прерывается поток мощности, которых приходит на ходовую систему. Если продолжить утапливать педаль сцепления, то произойдет прекращение подачи энергии и на ВОМ. Процесс включения произойдет в обратной последовательности при включении сцепления. По данной причине по ходу движения машины невозможно включить или отключить вал отбора мощности.

Иногда используют иную схему, согласно которой в трансмиссию трактора последовательно устанавливаются два однопоточных постоянно замкнутых сцепления 2 и 4, управлять которыми можно последовательно через общий привод. При утапливании педали управления сцеплениями 2 и 4, в первую очередь, выключается главное фрикционное сцепление 2, а после чего фрикционное сцепление 4 привода ВОМ. При обратном выжимании педали сцепления включение сцеплений 2 и 4 произойдет в обратной последовательности.

Такая схема ВОМ используется исключительно на колёсных универсально-пропашных тракторах.

Полностью независимый тип ВОМ получил наиболее широкое применение на тракторах класса 0,6-2.

В свою очередь гусеничные трактора оказались наиболее подходящим агрегатом для сопряжения с полностью зависимым ВОМ, в связи со спецификой трогания не только способом включения главной сцепления, но и путём одновременного блокирования правого и левого механизма поворота. Таким образом, требование зависимого ВОМа – ступенчатого разгона МТА, полностью выполняется, благодаря замыканию кинематической цепи ВОМ, после чего замыкается кинематическая цепь привода ходовой системы трактора. Однако, данный трактор можно оснастить и полностью независимым валом отбора мощности.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

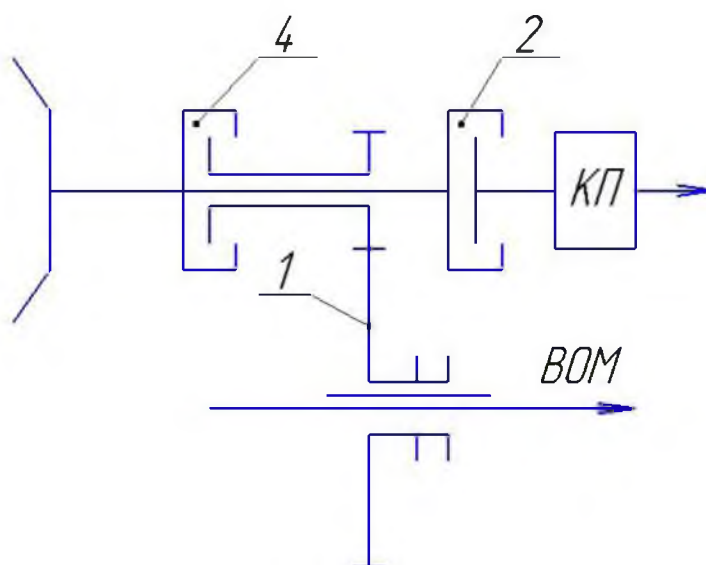


Рисунок 1.12 – Частично зависимый ВОМ

В случаях, когда МТА должен выполнять назначенное число операций на определённом участке пути, что можно связать с принципом работы сеялок, сажалок и т.п., применяется ВОМ синхронного типа. При такой схема ВОМ принимает движение от ходовой системы активных прицепов.

Приведение в движение синхронного ВОМ осуществляется той частью трансмиссии, передаточное число которой до ходовой системы остается постоянным и неразрываемым. При таком схеме отбор мощности осуществляется от вторичного вала 5 КП (рис. 1.13) или связанных с ним шестерен. Синхронный вал отбора мощности приводится в работу только при статическом положении трактора при помощи зубчатой муфты 6.

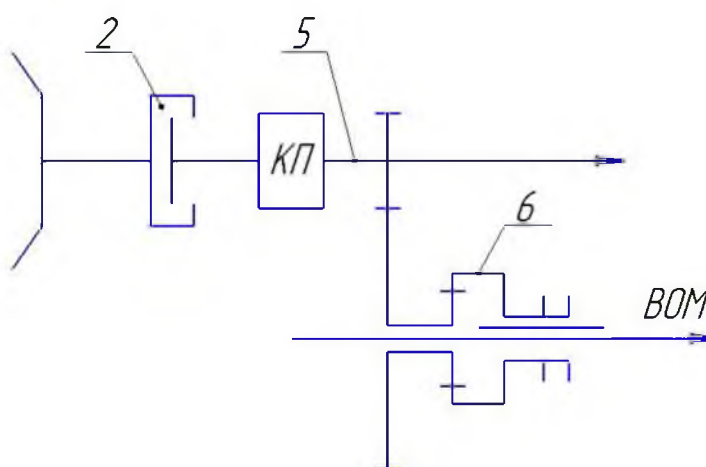


Рисунок 1.13 – Синхронный ВОМ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

26

Данный тип ВОМ совершает от 3,3 до 3,5 оборотов на 1 метр пройденного пути.

Наибольшее применение синхронные ВОМ получили на тракторах класса 0,6...2.

Конструктивной особенностью является (рис. 1.14), то хвостовик заднего ВОМ размещают таким образом, чтобы он имел возможность приводиться в движение с переключаемыми режимами и частотами. Такой двухрежимный вал отбора мощности называется комбинированным.

Согласно схеме (рис. 1.14) данный ВОМ может приводиться в работу как независимый двухскоростной или как синхронный.

В независимом режиме зубчатую муфту 6 вводят в зацепление с зубчатым венцом 8 вала 9. Включение необходимого скоростного режима выполняется благодаря зубчатой муфте 11 и тормоза T_2 планетарного ряда 7. Хвостовик имеет собственный тормозящий элемент T_1 .

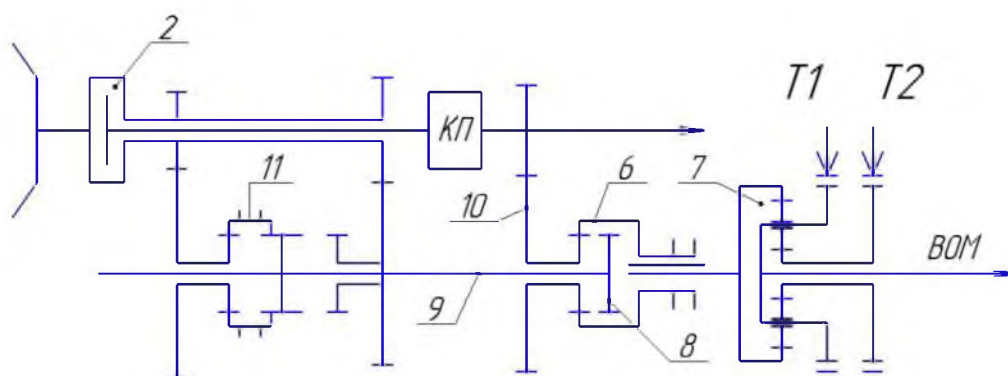


Рисунок 1.14 – Комбинированный ВОМ

Принципиальная схема работы ВОМ заключается в присоединении зубчатой муфты 6 с зубчатым венцом колеса 10, соединённым с вторичным валом КП при включенном тормозе T_2 планетарного ряда 7.

Современные способы переключения ВОМ всё большее распространение, наряду с механическим, приобретает электрогидравлическое управление. При данном типе многодисковое непостоянно замкнутое фрикционное сцепление с

гидроподжатием в цепи привода ВОМ замыкается-размыкается потоком масла от распределителя, ведомый электроприводом.

При таком способе управление ВОМ осуществляется нажатием оператора на соответствующую кнопку, расположенную на пульте управления или рычаге.

Некоторые тракторы имеющие специальное назначение оснащаются фронтальным валом отбора мощности, который управляется приводом рабочих органов машин, установленных спереди. При таком способе установки ВОМ может быть кинематически соединён с приводом заднего ВОМ и приводиться в движение от носка коленвала через понижающий редуктор и управляющее сцепление. Такой тип ВОМ Обычно имеет частоту вращения 1000 мин^{-1} и является одноступенчатым и полностью независимым.

Навески, которые устанавливаются с боковой стороны трактора, для функционирования требуют бокового ВОМ. Данный тип навески присущ универсально-пропашным тракторам тягового класса от 0,6 до 2, что объясняет почему этот вид трактора имеет наиболее широкую и многофункциональную систему валов отбора мощности.

Однако, промышленные тракторы также имеют возможность установки ВОМ. В таком случае, прямую зависимость имеет назначение трактора, мощность двигателя, спецификации присоединяемых машин, специфики трансмиссии с количеством, расположением и частотой вращения ВОМ.

ВОМ зависимого или независимого заднего типа применяют на трелёвочных и мелиоративных тракторах, а заднего или фронтального независимого типа оснащаются лесохозяйственные [1].

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

1.2.1 Вал отбора мощности трактора ДТ-75

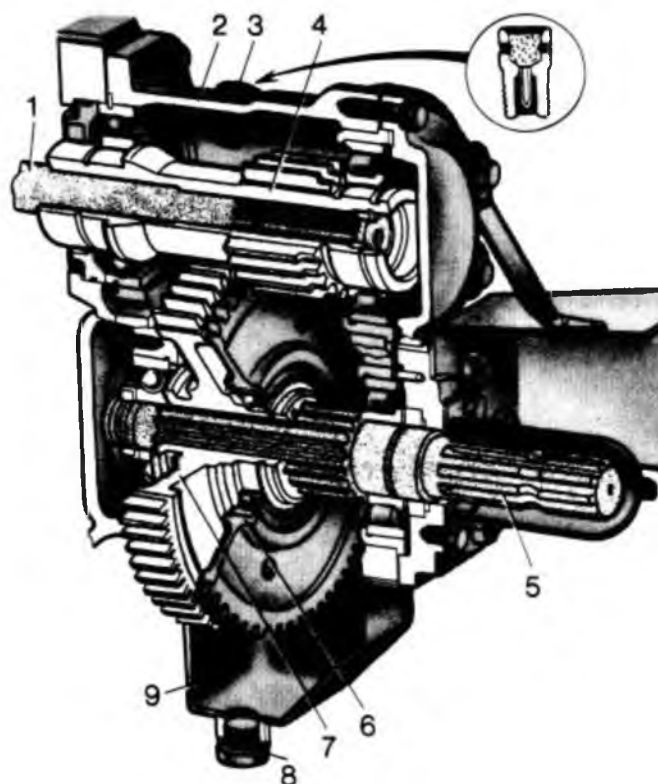


Рисунок 1.15 - Вал отбора мощности трактора ДТ-75МВ

- 1 – ведущий вал;
- 2 – корпус;
- 3 – проба-сапун;
- 4 – ведущая шестерня;
- 5 – ведомый вал;
- 6 – маслоподающая шестерня;
- 7 – ведомая шестерня;
- 8 – пробка отверстия для слива масла;
- 9 – поддон.

На тракторе ДТ-75МВ установлен ВОМ с простым механическим управлением, которые обычно оборудуют с зависимым приводом. Данный тип обычно подразумевает под собой корпус 2, внутри которого содержится пара цилиндрических шестерен. Шестерня 7, которая является ведомой, способна перемещаться

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

29

в продольном направлении вдоль вала по шлицам. Она включается в зацепление с ведущей шестерней 4, однако это возможно только при полном статическом состоянии трактора. Маслоподающая шестерня расположена на подшипнике, установленном на ступице ведомой шестерни, что обеспечивает смазку подшипникам ведущей шестерни при выключенном ВОМ.

ВОМ с независимым приводом могут останавливаться при движущемся тракторе гидравлическим методом управления или более сложным механическим управлением, например, благодаря планетарному механизму.

1.2.2 Вал отбора мощности трактора МТЗ-80

Вал отбора мощности с планетарным редуктором состоит из коронной и солнечной шестерен, 3-х расположенных между ними сателлитов, водила и 2-х тормозных барабанов с тормозными лентами.

Солнечная шестерня 12, за счет ступицы, жестко соединена с тормозным барабаном 6, который свободно вращается на вале 9. Тормозной барабан 7 соединен с водилом 11 через оси сателлитов 8, а водило жестко связано с валом 9. На заднем конце вала установлен сменный хвостовик 4. Вращение хвостовику передается за счет 4-х роликов. Стальные ленты 5 тормозных барабанов с фрикционными накладками одним концом закреплены на неподвижной оси, а другим соединены через регулировочные винты 2 с рычагом управления ВОМ.

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ					

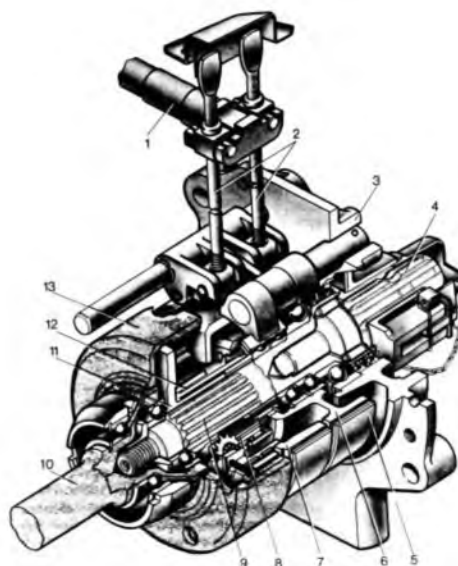


Рисунок 1.16 - ВОМ трактора МТЗ-80 с планетарным редуктором

1. Валик механизма управления;
2. Регулировочные винты;
3. Задняя крышка;
4. Хвостовик;
5. Тормозная лента;
6. Тормозной барабан водила;
7. Тормозной барабан солнечной шестерни;
8. Сателлит;
9. Ведомый вал;
10. Приводной вал;
11. Водило;
12. Солнечная шестерня;
13. Коронная шестерня.

При выключенном ВОМ (рис. 1.17, а), тормоз 5 солнечной шестерни опущен, а тормоз 11 водила затянут. В этом случае вал 6 отбора мощности неподвижен, а сателлиты 10 передают вращение от коронной шестерни 9 на солнечную 7.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

31

Если ВОМ включен (рис. 1.17, б), тогда тормоз 5 солнечной шестерни затянут, а тормоз 11 водила освобождён, и, следовательно, ВОМ вращается, а сателлиты перекатываются по неподвижной солнечной шестерне.

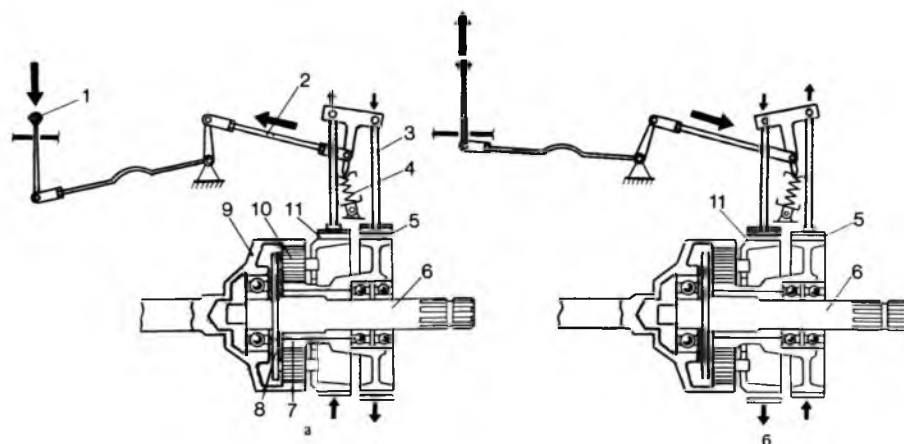


Рисунок 1.17 а, б – Схема работы ВОМ с планетарным редуктором

а – ВОМ выключен;

б – ВОМ включен;

1 – рукоятка управления;

2 – тяга;

3 – регулировочный винт;

4 – пружина;

5 – тормоз солнечной шестерни;

6 – ведомый вал;

7 – солнечный вал;

8 – водило;

9 – приводной вал с коронной шестерней;

10 – сателлит;

11 – тормоз водила.

Крайнее верхнее и нижнее положение рукоятки 1 управления ВОМ удерживаются усилием сжатой пружины 4.

Приводной вал планетарного механизма включают рычагом 2 (рис. 1.18, а), действующим на зубчатую муфту 4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

32

Если привод ВОМ синхронный, муфту передвигают в крайнее переднее положение (рис. 1.18, б), и ВОМ получает вращение от вторичного вала коробки передач через шестерню 1. При независимом приводе заднего ВОМ муфту передвигают в крайнее заднее положение и ВОМ получает вращение от двигателя через пару шестерен, расположенных в корпусе сцепления, и вал 3.

Когда трактор работает без использования заднего ВОМ, муфту устанавливают в среднее положение.

Во всех трёх положениях муфта удерживается пружинным фиксатором 6. Синхронный привод ВОМ следует включать при выключенном сцеплении, а независимый привод ВОМ – при остановленном двигателе.

Детали ВОМ смазываются маслом, находящемся в корпусах коробки передач и заднего моста.

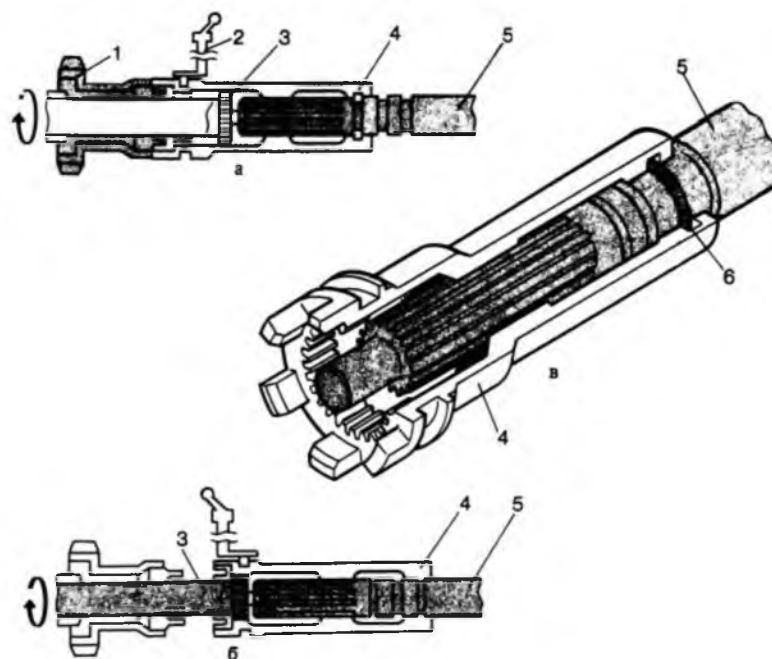


Рисунок 1.18 а, б, в – Муфта переключения ВОМ

а – ВОМ выключен;

б – ВОМ включен;

в – устройство муфты;

1 – шестерня второй ступени редуктора;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

33

- 2 – рычаг включения муфты;
- 3 – внутренний вал;
- 4 – муфта;
- 5 – приводной вал ВОМ;
- 6 – пружина фиксатора.

1.2.3 Вал отбора мощности трактора Т-150К

ВОМ с гидравлическим управлением (рис. 1.19) имеет в своей конструкции: редуктор и автономную гидросистему. Состав редуктора включает: корпус, ведущий 1 и ведомый 6 валы, шестерни и гидроподжимную муфту.

Корпус редуктора прикреплен к корпусу заднего моста. Валы вращаются в корпусе на шариковых подшипниках. Ведущий вал 1 редуктора получает вращение через карданную передачу и промежуточный вал от коленчатого вала и имеет независимый привод. На шлицах ведущего вала помещена ведущая шестерня 4. Ведомые шестерни прикреплены к ступице, которая сидит на шариковых подшипниках ведомого вала. В постоянном зацеплении с ведущей шестерней находится одна из ведомых шестерен (на рисунке – шестерня 9).

Между ведомой шестерней и ведомым валом смонтирована гидроподжимная муфта, подобная муфта коробки передач с гидравлическим управлением.

На шлицах ступицы ведомых шестерен надеты стальные ведущие диски с металлокерамическими накладками. Между ведущими дисками находятся ведомые диски, шлицы которых установлены в пазы барабана гидроподжимной муфты. В барабане имеется кольцевая полость 13, выполняющая роль гидроцилиндра. В кольцевой полости расположен поршень 12, уплотненный снаружи чугуном, а внутри – резиновыми кольцами.

При включении гидроподжимной муфты масло под давлением проникает в поршневое пространство и, действуя на поршень, сжимает фрикционные диски, которые прочно соединяют ведомые шестерни с валом 6. ВОМ при этом включается. Во время выключения муфты открывается сливная магистраль, куда вытесня-

						<i>Лист</i>
					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>34</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ется из-под поршня масло с помощью пружин 14. Они отжимают поршень от набора фрикционных накладок. В конце хода поршень через установленные в нём штифты упираются в диск тормоза 15, который тормозит вал 6. Выходной конец вала выполняет роль вала отбора мощности. Внутри ведомого вала имеются каналы для подвод рабочей жидкости к гидropоджимной муфте.

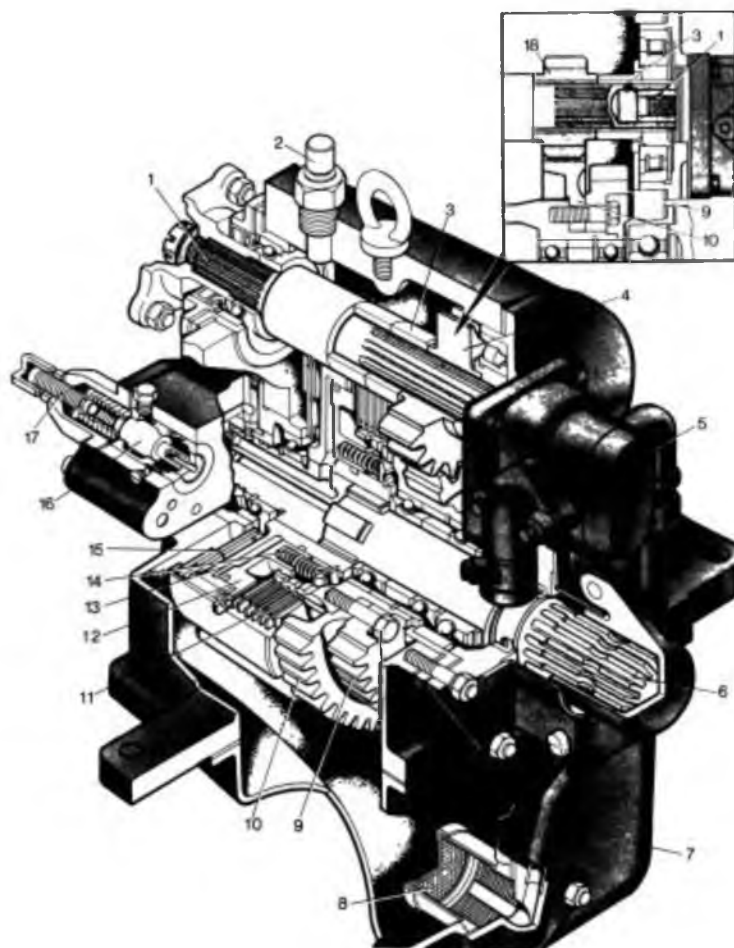


Рисунок 1.19 – ВОМ трактора Т-150К с гидropоджимным управлением

- 1 – ведущий вал;
- 2 – пробка-сапун;
- 3 – дистанционная втулка;
- 4 – ведущая шестерня;
- 5 – масляный насос;
- 6 – ведомый вал;
- 7 – поддон;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

35

- 8 – фильтр-заборник;
- 9 и 10 – ведомые шестерни;
- 11 – гидropоджимная муфта;
- 12 – поршень;
- 13 – полость;
- 14 – пружина;
- 15 – тормоз;
- 16 – клапан постоянного давления;
- 17 – регулировочный винт;
- 18 – запасная ведущая шестерня.

Некоторые тракторы оснащаются редуктором ВОМ с частотой вращения выходного вала 9 с^{-1} (540 об/мин). Для увеличения частоты вращения вала до $16,6 \text{ с}^{-1}$ (1000 об/мин) следует заменить ведущую шестерню 4 на шестерню 18 с числом зубьев 20, которая находится в ЗИПе, прикладываемом к трактору. При этом ведущая шестерня должна располагаться против ведомой шестерни 10. Для фиксации ведущей шестерни в этом положении дистанционную втулку 3 устанавливают между шестерней и буртом ведущего вала 1.

При режиме 9 с^{-1} (540 об/мин) допускается передача через ВОМ до 60% мощности двигателя, а при режиме $16,6 \text{ с}^{-1}$ (1000 об/мин) можно передавать полную мощность двигателя.

Гидравлическая система ВОМ включает в себя масляный насос 5, фильтр-заборник 8, клапанное устройство и маслопроводы.

Клапанное устройство имеет два клапана, которые смонтированы в одном корпусе, прикреплённом к передней стенке редуктора. Клапан 16 поддерживает в системе постоянное давление (1,0 МПа) при переменной подаче масляного насоса.

Клапан 4 плавного включения (рис. 1.20) необходим для управления ВОМ. Он состоит из шарика, 2-х пружин и штока, и эксцентрика 6 с рычагом 5 управле-

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						36
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ния. При включенном ВОМ клапан плавного включения выполняет роль предохранительного клапана.

Когда рычаг 5 находится в выключенном положении, эксцентрик освобождает шток от поджатия. В этом положении масляный насос 8 всасывает рабочую жидкость через фильтр из поддона редуктора и по нагнетательному маслопроводу подаёт её к клапанному устройству (параллельно к обоим клапанам 4 и 7). Масло через открытый клапан 4 плавного включения сливается в поддон и частично через канал 3 в ведомом валу поступает на смазывание фрикционных дисков гидроподжимной муфты 2.

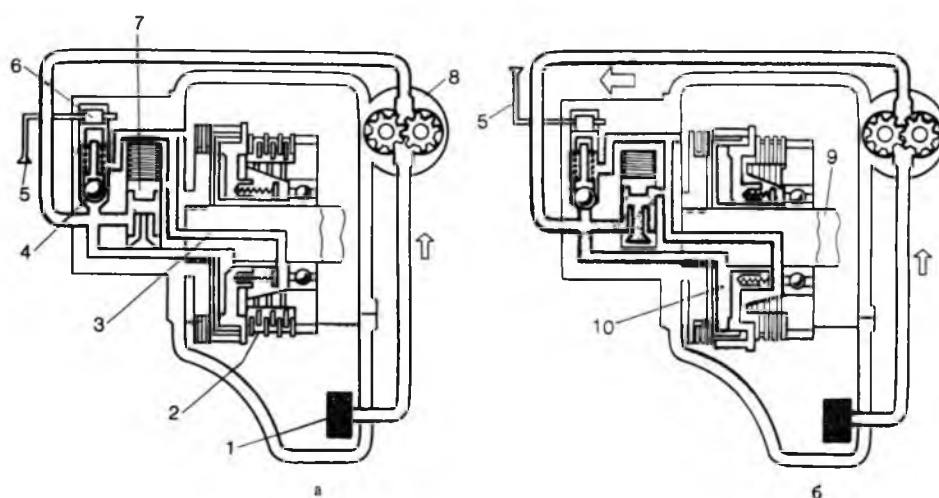


Рисунок 1.20 а, б – Схема работы гидросистемы ВОМ

- а – при выключенном ВОМ;
- б – при включенном ВОМ;
- 1 – фильтр-заборник;
- 2 – гидроподжимная муфта;
- 3 – канал;
- 4 – клапан плавного включения;
- 5 – рычаг управления;
- 6 – эксцентрик;
- 7 – клапан постоянного давления;
- 8 – масляный насос;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

37

9 – ведомый вал;

10 – полость.

При перемещении рычага 5 управления (рис. 1.20, б) в положение включения ВОМ эксцентрик поворачивается и толкает шток вниз. Шток поджимает обе пружины, прижимая шарик к седлу. Свободный слив рабочей жидкости прекращается, и она под давлением подступает в поршневую полость 10, сжимая фрикционные диски муфты. Давление рабочей жидкости возрастает от 0 до 1,0 Мпа.

При повышении давления более 1,0 Мпа клапан 4 открывается и излишек масла перепускается на слив в поддон. Плавность включения муфты ВОМ зависит от темпа перемещения рычага управления.

1.2.4 Боковой вал отбора мощности

На трактор может устанавливаться боковой ВОМ (рис. 1.21), который облегчает привод механизмов с/х машин, расположенных впереди и с боков трактора. Боковой ВОМ устанавливают с левой стороны коробки передач (вместо боковой крышки).

В движение ВОМ приводится по средствам подвижной шестерни 2, которую поводком 6 перемещают по шлицам вала 7. При отключенном сцеплении включение и выключение бокового ВОМа осуществляют с помощью боковой тяги 3, расположенным с левой стороны сиденья оператора.

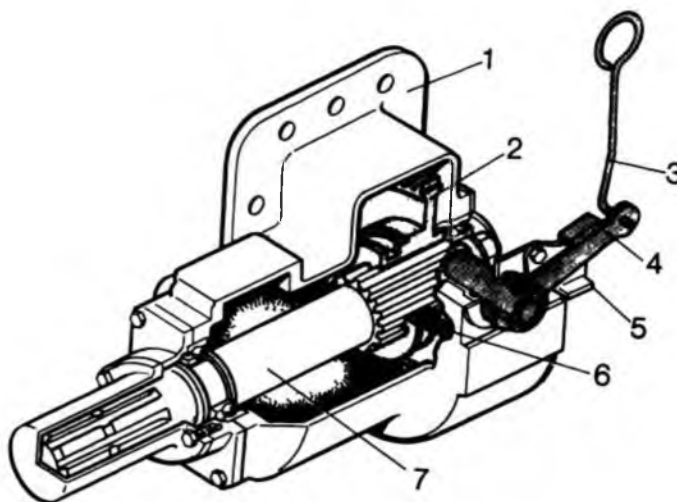


Рисунок 1.21 – Боковой ВОМ трактора МТЗ-80

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

38

- 1 – корпус;
- 2 – подвижная шестерня;
- 3 – тяга управления;
- 4 – рычаг;
- 5 – фиксирующая пластина;
- 6 – поводок;
- 7 – ведомый вал.

Приводной шкив применяется на стационарных работах для привода различных с/х машин с помощью ремесленной передачи. Приводной шкив обычно устанавливается на задней стенке корпуса заднего моста трактора. Он приводится в движение с помощью ВОМ и включается рычагом управления ВОМ. Плоскость приводного шкива должна быть параллельна продольной оси трактора, чтобы можно было натягивать ремень перемещения трактора относительно рабочей машины.

Механизм шкива представляет собой конический редуктор, смонтированный в картере, состоящем из корпуса 4 (рис. 1.22) и рукава 1. В рукаве шкива на шариковых подшипниках вращается ведущая шестерня 3, насаженная на шлицы хвостовика ВОМ. В корпусе шкива на 2-х шариковых подшипниках вращается ведомая шестерня 6, изготовленная заодно с валом. Выступающий наружу хвостовик вала имеет шлицы, которые посажен шкив 7. Шкив жестко закреплён на валу гайкой. Под фланцем стакана наружного подшипника и между совмещенными фланцами корпуса и рукава установлены регулировочные прокладки 2, с помощью которых регулируют зацепление конических шестерен.

Детали механизма приводного шкива смазываются разбрызгиванием масла, находящегося в корпусе. Трансмиссионное масло заливают через отверстие в корпус шкива от уровня контрольного отверстия.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>39</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Приводные шкивы некоторых тракторов располагают сбоку. В этом случае шкив приводится во вращение от коробки передач, имеющей поперечное расположение валов.

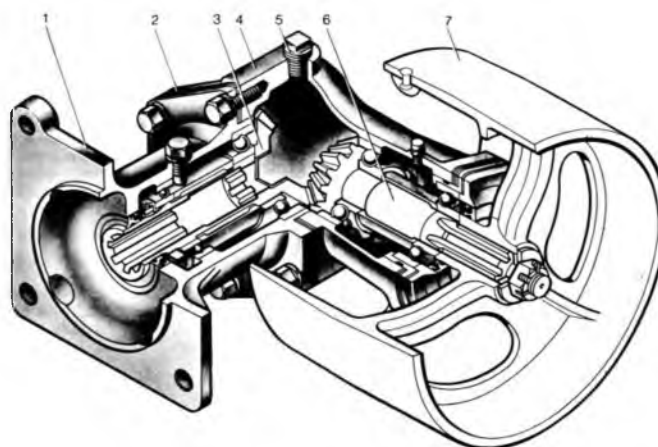


Рисунок 1.22 - Приводной шкив

- 1 – рукав;
- 2 – регулировочные прокладки;
- 3 – ведущая шестерня;
- 4 – корпус;
- 5 – пробка заливного отверстия;
- 6 – ведомая шестерня;
- 7 – шкив [2].

1.2.5 Вал отбора мощности трактора Кировец-700

Механизм отбора мощности трактора Кировец передаёт мощность двигателя на агрегатируемые с трактором механизмы и орудия с постоянной частотой вращения 1000 об/мин^{-1} при номинальной частоте вращения вала двигателя. В его устройство входит: соединительная муфта; односкоростной редуктор; два карданных вала: защитные кожуха; привод управления золотником включения механизма отбора мощности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

40

Соединительная муфта представляет собой средний фрикцион с торцовым уплотнением коробки передач, установленный в отдельном корпусе. При вращении ведущего вала коробки передач с помощью соединительной муфты можно плавно включать и выключать механизм отбора мощности.

В литом чугунном корпусе 5 (рис. 1.23) муфты размещён стальной стакан 4. Два шарикоподшипника в стакане удерживает крышка 4, в которой расположены уплотнительное кольцо в стальной обойме и резиновая самоподвижная манжета. Между фланцем 1 и внутренней обоймой шарикоподшипника зажат маслоотражатель 2.

На данных шарикоподшипниках установлен вал 6 с прикрепленным к нему наружным барабаном фрикциона. Внутренний барабан посажен на шлицы вала 12, опирающегося на шариковый подшипник, установленный в выточке вала 6, и на двух рядный сферический шарикоподшипник, находящийся в стакане 9, прикрепленном к крышке 7. Сферический подшипник удерживает крышка 10, в которой расположены такие же уплотнительные устройства, как и в крышке 3. При сборке зазор между крышками 3 и 10 подшипниками регулируют прокладками в пределах 0...0,3 мм.

Торцовое уплотнение размещается в стакане 8, прикрепленном к крышке 7. При сборке отверстие в стакане совмещают со сверлением в крышке, по которому поступает масло из механизма управления коробкой передач для включения фрикциона соединительной муфты.

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ					

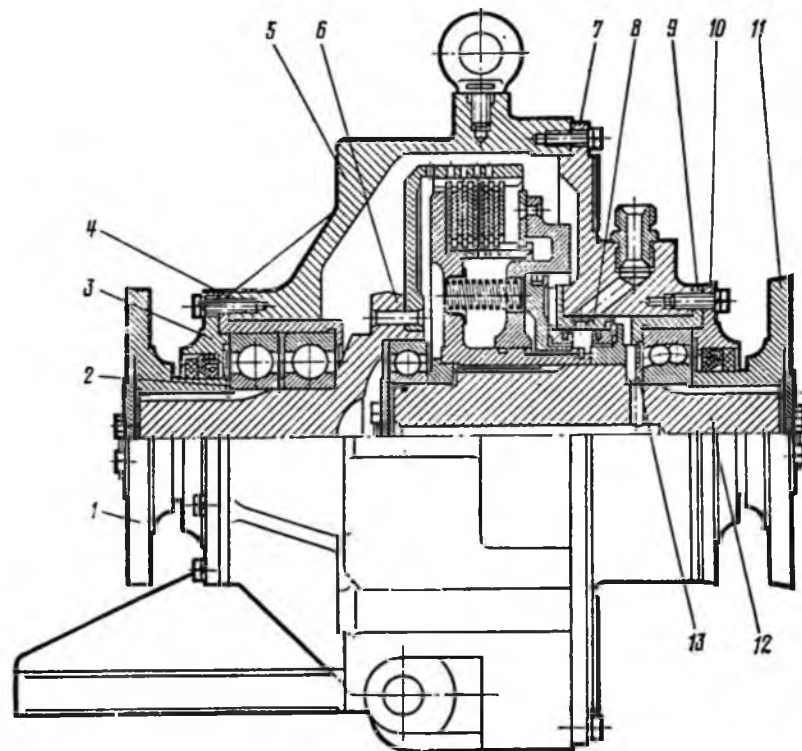


Рисунок 1.23 – Соединительная муфта механизма отбора мощности

- 1 и 11 – фланцы;
- 2 – маслоотражатель;
- 3, 7 и 10 – крышки;
- 4, 8 и 9 – стаканы;
- 5 – корпус;
- 6 и 12 – валы;
- 13 – кольцо.

Соединительная муфта фланцами 1 и 11 соединена через карданные валы с ведущим валом КП и односкоростным редуктором.

Масло поступает к соединительной муфте по трубопроводу из смазочной системы КП в крышку 7. Через отверстие в нижней части муфты оно сливается в КП. К двухрядному сферическому подшипнику масло поступает через радиальное и осевое отверстия в валу 12, а также через радиальные канавки на торцах кольца 13, установленного на вал 12.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

42

После сборки соединительную муфту обкатывают на холостом ходу с использованием масла М8В₂ или М8В₂ (ГОСТ 8581-78) по 5 минут с выключенным фрикционом при частоте вращения 830-970 мин⁻¹, в рабочем давлении масла 0,85...1 МПа.

Шум от работы муфты должен быть равномерным, температура масла в конце обкатки не должна превышать 80°С.

Односкоростной редуктор собирают в литом чугунном корпусе 4 (рис. 1.24) с 4-мя проушинами, которыми его крепят к задней полураме трактора.

В верхней расточке корпуса на 2-х шарикоподшипниках установлен вал-шестерня 5.на шлицы переднего вала-шестерни надет фланец 1. В крышке 2, удерживающей подшипник в стакане 3, размещены уплотнительное кольцо и самоподвижная уплотнительная манжета. С противоположной стороны расточка корпуса закрыта крышкой 6.

В нижней расточке корпуса 4 на 2-х шарикоподшипниках установлен вал 11 отбора мощности, на шлицы которого надета ведомая шестерня 13, находящаяся в зацеплении с валом-шестерней 5. Детали застопорены на валу 11 с одной стороны шайбой, прикрепленной к валу двумя болтами, с другой – втулкой 8 и двумя полукольцами 9, установленными в канавку на валу. Втулка 8 на валу уплотняется резиновым кольцом 12. Выходной конец 11 вала отбора мощности снаружи закрыт защитным кожухом 10.

Отверстие 4 в корпусе закрыто стальной крышкой сапуном. Через данное отверстие собирают редуктор. В корпусе также выполнены сливное и контрольное отверстия с пробками. Рёбра на поверхности корпуса служат для лучшего охлаждения во время работы. Шестерни редуктора должны вращаться без заеданий и толчков, легко. Редуктор обкатывают с помощью масла М8В₂ или М10В₂, при частотах вращения вала шестерни 830...970 мин⁻¹ и 1730...1870 мин⁻¹ вхолостую, по 5 минут в каждом режиме.

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ					

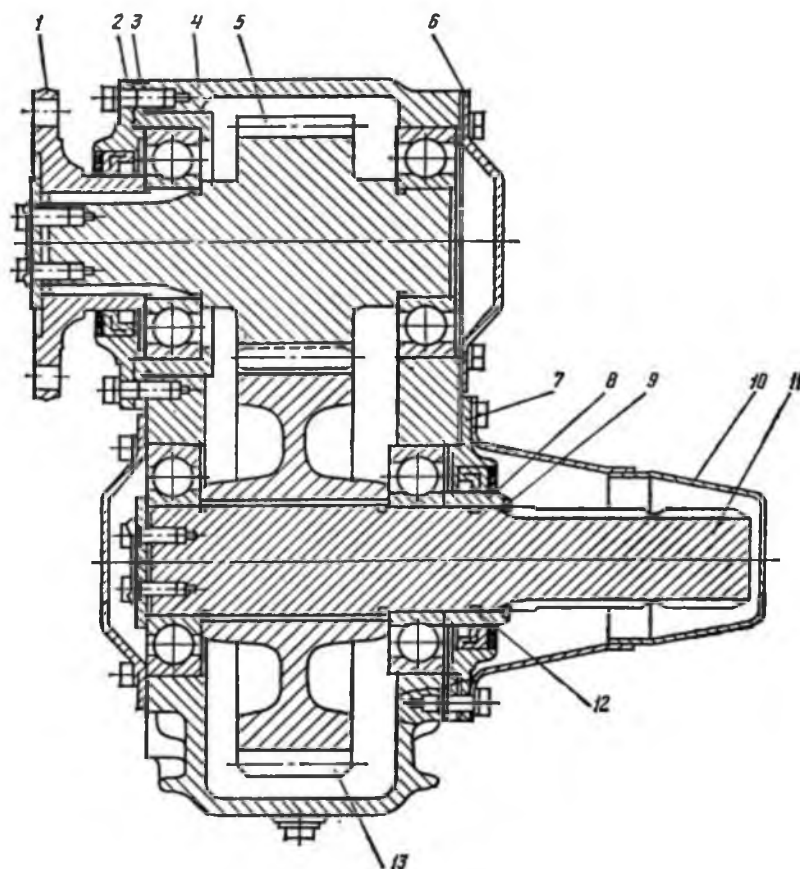


Рисунок 1.24 – Односкоростной редуктор:

- 1 – фланец;
- 2, 6 и 7 – крышки;
- 3 – стакан;
- 4 – корпус;
- 5 – вал-шестерня;
- 8 – втулка;
- 9 – полукольцо;
- 10 – кожух;
- 11 – вал;
- 12 – уплотнительное кольцо;
- 13 – ведомая шестерня.

Редукторы тракторов К-700 и К-700А различаются числом зубьев вала-шестерни и ведомой шестерни, так как номинальная частота вращения валов двигателей этих тракторов разная [3].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

44

щению пожара. Также он имеется возможность, путём замены шестерни, понижать обороты выходного вала до 500 об/мин⁻¹.

Невысокие обороты отражаются в небольших геометрических размерах, что позволяет удобно разместить на раме автомобиля ВОМ от трактора Т-150К.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Характеристики автомобиля Урал 4320-0110-61М

Тягово-динамический расчёт является одним из важнейших этапов проектирования нового автомобиля или модернизации существующего.

Целью расчёта является определение основных параметров и характеристик двигателя и трансмиссии, которые обеспечивают требуемые тягово-скоростные способности выбранного для дипломного проекта автомобиля.

Таблица 2.1 – Характеристики автомобиля Урал 4320-0110-61М

M_{ϕ} - масса приходящаяся на ведущие колеса, кг	15165
v_{amax} - максимальная скорость автомобиля, м/с (км/ч)	22,2 (80)
v_{amin} - минимальная скорость м/с (км/ч)	0,75 (2,7)
r_k – радиус качения колеса, м	0,6
P – количество полных зубчатых зацеплений в потоке мощности	7
l – количество карданных шарниров в потоке мощности	8
C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления	1
ρ - плотность воздуха, кг/м ³	1,28
B – ширина автомобиля, м	2,5
H - высота автомобиля, м	3
K_L - коэффициент заполнения лобового сечения	1
ϕ – коэффициент сцепления шин с дорогой	0,8
Q – номинальный удельный расход топлива, г/кВт·ч	197
N_{emax} – максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	169,2 (230)
n_{emin} – минимальная устойчивая частота вращения двигателя (на х/х), об/мин	1000±50
n_{emax} – максимальная частота вращения двигателя (на х/х), об/мин	2200
i – передаточное число главной передачи	7,49

$n_{\text{пас}}$ – число пассажиров, включая водителя;

$m_{\text{тр}}$ – грузоподъемность автомобиля, кг.

$$m_a = 8940 + 75 \times 3 + 6000 = 15165, \text{ кг.}$$

Коэффициент полезного действия в основном зависит от конструкции трансмиссии. В расчете для грузового автомобиля Урал 4320-0110-61М принимаю $\eta_{\text{тр}} = 0,8$.

Коэффициент обтекаемости грузового автомобиля примем $k_B = 0,7$ ($\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$).

При использовании автомобиля с прицепом, то коэффициент k_B увеличивается на 15-25%.

Площадь лобового сечения найду из выражения:

$$F_a = aBH, \quad (2.2)$$

где B – ширина автомобиля;

H – высота;

a – коэффициент заполнения площади, который для грузового автомобиля находится в интервале 0,74-0,9, где большее значение относится к более тяжёлым автомобилям.

$$F_a = 0,75 \times 2,5 \times 3 = 5,625 \text{ (м)}.$$

Также, для тягово-динамического расчёта автомобиля необходим коэффициент учитывающий силу сопротивления качению f_v колёс автомобиля при его движении. Примем этот коэффициент 0,018, который соответствует скорости движения автомобиля не более 60 км/ч по асфальтобетонному или цементобетонному покрытию в хорошем состоянии или удовлетворительном [4].

2.3 Выбор характеристики двигателя

Одним из главным параметров отражающем характеристики любого двигателя является необходимая максимальная мощность $N_{\text{ев}}$.

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ				

Наглядное представление параметров рассчитываемого двигателя представляет график строящийся на зависимости мощности N_e и крутящего момента M_e от частоты вращения коленчатого вала n .

Расчет графика зависимости мощности от частоты вращения коленчатого вала N_e произведу при помощи уравнения Лейдерманна:

$$N_{ei} = N_{max} \left[a \left(\frac{n_i}{n_N} \right) + b \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^2 + c \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^3 \right], \quad (2.3)$$

где n_N – номинальная частота вращения коленчатого вала максимальной мощности, об/мин. (для дизельных двигателей грузовых автомобилей интервал 2200-2600 об/мин, для расчёта приму 2200 об/мин);

$a=0,53$, $b=1,56$, $c=1,09$ – эмпирические коэффициенты зависящие от типа и такта двигателя;

n_i – текущие значения частоты вращения коленчатого вала, об/мин.

При построении графика зависимости мощности от частоты вращения коленчатого вала минимальную частоту вращения дизельного двигателя приму за 1000 об/мин.

$$N_{ei} = 169,2 \left[0,53 \left(\frac{1000}{2200} \right) + 1,56 \left(\frac{1000}{2200} \right)^2 + 1,09 \left(\frac{1000}{2200} \right)^3 \right] = 78 \text{ кВт}$$

Аналогично посчитал для всех значений частоты вращения коленчатого вала, и занёс в таблицу 2.3.1.

Крутящий момент $M_e=f(n)$ посчитаю по формуле

$$M_{ei} = 9,554 \cdot 10^3 \frac{N_{ei}}{n_i}, \quad (2.4)$$

Таблица 2.4

Внешняя скоростная характеристика двигателя		
Частота вращения коленчатого вала n_i , об/мин	Мощность N_e , кВт	Крутящий момент M_{ei} , Нм
1000	78	745,0
1100	87,8	762,3
1200	97,5	776,4
1300	107,1	787,1

Продолжение таблицы 2.4

1400	116,4	794,5
1500	125,4	798,7
1600	133,9	799,5
1700	141,8	797,0
1800	149,1	791,1
1900	155,5	782,0
2000	161,1	769,6
2100	165,7	753,8

По результатам расчет занесённых в таблицу построю кривые зависимости $N_e=f(n)$ и $M_e=f(n)$ внешней скоростной характеристики (рисунок 2.1).

2.4 Оценка тягово-скоростных характеристик автомобиля

Тягово-скоростной анализ автомобиля производят с целью оптимального подбора параметров двигателя и трансмиссии. Для этого воспользуюсь методами мощностного и тягового баланса, методом динамической характеристики, построю графики ускорения, времени и пути разгона.

Силовой баланс представляется выражением

$$P_T = P_f + P_h + P_w + P_j. \quad (2.5)$$

В своём расчёте силы тяги P_T воспользуюсь уравнением

$$P_T = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (2.6)$$

где $i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

$$i_{тр} = i_{кп} \cdot i_{рк} \cdot i_{гл}, \quad (2.7)$$

где $i_{кп}$ – передаточное число коробки передач;

$i_{рк}$ – передаточное число раздаточной коробки.

Рассчитаю передаточное число трансмиссии для повышенного числа раздаточной коробки:

$$\begin{aligned} i_{тр \text{ повыш I}} &= 5,22 \cdot 1,04 \cdot 7,49 = 40,7 \\ i_{тр \text{ повыш II}} &= 2,9 \cdot 1,04 \cdot 7,49 = 22,6 \\ i_{тр \text{ повыш III}} &= 1,52 \cdot 1,04 \cdot 7,49 = 11,9 \\ i_{тр \text{ повыш IV}} &= 1 \cdot 1,04 \cdot 7,49 = 7,8 \\ i_{тр \text{ повыш V}} &= 0,664 \cdot 1,04 \cdot 7,49 = 5,2. \end{aligned}$$

Также произведу расчёт для повышенного числа раздаточной коробки:

$$\begin{aligned} i_{\text{тр пониж I}} &= 5,22 \cdot 2,15 \cdot 7,49 = 84 \\ i_{\text{тр пониж II}} &= 2,9 \cdot 2,15 \cdot 7,49 = 46,7 \\ i_{\text{тр пониж III}} &= 1,52 \cdot 2,15 \cdot 7,49 = 24,5 \\ i_{\text{тр пониж IV}} &= 1 \cdot 2,15 \cdot 7,49 = 16,1 \\ i_{\text{тр пониж V}} &= 0,664 \cdot 2,15 \cdot 7,49 = 10,7. \end{aligned}$$

Для выявления скорости перемещения автомобиля на каждой из передач воспользуюсь следующей формулой:

$$v_i = 0,105 \cdot \frac{n_i \cdot r_k}{i_{\text{тр}}} \quad (2.8)$$

Для минимальных оборотов коленчатого вала n_{\min} 1-й передачи рассчитаю скорость, получу для повышенного числа РК:

$$v_{1.1} = 0,105 \cdot \frac{1000 \cdot 0,6}{40,7} = 1,55 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Для пониженного числа РК:

$$v_{1.1} = 0,105 \cdot \frac{1000 \cdot 0,6}{84} = 0,75 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Рассчитаю силу тяги для минимальных оборотов коленчатого вала n_{\min} 1-й передачи пониженного числа раздаточной коробки, получаю

$$P_{\tau 1.1} = \frac{745 \cdot 40,7 \cdot 0,8}{0,6} = 40429 \text{ (Н)}$$

$$P_{\tau 5.1} = \frac{745 \cdot 5,2 \cdot 0,8}{0,6} = 5165 \text{ (Н)}$$

Сделаю аналогичную операцию для пониженного числа раздаточной коробки:

$$P_{\tau 1.1} = \frac{745 \cdot 84 \cdot 0,8}{0,6} = 83440 \text{ (Н)}$$

Для пятой передачи получу значение

$$P_{\tau 5.1} = \frac{745 \cdot 10,7 \cdot 0,8}{0,6} = 10629 \text{ (Н)}$$

Мощность, поступающую на переднюю пару колёс автомобиля определю по формуле:

$$N_{\tau} = \frac{v_i}{P_{\tau}} \quad (2.9)$$

для повышенного числа раздаточной коробки:

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01 2017.616 ПЗ				

$$N_{\tau 1.1} = \frac{1,55}{40429} = 62520 \text{ (Вт)}$$

для пониженного числа раздаточной коробки:

$$N_{\tau 1.1} = \frac{0,75}{83440} = 62580 \text{ (Вт)}$$

Силу сопротивления воздуха движению автомобиля рассчитаю по формуле:

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot v_a^2, \quad (2.10)$$

для повышенного числа РК:

$$P_{w1.1} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 5,625 \cdot 1,55^2 = 8,6 \text{ (Н)}$$

для пониженного числа РК:

$$P_{w1.1} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 5,625 \cdot 0,75^2 = 2 \text{ (Н)}$$

Построю график динамического фактора D при полной нагрузке от скорости движения автомобиля. Для этого посчитаю D с помощью формулы:

$$D = \frac{P_{\tau} - P_w}{m_a \cdot 9,8} \text{ (Н)}, \quad (2.11)$$

для повышенного числа РК получу:

$$D_{1.1} = \frac{83\,440 - 2}{15\,165 \cdot 9,8} = 0,56 \text{ (Н)},$$

$$D_{5.1} = \frac{5165 - 526}{15\,165 \cdot 9,8} = 0,03 \text{ (Н)},$$

а для пониженного числа РК:

$$D_{1.1} = \frac{83\,440 - 2}{15\,165 \cdot 9,8} = 0,56 \text{ (Н)},$$

$$D_{5.1} = \frac{10629 - 151}{15\,165 \cdot 9,8} = 0,07 \text{ (Н)}.$$

2.5 Мощностной баланс автомобиля

В своём расчёте рассчитаю для случая равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъема, когда мощность, приложенная к колесам расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха ($N_f + N_k$).

$$N_w = P_w \cdot v_i, \quad (2.12)$$

					23.05.01 2017.616 ПЗ	Лист 53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для повышенной передачи раздаточной коробки:

$$N_{w1.1} = 8,6 \cdot 1,55 = 13,33,$$

для пониженной передачи раздаточной коробки:

$$N_{w1.1} = 2 \cdot 0,75 = 1,5.$$

Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению:

$$N_f = m_a \cdot f \cdot g \cdot v_i, \quad (2.13)$$

для повышенной передачи раздаточной коробки:

$$N_{f1.1} = 15165 \cdot 0,018 \cdot 9,8 \cdot 1,55 = 4146 \text{ (Н)},$$

для пониженной передачи раздаточной коробки:

$$N_{f1.1} = 15165 \cdot 0,018 \cdot 9,8 \cdot 0,75 = 2004 \text{ (Н)}.$$

2.6 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах найду согласно формуле:

$$j = \frac{D - f}{\delta_j} \cdot g, \quad (2.14)$$

где δ_j – коэффициент вращающихся масс автомобиля, который определяется по формуле:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кп}^2 \cdot i_{рк}, \quad (2.15)$$

Для 1-й передачи КП пониженного числа раздаточной коробки:

$$\delta_{j1.1} = 1,04 + 0,04 \cdot 5,22^2 \cdot 2,15 = 3,38,$$

$$j_{1.1} = \frac{0,56 - 0,018}{3,38} \cdot 9,8 = 1,57 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right).$$

Для 1-й передачи КП повышенного числа раздаточной коробки:

$$\delta_{j1.1} = 1,04 + 0,04 \cdot 5,22^2 \cdot 1,04 = 2,17,$$

$$j_{1.1} = \frac{0,56 - 0,018}{2,17} \cdot 9,8 = 1,15 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right).$$

Аналогично произведу расчёт для каждой из 10-ти частот вращения колёчатого вала 5-ти ступеней КПП.

Расчитанные данные занёс в таблицу 2.5 с повышенной передачей в раздаточной коробке и 2.6 с пониженной передачей в раздаточной коробке.

Таблица 2.5 – Тягово-динамические характеристики автомобиля на повышенной передаче раздаточной коробки

I передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	1,55	1,70	2,01	2,17	2,32	2,48	2,63	2,94	3,10	3,25
P _T , Н	40429	41367	42713	43115	43343	43386	43251	42437	41764	41726
N _T , Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135634
P _w , Н	8,6	10,4	14,5	16,8	19,3	22,0	24,8	31,0	34,3	37,9
Da	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28
N _w	13,3	17,7	29,2	36,5	44,9	54,4	65,3	91,2	106,3	123,1
N _f	4141	4555	5383	5797	6211	6625	7039	7868	8282	8696
N _f +N _w	4154	4573	5412	5834	6256	6680	7105	7959	8388	8819
j	1,15	1,18	1,22	1,23	1,24	1,24	1,23	1,21	1,19	1,19
1/j	0,87	0,85	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,83	0,84	0,84
II передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	2,8	3,1	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	5,3	5,6	5,9
P _T , Н	22449	22971	23718	23941	24067	24092	24016	23564	23191	23170
N _T , Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135634
P _w , Н	27,9	33,7	47,1	54,6	63	71	80	101	111	123
Da	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
N _w	78	103	171	213	262	318	381	533	621	719
N _f	7457	8203	9694	10440	11186	11931	12677	14169	14914	15660
N _f +N _w	7535	8306	9865	10653	11448	12249	13059	14701	15535	16379
j	0,94	0,96	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	0,99	0,97	0,97
1/j	1,07	1,04	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	1,01	1,03	1,03
III передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10

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

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

55

Продолжение таблицы 2.5

n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	5,3	5,8	6,9	7,4	7,9	8,5	9,0	10,1	10,6	11,1
P _T , Н	11821	12095	12489	12606	12673	12685	12646	12408	12211	12201
N _T , Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135642
P _W , Н	100	122	170	197	226	257	290	363	402	443
Da	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
N _W	532	708	1168	1459	1795	2178	2613	3648	4254	4925
N _f	14162	15579	18411	19827	21243	22660	24076	26908	28325	29741
N _f +N _W	14694	16286	19579	21287	23038	24838	26689	30556	32579	34666
j	0,52	0,54	0,56	0,56	0,57	0,56	0,56	0,54	0,53	0,53
1/j	1,91	1,86	1,79	1,78	1,77	1,77	1,79	1,85	1,89	1,90

IV передача

	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	8,1	8,9	10,5	11,3	12,1	12,9	13,7	15,3	16,2	17,0
P _T , Н	7748	7928	8186	8263	8306	8315	8289	8133	8004	7997
N _T , Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135634
P _W , Н	234	283	395	458	526	599	676	844	935	1031
Da	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
N _W	1888	2514	4149	5182	6374	7735	9278	12953	15108	17489
N _f	21607	23767	28089	30249	32410	34571	36731	41053	43213	45374
N _f +N _W	23495	26281	32238	35431	38783	42306	46009	54005	58321	62863
j	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,28	0,27	0,26
1/j	3,38	3,30	3,20	3,19	3,21	3,25	3,32	3,55	3,73	3,82

V передача

	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	12,1	13,3	15,8	17,0	18,2	19,4	20,6	23,0	24,2	25,4
P _T , Н	5165	5285	5457	5509	5538	5540	5526	5422	5336	5331
N _T , кВт	62580	70437	85951	93433	100636	107386	113812	124807	129293	135634
P _W , Н	526	637	889	1031	1184	1347	1520	1899	2104	2320
Da	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
N _W	6374	8483	14003	17489	21511	26106	31313	43716	50988	59025
N _f	32410	35651	42133	45374	48615	51856	55097	61579	64820	68061
N _f +N _W	38783	44134	56136	62863	70126	77962	86410	105295	115808	127086

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

56

Продолжение таблицы 2.5

j	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,02
1/j	8,18	8,14	8,49	8,92	9,57	10,59	12,08	18,96	28,89	47,85

Таблица 2.6 – Тягово-динамические характеристики автомобиля на пониженной передаче раздаточной коробки

I передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
п, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	0,75	0,83	0,98	1,05	1,13	1,20	1,28	1,43	1,50	1,58
Pт, Н	83440	85378	88155	88984	89454	89544	89264	87584	86195	86117
Nт, Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135634
Pw, Н	2,0	2,4	3,4	4,0	4,5	5,2	5,8	7,3	8,1	8,9
Da	0,56	0,57	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,58	0,58
Nw	1,5	2,0	3,3	4,1	5,1	6,2	7,4	10,4	12,1	14,0
Nf	2006	2207	2608	2809	3009	3210	3411	3812	4013	4213
Nf+Nw	2008	2209	2612	2813	3015	3216	3418	3822	4025	4227
j	1,58	1,61	1,67	1,68	1,69	1,69	1,69	1,66	1,63	1,63
1/j	0,63	0,62	0,60	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,61	0,61
II передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
п, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	1,3	1,5	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,6	2,7	2,8
Pт, Н	46389	47466	49010	49471	49732	49782	49627	48693	47920	47877
Nт, Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135634
Pw, Н	6,5	7,9	11,0	12,8	15	17	19	24	26	29
Da	0,31	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32
Nw	9	12	19	24	30	36	43	60	70	81
Nf	3609	3970	4691	5052	5413	5774	6135	6857	7218	7579
Nf+Nw	3618	3981	4711	5076	5443	5810	6178	6917	7288	7660
j	1,64	1,68	1,74	1,75	1,76	1,76	1,76	1,72	1,69	1,69
1/j	0,61	0,60	0,58	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59
III передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
п, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	2,6	2,8	3,3	3,6	3,9	4,1	4,4	4,9	5,1	5,4

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

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

57

Продолжение таблицы 2.6

Pт, Н	24337	24902	25712	25954	26091	26117	26035	25545	25140	25119
Nт, Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135642
Pw, Н	24	29	40	46	53	61	68	86	95	105
Da	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17
Nw	61	81	134	167	206	250	299	418	488	564
Nf	6879	7567	8942	9630	10318	11006	11694	13070	13758	14446
Nf+Nw	6940	7648	9076	9798	10524	11256	11993	13488	14245	15010
j	1,15	1,18	1,22	1,24	1,24	1,24	1,24	1,21	1,19	1,19
1/j	0,87	0,85	0,82	0,81	0,80	0,80	0,81	0,83	0,84	0,84
IV передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	3,9	4,3	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,4	7,8	8,2
Pт, Н	15993	16364	16896	17055	17145	17163	17109	16787	16521	16506
Nт, Вт	62580	70437	85951	93433	100636	107453	113812	124807	129293	135634
Pw, Н	55	66	93	108	123	140	159	198	220	242
Da	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Nw	215	286	472	589	725	880	1055	1473	1718	1989
Nf	10468	11515	13608	14655	15702	16748	17795	19889	20936	21982
Nf+Nw	10683	11800	14080	15244	16426	17628	18850	21362	22654	23971
j	0,78	0,80	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84	0,82	0,80	0,80
1/j	1,28	1,25	1,20	1,19	1,18	1,18	1,19	1,22	1,25	1,25
V передача										
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
n, об/мин	1000	1100	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2100
v, м/с	6,5	7,1	8,4	9,1	9,7	10,4	11,0	12,3	13,0	13,6
Pт, Н	10629	10875	11229	11335	11395	11399	11371	11157	10980	10970
Nт, кВт	69032	77698	94812	103065	111011	118456	125545	137674	142622	149617
Pw, Н	151	183	256	296	340	387	437	546	605	667
Da	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Nw	982	1307	2157	2694	3314	4022	4824	6735	7855	9094
Nf	17374	19112	22587	24324	26062	27799	29536	33011	34749	36486
Nf+Nw	18356	20419	24744	27019	29376	31821	34361	39746	42604	45580
j	0,48	0,49	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,48	0,47	0,47
1/j	2,10	2,04	1,97	1,96	1,95	1,96	1,98	2,06	2,13	2,15

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

58

По табличным данным для повышенной передачи раздаточной коробки построил графики.

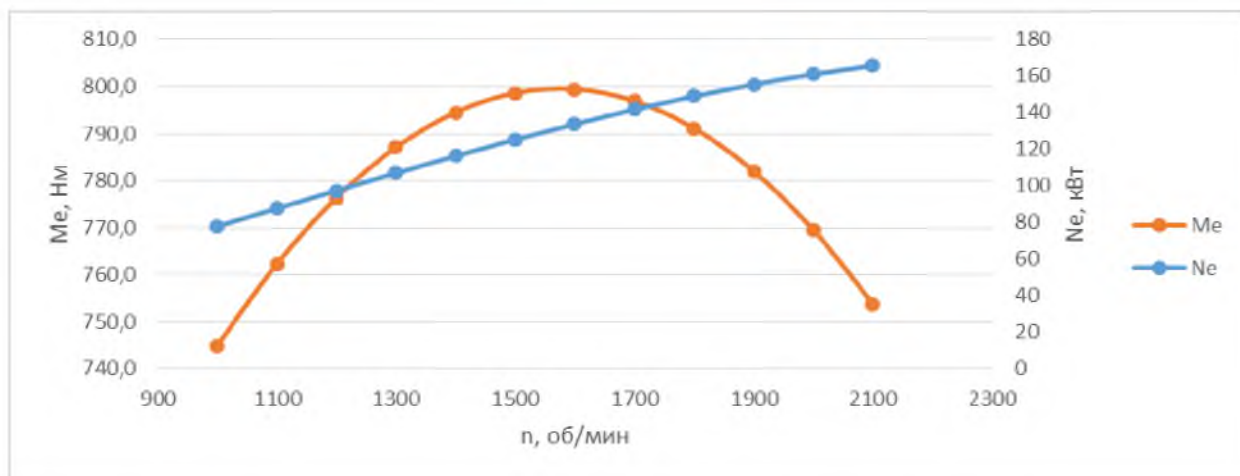


Рис. 2.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

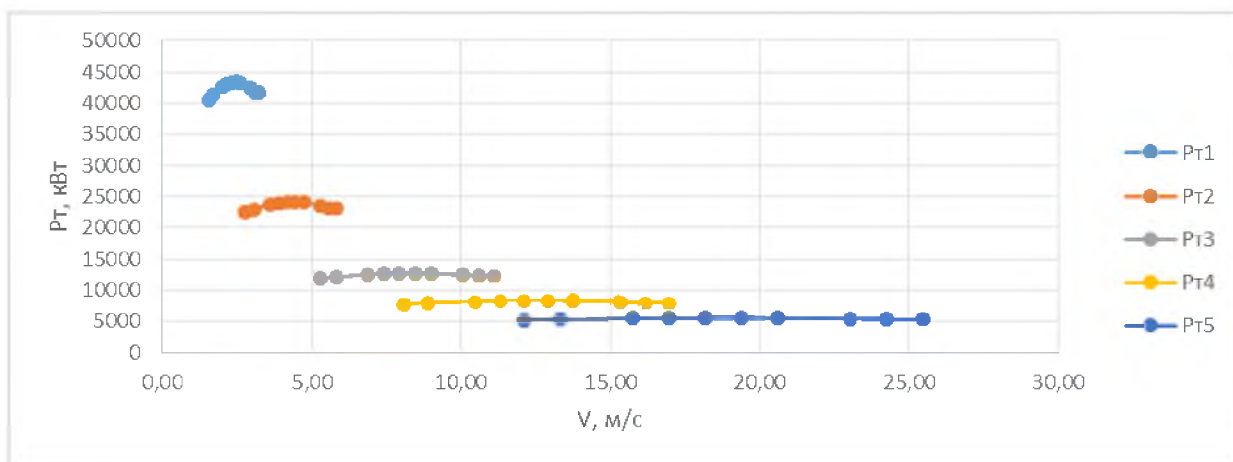


Рис. 2.2 – Тяговая характеристика двигателя

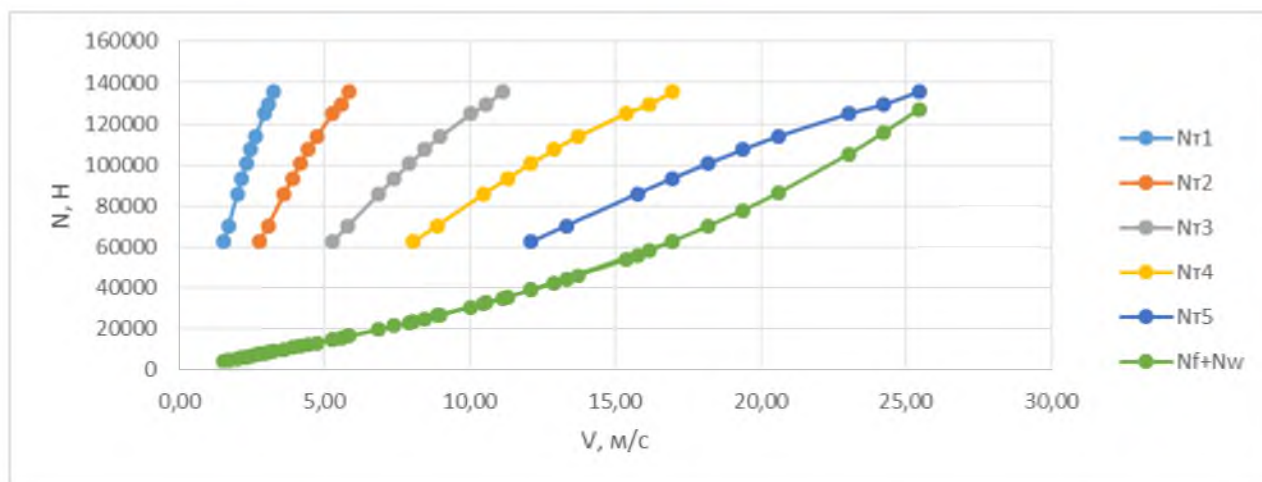


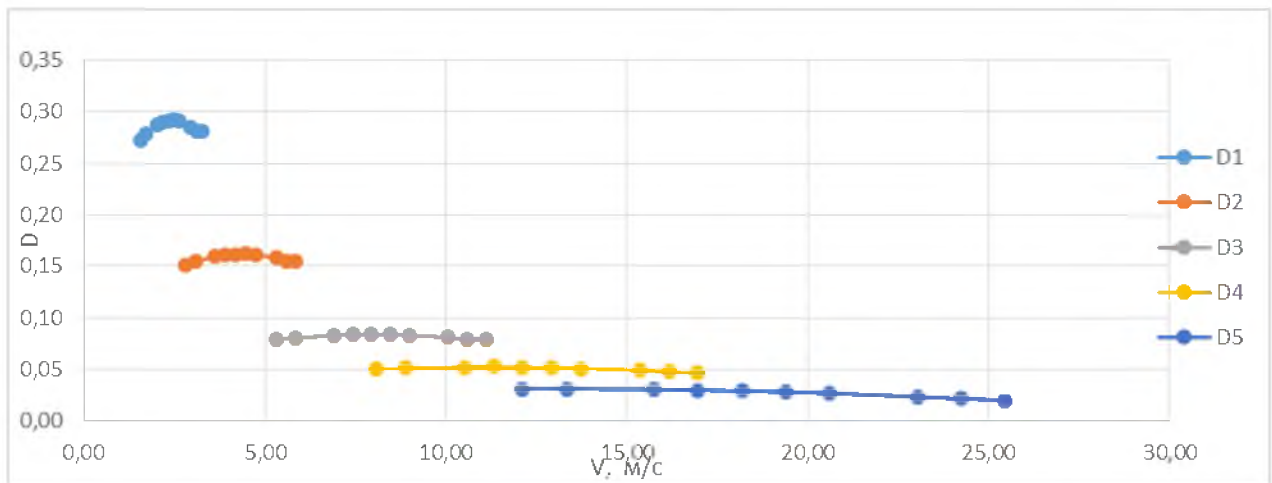
Рис. 2.3 – Мощностной баланс автомобиля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

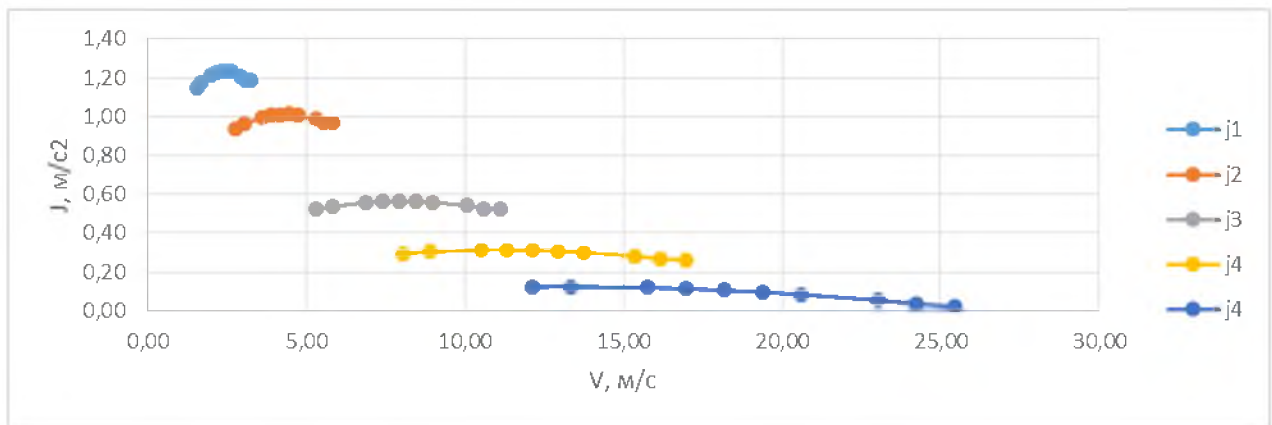
23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

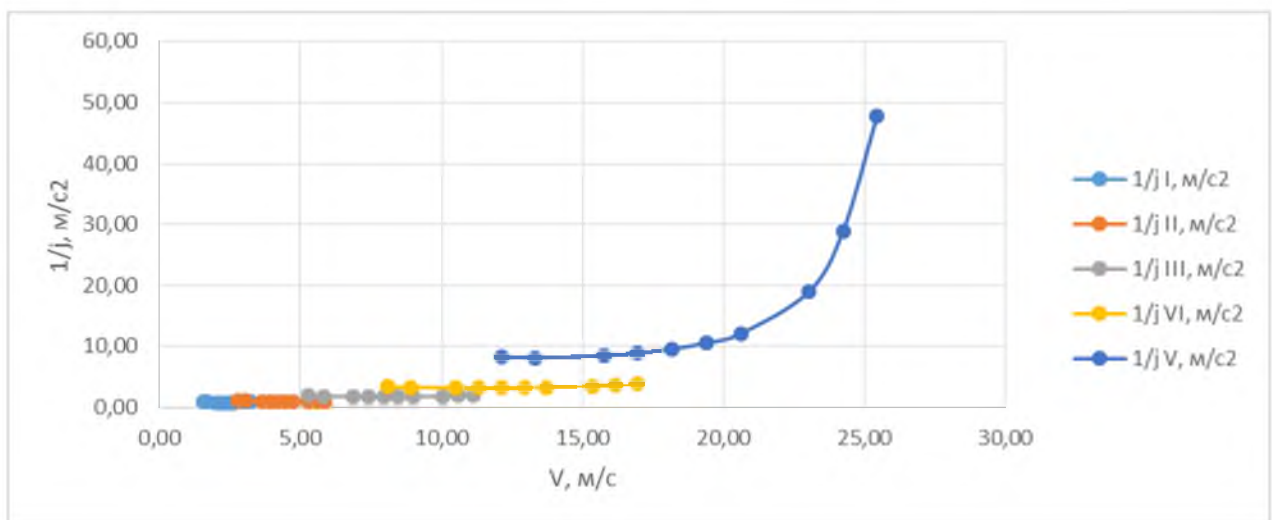
59



2.4 – Динамический фактор



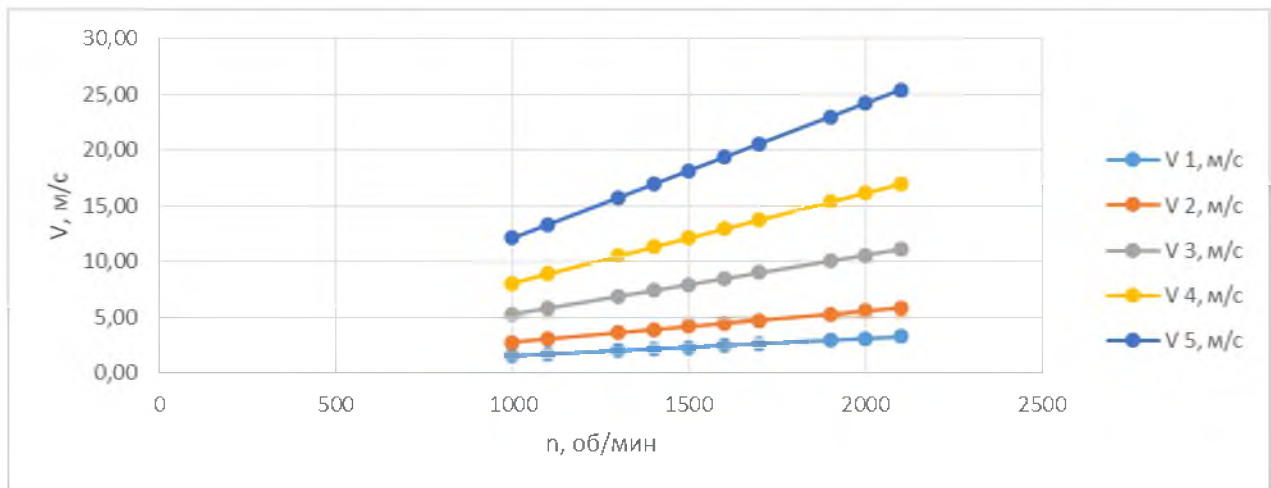
2.5 – Ускорение автомобиля



2.6 – Обратные ускорения автомобиля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ



2.7 – График ускорений автомобиля на передачах

2.7 Время и путь разгона автомобиля

Для построения графика зависимости пути разгона от времени, разобью кривую ускорений на отрезки считая, что на каждом из них автомобиль ускоряется равномерно, следовательно

$$j_{\text{ср}} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (2.16)$$

где $j_{\text{ср}}$ – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей, м/с^2 ;

j_i и j_{i+1} – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скоростей, м/с^2 ;

i – номер рассматриваемого интервала.

Данные снятые с диаграммы внесу в таблицу 2.7

Таблица 2.7

№	j , м/с^2	V , м/с
1	1,15	1,55
2	1,24	2,48
3	0,96	3,1
4	1,55	6,3
5	0,31	12,1
6	0,11	17
7	0,02	25,4

$$j_{\text{ср1}} = (1,15 + 1,24) / 2 = 1,195 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Аналогично рассчитал для 7 выбранных значений ускорений автомобиля.

Для выявления скорости в рассматриваемых участках, воспользуюсь следующей формулой:

$$\Delta V_i = (V_{i+1} - V_i), \quad (2.17)$$

$$\Delta V_1 = (2,48 - 1,55) = 0,93 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Аналогично применю формулу для всех 7 табличных значений.

Тогда, время разгона Δt_1 от v_1 до v_2 автомобиля будет определяю из выражения:

$$\Delta t_i = \Delta V_i / j_{\text{ср}i}, \quad (2.18)$$

$$\Delta t_1 = 0,93 / 1,195 = 0,78 \text{ (сек)}.$$

Аналогичным методом определяю время разгона в каждом из рассчитываемых интервалов.

Для определения общего времени разгона автомобиля t_Σ без учёта времени, затрачиваемого на переключение передач, сложу время разгона автомобиля в каждом из рассматриваемых участков:

$$t_\Sigma = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6, \quad (2.19)$$

$$t_\Sigma = 0,8 + 0,6 + 2,5 + 6,2 + 23,3 + 129,2 = 162,7 \text{ (с)}.$$

Путь разгона автомобиля на скорости от v_1 до v_2 составит:

$$\Delta S_i = V_{\text{ср}i} \Delta t_i. \quad (2.20)$$

В данном интервале получу среднюю скорость

$$V_{\text{ср}1} = (V_i + V_{i+1}) / 2. \quad (2.21)$$

$$V_{\text{ср}1} = (2 + 2,8) / 2 = 2,4 \text{ (м/с)},$$

$$\Delta S_1 = 2,4 \times 0,8 = 1,6 \text{ (м)}.$$

Аналогичные операции произведу для остальных рассчитываемых интервалов.

Общий путь разгона определяю при помощи формулы:

$$S_\Sigma = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4 + \Delta S_5 + \Delta S_6, \quad (2.22)$$

где $\Delta S_1, \Delta S_2, \dots$ - путь, пройденный автомобилем в рассматриваемых интервалах скоростей.

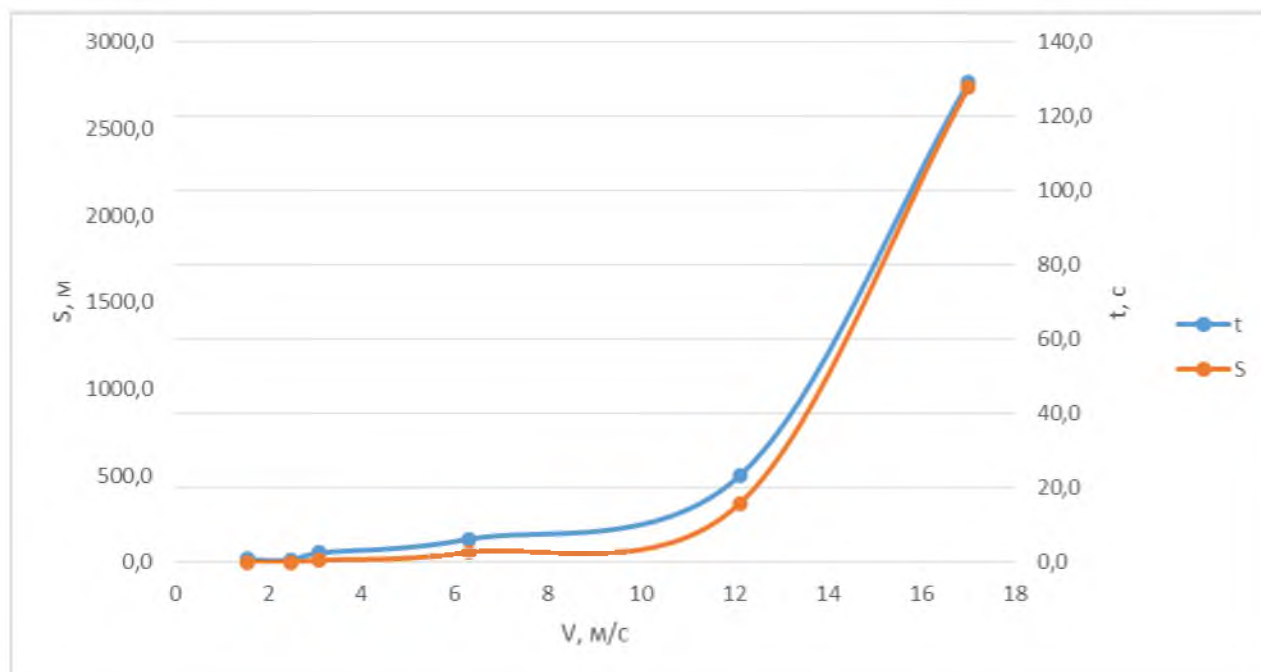
$$S_\Sigma = 1,6 + 1,6 + 12 + 57,4 + 339,5 + 2739,7 = 3151,7 \text{ (м)}.$$

Полученные данные занесу в таблицу 2.8.

Таблица 2.8

j_{cp1}	1,195	ΔV_1	0,93	Δt_1	0,8	V_{cp1}	2,0	ΔS_1	1,6
j_{cp2}	1,1	ΔV_2	0,62	Δt_2	0,6	V_{cp2}	2,8	ΔS_2	1,6
j_{cp3}	1,255	ΔV_3	3,2	Δt_3	2,5	V_{cp3}	4,7	ΔS_3	12,0
j_{cp4}	0,93	ΔV_4	5,8	Δt_4	6,2	V_{cp4}	9,2	ΔS_4	57,4
j_{cp5}	0,21	ΔV_5	4,9	Δt_5	23,3	V_{cp5}	14,6	ΔS_5	339,5
j_{cp6}	0,065	ΔV_6	8,4	Δt_6	129,2	V_{cp6}	21,2	ΔS_6	2739,7
				t_{Σ}	162,7			S_{Σ}	3151,7

По табличным данным построил диаграмму зависимости пройденного пути при разгоне автомобиля от времени.



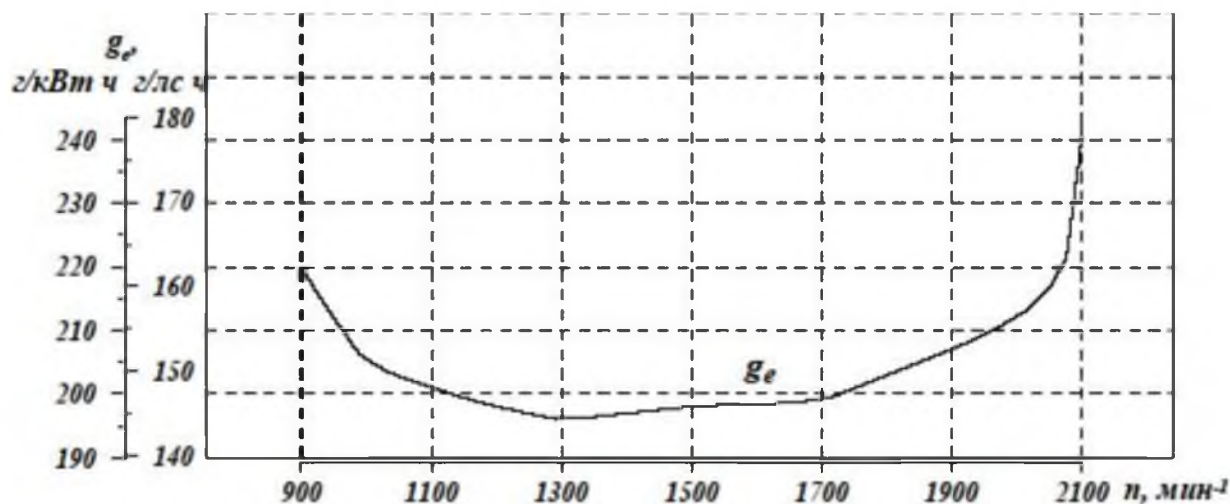
2.8 – Время и путь разгона автомобиля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

63



2.9 – Топливная экономичность автомобиля [8]

2.8 Угол подъема автомобиля

Для определения максимального угла подъема анализируемого автомобиля воспользуюсь формулой:

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{D_{\max} - f \sqrt{1 - D_{\max}^2 + f^2}}{1 + f^2} \quad (2.23)$$

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{0,6 - 0,018 \sqrt{1 - 0,6^2 + 0,018^2}}{1 + 0,018^2} = 33,3^\circ$$

Максимальный угол подъема автомобиля по сцеплению с поверхностью дороги рассчитаю по следующей формуле:

$$\alpha_{\max \varphi} = \arctg \left(\frac{m_{\varphi}}{m_a} \cdot \varphi - f \right) \quad (2.24)$$

$$\alpha_{\max \varphi} = \arctg \left(\frac{15165}{15165} \cdot 0,8 - 0,018 \right) = 34,8^\circ$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

64

Вывод по части два

В данном разделе был проведен расчет тягово-динамических характеристик автомобиля Урал 4320-0110-61М: внешняя скоростная характеристика, тяговая характеристика автомобиля, мощностной баланс, динамическая характеристика автомобиля, ускорение автомобиля, угол подъема автомобиля и расчет топливной экономичности.

По результатам расчетов можно сделать вывод о высокой проходимости автомобиля, грузоподъемности, оценить возможности движения автомобиля.

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>65</i>

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Постановка задач

В данном разделе будут рассмотрены вопросы, связанные непосредственно с размещением заимствуемого вала отбора мощности у трактора Т-150К и размещением ВОМ на раму автомобиля высокой проходимости Урал 4320-0110-61М.

Будет выбран материал, определены размеры детали «пластина», для её крепления к раме автомобиля и представлены координаты посадочных отверстий для крепления к ней ВОМ. А также выбраны болты и гайки, используемые для установки и крепления нового узла к автомобилю.

Кроме того, поскольку ВОМ Т-150К является заимствованным узлом, проведу проверочный расчёт для одноступенчатого редуктора: его геометрических параметров, моментов, создаваемых на валах, коэффициентов долговечности, прочности, диаметров входного вала и выходного, и др.

3.2 Проверочный расчёт одноступенчатого редуктора

Проведу проверочный расчёт цилиндрического прямозубого одноступенчатого редуктора – ВОМ трактора Т-150К.

3.2.1 Исходные данные:

$$n_I = 2700 \text{ (об/мин);}$$

$$n_{II} = 1000 \text{ (об/мин);}$$

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{цилиндрич}} = 0,96;$$

$$P_{\text{входн}} = P_I = 103 \text{ (кВт).}$$

3.2.2 Общее передаточное отношение редуктора

$$U_o = \frac{n_{PK}}{n_{ВОМ}}, \quad (3.1)$$

где, $n_{PK} = n_I$ – обороты, выходящие из раздаточной коробки, входящие в ВОМ (об/мин);

$$n_{ВОМ} = n_{II} \text{ – обороты, выходного вала ВОМ (об/мин).}$$

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2017.616 ПЗ

$$U_0 = \frac{2700}{1000} = 2,7.$$

3.2.3 Скорость вращения валов редуктора

Скорость вращения входного вала:

$$\omega_I = \frac{\pi \cdot n_I}{30} \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right). \quad (3.2)$$

Скорость вращения выходного вала:

$$\omega_{II} = \frac{\pi \cdot n_{II}}{30} \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right). \quad (3.3)$$

$$\omega_I = \frac{3,14 \cdot 2700}{30} = 282 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right);$$

$$\omega_{II} = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right).$$

3.3 Крутящие моменты на валах

Момент на входном валу находится по формуле:

$$T_I = \frac{P_1}{\omega_1} \text{ (Нм)}. \quad (3.4)$$

$$T_I = \frac{103 \cdot 10^3}{282} = 364 \text{ (Нм)}.$$

Момент на выходящем валу определим по формуле:

$$T_{II} = T_I \cdot U_0 \cdot \eta_{\text{общ}} \text{ (Нм)}. \quad (3.5)$$

$$T_{II} = 364 \cdot 2,7 \cdot 0,96 = 943 \text{ (Нм)}.$$

3.4 Мощность выходного вала

$$P_{\text{ВЫХ}} = P_{\text{ВХ}} \times \eta_{\text{общ}}. \quad (3.6)$$

$$P_{\text{ВЫХ}} = 103 \times 0,96 = 99 \text{ (кВт)}.$$

3.5 Материал шестерен и валов ВОМ

Из таблицы 8.9 [1 стр. 168] :

Материал – Сталь 40Х.

Шестерня – закалка до 50 HRC.

Колесо – закалка до 45 HRC.

					23.05.01.2017.616 ПЗ	Лист 67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяю допускаемые контактные напряжения для материала шестерни с помощью формулы:

$$[\sigma_H]_1 = \frac{\sigma_{H0}}{S_H} \cdot K_{HL} \quad (3.7)$$

$$[\sigma_H]_1 = \frac{1050}{1,2} \cdot 1 = 875 \text{ (МПа)}.$$

$[\sigma_H]_1$ – допускаемое контактное напряжение для материала шестерни;

σ_{H0} – предел усталости;

$$\sigma_{H0} = 17 \cdot HRC + 200. \quad (3.8)$$

$$\sigma_{H0} = 17 \cdot 45 + 200 = 965 \text{ (МПа)}.$$

S_H – коэффициент запаса прочности;

$$S_H = 1,2.$$

K_{HL} – коэффициент долговечности;

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{H0}}{N_H}} \quad (3.9)$$

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{87}{182112000}} = 1.$$

N_{H0} – базовое число циклов нагружения;

N_H – расчетное число циклов нагружения, с учетом заданного времени работы;

$$N_H = 60 \cdot n_1 \cdot t_{\Sigma} \quad (3.10)$$

$$N_H = 60 \cdot 2700 \cdot 8672 = 1404 \cdot 10^6,$$

где t_{Σ} – ресурс передачи в часах;

$$t_{\Sigma} = L \cdot 365 \cdot 24 \cdot K_{год} \cdot K_{см} \quad (3.11)$$

$$t_{\Sigma} = 6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,5 \cdot 0,33 = 8672 \text{ (ч)}.$$

$K_{год} = 0,5$ (из условия);

$K_{см} = 0,33$ (из условия);

L – число лет;

$$N_{H0} = 67 \cdot 10^6.$$

Определяю допускаемые контактные напряжения для материала колеса используя формулу:

$$[\sigma_H]_2 = \frac{\sigma_{H0}}{S_H} \cdot K_{HL} \quad (3.12)$$

$$[\sigma_H]_2 = \frac{965}{1,2} \cdot 1 = 844 \text{ (МПа)}.$$

$$\sigma_{H0} = 17 \cdot 45 + 200 = 965 \text{ (МПа)};$$

где $S_H=1,2$.

$$N_H = 60 \cdot n_2 \cdot t_{\Sigma} \quad (3.13)$$

$$N_H = 60 \cdot 1000 \cdot 8672 = 520 \cdot 10^6.$$

$$N_{H0} = 25 \cdot 10^6.$$

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{25 \cdot 10^6}{520 \cdot 10^6}} = 0,6.$$

3.6 Расчет на контактную выносливость

Определим межосевое расстояние передачи:

$$a_w = K_a(u_1 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{\psi_{\alpha} \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}}, \quad (3.14)$$

где $K_a = 495$, $\psi_{\alpha} = 0,315$, $K_{H\beta} = 1$.

$$a_w = 495 \cdot (2,7 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{943}{0,315 \cdot 2,7^2 \cdot 844^2}} = 154 \text{ мм}.$$

Принимаем $a_w = 160$ мм.

3.7 Геометрический расчет передачи

Табл. 3.1 – Геометрические параметры передачи

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Межосевое расстояние	a_w , мм	160
Передаточное число	u	2,7
Ширина колеса	b_2 , мм	$b_2 = \psi_{ca} \cdot a_w = 0,315 \times 160 = 50,4$
Ширина шестерни	b_1 , мм	$b_1 = b_2 + 2 = 52,4$
Модуль нормальный	m , мм	$m = (0,01 \dots 0,02) a_w = 0,01 \times 160 = 1,6$
Суммарное число зубьев	Z'_Σ	$Z_\Sigma = z_1 + z_2 = \frac{2 \cdot a_w}{m} = \frac{2 \cdot 160}{1,6} = 200$
Число зубьев шестерни	Z_1	$Z_1 = \frac{Z_\Sigma}{u+1} = \frac{200}{2,7+1} = 55$
Число зубьев колеса	Z_2	$Z_2 = Z_\Sigma - Z_1 = 200 - 55 = 145$
Фактическое передаточное число	u_ϕ	$u_\phi = Z_2 / Z_1 = 145 / 55 = 2,64$
Отклонение передаточного числа	Δu	$\Delta u = \frac{u_\phi - u}{u} \cdot 100 \% = \frac{2,64 - 2,7}{2,7} \cdot 100 \% = 2,3\%$
Делительное межосевое расстояние	a , мм	$a = \frac{m \cdot (Z_1 + Z_2)}{2} = \frac{1,6 \cdot (55 + 145)}{2} = 160$
Угол зацепления	α_w рад	$\arccos\left(\frac{a}{a_w} \cos 20^\circ\right) = 20^\circ$
Делительные диаметры	d_1 , мм d_2 , мм	$d_1 = m \cdot Z_1 = 1,6 \cdot 55 = 88$ $d_2 = m \cdot Z_2 = 1,6 \cdot 145 = 233,6$
Диаметры вершин зубьев	d_{a_1} , мм d_{a_2} , мм	$d_{a_1} = d_1 + 2m = 88 + 2 \cdot 1,6 = 91,2$ $d_{a_2} = d_2 + 2m = 233 + 2 \cdot 1,6 = 236,2$
Диаметры впадин зубьев	d_{f_1} , мм d_{f_2} , мм	$d_{f_1} = d_1 - 2m = 88 - 2 \cdot 1,6 = 84,8$ $d_{f_2} = d_2 - 2m = 233 - 2 \cdot 1,6 = 229,8$

3.8 Расчёт кинематических параметров передачи

Передаточное число:

$$u = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (3.15)$$

$u = 145 / 55 = 2,6$.

Окружная скорость в зацеплении:

$$V = \frac{\pi d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (3.16)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 2700}{60 \cdot 1000} = 12,4 \left(\frac{M}{c} \right).$$

Вычислим усилия в зацеплении:

Окружная сила:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_2 \cdot 10^3}{d_2} \quad (3.17)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 943 \cdot 10^3}{233} = 8094 \text{ (H)}.$$

Радиальная сила:

$$F_y = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3.18)$$

$$F_y = 8094 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 2912 \text{ (H)}.$$

3.9 Проверочный расчёт в конструировании валов редуктора

Для изготовления валов выбираем сталь Ст.5.

Диаметры $d_{в}$ консольных участков входного и выходного валов, диаметр $d_{к}$ промежуточного вала под зубчатое колесо определяется расчетом на чистое кручение по пониженным допускаемым напряжениям $[\tau]$:

$$d_{в} = \sqrt[3]{\frac{T \cdot 10^3}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (3.19)$$

где, $[\tau] = 40 \text{ МПа} = 40 \left(\frac{H}{мм^2} \right)$.

Рассчитаю диаметр входного вала:

$$d_{в} = \sqrt[3]{\frac{364 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 40}} = 35 \text{ (мм)}.$$

Диаметр консольного участка вала:

но так как вал входной, то $d_{в1} = d_{в} = 35 \text{ (мм)}$.

Принимаю подшипник № 206 ГОСТ8338-75:

$d = 35 \text{ (мм)}$; $D = 72 \text{ (мм)}$; $B = 17 \text{ (мм)}$; $r = 2 \text{ (мм)}$.

Характеристики грузоподъемности: $C_{г} = 25,5 \text{ (кН)}$; $C_{ог} = 13,7 \text{ (кН)}$.

Расчёт промежуточного вала

Диаметр вала под колесо:

$$d_{в2} = \sqrt[3]{\frac{T_2 * 10^3}{0,2 * [\tau]}} \quad (3.20)$$

$$d_{в} = \sqrt[3]{\frac{943 * 10^3}{0,2 * 40}} = 49 \text{ (мм)}.$$

Принимаю подшипник № 210 ГОСТ8338-75:

$d=50$ (мм); $D=65$ (мм); $B=16$ (мм); $r=1,5$ (мм).

Характеристики грузоподъемности: $C_r=35,1$ (кН); $C_{ор}=19,8$ (кН).

3.10 Проверочный расчёт выходного вала

Передаваемый момент $T = 943$ (Н·м);

Тангенциальная сила $F_t = \frac{T}{d_2/2} = 3756$ (Н),

где d_2 - делительный диаметр колеса;

Радиальная сила $F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha = 1370$ (Н),

где $\alpha = 20$ – радиальная сила действующая на вал.

$F_m = F_t \cdot 0,3 = 1130$ (Н) – сила, возникающая вследствие несоосного соединения муфтой валов.

$a = 0,045$ (м);

$b = 0,045$ (м);

$c = 0,09$ (м).

По полученным данным построю схему выходного вала и эпюру моментов.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

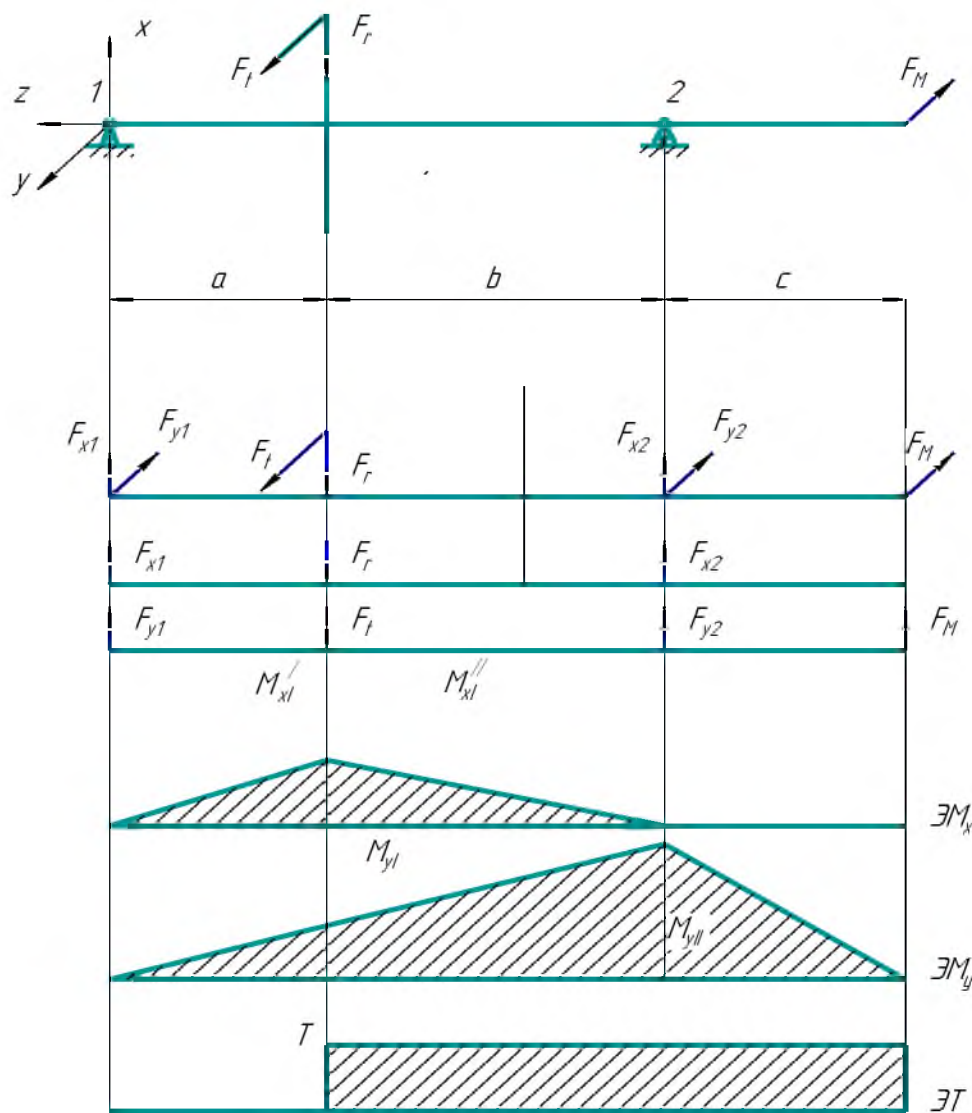


Рисунок 3.1 – Расчётная схема выходного вала и эпюра моментов

3.11 Размещение редуктора на раме автомобиля

Выбранный одноступенчатый редуктор трактора Т-150К необходимо надёжно разместить и неподвижно установить в задней части рамы автомобиля Урал 4320-0110-65 для агрегатирования с машинами и механизмами.

Для этого, в целях экономии материальных средств, надёжности и простоты конструкции, установим на заднюю часть рамы автомобиля Урал лист металла толщиной не менее 8 (мм). Для установки на него ВОМ вырежем в нём 4 отверстия диаметром 12 (мм) для крепления ВОМ болтами, а также ещё 4 отверстия для крепления к раме автомобиля. Кроме того, изготовим в пластине отверстие

для картера редуктора, который выполним по размерам картера, который имеет габариты:

- ширина – 320 (мм);
- длина – 130 (мм).

Пластину загнём с двух сторон как показано на рисунке 3.2, для придания её жёсткости, чтобы не имела возможность деформироваться при движении автомобиля по дороге или бездорожью.



Рисунок 3.2 – Металлический лист

Габаритные размеры ВОМ схематично показаны на рисунке 3.3

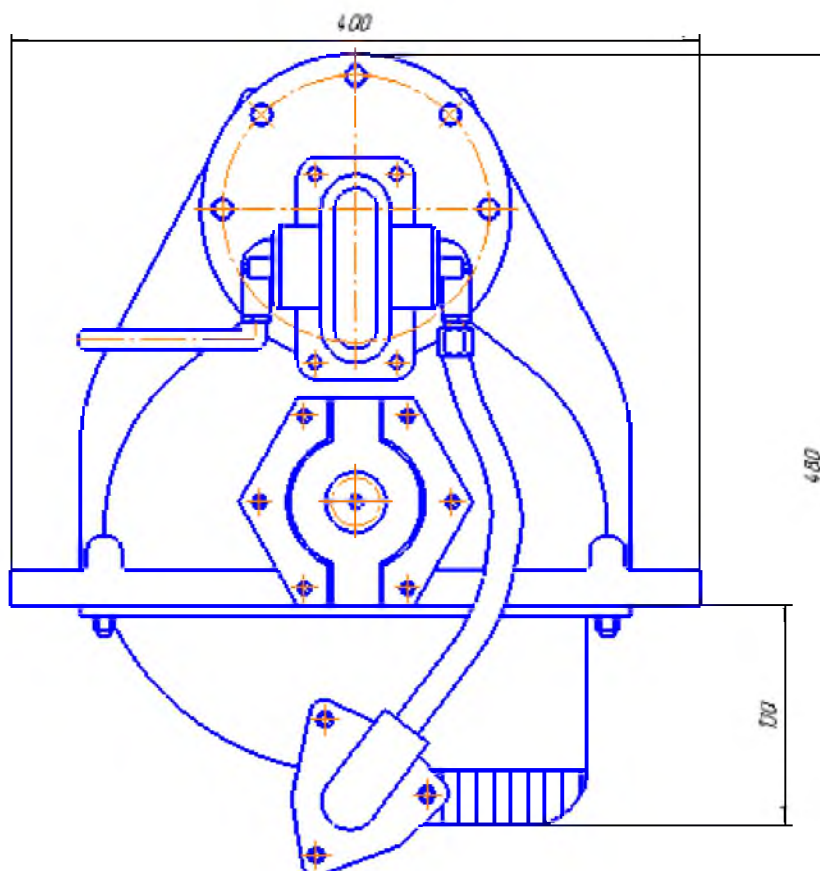


Рисунок 3.3 – Габаритный размер ВОМ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

74

Межцентровые расстояния отверстий ВОМ показаны на рисунке 3.4.

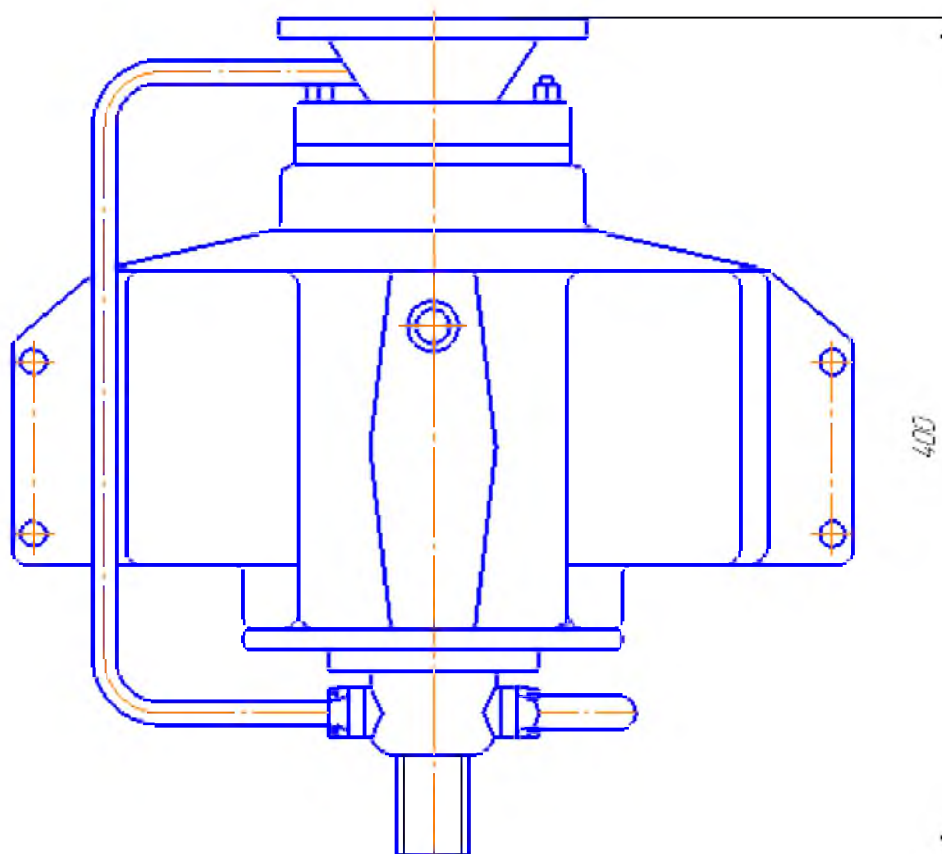


Рисунок 3.4 – Межцентровые расстояния отверстий ВОМ

Используя габаритные, межцентровые расстояния изготовим кронштейн, который будет присоединять тракторный ВОМ к раме автомобиля Урал.

3.12 Присоединительный фланец ВОМ

Одноступенчатый редуктор Т-150К имеет выходной фланец, соединяющийся в карданном валом трактора и имеет габаритные размеры, приведённые на рисунке 3.5.

Представленные присоединительные размеры являются стандартными, поэтому фланец карданного вала Урала соединится с фланцем тракторного ВОМ. Поэтому, данный узел не требует внесения конструкторских изменений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

75



Рисунок 3.4 – Размеры присоединительного фланца

Вывод по части три

В конструкторском разделе был представлен проверочный расчёт одноступенчатого редуктора – определены общее передаточное отношение, скорости вращения валов, его основные геометрические параметры передачи, силы, возникающие при несоосности, вычислены кинематические параметры передачи, допустимые контактные напряжения, а также построена расчётная схема выходного вала и эпюра моментов.

Было подробно представлены геометрические параметры односкоростного редуктора, а также конструкторское решение, по изготовлению кронштейна, который неподвижно присоединит тракторный ВОМ к раме автомобиля Урал.

Рассмотрен присоединительные размеры фланца вала отбора мощности и установлено, что аналогичные размеры имеет фланец карданной передачи идущий от двигателя автомобиля Урал.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Исходные данные

В данном пункте рассмотрена технология изготовления кронштейна необходимого, для жёсткого крепления ВОМ к раме полноприводного автомобиля, который представлен на рисунке 4.1

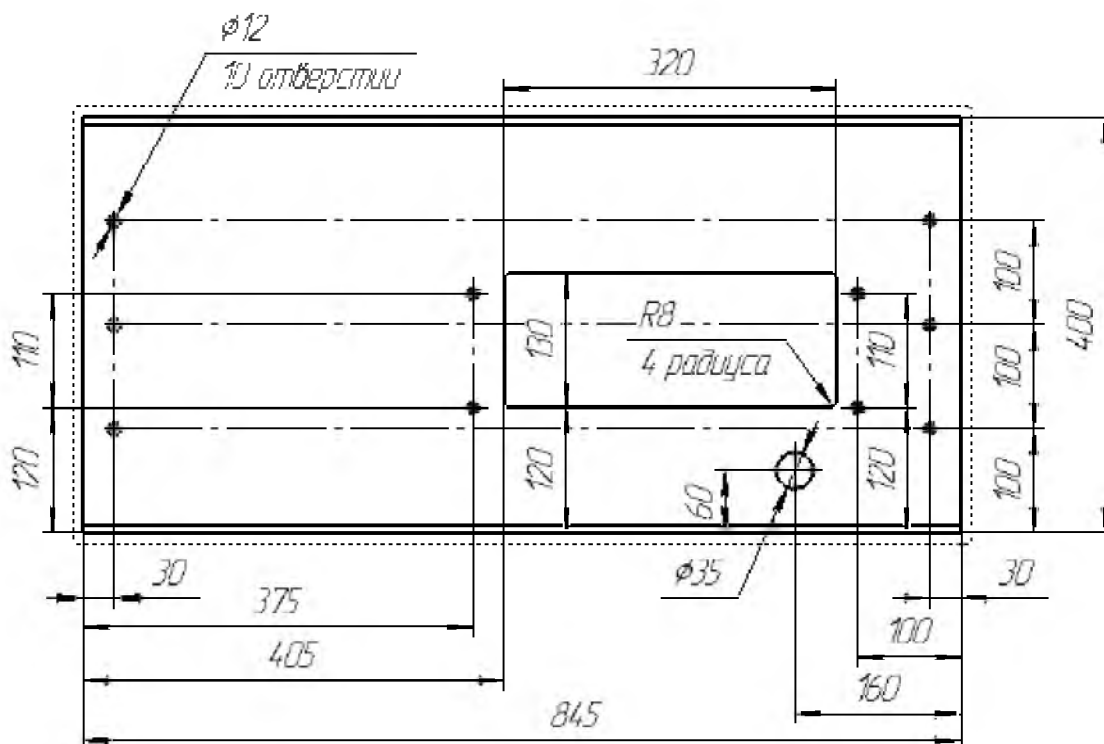


Рисунок 4.1 – Кронштейн

Деталь предназначена для прочного крепления тракторного ВОМ к раме автомобиля. Деталь является кронштейном и обозначается как «пластина». Геометрические размеры изготавливаемой детали имеют значения 854x500x8. Ширина изделия обусловлена расстоянием между лонжеронами рамы автомобиля, на которой и будет устанавливаться деталь. Длина «пластины» выбрана с учётом габаритов тракторного ВОМ и обеспечивает надёжную установку на раме. Толщина «пластины» обеспечит запас прочности при эксплуатации автомобиля, а также имеет достаточную жёсткость для безопасного размещения дополнительного оборудования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

78

4.2 Материал заготовки

В целях экономии материальных средств и надёжности конструкции, выберу лист Сталь 10 ГОСТ 1050-88 толщиной 8 (мм). Данный материал является конструкционной углеродистой сталью.

Сортамент сталей, выпускаемый в мире и в России, имеет огромный диапазон, что таит в себе определённую проблему и ведёт к необходимости производителей производить маркировку, т.е. идентифицировать свойства, позволяющие использовать марку с определенными физико-химическими характеристиками в последующих производственных процессах. Выбранный мной лист Сталь 10 относится к конструкционным углеродистым качественным сталям, применяемым для деталей механизмов и конструкций. Содержание углерода – одна из ключевых составляющих сталей, оказывающая влияние на их твердость и прочность. Цифра 10 означает среднее значение содержания С в металле с точностью до сотых долей %. Термин «качественная» – означает чистоту и великолепные механические свойства в силу уменьшения содержания в них серы, фосфора, неметаллических примесей и т.д.

Качественные стали по своим характеристикам должны превосходить обыкновенные, поскольку этого требует их применение. ГОСТ 1050-88 относит сталь 10 к низкоуглеродистым сталям с содержанием углерода 0,07-0,14%. В ней присутствуют легирующие элементы, однако это обычные, недорогие и незначительные в процентном отношении присадки: кремний, медь, мышьяк, хром, марганец, медь и т.д.

Так же, как и ее низкоуглеродистые аналоги (Ст 0,5, 08), марка 10 обладает высокой пластичностью, что позволяет использовать ее для производства штампованных деталей, металлоизделий с помощью высадки или волочения. Когда ее нагревают до 1280-1300°C, она пригодна для листового проката, труб, проволоки, при более низких температурах приобретает повышенную прочность и обрабатываемость.

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01 2017.616 ПЗ				

Другие марки, имеющие цифру 10 в названии, также относятся к качественным углеродистым сталям, но обладают некоторыми свойствами, отличными от стали 10. Марки Ст, включая Ст10, обладают хорошей свариваемостью и коррозионной устойчивостью, находят применение в нефтяной и химической промышленности. Сталь У10 относится к инструментальным маркам с низкой теплоустойчивостью. Поэтому ее можно применять для производства инструментов, которые будут использоваться при небольших скоростях резания. При 190–200°С твердость ее значительно падает.

Технологические характеристики стали 10 позволяют использовать ее достаточно широко. К наиболее важным следует отнести:

- свариваемость без ограничений, кроме деталей после химико-термической обработки;
- возможность обработки резанием;
- высокий предел выносливости и др.

Ст 10 пригодна для штамповки, поковки, изготовления котлов высокого давления, трубопроводов, сортового проката, шлифованного прутка, винтов, электронагревателей, холоднодеформированных труб, коррозионноустойчивых листов, бердной проволоки и других продуктов для длительного использования при температурах от -40 до +450°С [22].

Таблица 4.2 - Химический состав стали по ковшевой пробе

Марка стали	Массовая доля элементов, %			
	углерода	кремния	марганца	хрома и др.
10	0,07-0,14	0,17-0,37	0,35-0,65	0,15

Таблица 4.3 – Значения допустимого отклонения химического состава

Наименование элемента	Допускаемые отклонения, %
Углерод	±0,01
Кремний для спокойной стали	±0,02
Марганец	±0,03
Фосфор	±0,005

Таблица 4.4 – Механические свойства проката при нормальном состоянии

Марка стали	Механические свойства не менее			
	Предел текучести σ_T , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Временное сопротивление разрыву σ_B , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение Ψ , %
10	205 (21)	330 (34)	31	55

Таблица 4.5 – Макроструктура стали

Макроструктура стали в баллах, не более								
Центральная пористость	Точечная неоднородность	Ликвационный квадрат	Общая пятнистость	Краевая пятнистость	Подусадочная ликвация		Подкорковые пузыри	Межкристаллические трещины
					До 70 (мм)	выше 70 (мм)		
3	3	3	2	1	1	2	Не допускаются	

Таблица 4.6 – Твёрдость стали [5]

Число твёрдости НВ, не более			
Для горячекатаного и кованного проката		Для калиброванного проката и со специальной отделкой поверхности	
Без термической обработки	После отжига или высокого отпуска	Нагартованного	Отожженного или высокоотпущенного
143	-	187	143

4.3 Заготовка

Для изготовления потребуется лист прокатного металла стандартного размера 1500×6000 или размера не меньше габаритных размеров детали. Толщина заготовки должна составлять не менее 8 миллиметров.

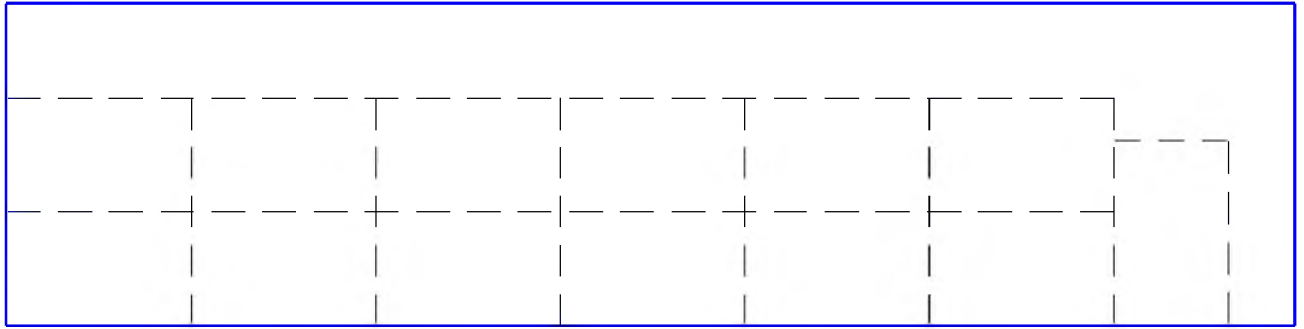


Рисунок 4.2 – Разметка горячекатаного листа Ст 10 1500х6000

Таким образом, можно будет получить 13 кронштейнов для крепления ВОМ к раме автомобиля из листа Ст 10 стандартного размера.

4.4. Оборудование

Для изготовления деталей из заготовок из листового металла, будем использовать координатный станок плазменной резки с ЧПУ. Подобный вид обработки является более производительным методом, по сравнению с кислородной газопламенной, если речь не идёт о заготовках большой толщины или заготовках из титана.

Плазменная резка — вид обработки материалов, в котором режущим инструментом выступает не традиционный резец, а струя плазмы.

Резка осуществляется за счёт газа, который подаётся под давлением в несколько атмосфер в сопло, где электрическая дуга преобразует его в струю плазмы, которая образуется между электродом и соплом аппарата, или между электродом и разрезаемым металлом. Температура подобного потока плазмы может варьироваться от 5000 до 30000 градусов и скоростью от 500 до 1500 м/с. Толщина разрезаемого металла может достигать до 200 мм. Первоначальное зажигание дуги осуществляется высокочастотным импульсом или коротким замыканием между форсункой и разрезаемым металлом. Форсунки охлаждаются за счёт потока воздуха или жидкости. Форсунки для воздушного охлаждения испытывают

меньшие нагрузки, чем жидкостные, потому считаются более надёжными. Однако, при повышенных нагрузках, менее эффективны.

Выбор газа является ключевым параметром. Качественный газ позволяет достичь качественной обработки и получения точных деталей. Выбор газа обуславливается материалом выбранной заготовки.

Используемые для получения плазменной струи газы делятся на активные (кислород, воздух) и неактивные (азот, аргон, водород, водяной пар). Активные газы в основном используются для резки чёрных металлов, а неактивные — цветных металлов и сплавов.

Преимущества плазменной резки:

- обрабатываются любые металлы — черные, цветные, тугоплавкие сплавы и т. д.;
- небольшой и локальный нагрев разрезаемой заготовки, исключаящий ее тепловую деформацию;
- высокая чистота и качество поверхности разреза;
- безопасность процесса;
- отсутствие ограничений по геометрической форме [6].

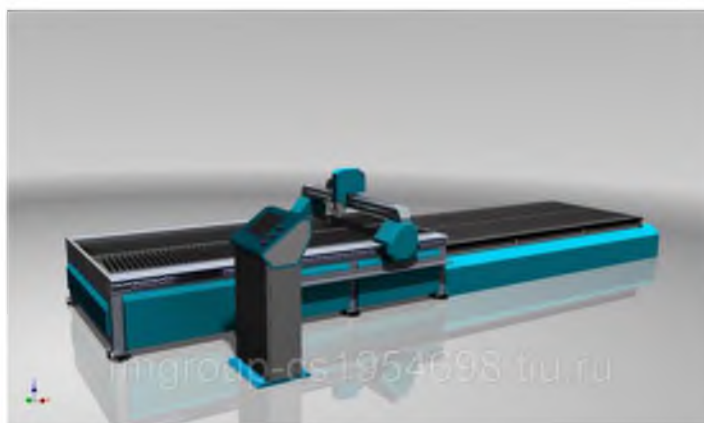


Рисунок 4.3 – Общий вид станка плазменной резки

Применение подобного оборудования экономически выгодно в случаях обработки заготовок:

- чугуна – до 90 мм;

									Лист
									83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ				

- углеродистых и легированных сплавов стали, толщина которых до 50 мм;
- меди и ее сплавов – до 80 мм;
- алюминия и сплавов на его основе – до 120 мм.

Плазменный раскрой высоколегированных сплавов стали эффективен и используется только для изделий толщиной до 100 мм (при более толстых заготовках применяют кислородно-флюсовое разрезание). Причем до толщины в 50–60 мм может проводиться воздушно-плазменное разрезание, а для более толстых изделий применяют смесь азота с кислородом. Нержавеющие стали до 20 мм, как правило, обрабатывают с помощью азота; толщиной 20–50 мм – используя азотно-водородный газ (смесь из 50 % объема водорода и 50 % – азота). Также возможно применение сжатого воздуха [18].

4.5 Припуски

Припуском считается материала, который «теряется» во время механической обработки заготовки. Припуск необходим, если требуется высокая точность действительных размеров, а также заданного качества поверхностного слоя обработанной детали.

Во всех случаях, следует рассчитывать минимальный припуск для обработки каждой из поверхностей заготовки.

В данном дипломном проекте применен случай, при котором снимаемый припуск для каждой из обрабатываемой поверхности «пластины» будет равен половине толщины заготовки. Это условие позволит «на выходе» получить геометрически точную деталь.

Поскольку, толщина выбранной заготовки равняется 8 миллиметрам, минимальные размеры будущей детали должны равняться:

- длина заготовки – $845 + (8 * 0,5 + 8 * 0,5) = 853$ (мм);
- ширина заготовки – $520 + (8 * 0,5 + 0,8 * 0,5) = 528$ (мм).

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						84
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

4.6 Базы установки заготовки

В технологическом процессе производства на станках требуются базы для придания заготовке требуемого положения в пространстве. В случае резки на плазменном станке, деталь должна располагаться перпендикулярно к рабочему инструменту станка, т.е. к струе плазмы. Таким образом заключим, что заготовка будет располагаться горизонтально на столе станка. Для точности обработки деталь необходимо зафиксировать с одной из сторон, как это показано на рисунке 4.4.

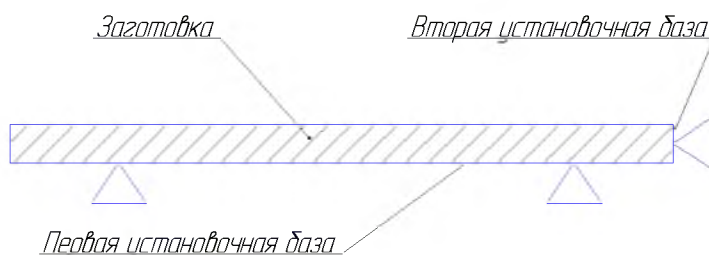


Рисунок 4.4 – Базы установки заготовки на станке

4.7 Присоединение

Присоединение кронштейна к раме автомобиля и ВОМа к кронштейну будет осуществлено при помощи 10 болтов ГОСТ 10602-94 и 10 гаек 10605-94, диаметр которых 12 (мм). Еще тремя аналогичными болтами и шайбами крепить кронштейн к заднему буферу автомобиля.

Карданный вал автомобиля крепить к фланцу одноступенчатого редуктора 4 болтами ГОСТ 10602-94 и 4 гайками 10605-94 диаметром 14 (мм).

ВОМ крепить в заднем буфере 6 болтами ГОСТ 10602-94 и 6 гайками 10605-94 диаметром 8 (мм).

Отверстия в раме и буфере автомобиля выполнить по месту.

4.8 Технологический процесс

Отверстия, выполненные в пластине для крепления ВОМ необходимо обработать. Для этого проведём операцию зенковки, развёртки и нарезку резьбы.

Операция 050 – Зенкерование

Инструмент: зенкер в конусообразным хвостовиком.

Станок: вертикально-сверлильный 2Н125.

Квалитет точности: 9... 11.

Шероховатость: Ra=1,25...2,5.

Скорость резания при зенкеровании равна:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \left(\frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right). \quad (4.1)$$

Подачу – S, примем 0,8 (мм/об).

Глубина зенкерования составит 1 (мм).

Коэффициенты равны: C_v=16,3; q=0,3; x=0,2; y=0,5; m=0,3; T=40 (мин);

K_v=0,8.

$$V = \frac{16,3 \cdot 26^{0,3} \cdot 0,8}{40^{0,3} \cdot 1^{0,2} \cdot 0,8^{0,5}} = 12,8 \left(\frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right).$$

Определю число оборотов шпинделя с учётом оборотов станка 125 в минуту.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (4.2)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 12,8}{3,14 \cdot 26} = 157 \left(\frac{\text{об}}{\text{МИН}} \right).$$

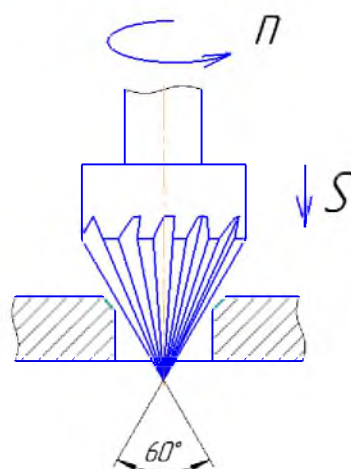


Рисунок 4.5 – Операция зенкерования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

86

Операция 055 – Развертка

Инструмент: развёртка.

Диаметр черновой развертки: 11,9 (мм).

Диаметр чистовой развёртки: 12 (мм).

Станок: вертикально-сверлильный 2Н125.

Квалитет точности: 6...9.

Шероховатость: Ra=0,16...1,25.

Скорость резания при разворачивании определим по формуле 4.1.

Значение коэффициентов беру из таблицы: S=0,9; C_v=10,5; q=0,3; x=0,2; y=0,65; m=0,4; T=40 (мин); K_v=1.

$$V = \frac{10,5 \cdot 12^{0,2} \cdot 1}{40^{0,4} \cdot 0,35^{0,2} \cdot 0,56^{0,65}} = 9 \left(\frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right).$$

Число оборотов при операции развёртки определю по формуле 4.2.

$$n = \frac{1000 \cdot 9}{3,14 \cdot 12} = 241 \left(\frac{\text{об}}{\text{МИН}} \right).$$

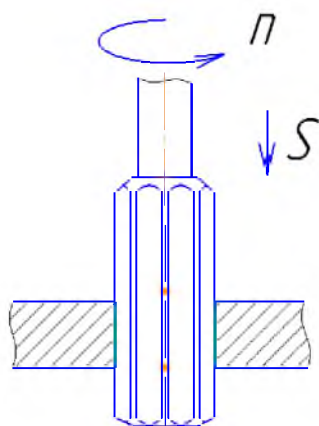


Рисунок 4.6 – Операция развёртки

Операция 060 – Нарезание резьбы

Инструмент: резец.

Станок: вертикально-сверлильный 2Н125.

Резьба метрическая: М12х0,5-6Н.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

87

Подачу выбираем из параметров нарезаемой резьбы:

$S=1,5$ (мм/об).

Скорость резания при нарезании метрической резьбы равна:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot S^y} \left(\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right). \quad (4.3)$$

Значение коэффициентов: $C_v=64,8$; $q=1,2$; $y=0,5$; $m=0,9$; $T=90$ (мин); $K_v=0,8$.

$$V = \frac{64,8 \cdot 12^{1,2} \cdot 0,8}{90^{0,9} \cdot 1,5^{0,5}} = 11,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right).$$

Частоту вращения шпинделя определяю по формуле 4.2.

$$n = \frac{1000 \cdot 11,4}{3,14 \cdot 12} = 243 \left(\frac{\text{об}}{\text{мин}} \right).$$

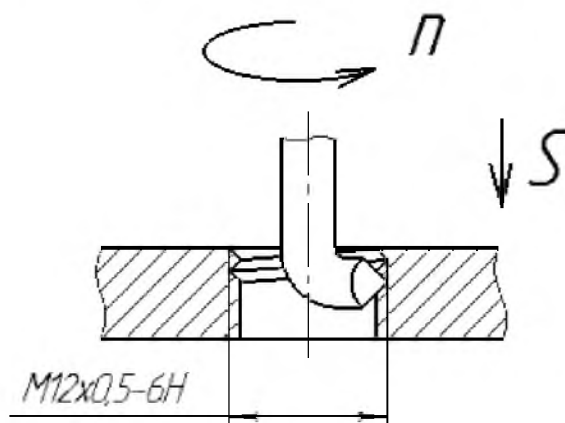


Рисунок 4.7 – Операция нарезания резьбы

Операция 065 – Гибка

Размеры детали обеспечивает оснастка. Последовательно гнуть кронштейн с двух сторон.

Расчёт давления для односторонней угловой гибки:

$$P_{\text{ср}} = 1,25 \cdot S \cdot B \cdot \sigma_B. \quad (4.4)$$

$$P_{\text{ср}} = 1,25 \cdot 8 \cdot 520 \cdot 43 = 223600 \text{ (Н)}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

88

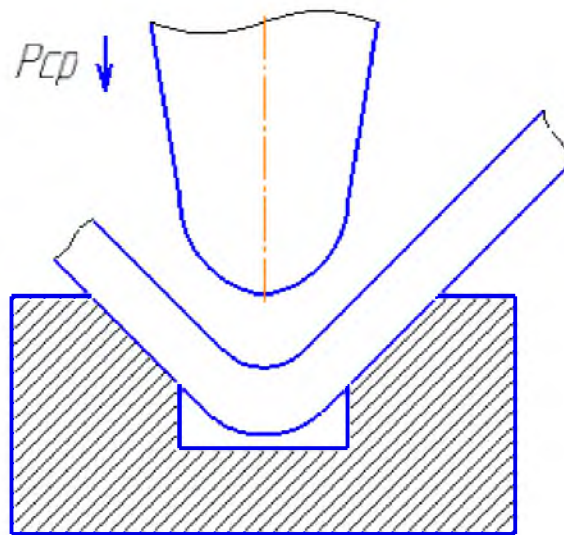


Рисунок 4.8 – Гибка угла 90°

Изготовление детали «пластина» будет приемлемо на любом станке плазменной резки удовлетворяющее условие достаточной точности резания, верного выбора газа, который определяется материалом заготовки, и возможности горизонтального размещения заготовки.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		89



Рисунок 4.9 – Технологический процесс

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

90

Вывод по части четыре

В выше приведенном разделе был представлен один из возможных технологических процессов изготовления пластины – деталь, которая будет крепиться к раме автомобиля высокой проходимости и на которую будет устанавливаться тракторный ВОМ.

В процессе анализа описанного данной части дипломного проекта было сделано заключение о приемлемости использования плазменного станка при производстве деталей, которые производят из листового металла.

Рассмотренный вид обработки металла снижает время и трудоёмкость производимых работ, однако несёт в себе дополнительные экономические затраты.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Основных затраты

Целью экономического расчёта является определение экономического эффекта от стадии начала производства на базе автомобиля Урал 4320-0110-61М с установленным тракторным ВОМ Т-150К на раме до стадии внедрения в эксплуатацию, а также определение срока окупаемости проекта.

Денежные затраты на реализацию проекта:

- Себестоимость автомобиля Урал 4320-0110-61М = 2683000 (руб.);
- Себестоимость ВОМ 151.41.001-2 Т-150К = 42780 (руб.) [20].

Таблица 5.1 – Основные материалы

Наименование узла	Количество	Новый	В т.с. НДС, руб.	Стоимость без НДС, руб.
Автомобиль Урал 4320-0110-61М	1	1743950	313911	1430039
ВОМ Т-150К	1	42780	7700	35080
Лист металла Ст. 10 (1500х6000 мм)	1	38550	6939	31611
Итого:	3	1825280	328550	1496730

Согласно таблице 5.1, денежные затраты на единицу продукции составят 1496730 (руб.) без НДС.

Поскольку осуществление предложенного проекта подразумевает под собой производство на уже опробованных или действующих производственных площадях, то, следовательно, всё необходимое оборудование имеется, поэтому большие финансовые вложения в оборудование или монтажные работы не требуются.

В таблице 5.2 представлены рабочие занятые непосредственно в производстве одной единицы продукции.

Таблица 5.2 – Рабочие занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.
Слесарь-сборщик	5	2

Затраты на оплату труда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия (таблица 5.3).

Таблица 5.3 - Расчет заработной платы производственных рабочих

Статьи	Ед. изм.	Производственные рабочие
1. Тариф на за/п	Руб.	185
2. Отработанное время	н/ч.	160
3. З/п	Руб.	29 600
4. Район, надбавка 15% Основная заработная плата с до- платой	Руб.	4 440
	Руб.	34 040
5. Отчисления ФСС 30%	Руб.	10212
6. Заработная плата без ФСС		23828

Таблица 5.4 - Численность производственных рабочих, расходы на з/п и отчисления ФСС, руб.

Наименование показателей	Ед. измерен.	2018	2019	2020
Численность работающих по проекту, всего				
в том числе:	чел.	2	2	2
Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	2	2	2
Затраты на оплату труда производственных рабочих, непосредственно занятых производством продукции, в том числе:				
заработная плата	руб.	816 960	816 960	816 960
отчисления на социальные нужды (30%)	руб.	245 088	245 088	245 088

Таблица 5.5 - Калькуляция единицы изделия

Статьи затрат	Сумма (руб.)
1. Сырье и материалы	1 496 730
2. Расходы на оплату труда	27 232
3. Отчисления на социальные нужды (28,1% от с. 2)	8 170
4. Производственная себестоимость	1 532 131
5. Коммерческие расходы (1,5% от производст. себестоимости)	15 321
6. Полная себестоимость	1 547 453
7. Прибыль (50% от полной себестоимости)	386 863
8. Цена производителя (с. 6 + с. 7)	1 934 316
9. Налог на добавленную стоимость НДС (18% от с.8)	348 177
10. Цена реализации	2 282 492

Итоговые расходы на производство и сбыт полноприводного автомобиля в течение 3 лет на весь объем выпуска (30 штук в год) представлены в таблице 5.6.

Горизонт расчета (3 года) обусловлен запланированной программой выпуска, основанной на портфеле заказов – 30 автомобилей в год.

Суммарные затраты на весь объем выпуска представляют собой все статьи затрат, представленные в калькуляции на единицу продукции (таблица 5.5), а также общепроизводственные расходы.

Таблица 5.6 - Суммарные затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	2018	2019	2020
Материальные затраты	44 901 888	44 901 888	44 901 888
Общехозяйственные затраты	326 784	367 632	367 632
Затраты на оплату труда по проекту	816 960	816 960	816 960
Отчисления	245 088	245 088	245 088
Коммерческие затраты	449 019	449 019	449 019
Всего затрат	46 739 739	46 780 587	46 780 587

Программа производства и реализации продукции рассмотрена в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измерен.	2018	2019	2020
Объем производства в натуральном выражении	шт.	30	30	30
Объем реализации в натуральном выражении	шт.	30	30	30
Цена реализации за единицу продукции	руб.	2 282 492	2 282 492	2 282 492
Выручка от реализации продукции	руб.	68 474 774	68 474 774	68 474 774
в том числе НДС (18%)	руб.	12 325 459	12 325 459	12 325 459
Выручка без НДС	руб.	56 149 314	56 149 314	56 149 314
Общая выручка от реализации всех видов продукции по проекту	руб.	68 474 774	68 474 774	68 474 774
в том числе НДС	руб.	12 325 459	12 325 459	12 325 459
Общая выручка без НДС	руб.	56 149 314	56 149 314	56 149 314

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в оборотные средства (основные материалы с учетом запаса на 1 квартал) (таблица 5.8). Последующие вложения в основные материалы будут производиться из чистой прибыли.

Таблица 5.8 – Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	2018
Капитальные вложения по утвержденному проекту, подлежащие выполнению	0	0
Приобретение оборотных средств	11 225 472	11 225 472
Итого - объем инвестиций	11 225 472	11 225 472

Финансирование проекта осуществляется с использованием собственных средств – нераспределенной прибыли отчетного года.

Финансовые результаты отражают результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также ко-

нечный результат финансовой деятельности в виде прибыли и чистой прибыли. Финансовые результаты от реализации проекта представлены в таблице 9. Чистую прибыль предприятие начнет получать в первый год реализации проекта.

Таблица 5.9 – Финансовые результаты

Наименование показателей	2018 год,	2019 год,	2020 год,
	тыс.руб.	тыс.руб.	тыс.руб.
1. Общая выручка от реализации продукции	68 474 774	68 474 774	68 474 774
2. НДС от реализации выпускаемой продукции	12 325 459	12 325 459	12 325 459
3. Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС (1-2)	56 149 314	56 149 314	56 149 314
4. Затраты на производство и сбыт продукции	46 739 739	46 780 587	46 780 587
6. Прибыль по проекту (3-4-5)	9 409 576	9 368 728	9 368 728
7. Налогооблагаемая прибыль (6-7)	9 409 576	9 368 728	9 368 728
8. Налог на прибыль (20%)	1 881 915	1 873 746	1 873 746
9. Чистая прибыль (7-8)	7 527 660	7 494 982	7 494 982

5.2 Оценка эффективности инвестиционного проекта

Методика оценки эффективности инвестиционных проектов с учетом фактора времени включает группу таких показателей:

- чистый дисконтированный доход;

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 1.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t - \sum_{t=1}^T K_t \times a_t, \quad (5.1)$$

где R_t – поступления от реализации проекта, руб.;

Z_t – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;

a_t – коэффициент дисконтирования;

K_t – капитальные вложения в проект, руб.;

t – номер временного интервала реализации проекта;

T – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом: $ЧДД > 0$. Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установленном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта (т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

- индекс доходности инвестиций;

Индекс доходности по чистому дисконтированному доходу (ИД) определяется по формуле 5.2.

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times \alpha_t}{\sum_{t=1}^T K_t \times \alpha_t}, \quad (5.2)$$

где T – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Эффективным считается проект, индекс доходности которого выше единицы, т.е. сумма дисконтированных текущих доходов (поступлений) по проекту превышает величину дисконтированных капитальных вложений.

- срок окупаемости

срок окупаемости инвестиций (Ток) рассчитан по формуле 3.

$$T = \frac{K}{P_q + A} \leq T_{эо} \quad \text{или} \quad T = \frac{K}{D_q} \leq T_{эо}, \quad (5.3)$$

где T – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы;

P_q – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;

K – полная сумма расходов на реализацию инвестиционного проекта, включая затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.;

P_i – чистые поступления (чистая прибыль) в i -м году, руб.;

$T_{эо}$ – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций, определяется руководством фирмы субъективно, годы;

A – амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;

A_i – амортизационные отчисления на полное восстановление в i -м году, руб.;

$Dч = Pч + A$ - чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Решение о целесообразности проекта принимается по величине чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который рассчитывается как разность дисконтированных денежных потоков доходов и расходов, производимых в процессе реализации инвестиции за прогнозный период.

Суть критерия состоит в сравнении текущей стоимости будущих денежных поступлений от реализации проекта с инвестиционными расходами, необходимыми для его реализации.

Ставка, по которой происходит дисконтирование, называется ставкой дисконтирования (дисконта), а множитель $a = 1/(1 + i)^t$ - коэффициентом дисконтирования.

Горизонт расчета составляет 3 года, шаг расчета равен 1 год. Ставка дисконтирования составляет 18%.

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 5.10.

										Лист
										98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2017.616 ПЗ

Таблица 5.10 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск, %
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники	3 - 5
Средний	Увеличение объема продаж существующей продукции	8 - 10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13 - 15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18 - 20

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности представлены в таблице 5.11. Достаточность денежных средств предприятия на осуществление проекта в течение 3 лет подтверждает положительное сальдо денежных средств. Денежные поступления от продажи продукции – это выручки по проекту, денежные выплаты – это текущие суммарные затраты по проекту. Приток средств по инвестиционной деятельности – это собственные средства на начало реализации проекта. Отток по инвестиционной деятельности – это инвестиции в рассматриваемый проект. Приток по финансовой деятельности – это заемные средства по проекту (в данном проекте отсутствуют), отток по финансовой деятельности – это выплаты по кредитам и займам (в данном проекте отсутствуют).

Таблица 5.11 - Денежные потоки

Наименование показателей	2018	2019	2020
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)			
Денежные поступления, всего	68 474 774	68 474 774	68 474 774
в том числе:			
Поступления от продажи продукции (услуг)	68 474 774	68 474 774	68 474 774
Денежные выплаты, всего	46 739 739	46 780 587	46 780 587
в том числе:			
Затраты по производству и сбыту	46 739 739	46 780 587	46 780 587

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

23.05.01.2017.616 ПЗ

Лист

99

Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	21 735 035	21 694 187	21 694 187
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Приток средств, всего	11 225 472	0	0
в том числе:	11 225 472		
Отток средств, всего	11 225 472		
Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0
ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Приток средств, всего	0	0	0
Кредиты, всего	0		0
Отток средств, всего	0	0	
Сальдо потока по финансовой деятельности (разность показателей пп.	0	0	0
Общее сальдо потока по всем видам деятельности	21 735 035	21 694 187	21 694 187
Сальдо потока нарастающим итогом	21 735 035	43 429 222	65 123 408
ЧД =R-З	21 735 035	21 694 187	21 694 187
E =	0,18		
Кдиск $1/(1+E)t$	0,85	0,72	0,61
47 203 700	18 419 521	15 580 427	13 203 752
ЧДД	35 978 228	18 419 521	15 580 427
ИД	4,2		

В рассматриваемом проекте чистый дисконтированный доход при норме дисконта 18% положителен, проект является эффективным и реализуемым.

Индекс доходности характеризует относительную «отдачу проекта» на вложенные в него средства. Индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИД) – отношение суммы дисконтированных элементов денежного потока от операционной деятельности к величине инвестиций. $ИД > 1$, значит, проект эффективен.

Сроком окупаемости («простым» сроком окупаемости) называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости. Моментом окупаемости с учетом дисконтирования называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый дис-

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контированный доход ЧДД становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Расчет срока окупаемости представлен в таблице 5.12.

Таблица 5.12– Срок окупаемости

	Доход (Д)	Амортизация (А)	Прибыль (Р)	Налог на прибыль	Чистая прибыль (Рч)	Сумма чистой прибыли и амортизации (Дч=Рч+А)	Баланс на конец года
Инвестиции							
11225472	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Доход	Амортизация	Прибыль до уплаты налогов	Налог на прибыль (20%)	Чистая прибыль	Сумма чистой прибыли и амортизации	Баланс на конец года
2018	9 409 576	0	9 409 576	1 881 915	7 527 660	7 527 660	-3 697 812
2019	9 368 728	0	9 368 728	1 873 746	7 494 982	7 494 982	3 797 170
2020	9 368 728	0	9 368 728	1 873 746	7 494 982	7 494 982	11 292 152
Итого	28 147 031	0	28 147 031	5 629 406	22 517 624	22 517 624	

В первый год окупается 7527660 руб.

Во второй год необходимо окупить $11225472 - 7527660 = 3697812$ (руб).

Эта сумма окупится за: $12 \text{ (мес)} * (11225472 - 7527660) / 7494982 \approx 6 \text{ мес.}$

В рассматриваемом проекте срок окупаемости с учетом дисконтирования составляет 1 год 6 месяцев.

Проект считается устойчивым, если при всех сценариях он оказывается эффективным и финансово реализуемым.

Для оценки устойчивости проекта в работе будет использован метод расчета точки безубыточности.

Точка безубыточности определяется по формуле:

$$ТБ = \text{ПОИ} / (\text{Ц} - \text{СПИ}), \quad (5.4)$$

где ПОИ - постоянные затраты, размер которых напрямую не связан с объемом производства продукции, руб.,

Ц - цена за единицу продукции, руб.,

СПИ - переменные затраты, величина которых изменяется с изменением объема производства продукции, руб./ед.

Для определения точки безубыточности воспользуюсь данными приведёнными в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	Сумма, руб.
цена (без НДС)	1 934 316
переменные расходы на 1 изд.	1 547 453
постоянные расходы на 1 изд.	10 893
себестоимость одного изд.	1 558 345

$$ТБ = 1934316 / (1558345 - 1547453) \approx 1 \text{ (шт.)}$$

На основании, рассчитанных данных, построим график точки безубыточности для рассматриваемого проекта.



Рисунок 5.1 – График точки безубыточности

Таким образом, безубыточный объем продаж составляет 8% от планируемого объема производства и реализации в первом году реализации проекта.

Обычно проект считается устойчивым, если в расчетах по проекту в целом уровень безубыточности не превышает 0,6 - 0,7 после освоения проектных мощностей. Близость уровня безубыточности к 1 (100 %), как правило, свидетельствует о недостаточной устойчивости проекта к колебаниям спроса на продукцию на данном шаге.

По итогам анализа можно сделать вывод об устойчивости проекта, т. к. уровень безубыточности меньше предельно допустимого значения [9].

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>103</i>

Вывод по части пять

В представленной выше части пояснительной записки дипломного проекта были оценены факторы, отвечающие на вопрос об экономической целесообразности запуска в производство полноприводного автомобиля Урал 4320-0110-61М с установленным на него тракторным валом отбора мощности. По результатам проведенных расчетов установлена экономическая эффективность и окупаемость данного технического решения.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						104
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Требования безопасности при эксплуатации автомобиля Урал

Перед началом работы убедитесь в исправности автомобиля и его сцепных устройств.

Обслуживайте и ремонтируйте автомобиль на горизонтальной площадке. Автомобиль затормозите стояночным тормозом, в коробке передач включите первую передачу, аккумуляторные батареи отсоедините выключателем, подачу топлива отключите.

При обслуживании двигателя механизм подъема капота зафиксируйте предохранительным крючком 1 (рисунок 6.1).

Чтобы подняться на бумпер автомобиля, используйте подножку, центральное и крайнее левое (по ходу автомобиля) ребра облицовки радиатора, имеющие на внутренней стороне вкладыши (рисунок 6.2).

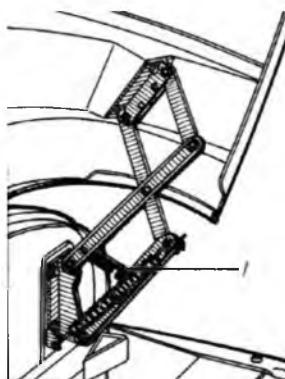


Рис. 6.1 - Предохранитель механизма подъема капота



Рис. 6.2 - Прием использования подножки

									Лист
									105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ				

Перед снятием колеса дополнительно положите упоры под колеса другого моста, который не будет подниматься, для предотвращения скатывания автомобиля. Запрещается снимать колесо с автомобиля, не выпустив предварительно весь воздух из шины.

Проверяйте состояние изоляции провода от клеммы «+» аккумуляторной батареи к стартеру: повреждение изоляции может привести к пожару.

Сцепляйте и расцепляйте прицеп (полуприцеп) на ровной горизонтальной площадке.

Сварочные работы на автомобиле выполняйте с соблюдением мер пожарной безопасности. Массовый провод сварочного аппарата присоединяйте вблизи от места сварки.

При установке на автомобиль противоугонного устройства запрещается во время движения вынимать ключ из замка зажигания, т. к. это приводит к потере управляемости автомобиля из-за блокировки рулевого вала [7].

6.2 Техника безопасности эксплуатации сельскохозяйственных машин

Сельское хозяйство является важнейшей отраслью, определяющая жизненный уровень населения, его благосостояние, продовольственную безопасность страны.

К работе на машинно-тракторных агрегатах допускаются лица, прошедшие обучение по специальности машиниста-тракториста широкого профиля, сдавших экзамен по технике безопасности и получивших соответствующее удостоверение. Перед началом работы необходимо убедиться, что техника исправна, присутствуют необходимые инструменты и приспособления, есть аптечка первой медицинской помощи, подтекания топлива, масла или воды отсутствуют, тормозная система исправна, оградительные и защитные устройства передачи, сигнализации исправны.

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		106

Технический осмотр и ремонт технических средств имеют право лица, прошедшие специальную подготовку и получившие знания по специальности: слесаря-наладчика, тракториста-машиниста, шофера.

Чтобы приступить к техническому обслуживанию, необходимо инструктаж по технике безопасности.

Лица до 18 лет, беременные и кормящие женщины не допускаются к работам с применением этилированного бензина, эпоксидных смол, по вулканизации, с газосваркой, с пневматическим и электроинструментом, с грузоподъемными механизмами, лакокрасочными материалами.

Обслуживание сельскохозяйственной техники проводится только при неработающем двигателе, за исключением операций, требующих его работы [21].

6.3 Техника безопасности использования ВОМ

Защитные кожухи должны быть сконструированы таким образом, чтобы при соединении карданного вала с трактором или самоходной машиной и агрегируемой машиной и работе предотвращался контакт защитного кожуха с движущимися частями карданного вала.

Внешние части защитных кожухов не должны вращаться с валом, передающим вращение. Прочность и износ защитных кожухов должны удовлетворять требованиям, приведённым в EN ISO 5674.

Блокирующая система вилки ВОМ не должна иметь элементов, которые могут вызывать захватывание, т.е. должны быть округлой формы.

Если на карданном валу установлена предохранительная или обгонная муфта, то они должны размещаться со стороны ВПН, как показано на рисунке 6.3 и 6.4. Должна быть приведена соответствующая маркировка.

На защитных кожухах должны быть приведены предупреждающие надписи, указывающие на необходимость прочтения руководства по эксплуатации.

										Лист
										107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ					

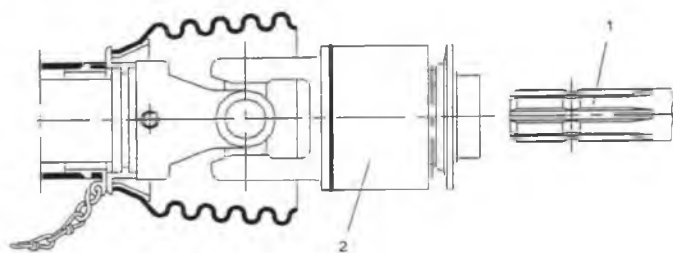


Рис. 6.3 – Пример обгонной муфты

1 – вал приёма мощности (ВПМ);

2 – обгонная муфта.

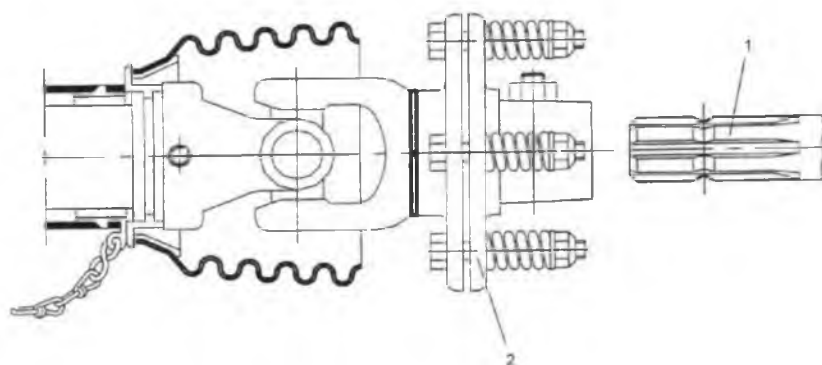


Рис. 6.4 – Пример ограничителя крутящего момента

1 – вал приёма мощности;

2 – предохранительная муфта (ограничитель крутящего момента).

Универсальный карданный шарнир

Защитный кожух должен закрывать карданный вал по меньшей мере до конца внутренней вилки универсального карданного шарнира (рисунок 6.5).

Таблица 6.1 – Максимально расстояние между краем защитного кожуха карданного вала и осью блокирующего устройства

Тип ВОМ	Максимальный размер С, мм
1	80
2	80
3	80

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

108

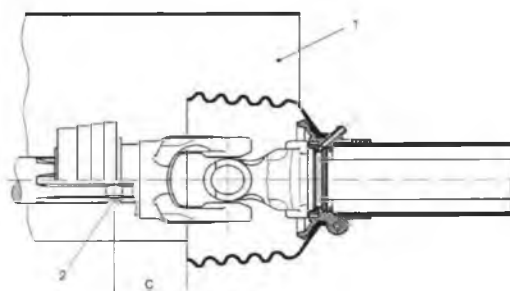


Рисунок 6.5 – Ограждение универсального карданного шарнира

- 1 – защитный козырёк ВОМ;
- 2 – ось блокирующего устройства.

Широкоугольный универсальный карданный шарнир

Защитный кожух должен закрывать карданный вал в прямолинейном положении по крайней мере до внешнего края двойной вилки карданного шарнира (рисунок 6.6).

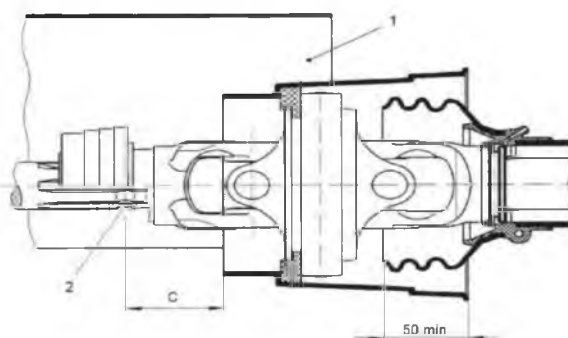


Рисунок 6.6 – Ограждение шарнира

- 1 – защитный козырёк ВОМ;
- 2 – ось блокирующего устройства.

Когда широкоугольный универсальный шарнир ограждается по средством отдельного кожуха, не связанного кожуха, ограждающими другие части карданного вала, такой кожух должен обеспечить выполнение следующего:

- при максимальном угле складывания вращающегося карданного вала, установленным изготовителем в руководстве по эксплуатации, возникающий в результате углового движения зазор между кожухами не должен превышать 30 (мм) (рисунок 6.7). Это требование контролируется использованием контрольного

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

109

калибра диаметром 31 (мм). Если такой калибр входит в зазор, не касаясь защитного кожуха по обеим сторонам, значит, зазор гораздо больше требуемого;

- перекрытие между отдельным защитным кожухом и воронкой защитного кожуха должно располагаться перпендикулярно к оси карданного вала в сборе при максимальном угле складывания (рисунок 6.7).

- минимальное перекрытие между отдельным защитным кожухом и воронкой защитного кожуха должно быть равно 50 (мм) при прямолинейном положении карданного вала (рисунок 6.6).

Защитный кожух должен быть спроектирован таким образом, чтобы не было возможности его снятия с карданного вала без использования инструмента.

Для обеспечения возможности установки, фиксации и снятия карданных валов с ВОМ вручную и обеспечения соответствующего перекрытия между защитным козырьком ВОМ трактора и защитным кожухом универсального карданного шарнира или широкоугольного универсального карданного шарнира размер С для рисунков 6.5 и 6.6 должен соответствовать данным таблицы 6.1.

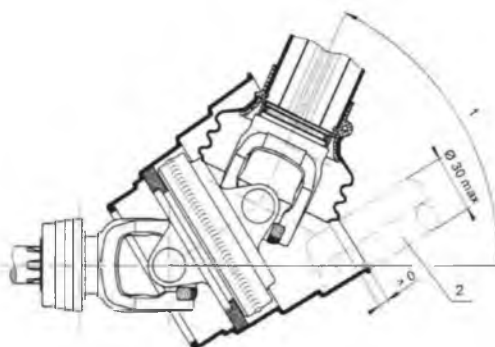


Рисунок 6.7 – Кожух универсального карданного шарнира при максимальном угле складывания

1 – максимальный угол складывания карданного вала;

2 – контрольный калибр диаметром 31 (мм).

Конструкцией должна быть предусмотрена возможность замены пользователем защитных кожухов. Соответствующая инструкция должна быть приведена в инструкции по эксплуатации [23].

									Лист
									110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ				

Вывод по разделу шесть

В приведённом разделе были подробно рассмотрены требования техника безопасности и охраны труда при работе оператора на автомобиле Урал и установленном на нём вале отбора мощности.

Проанализированы инструкции при допуске водителя-оператора к работе на сельскохозяйственной машине: какими навыками, умениями и знаниями должен обладать. Меры безопасности при обслуживании с/х техники, оборудования, агрегатируемых механизмов.

Рассмотрены инструкции безопасного пользования ВОМ оператором, мерам предосторожности, например, не наматывания на карданный вал чего-либо. Рассмотрены виды карданных шарниров и способы по их закрытию защитным кожухом. Также, проанализированы рекомендации при проектировании защитных кожухов для ВОМ согласно ГОСТ EN 12965-2012. Также приведены, распространённые или наиболее часто встречающиеся поломки ВОМ, меры, предотвращающие их, а также способы и методы ремонта.

					<i>23.05.01 2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		111

7 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

При проектировании новых автомобилей, большое внимание уделяется вопросу их использования в составе подразделений гражданской обороны.

Военная техника - техника, предназначенная для ведения и обеспечения боевых действий, обучения войск (сил) и обеспечения заданного уровня готовности этой техники к использованию по назначению.

Автомобили являются самым массовым транспортным средством в народном хозяйстве и Вооруженных Силах. Проектируемый автомобиль Урал 4320-0110-61М с установленным на него тракторным валом отбора мощности по своим техническим характеристикам позволяет использовать в данных условиях.

В случае военных действий, возможен выход из строя электрических станций, линий электропередачи, железнодорожного сообщения, что вызовет необходимость в использовании колёсной техники высокой проходимости. Поэтому автомобили окажутся основным действующим транспортом колёсного типа, способным доставлять продукты питания, специальное оборудование агрегаты, механизмы в точку назначения.

В сочетании автомобиля с ВОМ можно агрегатировать с генераторами, в местах и населенных пунктах потерявших электрическую энергию. Кроме того, можно привести в движение угольный конвейер, редуктором привода вагонетки при работах в шахте. При необходимости, возможно агрегатировать совместно с водяным насосом для тушения или предотвращения лесных или любых других пожаров; для подкачки воды.

В условиях военного времени автомобиль необходимо доукомплектовать специальными моющими установками для проведения дезактивации, а также дополнительной бочкой или цистерной для хранения питьевой воды.

Автомобиль специального назначения ставится на особый учёт в военкомате, которому даётся мобилизационное предписание, в случае военных действий.

										Лист
										112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ					

Вывод по разделу семь

В главе «Гражданская оборона» была рассмотрена возможность и целесообразность использования автомобиля повышенной проходимости Урал с колёсной формулой бхб в военных условиях. Выявлено, что данный автомобиль полностью отвечает требованиям для использования как в мирное время, так и в военное, для доставки агрегатов и механизмов, продуктов питания в труднодоступные точки. А широкий температурный диапазон использования автомобиля позволяет его эксплуатировать как в летнее время, так и зимние периоды.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>113</i>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта спроектирован полноприводный автомобиль Урал-4320-0110-61М, с установленным на нём валом отбора мощности Т-150К, расположенным в конце рамы, за кабиной водителя. Разработанный автомобиль полностью соответствует рекомендациям завода-изготовителя по монтажу надстроек на шасси Урал.

В сравнении с имеющимися аналогами, разработанный в данном дипломном проекте автомобиль Урал-4320-0110-61М с установленным валом отбора мощности, имеет ряд эксплуатационных преимуществ, которые увеличивают эффективность его использования.

В ходе экономического расчета проектируемого автомобиля, был выявлен положительный экономический эффект от внедрения данного автомобиля в эксплуатацию, срок окупаемости спроектированного автомобиля составит 18 месяцев.

					<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		114

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шарипов, В.М. Конструирование и расчёт тракторов: учебник для студентов вузов, 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Издательство Машиностроение, 2009;
2. Родичев, В.А. Тракторы и автомобили: учебное пособие / Родичев В.А. Родичева Г.И – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986;
3. Островский, В.И. Тракторы Кировец – учебное пособие / Островский, В.И., Безверхний, Л.И. – Москва: Агропромиздат, 1986;
4. Бортницкий, П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобиля: учебное пособие - Москва, 1978, стр. 31;
5. Иванов, М.Н. Детали машин: учебное пособие – Москва: Издательство «Высшая школа», 1984;
6. Дунаев, П.Ф. Детали машин. Курсовое проектирование: учебное пособие / Дунаев, П.Ф. Леников, О.П. – Москва: Издательство «Машиностроение», 2004;
7. Министерство обороны СССР. Автомобиль-тягач Урал-4320 и его модификации: руководство по эксплуатации (издание четвёртое, исправленное и дополненное). - Москва, 1993;
8. 6565.3902150 РЭ ОАО «Автодизель» (Ярославский завод) Двигатели ЯМЗ-6565, ЯМЗ-65651, ЯМЗ-65652, ЯМЗ-65653, ЯМЗ-65654 и их комплектации. - Ярославль, 2016;
9. Минфин России: методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (2-я редакция). – Москва, 2008;
10. ГОСТ EN 12965-2012. Издания. Валы отбора мощности, карданные валы и защитные ограждения. – БелГИСС, 2008;
11. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отдельной поверхностью из углеродистой качественной конструкционной стали. Часть 1 - Москва, 1996;

						<i>23.05.01.2017.616 ПЗ</i>	<i>Лист</i> 115
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			

12. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. – Челябинск, 2008;
13. Автомобиль Урал 4320, характеристики. - http://autotextrans.ru/ural_4320_harakteristiki.html;
14. Автомобиль КамАЗ-43118, характеристики. - <http://guzovo.com/kamaz-43118.html>;
15. Автомобиль ЗИЛ-131. - <http://guzovo.com/zil-131.html>;
16. Автомобиль КрАЗ-260, характеристики. - <http://guzovo.com/kraz-260.html>;
17. Автомобиль: МАЗ-64229, характеристики. - <http://guzovo.com/maz-64229.html>;
18. Автомобиль HOWO, характеристики. - <http://www.howo86.ru/HOWO-Vezdehod/6x6>;
19. Бортовой автомобиль Урал 4320, характеристики. - <http://уралглавнаб.рф/bortovoy-avtomobil-ural-4320-6171>;
20. Конструкционная углеродистая сталь Ст 10, состав и характеристики. - <http://fx-commodities.ru/articles/konstrukcionnaya-uglerodistaya-stal-10/>;
21. Станок плазменной резки металла FMGroup УПМР-6015: https://moskva.tiu.ru/p39172835-stanok-chpu-dlya.html?_openstat=tiu_prosale%3Воборудование+для+плазменной+сварки+и+резки%3ВСтанок+ЧПУ+для+плазменной+резки+металла+FMGroup%3Вtag;
22. Станок плазменной резки металла, характеристики. - <http://tutmet.ru/stanki-ustanovka-mashiny-plazmennoj-rezki-metalla.html>;
23. Продажа ВОМ в сборе. - http://agrovektor.ru/physical_product/884393-vom-v-sbore-15141001-2.html;
24. Техника безопасности эксплуатации сельскохозяйственных машин: http://studbooks.net/513826/bzhd/trebovaniya_bezopasnosti_ekspluatatsii_selskohozyaustvennoy_tehniki.

ПРИЛОЖЕНИЕ



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГУ «РОССИЙСКОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ АГЕНСТВО»
ЧЕЛЯБИНСКИЙ ЦНТИ — ФИЛИАЛ ФГУ «РЭА»

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТОК № 74-033-16

УДК 629.114
55.43.35.

ГРНТИ

28.99 Оборудование специального назначения прочее, не включенное в другие группировки

Раздел НиТ: Особые виды автомобилей

Наименование: Автомобиль высокой проходимости с валом отбора мощности (ВОМ) трактора.

Назначение новшества: для привода в движение (действие) разнообразного оборудования агрегируемого с ВОМ (насосы, генератора, конвейеры и т.д.).

Рекомендуемая область применения: сельское хозяйство, пожарная техника, МЧС, аэродромы, аэропорты, дорожное и гражданское строительство, газонефтедобыча, угольная добыча, энергетика.

Техническая характеристика:

ВОМ с оборотами вращения 1000 мин^{-1} ;
Автомобиль с колёсной формулой 4x4; 6x6; 8x8;
Мощностью двигателей от 200 л.с. и больше.

Отрасль: энергетическое машиностроение и оборудование, альтернативная энергетика, прочие.

Виды работ

выбирается из списка:

- опытно-конструкторская работа (ОКР);
- проектно-конструкторская работа (ПКР);
- проектно-технологическая работа (ПТР);
- конструкторско-технологическая работа (КТР)

									Лист
									117
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ				

Преимущества перед известными аналогами: преимущество заключается в использовании тракторного вала отбора мощности на автомобиле повышенной проходимости. Автомобиль имеет другие технические характеристики по сравнению с трактором, чем и вызвано данное его использование.

Стадия освоения:

Способ (метод) проверен в лабораторных условиях.

Результаты испытаний, внедрения:

-Соответствует технической характеристике.

Технико-экономический эффект: для передачи энергии потребителю заменяет трактор, сокращает интервал времени до пункта назначения от 30 до 60% в зависимости от типа дорог.

Класс энергоэффективности: от D и выше.

Описание

На грузовой автомобиль высокой проходимости установлен вал отбора мощности 5 приводимый в движение от двигателя внутреннего сгорания 1 через дополнительный отбор мощности 3 и карданную передачу 4. ВОМ может приводиться в действие как в статическом положении автомобиля от ДВС на холостом ходу, так и в движении.

ВОМ может агрегатироваться с различным оборудованием, например, с насосами, что может применяться на пожарных автомобилях или автомобилях МЧС; с сеялками, конвейерами, опрыскивателями – в сельском хозяйстве, что выгодно отличает от трактора – скорость доставки оборудования и возвращение в гараж, амбар, город, или для создания заградительной лесополосы; с генераторами, что позволит выработать электроэнергию в любом труднодоступном месте куда способен доехать автомобиль.

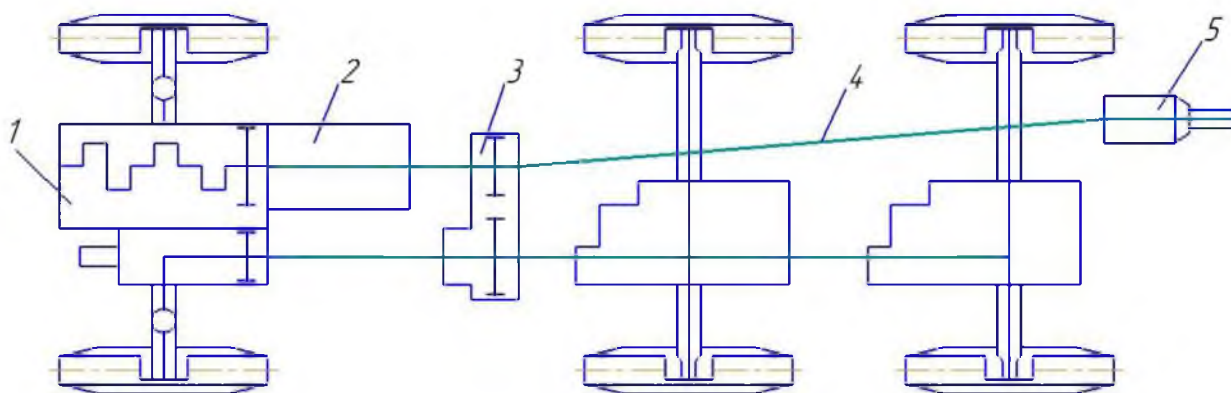


Рисунок - Схема автомобиля 6×6 валом отбора мощности:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01 2017.616 ПЗ

Лист

118

1 – двигатель внутреннего сгорания (ДВС); 2 – коробка передач; 3 – дополнительный отбор мощности (ДОМ); 4 – карданная передача; 5 – вал отбора мощности (ВОМ).

Сертификат качества

Отсутствует

Сведения о государственной регистрации

Государственная регистрация отсутствует

Сведения об изобретении

Шифр документации

АВПсВОМ

Формы и условия передачи результатов НТР

Цена разработки – 3 млн. руб.

Инновационное предложение

Отсутствует

Возможность передачи за рубеж. Предложения по сотрудничеству

За рубеж не передается

Возможна передача за рубеж:

- продажа патентов;
- продажа лицензий;
- продажа тех. документации;
- совместное проведение доработки до промышленного уровня;
- создание совместного предприятия;
- реализация готовой продукции;
- совместное производство, продажа и эксплуатация;
- помощь в реализации готовой продукции.

Организация-разработчик

Название организации: ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ) Филиал в г. Миассе

Адрес: 456318, Челябинская область, г. Миасс, ул. Калинина, 37

Тел. 8 951 465 6090

Факс +7 (3513) 531173

E-MAIL: myjichoksgarmoshkoi2.0@gmail.com

Организация-консультант

Челябинский ЦНТИ

									Лист
									119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ				

454091, г. Челябинск, ул. Труда, 157.

Тел. (351) 263-83-22

Факс (351) 263-40-40

E-MAIL asnti@csti.ru

Консультант

ФИО (указывается в ЦНТИ) **Фрайтаг Л. А.**

Тел. (указывается в ЦНТИ) (351) 263-68-72

Факс (351) 263-40-40

E-MAIL market@csti.ru

Составитель

Пономарёв А. Л.

(Разрешена публика-

ция в БД)

Краснокутский В. В.

Дата поступления материала о НТР

										Лист
										120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2017.616 ПЗ					