

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.)

_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент*

(подпись) В.В. Краснокутский
(И.О.Ф.)

_____ 2018 г.

Специальное шасси Урал 8×8 полной массой 44 т.
под установку кранового оборудования

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ
ЮУрГУ–23.05.01.2018.354.ВКП

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

Н.С. Комарова

_____ 2018 г.

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

М.И. Абрамов

_____ 2018 г.

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

В.В. Краснокутский

_____ 2018 г.

Автор
студент группы МиМс-656

А.А. Копышев

_____ 2018 г.

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

М.И. Абрамов

_____ 2018 г.

Миасс, 2018

2.2.2	Расчет перераспределения нагрузки в передней подвеске	56
2.2.3	Расчет реакций в подвеске автомобиля	58
	Выводы по разделу два.....	63
3	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	64
3.1	Разработка технологического процесса.....	64
3.2	Краткое описание технологического процесса изготовления детали	65
3.3	Расчёт режимов резания по операциям	66
	Выводы по разделу три	73
4	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	74
4.1	Определение потребности в основных материалах, численности рабочих по проекту, расчет заработной платы. Расчет себестоимости единицы и общих затрат проектируемой модели по проекту	74
4.2	Капитальные вложения	80
4.3	Планирование программы производства и реализации продукции	82
4.4	Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования	82
4.6	Планирование финансовых результатов по проекту	83
4.7	Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта	84
	Выводы по разделу четыре	91
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	92
5.1	Требования безопасности при движении автокрана по дорогам общего пользования	95
5.2	Требования безопасности при работе автокрана.....	97
	Вывод по разделу пять.....	102
6	ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА.....	103
	Вывод по разделу шесть.....	105
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	107

ВВЕДЕНИЕ

Одним из постоянно развивающихся секторов экономики страны является строительная отрасль. Именно в этой сфере деятельности наблюдается постоянное развитие технологий, материалов и появление новых видов техники. Строительная отрасль даже в кризисные годы не теряет положительной динамики развития, именно поэтому ее считают одним из основных локомотивов всей экономики.

Появление новых проектов, необходимость модернизации и обновления существующих производственных баз и жилого фонда накладывает отпечаток на сроки возведения объектов. Строительная сфера двигается по пути сокращения временных и финансовых издержек, поэтому для выполнения большей части операция используется специальная техника.

Одним из наиболее важных представителей в ряду подобного оборудования является автокран. Практически ни один объект не может обойтись без мобильного устройства для разгрузки и подачи строительных материалов. Развитие этого вида техники привело к появлению устройств, оснащенных гидравлическими системами подъема. Подобные автокраны обладают большей грузоподъемностью и устойчивостью, что делает их не только эффективными, но и безопасными.

Современный рынок специальной техники переполнен предложениями. Так, сейчас можно найти автокран отечественного или иностранного производства любой модификации и для решения различных задач. Развитие сферы коммуникаций позволяет связаться с заводом в любой точке мира и согласовать с производителем все необходимые изменения существующей модели или разработку новой. Согласовать можно конфигурацию, грузоподъемность, особенности привода, объем двигателя и многое другое.

В связи с этим производитель автокранов стремится выбрать колесное шасси, которое бы отвечало всем необходимым требованиям.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Кроме того, есть стремление в кооперации внутри локального региона, что снижает издержки на транспортировку и техническое обслуживание.

Все большую популярность в строительной сфере приобретает крановое оборудование грузоподъемностью до 50 тонн. Такое крановое оборудование разработано и производится на ОАО «Челябинский механический завод». Вес оборудования составляет порядка 30 тонн, что требует применения автомобильного шасси соответствующей грузоподъемности.

Целью дипломной работы является разработка специального автомобильного шасси с требуемыми техническими характеристиками под установку кранового оборудования грузоподъемностью до 50 тонн.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Модификации шасси автомобиля-аналога разработаны под полную массу 41-44 т. В данном проекте рассматривалась полная масса автомобиля 44 т.

Шасси под установку кранового оборудования должно иметь односкатную ошиновку. Две первые оси управляемые. Расстояние между осями:

1 – 2: 2000-2100 мм;

2 – 3: 3500-3650 мм;

3 – 4: 1400-1500 мм.

Монтажная высота рамы шасси (при полной загрузке) должна быть не более 1350 мм. Радиус поворота шасси – не более 17,0 м.

Кабина шасси бескапотная, двухместная, со спальным местом, высота по крыше кабины не более 3100 мм, по верхнему краю лобового стекла – не более 3000 мм.

Грузоподъемность шасси не менее 21 тонны.

Мощность двигателя не менее 400 л.с.

Скорость при передвижении автокрана (шасси с полной загрузкой) по дорогам общего пользования не менее 60 км/час.

Шасси должно иметь два топливных бака (один справа и один слева) суммарной емкостью 420-500 л.

Дополнительные требования для обеспечения монтажа кранового оборудования.

1) Обеспечить возможность отбора мощности для привода гидравлического насоса крана (желательно от заднего торца первичного вала РК), на стоянке, не менее 100 л.с.

2) Обеспечить возможность отбора электрической мощности (24В, постоянный ток) не менее 450 Вт.

3) Задний свес рамы шасси 1350-1500 мм.

4) Обеспечить возможность буксировки прицепа с тормозной системой общей массой 12,0 т.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		10

5) Обеспечить свободную от автомобильных узлов зону перед колесами 3-ей оси не менее 600 мм (вдоль оси шасси) для размещения передних опор крановой установки.

6) Распределение снаряженной массы шасси должно быть таким, чтобы на первую и вторую ось оставался суммарный запас грузоподъемности не менее 6,0 т.

7) Держатель запасного колеса с запасным колесом за кабиной шасси, с правой стороны.

Основные технические характеристики разрабатываемого автомобиля приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики автомобиля

Параметр	Значение
Масса снаряженного автомобиля, кг	12800
Грузоподъемность, кг	31000
Полная масса автомобиля, кг	44000
Распределение полной массы автомобиля, кг	
- на передние оси	18000
- на заднюю тележку	26000
Максимальная скорость, км/час	80
Двигатель:	
Модель – ЯМЗ-653	
Тип – дизельный с турбонаддувом	
Номинальная мощность, кВт / л.с.	310 / 422
Максимальный крутящий момент, Н·м / кгс·м	2000 / 204
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	1900

1.2 Характеристики кранового оборудования

Автокран «Челябинец» грузоподъемностью 50 тонн с четырехсекционной телескопической стрелой 34,6 м монтируется на специальном колесном. Автокран предназначен для выполнения грузоподъемных работ, а также для обслуживания зданий, сооружений и устройств городского хозяйства, линий электропередач и связи, воздухопроводов, производства ремонтных и строительно-монтажных и других работ. Кран рассчитан на эксплуатацию при температуре окружающего воздуха от -50 до +50°С.

Компоновка современной 4-х секционной стрелой из высокопрочной стали гексагонального профиля с новой системой выдвижения секции и возимый противовес инновационной конструкции определили высокие грузовые характеристики в зоне работы 360°.

Размер опорного контура 8,85x8,0 м позволяет выполнять работы при крайне малых углах наклона стрелы к горизонту, а также возможна работа на неполном опорном контуре (8,0x6,5 м) с сохранением номинальной грузоподъемности (50 тонн). Эффективный расход топлива, высокую устойчивость, управляемость, маневренность и комфортное управление как на узких городских улицах, так и в стесненных условиях строительных площадок, при передвижении на пересеченной местности, грунтовых дорогах обеспечивают компактные габариты автокрана, низкая масса крановой установки и нагрузки на оси шасси, а также высокие параметры проходимости.

Конструкция нижней рамы с уникальной схемой поворотно-выдвижных опор сохраняет параметры проходимости шасси и обеспечивает оптимальный опорный контур для устойчивости работы на дальних вылетах.

Автокран «Челябинец» оборудован современной кабиной оператора. Кабина обладает повышенной обзорностью и улучшенной шумоизоляцией, а также оснащена фарами для освещения зон работы, что делает выполнение рабочих операций в темное время суток удобным и безопасным.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		12

Использование боковых рычагов в системе управления крана снижают утомляемость оператора, повышают удобство и безопасность работы.

Возможность применения двух видеокамер, установленных на оголовке стрелы и в зоне работы грузовой лебедки, с передачей изображения на монитор в кабине оператора крана - отвечает требованиям безопасности, обеспечивает эффективную эксплуатацию крана при выполнении работ на дальних высотах подъема, также обеспечивает дополнительную возможность контроля работы узлов на различных рабочих скоростях. Основные параметры крановой установки приведены в таблице 1.2. Грузо-высотная характеристика представлена на рисунке 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики кранового оборудования

Грузоподъемность максимальная, т	50
Грузовой момент, тм	160
Высота подъема на стреле, м	33,5
Вылет стрелы, м	3,2 - 32,0
Длина стрелы, м	11,1 - 34,6
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин	5 - 15
Скорость посадки, м/мин	0,3

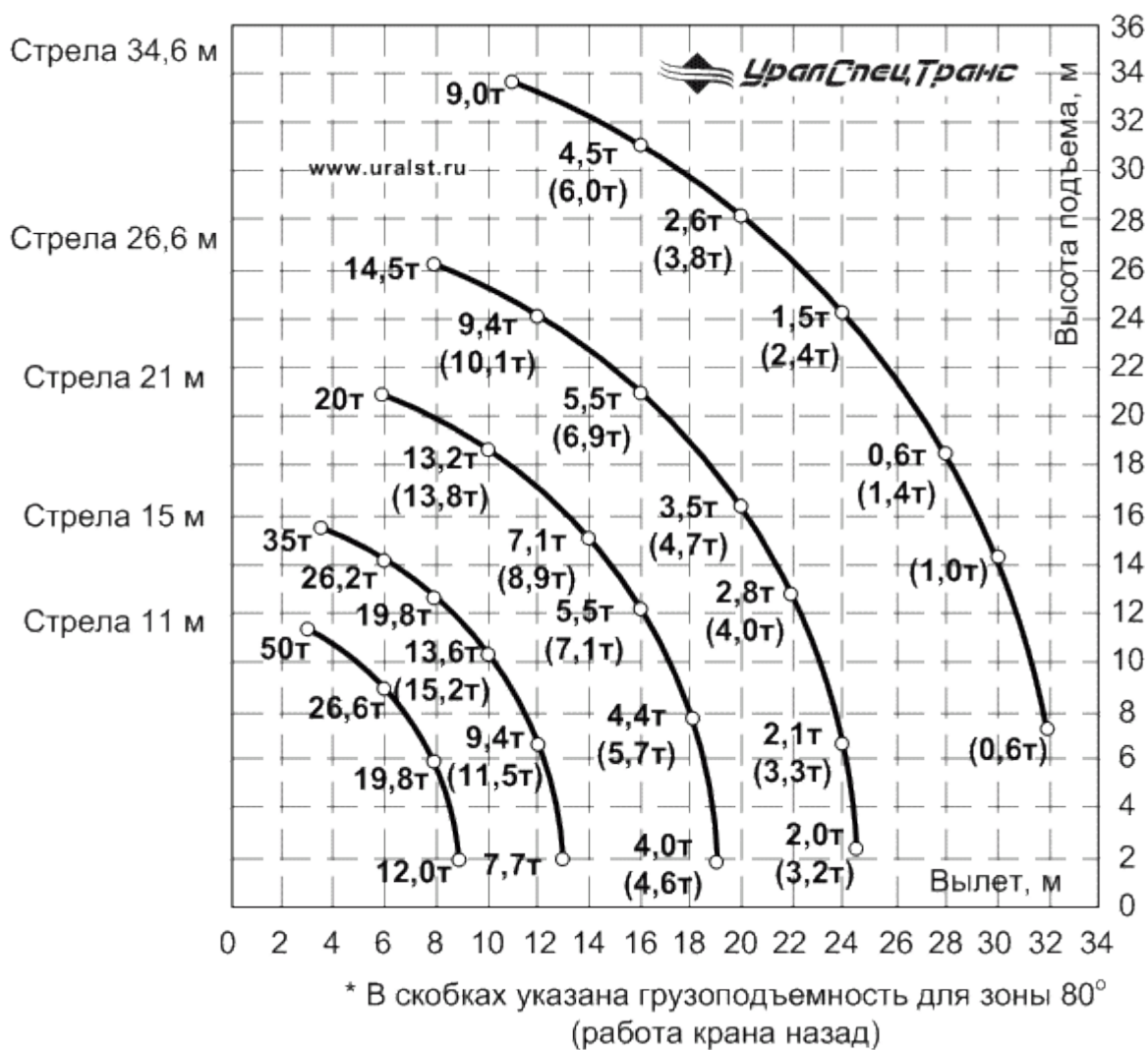


Рисунок 1.2 – Грузо-подъемная характеристика

1.3 Анализ применяемых автокранов грузоподъемностью 50 тонн

Автокраны широко применяются в ходе строительных работ. Они просты в эксплуатации, обеспечивают необходимую маневренность и выполнение широкого диапазона операций, включая совмещенные. Наиболее часто они востребованы в ходе строительно-монтажных работ – там, где необходима высокая грузоподъемность. Особенно интересны в этом плане автокраны, способные оперировать весом до 50 тонн включительно.

Этот вид техники представляет собой грузоподъемный механизм с кабиной для оператора. Оба элемента установлены на шасси. В большинстве

моделей есть стрела телескопической формы и предусмотрена возможность самостоятельного передвижения.

Основная характеристика любого автокрана – это его грузоподъемность. Модели, рассчитанные на 50 тонн, относятся к шестой группе, так как попадают в диапазон 40–56 тонн. Подобные автокраны также называют большегрузными, способными обеспечить подъем на значительную высоту. Их доля среди общего количества составляет не более 3 %, поэтому выпускаются они небольшими сериями.

Длина выноса стрелы. Данный параметр в моделях с грузоподъемностью 50 тонн может достигать 42 м. Специальный удлинитель стрелы имеет дополнительные 15 м.

Наличие электронного ограничителя грузоподъемности. Часто используются в современных автокранах. Они управляются микропроцессорным устройством, которое передает информацию оператору на экран. Человек может видеть и анализировать вес поднимаемого груза, контролировать длину вылета стрелы и предельно допустимую массу.

Автокраны с грузоподъемностью 50 тонн применяются на производственных и строительных площадках. Их можно использовать для перемещения крупногабаритных грузов и материалов, в процессе монтажа наземных и подземных коммуникаций, возведения многоэтажных зданий (устройство фундамента, установка несущих конструкций и другое). Модели на 50 тонн применяют как основную или как вспомогательную технику. Они уже могут поднимать значительный вес, но при этом остаются достаточно маневренными и быстрыми. Это позволяет работать с ними на строительных площадках, ограниченных по площади.

В России конкурентоспособными моделями кранов являются «Челябинец», «Галичанин» и некоторые зарубежные фирмы, например, «Либхер» (Liebherr). Данные краны устанавливаются на шасси КамАЗ, МАЗ, Ивеко, Урал.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		15

1.3.2 Автокран «Галичанин»

Специфика крана заключается в том, что его можно устанавливать на шасси машин различных марок отечественного (КамАЗ, МЗКТ), а также зарубежного (Volvo, MAN) производства (рис. 1.4). Поэтому он не менее популярен, чем многие другие модели.

Помимо высокой грузоподъемности автокран «Галичанин» 50 тонн охватывает рабочую зону в 360 градусов, которую обеспечивает поворотная стрела телескопической конструкции. Она состоит из 4-х секций, которые в общей сложности дают длину рабочего органа 34,1 или 40 метров. Она также может удлиняться одним или сразу двумя гуськами длиной 9 и 15 метров.

Технические характеристики автокрана Галичанин 50 тонн:

- Автокран Ивановец КС-35715;
- Грузоподъемность 14 тонн;
- Вылет стрелы 8 — 14 м;
- Масса автокрана в транспортном положении 15,7 т;
- Габариты автокрана 9,8×2,5×3,6;
- Скорость передвижения 60 км/час;
- Шасси:
 - Двигатель ГАЛИЧАНИН КС-55713-1;
 - Мощность двигателя, кВт (л.с.) 176 (240);
 - Подъемные характеристики:
 - Вылет 2 - 19,7 м;
 - Высота подъема с основной стрелой 9,7 - 21,7 м;
 - Высота подъема с гуськом 32,5 м;
 - Скорость подъема/опускания груза 6,1 м/мин;
 - Максимальная скорость подъема (опускания) пустого крюка и грузов до 4,5 т 12,2 м/мин;
 - Скорость посадки 0,2 м/мин;
 - Частота вращения 1,7 мин⁻¹.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		18

1.3.4 Автокран «Челябинец»

Кран «Челябинец» грузоподъемностью 50 тонн смонтирован на трехосном внедорожном шасси IVECO Trakker с применением новейших современных технологий краностроения (рис. 1.6). Автокран предназначен для выполнения грузоподъемных работ, а также для обслуживания зданий, сооружений и устройств городского хозяйства, линий электропередач и связи, воздухопроводов, производства ремонтных и строительно-монтажных и других работ.



Рисунок 1.5 – Автокран «Челябинец»

Автокран «Челябинец» КС-65717-34 оборудован современной кабиной оператора. Кабина обладает повышенной обзорностью и улучшенной шумоизоляцией, а также оснащена фарами для освещения зон работы, что делает выполнение рабочих операций в темное время суток удобным и безопасным. Использование боковых рычагов в системе управления крана снижают утомляемость оператора, повышают удобство и безопасность работы. Основные параметры КС-65717-34 приведены в таблице 1.3.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		21

Таблица 1.3

Характеристика	Значение
Максимальный грузовой момент, т*м	160
Максимальная высота подъема крюка, м	
- с основной стрелой	33,5
Максимальная глубина опускания крюка, м	9,8
Скорость подъема-опускания груза, м/мин	
- номинальная	2,7-5,4
Скорость посадки груза, м/мин	0,1
Частота вращения поворотной части, об/мин	0,77
Транспортная скорость, км/ч	60
Масса крана в транспортном положении, т	38,4
Двигатель базового автомобиля	
- модель	Cursor 13
- мощность, л.с	309 (420)
Габариты в транспортном положении, м (Д x Ш x В)	12,0x2,5x4,0
Температура эксплуатации, °С	-40...+40°С

Вывод по разделу один

Для каждого производителя кранового оборудования характерно применение автомобильного шасси, производимого в том же регионе, что и кран. При этом в Челябинском регионе существует всего два производителя шасси соответствующей грузоподъемности: Ивеко и АЗ Урал. Следует отметить, что шасси Урал существенно дешевле Ивеко, а также обладает большей грузоподъемностью с перспективой применения его для крана грузоподъемностью 60 тонн.

На основании проведенного анализа в качестве специального автокранового шасси целесообразно использовать шасси автомобиля Урал с колесной формулой 8x8 полной массой до 44 тонн. При этом необходимы определенные конструктивные доработки для снижения высоты шасси под установку кранового оборудования.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

В таблице 2.2 представлены передаточные числа коробки передач и раздаточной коробки.

Таблица 2.2 – Передаточные числа коробки передач

Передача	Передаточное число
Коробка передач ZF 16S2220	
первая	13,80
вторая	9,49
третья	6,53
четвёртая	4,57
пятая	3,02
шестая	2,08
седьмая	1,43
восьмая	1,00
Раздаточная коробка ZF VG 2000	
высшая	0,960
низшая	1,536

2.1.2 Определение мощности двигателя

Необходимую мощность двигателя при максимальной скорости движения автомобиля определим по формуле

$$N_{eV_{a \max}} = \frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot V_{a \max} + 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot F_a \cdot V_{a \max}^3}{\eta_{тр}}, \quad (2.1)$$

где C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления;

ρ – плотность воздуха;

F_a – площадь лобового сечения автомобиля;

$V_{a \max}$ – максимальная скорость автомобиля;

ψ – минимальный коэффициент сопротивления движению ($\psi = f$);

m_a – полная масса автомобиля;

g – ускорение свободного падения;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии.

$$F_a = B \cdot H \cdot K_l, \quad (2.2)$$

где B – ширина колеи автомобиля;

H – высота автомобиля;

K_l – коэффициент заполнения лобового сечения.

$$F_a = 3,3 \cdot 2,55 \cdot 0,9 = 7,57 \text{ м}^2.$$

КПД трансмиссии определяем по формуле

$$\eta_{\text{тр}} = 0,98^p \cdot 0,996^l, \quad (2.3)$$

где p – число цилиндрических и конических пар в потоке мощности;

l – число карданных шарниров.

$$\eta_{\text{тр}} = 0,98^{11} \cdot 0,996^{10} = 0,77.$$

Отсюда получим:

$$Ne_{V_{a \max}} = \frac{0,0025 \cdot 44000 \cdot 9,8 \cdot 22,2 + 0,5 \cdot 1,202 \cdot 0,9 \cdot 7,57 \cdot 22,2^3}{0,77} = 300 \text{ кВт}.$$

Мощность брутто определим по формуле

$$Ne_{V_{a \max}} (\text{брутто}) = \frac{Ne_{V_{a \max}}}{\eta_{\text{обс}}}, \quad (2.4)$$

где $\eta_{\text{обс}}$ – КПД обслуживающих систем двигателя.

$$Ne_{V_{a \max}} (\text{брутто}) = \frac{300}{0,94} = 319 \text{ кВт}.$$

Удельную мощность определим по формуле

$$Ne_{y0} = \frac{Ne_{V_{a \max}}}{m_a}, \quad (2.5)$$

$$Ne_{y0} = \frac{Ne_{V_{a \max}}}{m_a} = \frac{319}{44} = 7,25 \text{ кВт/тонну}.$$

Исходя из номенклатуры выпускаемых двигателей ЯМЗ для проектируемого автомобиля допускается применять двигатель ЯМЗ-653, который соответствует экологическим нормам Евро-5. $Ne_{\max} = 310$ кВт.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

2.1.3 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Влияние двигателя на динамику автомобиля определяется его скоростной характеристикой, представляющей собой изменение эффективной мощности и эффективного момента двигателя в зависимости от скорости вращения коленчатого вала при полной или частичной подаче топлива.

Внешняя скоростная характеристика – это зависимость эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала при полной подаче топлива в установившемся режиме работы двигателя. Эту характеристику определяют экспериментально на тормозном стенде. В случае отсутствия экспериментальных данных используют эмпирические зависимости, позволяющие по известным координатам одной точки воспроизвести всю кривую мощности.

Наибольшее распространение получила следующая формула:

$$N_e = N_{e_{\max}} \cdot \left(A_1 \cdot \frac{n_e}{n_{e_{\max}}} + A_2 \cdot \frac{n_e^2}{n_{e_{\max}}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e_{\max}}^3} \right), \quad (2.6)$$

где A_1, A_2 – эмпирические коэффициенты;

$N_{e_{\max}}, n_{e_{\max}}$ – максимальная эффективная мощность и соответствующее ей значение частоты вращения коленчатого вала двигателя;

N_e, n_e – текущие значения эффективной мощности и частоты вращения коленчатого вала.

Для построения кривой эффективного момента применяют следующую формулу:

$$M_e = \frac{30 \cdot N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.7)$$

где M_e – текущее значение эффективного момента,

N_e – текущее значение эффективной мощности,

n_e – текущее значение эффективной частоты вращения.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Основные параметры внешней скоростной характеристики применяемого двигателя приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Значения параметров внешней скоростной характеристики

Обороты, n_e , об/мин	Мощность, N_e , кВт	Момент, M_e , Н·м
1000	193	1870
1100	216	2000
1200	236	2000
1300	255	2000
1400	271	1970
1500	280	1880
1600	284	1800
1700	287	1720
1800	290	1640
1900	291	1560

Внешняя скоростная характеристика двигателя проектируемого автомобиля приведена на рисунке 2.1.

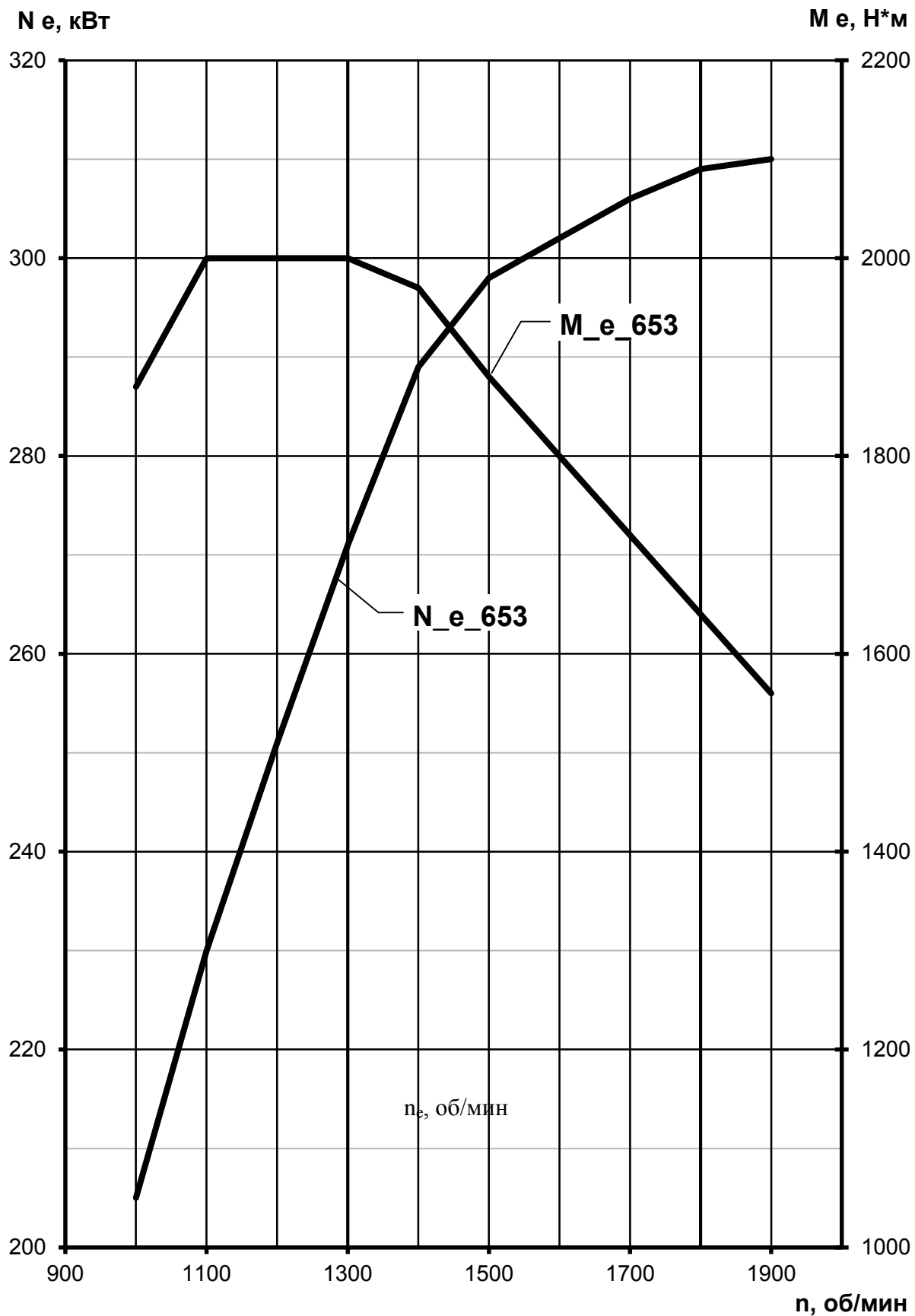


Рисунок 2.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

2.1.4 Тягово-скоростная характеристика автомобиля

Тягово-скоростная характеристика автомобиля представляет собой зависимость силы тяги на колёсах от скорости движения автомобиля при полной подаче топлива. Эту характеристику строят на основании уравнения тягового баланса автомобиля, который имеет следующий вид:

$$P_k = P_f + P_\alpha + P_w + P_j, \quad (2.8)$$

где P_f – сила сопротивления качению;

P_α – сила сопротивления подъему;

P_w – сила сопротивления воздуха;

P_j – сила сопротивления ускорению автомобиля. Эта сила затрачивается на разгон автомобиля, на работу деталей трансмиссии, вращающихся деталей автомобиля.

$$P_f = m_a \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha, \quad (2.9)$$

где α – угол подъема автомобиля.

$$P_\alpha = m_a \cdot g \cdot \sin \alpha, \quad (2.10)$$

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_a^2, \quad (2.11)$$

где V_a – скорость автомобиля.

$$P_j = \left(m_a + \frac{J_e \cdot i_{mp}^2 \cdot \eta_{mp}}{r_\partial \cdot r_\kappa} + \frac{J_{mp}}{r_\partial \cdot r_\kappa} + \frac{J_\kappa}{r_\partial \cdot r_\kappa} + \frac{J_{kp}}{r_\partial \cdot r_\kappa} \right) \cdot \frac{dV}{dt}, \quad (2.12)$$

где J_e – момент инерции вращающихся частей двигателя;

i_{mp} – передаточное число трансмиссии;

r_∂ – динамический радиус колеса;

r_κ – кинематический радиус колеса;

J_{mp} – приведенный к колесу момент инерции трансмиссии;

J_κ – момент инерции ведущих колес;

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					

$J_{кр}$ – момент инерции ведомых колес;

$\frac{dV}{dt}$ – ускорение автомобиля.

Выражение в скобках, отнесенное к массе автомобиля, определяют как δ_j – коэффициент вращающихся масс.

$$\delta_j = 1 + \frac{J_e \cdot i_{mp}^2 \cdot \eta_{mp}}{r_\partial \cdot r_k \cdot m_a} + \frac{J_{mp}}{r_\partial \cdot r_k \cdot m_a} + \frac{J_k}{r_\partial \cdot r_k \cdot m_a} + \frac{J_{кр}}{r_\partial \cdot r_k \cdot m_a}, \quad (2.13)$$

Приближенно коэффициент вращающихся масс можно определить по формуле

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кп}^2, \quad (2.14)$$

В результате выражение (2.12) можно преобразовать к виду

$$P_j = m_a \cdot \delta_j \cdot \frac{dV}{dt}. \quad (2.15)$$

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_\partial}. \quad (2.16)$$

Сила сопротивления качению для данного автомобиля зависит от типа и состояния дороги, а сила сопротивления подъёму – от её профиля. Поэтому эти два понятия иногда объединяют, вводя понятие об общем дорожном сопротивлении, сила которого определяется по формуле

$$P_\Psi = P_f + P_\alpha = m_a \cdot g \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha). \quad (2.17)$$

Тогда коэффициент сопротивления движению определим по формуле

$$\Psi = \frac{P_\Psi}{m_a \cdot g} = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha. \quad (2.18)$$

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					

В полном виде уравнение движения автомобиля для прямолинейного движения, называется также тяговым балансом автомобиля, запишется в следующем виде:

$$\frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_d} = m_a \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha + m_a \cdot g \cdot \sin \alpha + 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V_a^2 + m_a \cdot \delta_j \cdot \frac{dV}{dt} \quad (2.19)$$

Это уравнение используется для проектирования новых автомобилей и при оценке его тягово-скоростных качеств. Тягово-скоростные качества характеризуются тягово-скоростными показателями: $V_{a \max}$ – максимальная скорость, α – преодолеваемый угол подъема, $P_{кр}$ – сила тяги на крюке.

Уравнение тягового баланса можно представить в графической форме, как зависимость действующих сил от скорости автомобиля. Скорость автомобиля определяется по формуле

$$V_{a \max} = 0,105 \cdot \frac{r_d \cdot n_e}{i_{mp}} \quad (2.20)$$

2.1.5 Динамическая характеристика автомобиля

Тяговая характеристика недостаточно удобна для сравнительной оценки тяговых свойств автомобилей, обладающих различной массой, так как при одинаковых значениях силы тяги они будут иметь на одной и той же дороге различные максимальные скорости, различные ускорения, преодолевать неодинаковые предельные подъёмы и так далее. Для сравнения тягово-скоростных характеристик разных автомобилей удобно пользоваться безразмерным параметром. Таким параметром является динамический фактор.

Динамическим фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги на колёсах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля, то есть:

$$D = \frac{P_{\kappa} - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (2.21)$$

где D – динамический фактор автомобиля.

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					

$$j_{cp} = 0,5 \cdot (j_i + j_{i+1}), \quad (2.24)$$

где j_i и j_{i+1} – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скорости;

i – номер рассматриваемого интервала.

При изменении скорости, например, от V_i до V_{i+1} среднее ускорение можно рассчитать также как:

$$j_{cp} = \frac{(V_{i+1} - V_i)}{t_i}, \quad (2.25)$$

где t_i – время разгона автомобиля в интервале скоростей от V_i до V_{i+1} .

Тогда время разгона определим как

$$t_i = \frac{(V_{i+1} - V_i)}{j_{cp}}. \quad (2.26)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как:

$$t = \sum_1^n t_i, \quad (2.27)$$

где t – время разгона автомобиля в интервале скоростей от V_{min} до V_{max} ;

n – количество интервалов.

При расчёте пути разгона приближённо считают, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью V_{cp} , которая определяется по формуле

$$V_{cp} = 0,5 \cdot (V_i + V_{i+1}). \quad (2.28)$$

При этом допущении путь разгона в интервале скоростей от V_i до V_{i+1} можно определить как

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

$$S_i = V_{cp} \cdot t_i, \quad (2.29)$$

где S_i – путь, пройденный автомобилем за время t_i , м.

Общий путь разгона автомобиля за время t определяется по формуле

$$S = \sum_1^n S_i. \quad (2.30)$$

При разгоне с места отсчёт нужно вести от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя. По мере приближения скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Это означает, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако, разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной $0,9 \div 0,95 V_{max}$. Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на 5...10 % меньше максимальной.

2.1.7 Мощностной баланс автомобиля

Для анализа динамичности автомобиля можно также сопоставить тяговую мощность с мощностью, которая необходима для преодоления сопротивлений движению. Связь между эффективной мощностью двигателя и мощностью, подводимой к ведущим колёсам можно установить при помощи зависимости

$$N_k = N_e \cdot \eta_{mp}, \quad (2.31)$$

где N_k – мощность, подводимая к ведущим колёсам автомобиля.

Для построения мощностной характеристики автомобиля необходимо также уравнение мощностного баланса автомобиля, которое в общем виде записывается как

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

$$N_{\kappa} = N_{\psi} + N_w + N_j, \quad (2.32)$$

где N_{ψ} – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления движению;

N_w – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_j – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления разгону.

Зависимости для определения мощностей, входящих в мощностной баланс автомобиля, имеют вид:

$$N_{\psi} = \psi \cdot m_a \cdot g \cdot V_a; \quad (2.33)$$

$$N_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V_a^3; \quad (2.34)$$

$$N_j = m_a \cdot \delta_j \cdot V_a \cdot dV_a / dt. \quad (2.35)$$

2.1.8 Углы подъема автомобиля

Максимальный угол подъёма по тяге определяется по формуле

$$\alpha_{\kappa} = \arcsin \frac{D_{\max} - f \sqrt{1 - D_{\max}^2 + f^2}}{1 + f^2}. \quad (2.36)$$

$$\alpha_{\kappa} = 25,8^{\circ}.$$

Максимальный угол подъёма по сцеплению определяется по формуле

$$\alpha_{\varphi} = \arctg \left(\frac{m_{\varphi}}{m_a} \cdot \varphi - f \right). \quad (2.37)$$

$$\alpha_{\varphi} = 34,3^{\circ}.$$

В качестве допускаемого принимается минимальное значение, полученное из выражений (2.36) и (2.37).

$$\alpha_{\text{доп}} = \min(\alpha_{\kappa}; \alpha_{\varphi}). \quad (2.38)$$

Отсюда $\alpha_{\text{доп}} = 25,8^{\circ}$.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

2.1.9 Расчёт топливной экономичности

Топливная экономичность автомобиля характеризуется расходом топлива, отнесенным к пройденному пути. Расход топлива на единицу пробега автомобиля определяется выражением

$$Q_s = \frac{Q_t}{V_a} = \frac{q_e \cdot N_e}{V_a}, \quad (2.39)$$

где Q_s – расход топлива в единицу пробега, г/км;

Q_t – расход топлива в единицу времени, г/ч;

q_e – удельный расход топлива, г/кВт·ч.

Используя выражение мощностного баланса автомобиля (2.32), получаем при отсутствии буксования колес выражение для расхода топлива

$$Q_s = \frac{q_e}{V_a} \cdot \frac{N_\psi + N_w + N_j}{\eta_{mp}}. \quad (2.40)$$

Тогда, с учетом выражений (2.33), (2.34) и (2.35), уравнение расхода топлива, отнесенного к пройденному автомобилем пути, в общем случае движения примет вид

$$Q_s = \frac{q_e}{\eta_{mp}} \cdot (G_a \cdot \psi + 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V_a^2 + \delta_j \cdot \frac{dV}{dt} \cdot \frac{G_a}{g}). \quad (2.41)$$

Согласно выражению (2.41) топливная экономичность автомобиля зависит от его собственного веса, нагрузки, скоростных и дорожных условий движения, а также от того, насколько экономично при этом работают двигатель и трансмиссия.

Отсюда расход топлива (по массе) на 100 км определим как

$$Q_{SM} = Q_s \cdot S_{100}, \quad (2.42)$$

где Q_{SM} – расход топлива по массе, г/100км;

S_{100} – пройденный путь, $S_{100} = 100$ км.

Расход топлива (по объему) на 100 км определяется по формуле

$$Q_{SV} = \frac{Q_{SM}}{\rho_{диз} \cdot 1000}, \quad (2.43)$$

где Q_{SV} – расход топлива по объему, л/100км;

$\rho_{диз}$ – плотность топлива, г/см³.

Расчетные значения характеристик тягово-динамического расчета, значения характеристик сопротивления, времени и пути разгона автомобиля, а также расхода топлива приведены в таблицах 2.4...2.6. Графики расчетных характеристик приведены на рисунках 2.2...2.6.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.4 – Значения характеристик тягово-динамического расчета

В _а , км/ч	Р _к , Н	Н _к , кВт	Р _в , Н	D	J, м/с ²
1	2	3	4	5	6
1-я передача в КП					
3,0	182001,7	150,64	2,18	0,422	2,506
3,3	194654,3	177,23	2,64	0,451	2,688
3,6	194654,3	193,34	3,14	0,451	2,688
3,9	194654,3	209,45	3,69	0,451	2,688
4,2	191734,4	222,18	4,28	0,445	2,646
4,5	182975,0	227,17	4,91	0,424	2,520
4,8	175188,8	232,01	5,59	0,406	2,408
5,1	167402,7	235,55	6,31	0,388	2,296
5,4	159616,5	237,81	7,07	0,370	2,184
5,7	151830,3	238,77	7,88	0,352	2,072
2-я передача в КП					
4,3	125159,2	150,64	4,62	0,290	2,076
4,8	133860,1	177,23	5,59	0,310	2,230
5,2	133860,1	193,34	6,65	0,310	2,230
5,6	133860,1	209,45	7,80	0,310	2,230
6,1	131852,2	222,18	9,05	0,306	2,195
6,5	125828,5	227,17	10,39	0,292	2,088
6,9	120474,1	232,01	11,82	0,279	1,993
7,4	115119,7	235,55	13,34	0,267	1,898
7,8	109765,3	237,81	14,96	0,255	1,804
8,2	104410,9	238,77	16,66	0,242	1,709

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
3-я передача в КП					
6,3	86121,1	150,64	9,75	0,200	1,554
6,9	92108,1	177,23	11,80	0,214	1,673
7,6	92108,1	193,34	14,04	0,214	1,673
8,2	92108,1	209,45	16,48	0,214	1,673
8,8	90726,5	222,18	19,11	0,210	1,645
9,4	86581,6	227,17	21,93	0,201	1,563
10,1	82897,3	232,01	24,96	0,192	1,490
10,7	79213,0	235,55	28,17	0,184	1,416
11,3	75528,7	237,81	31,59	0,175	1,343
12,0	71844,3	238,77	35,19	0,167	1,270
4-я передача в КП					
9,0	60271,6	150,64	19,90	0,140	1,102
9,9	64461,6	177,23	24,08	0,149	1,190
10,8	64461,6	193,34	28,66	0,149	1,190
11,7	64461,6	209,45	33,64	0,149	1,190
12,6	63494,7	222,18	39,01	0,147	1,169
13,5	60593,9	227,17	44,78	0,140	1,108
14,4	58015,4	232,01	50,95	0,134	1,053
15,3	55437,0	235,55	57,52	0,128	0,999
16,2	52858,5	237,81	64,49	0,122	0,944
17,1	50280,0	238,77	71,85	0,116	0,890

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
5-я передача в КП					
13,6	39829,4	150,64	45,58	0,092	0,694
15,0	42598,3	177,23	55,15	0,099	0,753
16,3	42598,3	193,34	65,63	0,099	0,753
17,7	42598,3	209,45	77,03	0,099	0,752
19,1	41959,3	222,18	89,33	0,097	0,737
20,4	40042,4	227,17	102,55	0,093	0,695
21,8	38338,4	232,01	116,68	0,089	0,657
23,1	36634,5	235,55	131,72	0,085	0,619
24,5	34930,6	237,81	147,68	0,081	0,582
25,9	33226,6	238,77	164,54	0,077	0,544
6-я передача в КП					
19,8	27432,1	150,64	96,08	0,063	0,427
21,7	29339,2	177,23	116,26	0,068	0,468
23,7	29339,2	193,34	138,36	0,068	0,467
25,7	29339,2	209,45	162,38	0,068	0,466
27,7	28899,1	222,18	188,32	0,067	0,454
29,7	27578,8	227,17	216,19	0,063	0,424
31,6	26405,3	232,01	245,97	0,061	0,396
33,6	25231,7	235,55	277,68	0,058	0,369
35,6	24058,1	237,81	311,31	0,055	0,341
37,6	22884,6	238,77	346,86	0,052	0,313

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
7-я передача в КП					
28,8	18859,6	150,64	203,28	0,043	0,234
31,6	20170,7	177,23	245,97	0,046	0,261
34,5	20170,7	193,34	292,73	0,046	0,258
37,4	20170,7	209,45	343,55	0,046	0,255
40,3	19868,1	222,18	398,44	0,045	0,245
43,1	18960,5	227,17	457,39	0,043	0,222
46,0	18153,6	232,01	520,41	0,041	0,200
48,9	17346,8	235,55	587,49	0,039	0,179
51,8	16540,0	237,81	658,64	0,037	0,157
54,6	15733,1	238,77	733,86	0,035	0,135
8-я передача в КП					
41,1	13188,5	150,64	415,70	0,030	0,097
45,2	14105,4	177,23	502,99	0,032	0,112
49,3	14105,4	193,34	598,60	0,031	0,107
53,5	14105,4	209,45	702,53	0,031	0,101
57,6	13893,8	222,18	814,77	0,030	0,089
61,7	13259,1	227,17	935,32	0,029	0,068
65,8	12694,8	232,01	1064,19	0,027	0,049
69,9	12130,6	235,55	1201,37	0,025	0,028
74,0	11566,4	237,81	1346,86	0,024	0,007
78,1	11002,2	238,77	1500,67	0,022	-0,014

Таблица 2.5 – Значения характеристик сопротивления движению

V_a , м/с	$P_f + P_w$, Н	$N_f + N_w$, кВт
0	7760,7	0,0
2	7793,6	15,6
4	7892,4	31,6
6	8057,0	48,3
8	8287,5	66,3
10	8583,8	85,8
12	8945,9	107,4
14	9373,9	131,2
16	9867,7	157,9
18	10427,4	187,7
20	11052,9	221,1
22	11744,3	258,4

Таблица 2.6 – Значения характеристик времени и пути разгона автомобиля

V_a , м/с	t , с	S , м
0	0,00	0,00
1,1	0,37	0,40
1,5	0,83	1,08
1,6	2,78	3,27
2,2	3,33	4,47
2,3	5,43	8,33
3,1	6,18	10,67
3,2	8,52	17,38
4,5	9,57	22,14
4,9	12,40	34,68
6,8	14,12	46,39
7,1	17,77	71,18
9,9	20,71	100,18
10,4	26,12	154,94
14,4	32,50	246,66
14,8	43,94	415,04
20,6	181,83	3250,00

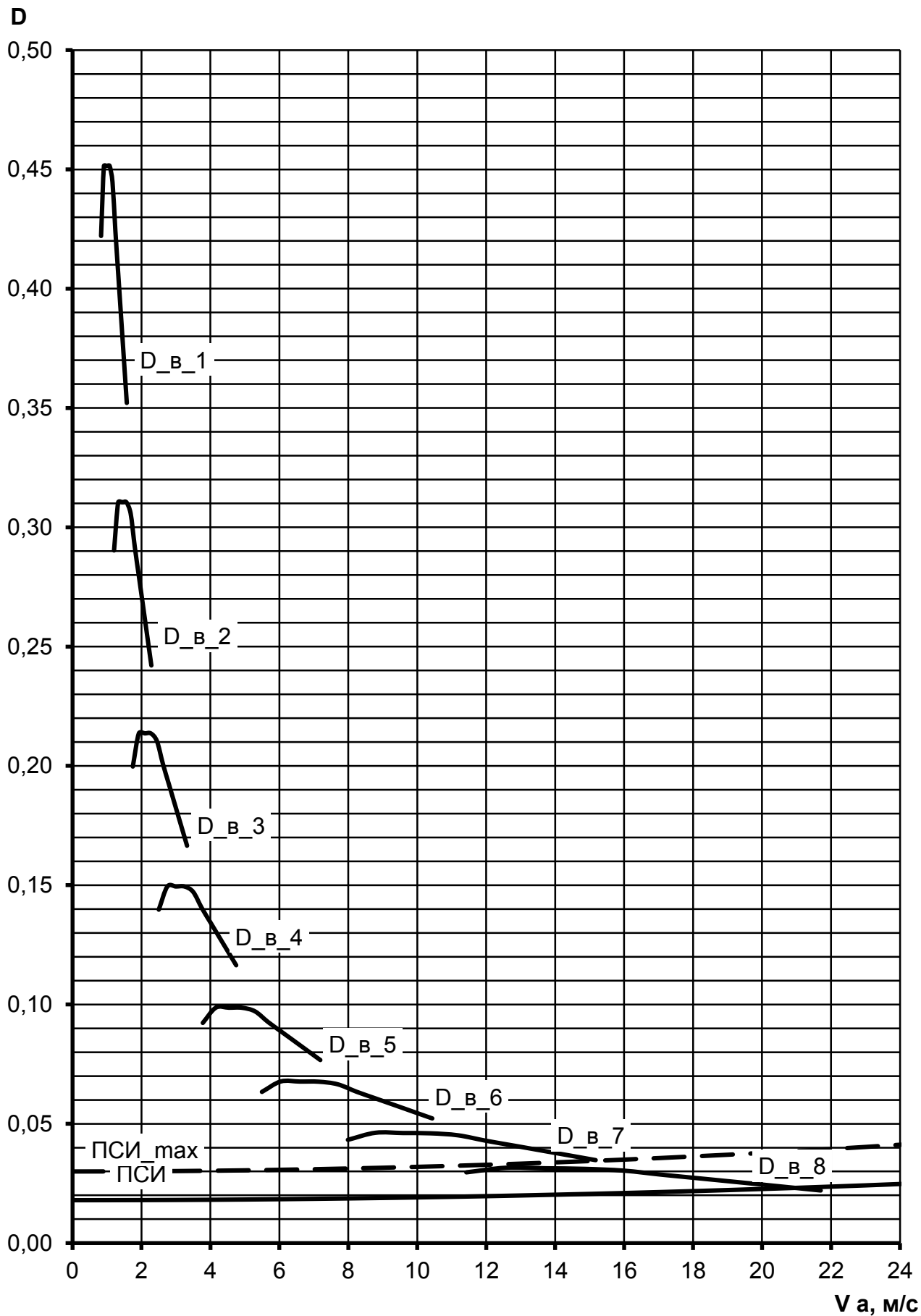


Рисунок 2.3 – Динамическая характеристика автомобиля

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.354 ПЗ

Лист

45

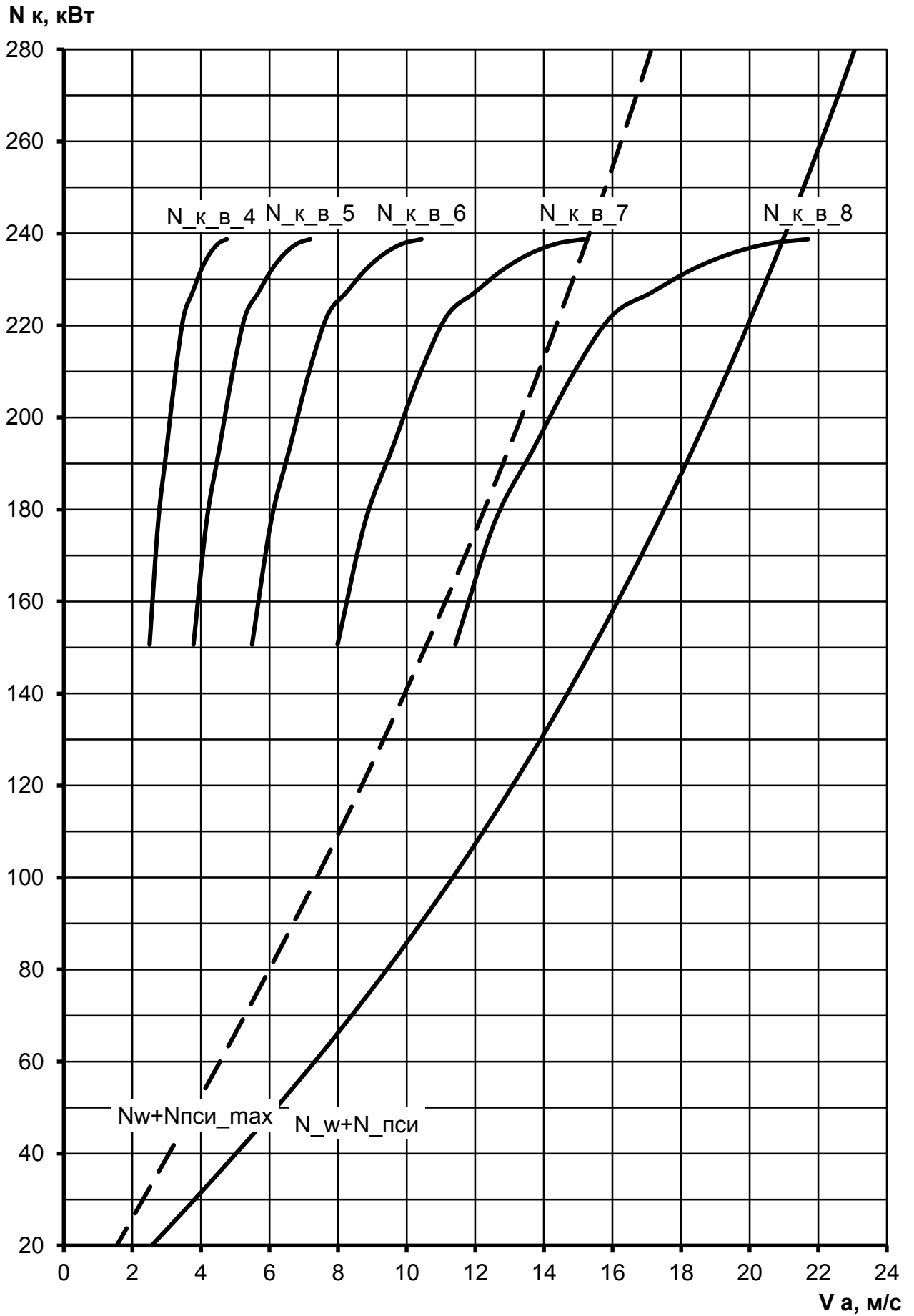


Рисунок 2.4 – Характеристика мощностного баланса автомобиля

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.354 ПЗ

Лист

46

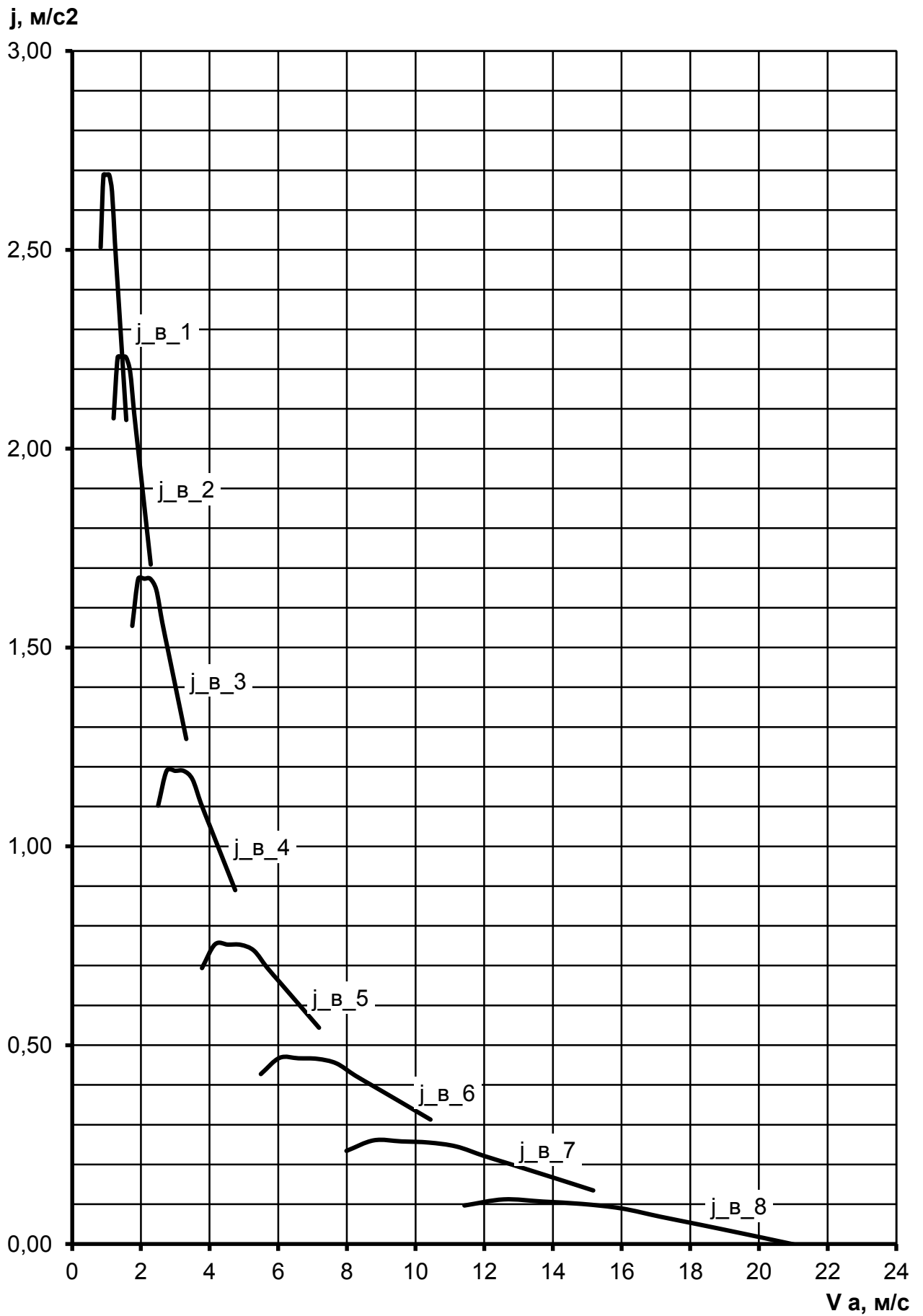


Рисунок 2.5 – Характеристика ускорения автомобиля

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.354 ПЗ

Лист

47

2.2 Конструктивные доработки шасси под установку кранового оборудования

Базовое полноприводное шасси «Урал» с колесной формулой 8x8 имеет габаритную высоту по крыше кабины 3310 мм. При установке кранового оборудования на данное шасси стрела крана превышает разрешенный ПДД габарит 4 м. Для снижения высоты шасси под установку кранового оборудования в данной дипломной работе предлагается модернизация следующих элементов конструкции.

1) Применение короткой кабины «Р» вместо длинной кабины «Р» со спальным местом. Это дает снижение высоты на 90 мм. Исключение люка кабины, включая выштамповку крыши дает дополнительное снижение высоты 65 мм. Понижение высоты установки кронштейнов кабины (с учетом понижения радиаторного блока) дает снижение высоты на 65 мм.

2) Применение шин 14.00R20 (Бел-248) вместо шин 16.00R20 (Бел-95). Это дает снижение высоты на 50 мм.

С учетом всех перечисленных выше мер высота автомобиля снижается на 270 мм до 3040 мм. При необходимости снижения общей высоты до 3000 мм, потребуется оснащение задних мостов двускатной ошиновкой.

2.2.1 Конструктивные доработки кабины

При использовании базового шасси под установку требуемого крана, стрела крана перекрывает крышу кабины, а также перекрывается задняя часть кабины технологической надстройкой рамы кранового оборудования (рис. 2.8). Для обеспечения компоновочного пространства вместо кабины со спальным местом применяется кабина без спального места (рис. 2.9). Из конструкции крыши исключается люк кабины (рис. 2.10).

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		49

Дополнительно изменяется конструкция передней опоры, что позволяет еще снизить уровень кабины (рис. 2.11). При этом требуется конструктивная доработка по снижению положения радиатора.

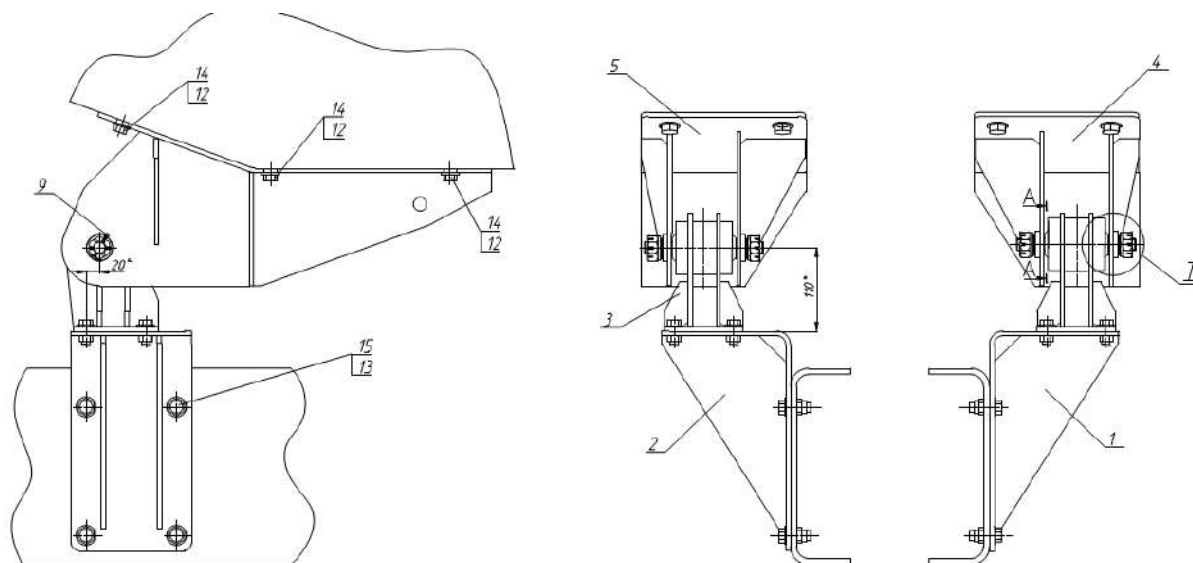


Рисунок 2.11 – Доработка передней опоры кабины

2.2.2 Конструктивные параметры шин

На полноприводное шасси «Урал» 8x8 устанавливается шина Бел-95 размерностью 16.00R20 (рис. 2.12). Данная шина повышенной проходимости имеет наружный диаметр 1343 мм. Размер обода для данной шины: рекомендуемый 11,25x20; допускаемый 10,00x20. Таким образом, требуется шина соответствующей грузоподъемности и посадочного диаметра, но меньшего наружного диаметра. Таким параметрам соответствует шина Бел-248 (рис. 2.13). Пневматическая грузовая камерная шина 14.00R20 Бел-248 радиальной конструкции с регулируемым давлением с металлокордом в каркасе и брекере, с рисунком протектора повышенной проходимости, предназначена для эксплуатации на автосамосвалах, работающих в условиях бездорожья, на мягких грунтах, а также по дорогам всех категорий.

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.354 ПЗ				



Рисунок 2.12 – Шина Бел-95



Рисунок 2.13 – Шина Бел-248

Данная шина имеет наружный диаметр 1238 мм. Размер обода для данной шины: рекомендуемый 10,00x20; допускаемый 9,00x20. При этом данная шина имеет грузоподъемность 5000 кг вместо 6000 кг. Для кранового оборудования этого достаточно. Полная масса автомобиля при этом может достигать 40 тонн.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		52

2.3 Расчет опорных реакций и положения центра тяжести крана

Полная допустимая масса автокрана составляет 38000 кг. Распределение допускаемой нагрузки: на первую и вторую оси 18000 кг, на заднюю тележку 20000 кг. База автомобиля составляет $L = 5275$ мм.

Для автомобиля положение центра тяжести автокрана определяется на основании системы уравнений:

$$\begin{aligned} R_1 + R_2 &= G_{ш} + G_{кр}; \\ R_1 \cdot L - G_{ш} \cdot b_{ш} - G_{кр} \cdot b_{кр} &= 0, \end{aligned} \quad (2.44)$$

где R_1 – реакция под колесами передних мостов, Н;
 R_2 – реакция под колесами задних мостов, Н;
 $G_{ш}$ – вес шасси, Н;
 $G_{кр}$ – вес крана, Н;
 L – база автомобиля, м;
 $b_{ш}$ – расстояние от центра тяжести шасси до ОБТ, м;
 $b_{кр}$ – расстояние от центра тяжести крана до ОБТ, м.

Отсюда суммарное положение центра тяжести автокрана от ОБТ должно составлять $b_{\Sigma} = 2500$ мм. $a_{\Sigma} = L - b_{\Sigma} = 2775$ мм. Для обеспечения данного положения была проработана компоновка крана на шасси с учетом изменения габаритов кабины без спального места.

Многоосный автомобиль, как система с несколькими опорами, можно представить, как статически неопределимую систему. В частности, под статически неопределимыми системами можно рассматривать четырех- и пятиосные автомобили с отдельной передней подвеской (рис.2.14).

Такая же схема поддрессоривания применяется на автомобиле – аналоге. Основным недостатком данной конструкции является отсутствие балансирной связи между первым и вторым мостами, что существенно снижает проходимость автомобиля.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		53

2.2.2 Расчет перераспределения нагрузки в передней подвеске

При наезде передними колесами автомобиля на неровность происходит прогиб передней подвески. Для применяемых рессор передних мостов максимальный прогиб рессоры отличается от статического в два раза. Следовательно, нагрузка на переднюю подвеску увеличивается в два раза. Для расчета принимаем жесткость рессоры линейной. Рассмотрим перераспределение реакций в подвеске на схеме (рис. 2.18).

В статическом положении нагрузка между первым и вторым мостом распределяется одинаково $R_1 = R_2 = R$. При этом балансирный рычаг находится в горизонтальном положении. Если $R_1 = 2R$, то на балансирном рычаге появляется крутящий момент (рис. 2.19), определяемый по формуле:

$$M_{кр} = R \cdot L, \quad (2.45)$$

где L – плечо рычага, м.

Для уравнивания рычага на переднем шарнире подвески второго моста появится реакция, равная по величине увеличенной реакции со стороны передней рессоры, так как плечи рычага одинаковы. При этом изменится схема нагружения подвески второго моста (рис. 2.20).

Так как схема нагружения становится неуравновешенной, то на рессоре второго моста также появляется крутящий момент $M_{кр}$. При этом рессора начинает прогибаться до тех пор, пока реакции первого и второго моста не выровняются $R_1 = R_2$.

При отсутствии балансирного устройства подвески нагрузка на первый мост резко увеличивается, так как в роле рычага выступает база автомобиля. И поворот происходит относительно задней балансирной подвески автомобиля.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		56

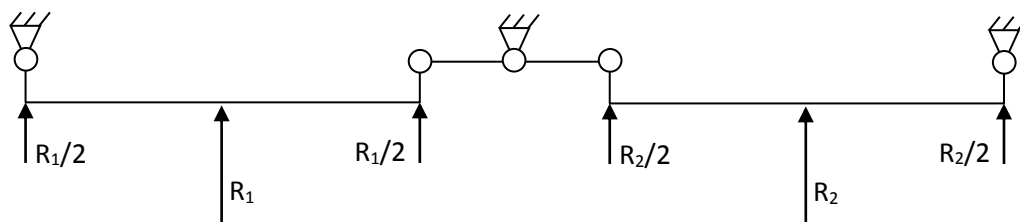


Рисунок 2.18 – Схема нагружения подвески

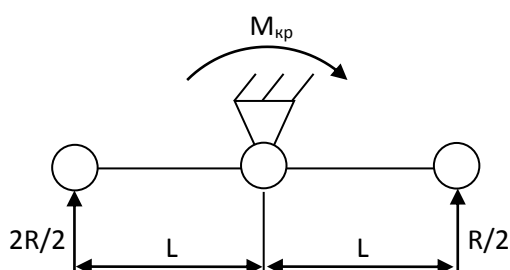


Рисунок 2.19 – Схема нагружения балансирного рычага

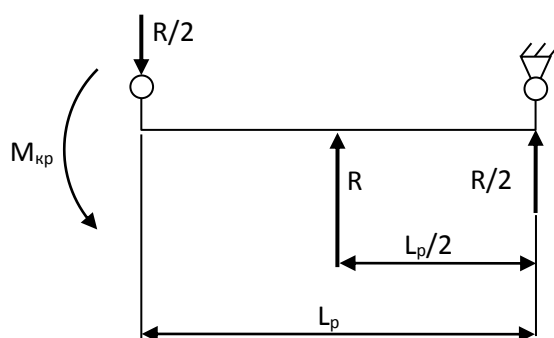


Рисунок 2.20 – Схема максимального нагружения подвески второго моста

2.2.3 Расчет реакций в подвеске автомобиля

Основными исходными данными для проведения расчета являются следующие величины:

M – снаряженная масса автомобиля, кг;

$M_{гр}$ – масса перевозимого груза, кг;

m – масса неподрессоренных частей, кг ;

$C_{п}$ – жесткость подвески, Н/м;

$C_{ш}$ – жесткость шин, Н/м;

a – расстояние между осями, м;

b – расстояние от центра масс поддрессоренной части до базовой оси, м.

Координата центра тяжести поддрессоренной части должна определяться из геометрической суммы координат центров масс, составляющих поддрессоренную часть, либо экспериментально.

Для получения результатов высокой точности необходимо иметь экспериментальные данные упругих характеристик подвесок и шин, а также максимально полно учесть массово-габаритные показатели. Также необходимо помнить, что перераспределение веса автомобиля по осям происходит за счет изменения положения центра тяжести поддрессоренной части, а не всего автомобиля. На рисунке 2.21 приведена обобщенная схема многоосного автомобиля.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		58

$$P_i = R_i - G_{ni} = C_i \cdot f_i + C_i \cdot \Delta_i, \quad (2.47)$$

где P_i – реакция в подвеске i -й оси, Н;

C_i – приведенная жесткость i -й оси, Н/м;

f_i – деформация приведенной подвески под действием упругой силы, м;

Δ_i – смещение начальной точки упругого элемента от базовой плоскости, м.

Приведенная жесткость подвески i -й оси, учитывающая жесткость самой подвески и жесткость шин, определяется по формуле:

$$C_i = \frac{C_{ni} \cdot C_{ui}}{C_{ni} + C_{ui}}. \quad (2.48)$$

Уравнение связи между деформациями подвески имеет вид:

$$f_i = f_{\max} - \operatorname{tg} \beta \cdot a_i, \quad (2.49)$$

где β – угол продольного крена подрессоренной части, град.

Подставляя выражения (2.47) и (2.49) в исходную систему уравнений (2.46) получим:

$$\begin{cases} \sum_1^n C_i \cdot (f_{\max} - \operatorname{tg} \beta \cdot a_i + \Delta_i) = G_{\text{нодр}}; \\ \sum_1^n C_i \cdot (f_{\max} - \operatorname{tg} \beta \cdot a_i + \Delta_i) \cdot a_i = b \cdot G_{\text{нодр}}. \end{cases} \quad (2.50)$$

Если в конструкции автомобиля имеет место балансирующая подвеска, то необходимо учесть следующие зависимости:

$$P_{\bar{o}} = 2R - G_{\text{нб}}, \quad (2.51)$$

где $P_{\bar{o}}$ – упругая сила в балансирующей подвеске, Н;

R – реакция одной оси балансирующей тележки, Н;

$G_{\text{нб}}$ – вес неподрессоренной части балансирующей тележки, Н.

Приведенная жесткость балансирующей тележки определяется по формуле:

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\bar{o}} = \frac{C_{n\bar{o}} \cdot 2C_{ш}}{C_{n\bar{o}} + 2C_{ш}}, \quad (2.52)$$

где $C_{\bar{o}}$ – приведенная жесткость балансирующей тележки, Н/м;
 $C_{n\bar{o}}$ – жесткость рессор балансирующей подвески, Н/м.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.7. Расчетные данные по нагрузкам на оси приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.7 – Исходные данные для расчета реакций

Параметр	1-я ось	2-я ось	Задняя балансирующая тележка
Расстояние от ОПК до оси (а), м	0	2,05	6,71
Неподрессоренная масса (m), кг	1300	1300	2450
Жесткость шин ($C_{ш}$), Н/мм	1200	1200	1200
Жесткость рессоры (C_p), Н/мм	320	320	2650

Таблица 2.8 – Результаты расчета реакций

Параметр	1-я ось	2-я ось	Задняя балансирующая тележка
Реакция на оси (R), Н/кгс	94248/9607	82205/8380	196327/20013

Для относительно равномерного распределения нагрузки суммарное положение центра тяжести должно составлять $a_{\Sigma} = 3770$ мм вместо предварительно рассчитанной величины 2775 мм.

На основании полученных расчетных данных видно, что на 1-й оси реакция превышает допустимую нагрузку 9000 кгс на 7%. При этом разница между реакциями 1-й и 2-й оси составляет 15%. В связи с этим скорость автокрана должна быть ограничена не более 80 км/ч.

Выводы по разделу два

Проведенный тягово-динамический расчет автомобиля показывает эффективность его тягово-динамических характеристик в заданных дорожно-скоростных режимах.

Полученные на основе расчетов решения показывают обоснованность выбора балансирной схемы подвески автомобиля. Разработанная конструкция обеспечивает равный статический прогиб подвески первого и второго мостов. Также обеспечивается перераспределение реакций между первым и вторым мостами при переезде неровностей.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		63

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Создание качественных машин невозможно без современных технологий изготовления, а автомобилестроение является одной из наиболее ёмких отраслей народного хозяйства по уровню технологии и организации. Непрерывное совершенствование конструкции автомобиля влечёт за собой увеличение производственных мощностей, техническим переоснащением цехов, внедрением новых технологических процессов, внедрение высокопроизводительных автоматических линий.

Технологический процесс является частью производственного цикла. Он непосредственно влияет на стабильность технических параметров и качество изделия. Рационально выбранная технология обработки детали позволяет снизить её себестоимость и улучшить качество продукции в целом.

3.1 Разработка технологического процесса

Технологический процесс – это последовательное изменение формы, размеров, свойств материала или полуфабриката, в целях получения детали или изделия в соответствии с заданными техническими требованиями.

Технологический процесс механической обработки является частью общего производственного процесса изготовления всей машины. Он должен проектироваться и выполняться таким образом, чтобы посредством более рациональных и экономичных способов обработки удовлетворялись требования к деталям (точность обработки и шероховатость поверхностей, взаимное расположение осей и поверхностей, правильность контуров и т. д.), обеспечивающие правильную работу собранной машины (изделия).

На каждом этапе производственного процесса, по отдельным операциям технологического процесса осуществляется контроль над изготовлением деталей в соответствии с техническими условиями, предъявляемыми к детали для обеспечения должного качества готовой машины (изделия).

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

$$V = 198 \cdot 0,75 \cdot 0,92 = 137 \text{ м/мин.}$$

Определяем необходимую частоту вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \quad (3.1)$$

Отсюда $n = 1407$ об/мин. По паспорту станка принимаем ближайшую меньшую частоту вращения шпинделя $n = 1250$ об/мин.

Уточняем действительную скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (3.2)$$

Отсюда $V = 122$ м/мин. Время на обработку определим по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S_M}, \quad (3.3)$$

Отсюда $T_o = \frac{87}{1250 \cdot 0,35} = 0,2$ мин. Время холостого хода $T_{x.x.} = 0,05$ мин.

Штучное время на одну деталь определим по формуле:

$$T_{шт.} = T_o + T_{x.x.} \quad (3.4)$$

Отсюда $T_{шт.} = 0,2 + 0,05 = 0,25$ мин.

Операция 015; переход 2 – зенкерование отверстия $\varnothing 17$ мм.

Инструмент: зенкер $\varnothing 17$ мм с пластинами из твёрдого сплава, материал пластины – твёрдый сплав Т15К6. Расчётные размеры обработки:

- диаметр заготовки $D = \varnothing 16$ мм;
- глубина резания $t = 0,5$ мм;
- длина заготовки $l = 84$ мм;
- величина врезания инструмента $y = 1$ мм;
- величина перебега инструмента $\Delta = 2$ мм;
- длина рабочего хода $L_{рх} = l + y + \Delta = 87$ мм.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		67

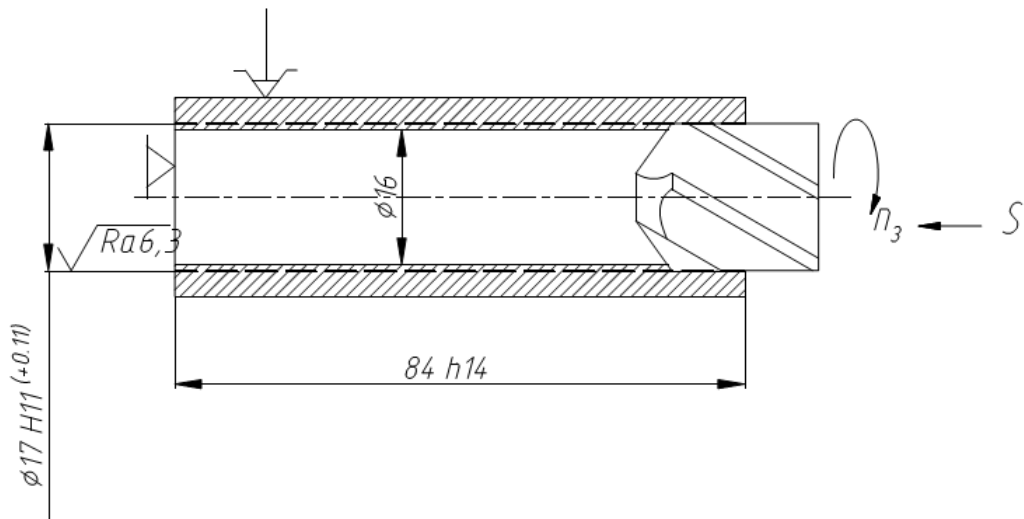


Рисунок 3.2 – Схема зенкерования отверстия

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^Z}{T^m \cdot t^X \cdot S^Y} \cdot K_{mv} \cdot K_{uv}, \quad (3.5)$$

где C_V – коэффициент, учитывающий материал инструмента и заготовки и условия обработки;

D^Z – диаметр зенкера, мм;

T^m – период стойкости инструмента;

t^X – глубина резания, мм;

S^Y – подача, мм.

Поправочные коэффициенты приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

K_{mv}	K_{uv}	C_V	X	z_V	m	y_V
0,75	1	18	0,2	0,6	0,25	0,5

Подача при обработке хромистой стали 40X со скоростью резания 37-42 м/мин и требуемой шероховатости $R_a = 6,3$ мкм составляет $S = 0,4-1$ мм/об; по паспорту станка принимаем $S = 0,7$ мм/об.

Определяем скорость резания $V = 40,5$ м/мин.

Определяем необходимую частоту вращения шпинделя станка по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}. \quad (3.6)$$

Отсюда $n = 806$ об/мин. По паспорту станка принимаем ближайшую меньшую частоту вращения шпинделя $n = 800$ об/мин.

Уточняем действительную скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (3.7)$$

Отсюда $V = 40$ м/мин. Время на обработку определим по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n_{np.} \cdot S_o}. \quad (3.8)$$

Отсюда $T_o = \frac{180}{800 \cdot 0,7} = 0,32$. Время холостого хода $T_{x.x.} = 0,4$ мин.

Штучное время на одну деталь определим по формуле:

$$T_{шт.} = T_o + T_{x.x.} \quad (3.9)$$

Отсюда $T_{шт.} = 0,047 + 0,4 = 0,447$ мин.

Операция 020; переход 1–точить наружный диаметр в размер $\varnothing 23,5$ мм.

Инструмент: резец проходной 12×20 мм: главный угол в плане $\varphi = 30^\circ$, радиус вершины резца $r = 2$ мм, материал пластины – твёрдый сплав Т15К6.

Расчётные размеры обработки:

- диаметр заготовки $D = \varnothing 25$ мм;
- глубина резания $t = 0,75$ мм;
- длина заготовки $l = 84$ мм;
- величина подвода, врезания и перебега инструмента $l_1 = 3$ мм;
- длина рабочего хода $L_{p.x.} = l + l_1 = 87$ мм.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата						

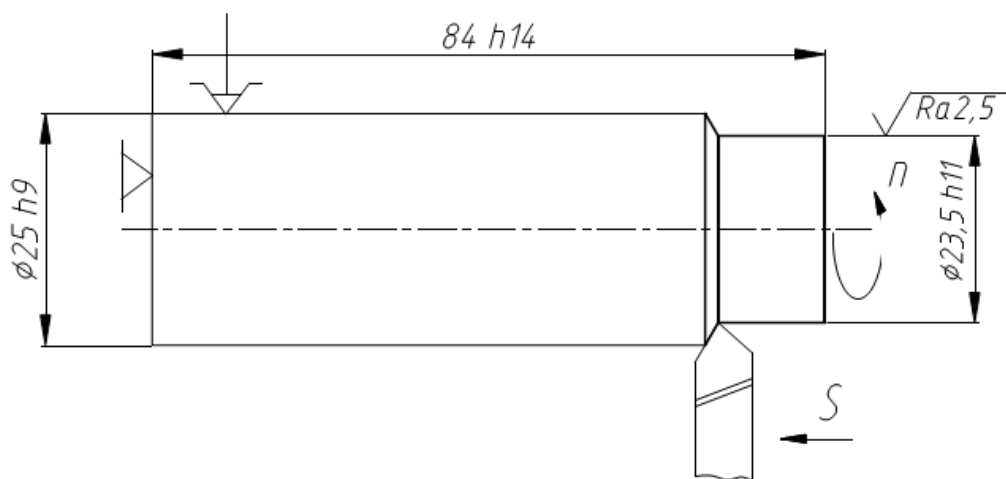


Рисунок 3.3 – Схема токарной обработки

Подача при обработке хромистой стали 40X со скоростью резания более 100 м/мин при $r = 2$ мм и требуемой шероховатости $R_a = 2,5$ мкм составляет $S = 0,25 \dots 0,35$ мм/об; по паспорту станка принимаем $S = 0,3$ мм/об.

Значение скорости резания при обработке стали с $\sigma_B = 980$ МПа, глубиной резания 0,8 мм, подаче 0,3 мм/об, главном угле в плане $\varphi = 30^\circ$, периодом стойкости резца 60 мин, $V = 198$ м/мин. Найденную скорость умножаем на поправочные коэффициенты состояния поверхности:

$K_1 = 0,75$; $K_2 = K_3 = 1$, $K_4 = 1,13$. Отсюда $V = 222 \cdot 0,75 \cdot 1,13 = 188$ м/мин.

Определяем необходимую частоту вращения шпинделя станка по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} \quad (3.10)$$

Отсюда $n = 2394$ об/мин. По паспорту станка принимаем ближайшую меньшую частоту вращения шпинделя $n = 1600$ об/мин.

Уточняем действительную скорость резания по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (3.11)$$

Отсюда $V = 126$ м/мин.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					

Расчётные размеры обработки:

- диаметр шлифования $D = 23 + 2\Pi = 23,5$ мм;
- длина рабочего хода перемещения бабки шлифовального круга в радиальном направлении $L_{p.x} = \Pi = 0,25$ мм.

Частота вращения детали при $D = 23,5$ мм и твердости заготовки 50HRC имеет значение $n_d = 300$ об/мин [15]. Так как вращение детали на станке регулируется бесступенчато от 30 до 300 об/мин, корректировки числа оборотов по паспорту станка не требуется.

Определяем фактическую скорость вращения детали по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (3.14)$$

Отсюда $V_{\phi} = 22$ м/мин. Поперечная минутная подача при длине шлифуемой поверхности 100 мм и припуске $2\Pi = 0,4$ мм равна $S_{tm} = 0,46$ мм/мин.

Поправочные коэффициенты принимаем:

- коэффициент, зависящий от материала заготовки $K_{St1} = 1,5$;
- коэффициент, зависящий от скорости вращения круга $K_{St2} = 1$;
- коэффициент, зависящий от диаметра круга $K_{St3} = 1$;
- коэффициент, зависящий от жёсткости детали $K_{St4} = 1$;
- коэффициент, зависящий от величины припуска $K_{St5} = 0,93$.

С учётом поправочных коэффициентов поперечная подача составит:

$$S_{tm} = 0,46 \cdot K_{St1} K_{St2} K_{St3} K_{St4} K_{St5} = 0,46 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,64 \text{ мм/мин.}$$

Поперечная подача на оборот детали составит:

$$S_{tx} = S_{tm}/n_d = 0,002 \text{ мм/об.}$$

Основное время на обработку определим по формуле:

$$T_o = \Pi/S_{tx}, \quad (3.15)$$

где Π – припуск на шлифование на сторону, мм; $\Pi = 0,25$ мм.

Отсюда $T_o = 0,25/0,002 = 125$ мин.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		72

Выводы по разделу три

На основании проведенных расчетов технологических операций определены основные режимы механической обработки детали.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
						73
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4
1 Тариф на заработную плату	Руб. за час	180	160
2 Отработанное время	н/ч.(трудоемкость)	160	160
3 Заработная плата	Руб.	28 800	25 600
4 Премия 10%	Руб.	2 880	2 560
6 Район. надбавка 15%	Руб.	4 752	4 224
7 Основная заработная плата	Руб.	36 432	32 384
8 Отчисления ФСС 30%\	Руб.	10 930	9 715
9 Заработная плата без ФСС	Руб.	25 502	22 669

Таблица 4.5 – Численность производственных рабочих, заработная плата и отчисления ФСС по проекту

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Численность работающих по проекту, всего				
в том числе:	чел.	3	3	3
1.1 Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	3	3	3
2 Затраты на оплату труда производственных рабочих:	руб.	1 262 976	1 262 976	1 262 976
2.1 заработная плата	руб.	884 083	884 083	884 083
2.2 отчисления ФСС (30%)	руб.	378 893	378 893	378 893

– арендная плата за помещения общехозяйственного назначения;
– расходы по оплате информационных, аудиторских, консультационных и т.п. услуг;

– другие аналогичные по назначению управленческие расходы.

Затраты на оплату труда – это заработная плата рабочих (табл. 4.3).

Отчисления ФСС – это обязательные страховые взносы в Фонды социального страхования, составляют 30% от заработной платы (табл. 4.3).

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (1% от производственной себестоимости).

К коммерческим расходам относятся издержки:

– на затаривание и упаковку;
– по доставке, погрузке и т.п.;
– на комиссионные сборы (отчисления), уплачиваемые посредническим организациям;

– по аренде и содержанию помещений для хранения и продажи продукции (товаров);

– на хранение товаров;
– по оплате труда продавцов;
– на рекламу;
– на представительские расходы;
– на иные аналогичные по назначению расходы.

Норма прибыли может определяться исходя из различных критериев, например, по относительному показателю – рентабельности продукции, либо исходя из соотношения спроса и предложения. Для упрощения расчетов норма прибыли установлена в размере 15% от полной себестоимости.

Общие затраты на производство и сбыт продукции на весь прогнозируемый объем выпуска представлены в таблице 4.7.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		78

Таблица 4.6 – Калькуляция на автомобиль

Статья	Сумма (руб.)
1 Сырье и материалы	2 881 808
2 Расходы на оплату труда	52 624
3 Отчисления ФСС	15 787
4 Общепроизводственные расходы	28 943
5 Общехозяйственные расходы	21 050
6 Производственная себестоимость	2 971 269
7 Коммерческие расходы	2 971
8 Полная себестоимость	2 953 190
9 Прибыль 30% от полной себестоимости	442 979
10 Цена	3 396 169
11 Налог на добавленную стоимость НДС	611 310
12 Цена реализации	4 007 479

Таблица 4.7 – Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1 Материальные затраты	69 163 392	69 163 392	69 163 392
3 Общехозяйственные затраты	694 637	694 637	694 637
4 Общепроизводственные затраты	505 190	505 190	505 190
5 Затраты на оплату труда	1 262 976	1 262 976	1 262 976
6 Отчисления ФСС	378 893	378 893	378 893
7 Коммерческие затраты	71 310	71 310	71 310
8 Всего затрат	72 076 398	72 076 398	72 076 398

Планируемый объем составляет 24 машин в год. В основе плана объема производства и реализации – портфель заказов исследуемого предприятия.

Суммарные затраты на весь объем выпуска представляют собой все статьи затрат, представленные в калькуляции на единицу продукции, умноженные на плановый объем производства в натуральном выражении.

4.3 Планирование программы производства и реализации продукции

Выручка от реализации продукции, производимой и реализуемой по договорам, определяется путем умножения планово-расчетной цена реализации единицы каждого вида продукции на объем продаж каждого вида продукции в натуральном выражении.

Программа производства и реализации продукции представлена в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измер ен.	1 год	2 год	3 год
1 Объем производства в натуральном выражении	шт.	24	24	24
3 Объем реализации в натуральном выражении	шт.	24	24	24
3 Цена реализации за единицу продукции	руб.	4 007 479	4 007 479	4 007 479
4 Выручка от реализации продукции	руб.	96 179 507	96 179 507	96 179 507
4.1 в том числе НДС	руб.	17 312 311	17 312 311	17 312 311
4.2 Выручка без НДС	руб.	78 867 196	78 867 196	78 867 196

4.4 Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в основные материалы с учетом запаса на 1 квартал и капитальные затраты на приобретение оборудования.

Таблица 4.12 – Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
1 Капитальные вложения	126 000	126 000
2 Приобретение основных материалов	8 645 424	8 645 424
3 Итого – объем инвестиций	8 771 424	8 771 424

Источники финансирования проекта – собственные денежные средства, сформированные от амортизации основного капитала, отчислений из прибыли на инвестиционные нужды, денежные средства (расчетный счет).

4.6 Планирование финансовых результатов по проекту

Финансовые результаты – это совместный результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли от продаж, прибыли до налогообложения и чистой прибыли (табл. 4.13).

Таблица 4.13 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1	2	3	4
1 Общая выручка от реализации продукции	96 179 507	96 179 507	96 179 507
2 НДС от реализации выпускаемой продукции	17 312 311	17 312 311	17 312 311
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	78 867 196	78 867 196	78 867 196
4 Затраты на производство и сбыт продукции	72 076 398	72 076 398	72 076 398

Продолжение таблицы 4.12

1	2	3	4
5 Амортизация	8 000	8 000	8 000
6 Прибыль по проекту	6 782 797	6 782 797	6 782 797
7 Погашение основного долга и выплата процентов за кредит	0	0	0
8 Прибыль до налогообложения	6 782 797	6 782 797	6 782 797
9 Налог на прибыль	1 356 559	1 356 559	1 356 559
10 Прибыль чистая	5 426 238	5 426 238	5 426 238
11 Платежи в бюджет	18 668 871	18 668 871	18 668 871

4.7 Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта

Оценка эффективности инвестиционного проекта основана на расчете денежных потоков по трем видам деятельности и показателей эффективности.

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности наглядно представлены в таблице 4.15.

Денежный поток состоит из притока (поступления денежных средств) и оттока (затраты, платежи). Сальдо денежного потока – это разность притока и оттока.

К притоку от операционной деятельности относится выручка от реализации услуг и начисленная амортизация по проекту. К оттоку по операционной деятельности относятся затраты на производство и сбыт продукции, налоги и платежи в бюджет.

К притоку от инвестиционной деятельности относятся собственные денежные средства на реализацию проекта, к оттоку относятся инвестиционные вложения.

К притоку от финансовой деятельности относятся кредиты и займы. К оттоку по финансовой деятельности относятся выплаты основного долга и процентов по кредиту (в данном примере отсутствуют).

Общее сальдо по всем видам деятельности должно быть положительно на всех расчетных шагах – это является обязательным условием финансовой реализуемости проекта.

Общее сальдо является чистым доходом по проекту. Так как чистый доход прогнозируется на несколько периодов (в данном примере на 3 года) необходимо привести стоимость всех выплат и поступлений к начальному моменту времени, т.е. продисконтировать. Дисконтирование является базой для расчётов стоимости денег с учётом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

$$a_t = 1/(1+E)^t, \quad (4.1)$$

где t – номер шага расчета, E – ставка дисконтирования.

В российской практике ставка дисконтирования рассчитывается как сумма ставки рефинансирования (ключевая ставка), устанавливаемой Центробанком РФ и поправки на риск. Размер поправки на риск устанавливается в соответствии с методическими рекомендациями по оценке инвестиционных проектов ВК477.

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 4.14.

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов.

Если инвестиционные вложения необходимы для увеличения объема продаж на базе существующей техники и технологии, то поправка на риск может быть минимальной, при внедрении инноваций поправка на риск должна быть максимальной.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 4.14 – 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

В данном проекте ставка дисконтирования равна 16%.

К основным показателям, используемым для оценки эффективности проекта используются:

- чистый дисконтированный доход;
- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t - \sum_{t=1}^T K_t \times a_t, \quad (4.2)$$

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 (инвестиции), руб.; t – номер временного интервала реализации проекта; T – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Таблица 4.15 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1	2	3	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)			
1 Денежные поступления, всего	96 179 507	96 179 507	96 179 507
в том числе:			
1.1 Выручка	96 179 507	96 179 507	96 179 507
2 Денежные выплаты, всего	90 745 269	90 745 269	90 745 269
в том числе:			
2.1 Затраты по производству и сбыту продукции	72 076 398	72 076 398	72 076 398
2.2 Амортизация	8 000	8 000	8 000
2.3 Налоги и платежи в бюджет	18 668 871	18 668 871	18 668 871
3 Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	5 442 238	5 442 238	5 442 238
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
4 Приток средств	96 179 507	96 179 507	96 179 507
в том числе:			
4.1 Собственные денежные средства	96 179 507	96 179 507	96 179 507
5 Отток средств			
6 Сальдо потока от инвестиционной деятельности	90 745 269	90 745 269	90 745 269
ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
7 Приток средств, всего	0	0	0
7.1 Кредиты, всего	0	0	0

Продолжение таблицы 4.15

1	2	3	4
8 Отток средств, всего	0	0	0
8.1 Погашение основного долга по коммерческому кредиту	0	0	0
8.2 Уплата процентов за предоставленные средства	0	0	0
9 Сальдо потока по финансовой деятельности (7-8)	0	0	0
10 Общее сальдо потока по всем видам деятельности	5 442 238	5 442 238	5 442 238
11 Чистый доход	5 442 238	5 442 238	5 442 238
12 Инвестиции	-8 771 424		
13 Ставка дисконтирования	0,16		
14 Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
15 Приведенный эффект (11*14)	4 691 584	4 044 469	3 486 612
16 Сумма приведенных эффектов	12 222 665		
17 Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	3 451 241		
18 Индекс доходности (ИД)	1,4		

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 4 691 548 руб.

Во второй год необходимо окупить 8 771 424 руб. - 4 691 548 руб. =
= 1 954 607 руб.

Эта сумма окупится за (8 771 424 руб. - 4 691 548 руб.) / 4 044 469 руб. =
= 0,9 года.

Срок окупаемости 1 год 9 месяцев.

Для оценки устойчивости проекта проведем анализ безубыточности. Исходные данные для расчета безубыточного объема продаж представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	На единицу продукции, руб.	На весь объем выпуска, руб.
цена (без НДС)	3 396 169	81 508 057
переменные расходы на 1 изд.	2 953 190	70 876 571
постоянные расходы на 1 изд.	49 993	1 199 827
себестоимость одного изд.	3 003 183	72 076 398

Точка безубыточности = постоянные затраты на весь выпуск / (цена – переменные затраты на единицу продукции) = 1 199 827 / (3 396 169 – 2 953 190) = 2,7 ≈ 3 шт.

Построим график точки безубыточности (рисунок 4.1).

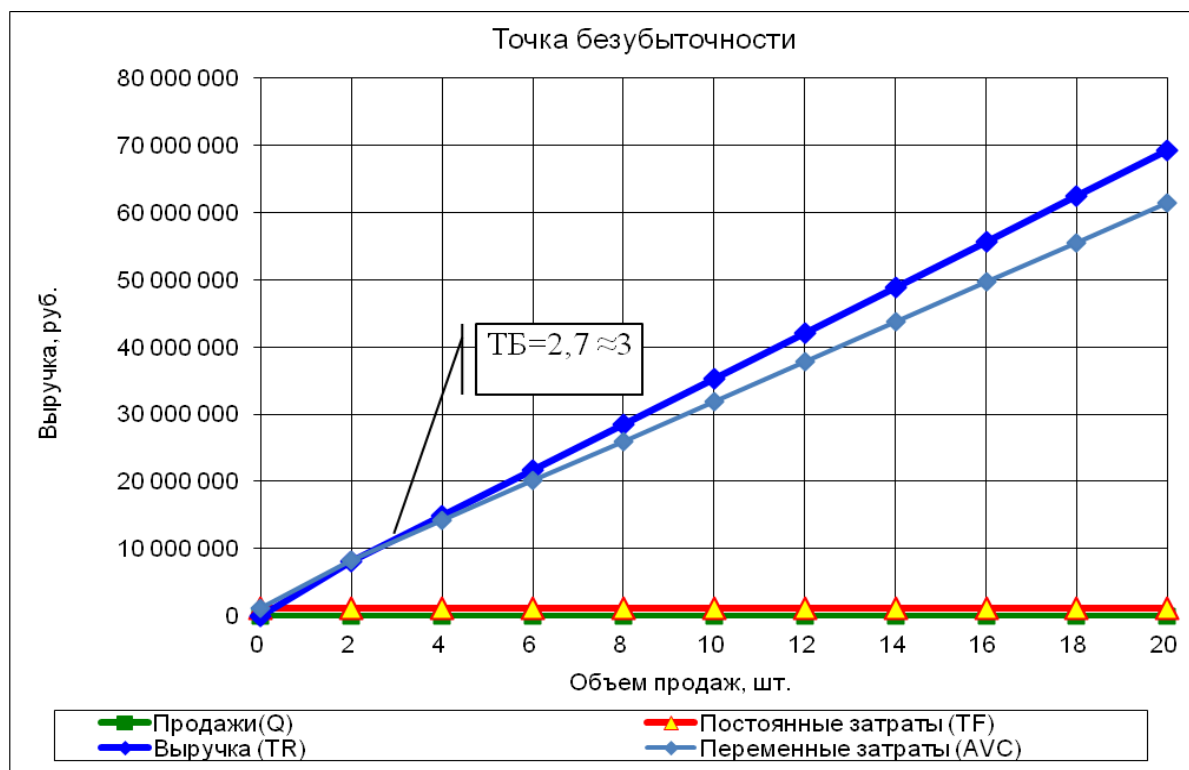


Рисунок 4.1 – График точки безубыточности

Выводы по разделу четыре

Таким образом, сальдо по всем видам деятельности положительное на каждом шаге расчета, чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Грузовой автомобиль является источником повышенной опасности в процессе движения. Поэтому необходимо обеспечивать его активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность. Кроме того, необходимо обеспечивать безопасность работы водителя на его рабочем месте.

Активная безопасность – это свойство автомобиля снижать вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Активная безопасность зависит от параметров устойчивости, управляемости, плавности хода, а также габаритных и весовых параметров автомобиля, тяговой и тормозной динамичности, информативности контрольных приборов и рычагов управления. К активной безопасности относятся мероприятия по снижению тормозного пути, улучшению управляемости, снижению утомляемости водителя при длительных поездках, повышению эффективности действия внешних осветительных и сигнальных приборов (Соответствие требованиям ГОСТ 8769-75 «Приборы внешние световые» и Правилам ЕЭК ООН №48), обеспечивающих хорошую видимость ночью и однозначное понимание сигналов днем и ночью.

Пассивная безопасность – это свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий для водителя и пассажиров.

Пассивная безопасность автомобиля обеспечивается его компоновкой, а также конструктивным решением его отдельных узлов и агрегатов (установка безопасных стекол типа «триплекс» таким образом, чтобы при лобовом столкновении осколки стекла не попали во внутреннее пространство кабины; применение подголовников, ремней безопасности; конструкция буферов, соответствующая Правилам ЕЭК ООН № 61; и т.д.).

Послеаварийная безопасность автомобиля обеспечивается сохранением зоны жизненного пространства кабины и возможностью эвакуации людей из аварийного автомобиля после дорожно-транспортных происшествий.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		92

Экологическая безопасность автомобиля – это свойство уменьшать вред, наносимый им окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации.

Согласно исследованиям ученых, загрязнение окружающей среды от эксплуатации автомобильного транспорта составляет приблизительно 30 % от общей части техногенного загрязнения. Автомобили загрязняют атмосферу отработанными газами, испарением горюче-смазочных материалов, интенсивным износом протектора шин (около 30 % от общего загрязнения вносимого автомобилем). Поэтому очень важно улучшать и совершенствовать параметры автомобиля, влияющие на окружающую среду.

Одним из параметров, влияющих на экологическую безопасность, является качество герметизации систем автомобиля, содержащих специальные жидкости (масла, топливо, тормозную жидкость и др.), а также системы выпуска газов. Важным параметром является уровень токсичности продуктов сгорания, что, в свою очередь, зависит от типа двигателя, его экономичности, качества работы системы очистки отработавших газов.

Полная масса автомобиля и распределение нагрузки по осям, шины и рисунок протектора шин тоже влияют на экологическую безопасность автомобиля. При движении по грунту автомобиль в той или иной степени причиняет ущерб почве, создавая, кроме того, благоприятные условия для образования пыли и грязи на грунтовых дорогах. В этих условиях автомобиль большой массы, имеющий шины с регулируемым давлением и с рисунком протектора высокой проходимости, вместе с повышенными параметрами проходимости, имеет лучшую экологическую безопасность, чем такой же автомобиль на обычных дорожных шинах. Кроме того, отдельное регулирование давления воздуха в шинах передней и задней тележки также уменьшает вредное воздействие на почву.

При проектировании автомобиля, необходимо обеспечить безопасность труда при его эксплуатации. Необходимо строго выполнять государственные стандарты, нормы и правила по технике безопасности при расчетах,

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		93

проектировании, изготовлении и эксплуатации автомобиля, а также все основные Правила ЕЭК ООН:

- конструкция, компоновка и расположение узлов и механизмов должны обеспечивать свободный и удобный доступ к ним и безопасность работ при монтаже, эксплуатации и ремонте;

- приводные и передаточные механизмы должны быть защищены кожухами;

- электропроводка, трубопроводы, шланги для подачи воздуха, масла и вентиляционные отверстия должны располагаться так, чтобы не затруднять технического обслуживания.

Требования к пожарной безопасности автомобиля и соответствующими элементами его конструкции регламентируются Правилами №34 ЕЭК ООН. Правилами предусматриваются требования к прокладке топливопроводов, установки топливного бака, автоматической системы пожаротушения, электропроводки и т.п.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		94

5.1 Требования безопасности при движении автокрана по дорогам общего пользования

В данной дипломной работе разрабатывается специальное шасси под установку тяжелого кранового оборудования на базе грузового автомобиля Урал с колесной формулой 8x8. Передвижение автокрана всегда сопровождается определёнными правилами и ограничениями.

При движении автокрана по дорогам общего пользования они должны удовлетворять правилам дорожного движения.

Согласно Правилам Дорожного Движения Российской Федерации (далее ПДД) допустимая ширина транспортного средства 2 метра 60 сантиметров для рефрижераторов и изотермических фургонов и 2 метра 55 сантиметров для остальных транспортных средств. Максимальная высота транспортного средства – 4 метра. Максимальная длина автопоезда, включая один прицеп, не может превышать 20 метров, при этом длина тягача и длина прицепа не могут превышать 12 метров.

Допустимая масса двухосного транспортного средства (далее ТС) не может превышать 18 тонн, 25 тонн для 3-осного автомобиля и 32 тонны для 4-осного автомобиля. Масса 3-осного автопоезда не должна превышать 28 тонн, 4-осного автопоезда 36 тонн и 5-осного автопоезда 40 тонн.

Предельная осевая нагрузка при расстоянии более 2-х метров между ближайшими осями не должна превышать 10 тонн на ось, при расстоянии от 1,65 до 2 метров включительно 9 тонн, при расстоянии от 1,35 до 1,65 м. включительно предельная осевая нагрузка не должна превышать 8 тонн, при расстоянии от 100 до 135 см предельная осевая нагрузка не должна превышать 7 тонн и при расстоянии между ближайшими осями предельная осевая нагрузка на 1 ось не должна превышать 6 тонн.

На российских автомобильных дорогах для автокранов действует ограничение на передвижение по дорогам общего пользования только в том случае, если нагрузка на каждую из осей базового шасси превышает 12 тонн.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		95

При этом меньшая величина может временно устанавливаться на отдельных дорогах или в отдельных регионах, в том числе по погодным условиям, например, при температуре свыше +30°C.

В случаях, когда нагрузка превышена, для проезда требуется получение специального разрешения, получение которого представляет собой серьезную сложность, и выписывается в ГИБДД. Если стрела крана обладает значительной грузоподъемностью и не вписывается в стандартные габариты, придется дополнительно заказывать сопровождение специального автомобиля.

Сегодня большинство производителей старается укладываться в установленные нормы, и двух-, трехосные краны спокойно перемещаются по дорогам, но для тяжелой техники выдержать нагрузки удастся не всегда. В результате использование подобной техники вызывает серьезные трудности с транспортировкой, особенно на дальние расстояния.

При проезде под линией электропередачи, находящейся под напряжением, рабочие органы машины должны находиться в транспортном положении. По мере возможности передвигать автокраны необходимо по дорогам вдоль линий электропередач, а в случае необходимости передвижения автокрана вне дорог под линией электропередачи, находящейся под напряжением, его следует передвигать в месте наименьшего провисания проводов. Как правило, место наименьшего провисания проводов линий электропередач находится ближе к опоре. Работа и перемещение автокранов допускается только под руководством и непрерывным надзором ответственного лица, назначенного из числа инженерно-технических работников организации, выполняющей эти работы. Ответственное лицо должно иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		96

Установка и работа автокрана в охранной зоне воздушных линий электропередач без согласования с организацией, эксплуатирующей линию, запрещается. Охранные зоны линий электропередач определяются параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими от крайних проводов линии на расстоянии, указанном в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Расстояние, м	Напряжение, кВ
10	20
15	35
20	110
25	220
30	500
40	750

При выполнении работ в охранной зоне работающим должен быть выдан наряд-допуск, определяющий безопасные условия этих работ. Наряд-допуск должен быть подписан главным инженером или главным энергетиком строительно-монтажной организации при наличии письменного разрешения на производство этих работ организацией, эксплуатирующей линию электропередачи. Наряд-допуск должен быть оформлен четко, без перечеркиваний и исправлений.

Работа автокрана непосредственно под проводами действующих линий электропередач любого напряжения запрещается, кроме работы под контактными проводами городского транспорта. Между максимальным вылетом стрелы автокрана и контактным проводом городского транспорта должно быть расстояние не менее 1 м, для чего устанавливается на автокране ограничитель подъема стрелы, не позволяющий уменьшить указанное расстояние (в этом случае автокран должен быть заземлен).

ПРАВИЛА УСТАНОВКИ АВТОКРАНА

Расстояние между поворотной частью крана при любом ее положении и строениями, штабелями грузов, конструкциями и т.п. - не менее 1 м. В этой зоне находиться ЗАПРЕЩАЕТСЯ

НЕ МЕНЕЕ 1 М

В темное время суток место работ должно быть освещено

УКЛОН ПЛОЩАДКИ НЕ БОЛЕЕ УКАЗАННОГО В ПАСПОРТЕ КРАНА

РАБОТЫ ЗАПРЕЩЕНЫ

- сильный ветер
- гроза
- сильный дождь
- туман
- снегопад
- ухудшение видимости
- температура воздуха ниже указанной в паспорте
- неисправность крана или грузозахватных приспособлений

Работай только с исправным предохранительным замком

Не опускай груз, если в кузове или в кабине находятся люди

Запрещается перемещать стрелу над кабиной автомобиля

ОГРАДИ МЕСТО РАБОТ

СТОЙ ПРОХОД ЗАПРЕЩЕН

Запрещается работать без установки всех выносных опор

На время установки выносных опор машинист должен выйти из кабины

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ОПАСНОЙ ЗОНЫ

Находиться в опасной зоне запрещается

Н, м	L, м
до 10	4
до 20	7
до 70	10
до 120	15
до 200	20
до 300	25
до 450	30

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДНИМАТЬ ГРУЗ

- неправильно застопоренный
- находящийся в неустойчивом положении
- подвешенный за один рог двурогого крюка
- массой более грузоподъемности крана при данном вылете стрелы или неизвестной массы

Рисунок 5.1 – Правила установки крана на ровной площадке

ПРАВИЛА УСТАНОВКИ АВТОКРАНА

РАБОТА ВБЛИЗИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
ДОПУСТИМЫЕ РАССТОЯНИЯ А(м) ДО ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ,
НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

А - расстояние от токоведущего элемента ВЛ, ближе которого **запрещено** расположение металлоконструкций крана, грузовых канатов и груза

Б - расстояние до границ охранной зоны ВЛ

Напряжение кВ	до 1		св. 1 до 20		св. 20 до 35		св. 35 до 110		св. 110 до 220		св. 220 до 400		св. 400 до 750		св. 750 до 1150	
	мм		мм		мм		мм		мм		мм		мм		мм	
минимальное, измеренное техническими средствами	1,5	2	2	2	4	5	7	10	11							

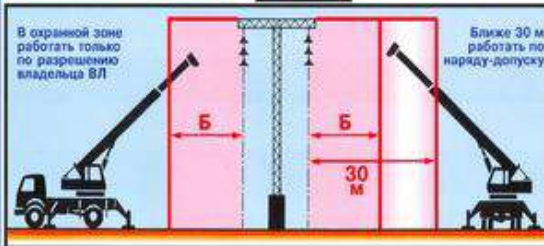
Напряжение кВ	Б, м
до 1	2
св. 1 до 20	10
св. 20 до 35	15
св. 35 до 110	20
св. 110 до 220	25
св. 220 до 500	30
св. 500 до 750	40
св. 750 до 1150	55

ЕСЛИ КРАН ОКАЗАЛСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

- быстро разорвать возникший контакт
- отвести стрелу от токоведущей части на безопасное расстояние А
- предупредить окружающих об опасности

ДО СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ЗАПРЕЩАЕТСЯ

- прикасаться к крану
- спускаться или выпрыгивать из кабины



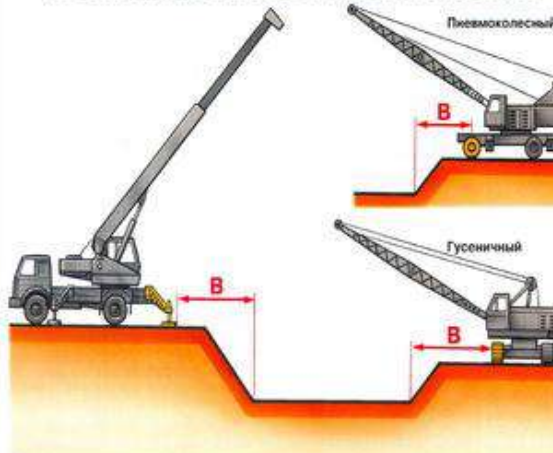
НЕ СТОЙ ПОД СТРЕЛОЙ РАБОТАЙ!



ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДНИМАТЬ ГРУЗ

- подтаскиванием по земле, полу или рельсам при наклонном положении канатов
- засыпанный землей, примерзший, заложженный другими грузами, залитый бетоном
- с находящимися на нем людьми
- в таре, заполненной выше бортов

РАБОТА ВБЛИЗИ ОТКОСОВ ТРАНШЕЙ, КОТЛОВАНОВ



Ненасыпной грунт	Безопасное расстояние В(м) при глубине котлована, м				
	1	2	3	4	5
Песок, гравий	1,5	3	4	5	6
Супесь	1,25	2,4	3,6	4,4	5,3
Суглинок	1	2	3,25	4	4,75
Глина	1	1,5	1,75	3	3,5
Лесс сухой	1	2	2,5	3	3,5

ЗАЗЕМЛЕНИЕ КРАНА ОБЯЗАТЕЛЬНО!



Передвижение крана с поднятым грузом **ЗАПРЕЩЕНО!**



По окончании работ и в перерывах опустить груз. Оставлять груз висющим **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

Рисунок 5.2 – Правила установки крана в опасных зонах

Грузоподъемные машины, кроме машин на гусеничном ходу, должны быть заземлены при помощи переносного заземления.

При перемещении крана с грузом и без груза стрела должна быть установлена вдоль пути. Одновременное перемещение крана и поворот стрелы запрещаются.

Крановщик обязан выполнять только сигналы такелажника, а сигнал «Стоп» крановщик должен выполнить независимо от того, кто его подал.

Нахождение людей в зоне работы крана, а также около поднимаемого груза или в месте возможного опускания стрелы запрещается.

Крюк подъемного механизма следует устанавливать точно над грузом, а при подъеме груза расстояние между обоймой крюка и блоком на стреле должно быть не менее 500 мм.

При подъеме груза, вес которого близок к предельной грузоподъемности крана, его следует поднять на высоту 200-300 мм и подержать 5 мин, убедившись в исправности крана, опустить груз на землю и лишь после этого производить подъем.

При горизонтальном перемещении груза его необходимо предварительно поднять на 500 мм выше встречающихся на пути предметов.

При опускании крюка ниже площадки, на которой установлен кран, необходимо предварительно опустить порожний крюк и убедиться, что на барабане осталось не менее 1,5 витка каната, не считая витков, находящихся под зажимным устройством. После этого можно опускать груз.

Если с барабанов или блоков спадают канаты при образовании на них петель или при их повреждении, работу необходимо прекратить до устранения дефектов.

Для обвязки груза следует применять стропы, соответствующие весу груза, с учетом числа ветвей каната и угла их наклона.

При работе крана крановщику запрещается:

- допускать к строповке грузов лиц, не имеющих прав стропальщика;

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		101

- применять грузозахватные приспособления без клейма о допустимой грузоподъемности;
- резко тормозить при повороте стрелы с грузом;
- вытаскивать крюком грузы, примерзшие к земле, засыпанные землей, заваленные и т. п.;
- поднимать неправильно обвязанный груз;
- поддерживать руками поднимаемый груз;
- передавать управление краном посторонним лицам;
- выполнять работу краном, если срок его очередного освидетельствования истек;
- поднимать груз со скоростью, большей, чем указано в паспорте крана;
- устанавливать стрелу крана перпендикулярно шасси при подъеме максимального груза.

Контроль за безопасной работой автокрана можно осуществлять по следующим приборам, которыми он оборудован:

- ограничителю грузоподъемности;
- указателю подъема груза в зависимости от вылета стрелы;
- ограничителю подъема стрелы;
- креномеру.

Вывод по разделу пять

Разрабатываемое специальное шасси под установку кранового оборудования отвечает всем требованиям безопасности при движении по дорогам общего пользования.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
						102
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

г) в сельском и лесном хозяйстве;

д) на транспорте.

– По масштабам последствий:

а) частные (один станок, установка);

б) объектовые (в пределах предприятия);

в) местные (в пределах района, города);

г) региональные;

д) глобальные.

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций возможен выход из строя электростанций, линий электропередач, железнодорожных магистралей, что скажется на пропускной способности автомагистралей. Поэтому разрабатываемый автомобиль «Урал», обладая высокой проходимостью, может оказаться единственным видом транспорта, который будет способен доставить личный состав и груз к местам восстановительных работ.

Цельнометаллическая кабина расположена довольно высоко от поверхности земли, предохраняет водителя и пассажиров от воздействия радиационного облучения и проникновения радиационной пыли в кабину автомобиля. Проектируемый автомобиль снабжён двигателем достаточной мощности. Это позволяет, в сочетании со специальным навесным оборудованием, использовать его при проведении различных спасательных работ: расчистке завалов, вскрытии заваленных сооружений, буксировании повреждённой техники.

При использовании автомобиля в системе гражданской обороны он должен доукомплектовываться специальными моющими установками для проведения дезактивации, аптечкой для оказания первой медицинской помощи, а также герметичным бачком для хранения запаса питьевой воды.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Вывод по разделу шесть

Таким образом, проектируемый полноприводный автомобиль «Урал» с колесной формулой 8х8, при необходимости, может быть использован для ликвидации последствий любого из вышеперечисленных видов чрезвычайных ситуаций.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		105

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной дипломной работы проведена модернизация автомобиля Урал с колесной формулой 8x8 полной массой 44 тонны под установку кранового оборудования грузоподъемности 50 тонн. Предложенная установка короткой кабины «Р» с измененной конструкцией передней опоры обеспечивает монтаж крановой установки под требуемую высоту.

На основании проведенного анализа существующих автокранов экономически целесообразно в качестве шасси автокрана использовать производителя того же региона, где производится крановое оборудование. В следствие чего было выбрано шасси автомобиля «Урал».

Экономический анализ показал, что чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета и составил 1 год 9 месяцев.

В целом на основании вышеизложенного можно заключить, что предлагаемая модернизация конструкции шасси грузового автомобиля является технически и экономически обоснованной.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		106

13. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. В.И. Анурьева. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.2. – 920 с.
14. 3D-технология построения чертежа. AutoCAD: учебное пособие / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, Е.П. Дубовикова; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 245 с.
15. Плавность хода автомобиля. Учебное пособие / сост. П.Ф. Кузнецов. – Челябинск, 1990. – 76 с.
16. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей: Сб. стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
17. СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

					23.05.01.2018.354 ПЗ	<i>Лист</i>
						108
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		