

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

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, _____
(должность)

(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,
доцент*

(подпись) В.В. Краснокутский
(И.О.Ф.)

_____ 2019 г.

Модернизация бортовой платформы полноприводного грузового автомобиля

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ–23.05.01.2019.542.ВКР

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

Н.С. Комарова

_____ 2019 г.

Руководитель, *ведущий инженер*
АО «ГРЦ Макеева»

М.И. Абрамов

_____ 2019 г.

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

В.В. Краснокутский

_____ 2019 г.

Автор
студент группы МиМс-656

Н.А. Ивлиев

_____ 2019 г.

Нормоконтролер, *ведущий инженер*
АО «ГРЦ Макеева»

М.И. Абрамов

_____ 2019 г.

Миасс, 2019

АННОТАЦИЯ

Ивлиев Н.А. Модернизация бортовой платформы полноприводного грузового автомобиля. – Миасс: ЮУрГУ, МиМс, 2019. Расчетно-пояснительная записка 117 стр; библиография литературы 25 наименований; 10 листов чертежей ф. А1; 5 листов спецификаций ф. А4.

В данной работе проведен анализ существующих конструкций элементов платформ грузовых автомобилей. На основе проведенного анализа разработана конструкция модернизированного основания платформы автомобиля «Урал». В конструкторской части приведен расчет на прочность элементов основания платформы с учетом максимальных нагрузок. В технологической части приведено краткое описание техпроцесса на изготовление балки поперечной основания платформы, а также расчет режимов механической обработки. В экономической части определен экономический эффект в сфере производства в расчете на один автомобиль, а также интегральный экономический эффект и срок окупаемости автомобиля. В разделах БЖД и гражданская оборона дано описание разрабатываемого автомобиля с точки зрения безопасности и возможности его использования в составе подразделений ГО и ЧС. В конце проекта дано заключение о целесообразности проведенной модернизации платформы грузового автомобиля «Урал».

					23.05.01.2019.542.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Ивлиев</i>				Модернизация бортовой платформы полноприводного грузового автомобиля	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Абрамов</i>					Д	4	117
<i>Реценз.</i>						<i>МиМс ЮУрГУ</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Абрамов</i>					<i>кафедра «Автомобилестроение»</i>		
<i>Утверд.</i>	<i>Краснокутский</i>							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	9
1.1 Назначение и общетехнические характеристики автомобиля	9
1.2 Назначение и конструктивные особенности платформы.....	11
1.3 Конструктивные особенности основания бортовых платформ.....	14
1.4 Анализ конструкции платформы автомобиля «Урал»	18
Вывод по разделу один	22
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	23
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	23
2.1.1 Исходные данные для расчета	23
2.1.2 Определение мощности двигателя	24
2.1.3 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	26
2.1.4 Тягово-скоростная характеристика	28
2.1.5 Динамическая характеристика.....	31
2.1.6 Ускорение, время и путь разгона автомобиля.....	31
2.1.7 Мощностной баланс автомобиля.....	34
2.1.8 Углы подъема автомобиля	34
2.1.9 Расчёт топливной экономичности	35
2.2 Расчет конструкции каркаса платформы	48
2.2.1 Постановка задачи.....	48
2.2.2 Исходные данные для проведения расчета	49
2.2.3 Расчет на прочность	51
Выводы по разделу два	67
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	68
3.1 Разработка технологического процесса	68
3.2 Краткое описание технологического процесса изготовления детали	69
Выводы по разделу три.....	75
4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	76

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		5

4.1	Определение потребности в основных материалах, численности рабочих по проекту, расчет заработной платы. Расчет себестоимости единицы и общих затрат проектируемой модели по проекту	76
4.2	Капитальные вложения.....	82
4.3	Планирование программы производства и реализации продукции	84
4.4	Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования	84
4.6	Планирование финансовых результатов по проекту.....	85
4.7	Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта	86
	Выводы по разделу четыре.....	93
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	94
5.1	Правила безопасности при эксплуатации и ремонте.....	101
5.2	Правила безопасности при сварочных работах	103
	Вывод по разделу пять.....	111
6	ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА	112
	Вывод по разделу шесть	114
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	116

ВВЕДЕНИЕ

В процессе разработки транспортного средства производители техники в целом стремятся унифицировать элементы конструкции между модификациями автомобилей одной серийной гаммы. Это в первую очередь связано с экономическими показателями в сфере производства, и в прямую влияет на конечную себестоимость продукта производства.

Автомобиль, как и любое другое транспортное средство, состоит из систем и агрегатов, основным из которых, обеспечивающим ресурс автомобиля, является несущая система. В процессе эксплуатации несущая система подвергается комплексу изгибно-крутильных колебаний, что вызывает повышенный уровень напряжений в отдельных узлах, имеющих характерные концентраторы жесткости. Одними из таких элементов конструкции несущей системы автомобиля являются элементы платформы, а именно детали каркаса основания платформы.

В настоящее время ОАО «АЗ «УРАЛ» выпускает гамму серийных полноприводных автомобилей, несущая система которых имеет платформу с унифицированными элементами конструкции. В частности, для разных типоразмеров каркаса основания платформы применяются одинаковые поперечные балки и кронштейны, продольные балки изготавливаются из одного фасонного профиля.

Известно, что грузовые полноприводные автомобили, к которым относятся и грузовые автомобили «Урал», эксплуатируются в тяжелых дорожных условиях, которые можно отнести к V категории условий эксплуатации. Это приводит к тому, что в элементах каркаса основания платформы возникают напряжения, уровень которых приводит к разрушению конструкции. Этому свидетельствую имеющиеся на заводе рекламации.

Целью данной дипломной работы является модернизация конструкции основания бортовой платформы автомобилей «Урал».

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

В дипломной работе решались следующие задачи:

- 1) анализ конструктивных особенностей элементов бортовой платформы;
- 2) разработка расчетной модели и анализ напряженно-деформированного состояния каркаса основания платформы;
- 3) разработка деталей крепления продольных и поперечных балок каркаса.

При разработке конструкции основания платформы следует учесть унификацию применяемых или уже производимых деталей, применяемых в бортовых платформах автомобилей «Урал».

Предложенная модернизация основания бортовой платформы позволит исключить разрушения и обеспечит требуемые эксплуатационные характеристики автомобиля.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<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 Назначение и общетехнические характеристики автомобиля

Среди серийной гаммы автомобилей семейства «Урал» наиболее распространенным является бортовой автомобиль с колесной формулой 6х6. Бортовой автомобиль «Урал» (рис.1.1) предназначен для перевозки различных грузов, людей и буксирования прицепов по всем видам дорог и местности при температуре окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 45°С (предельные температуры окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 50°С).

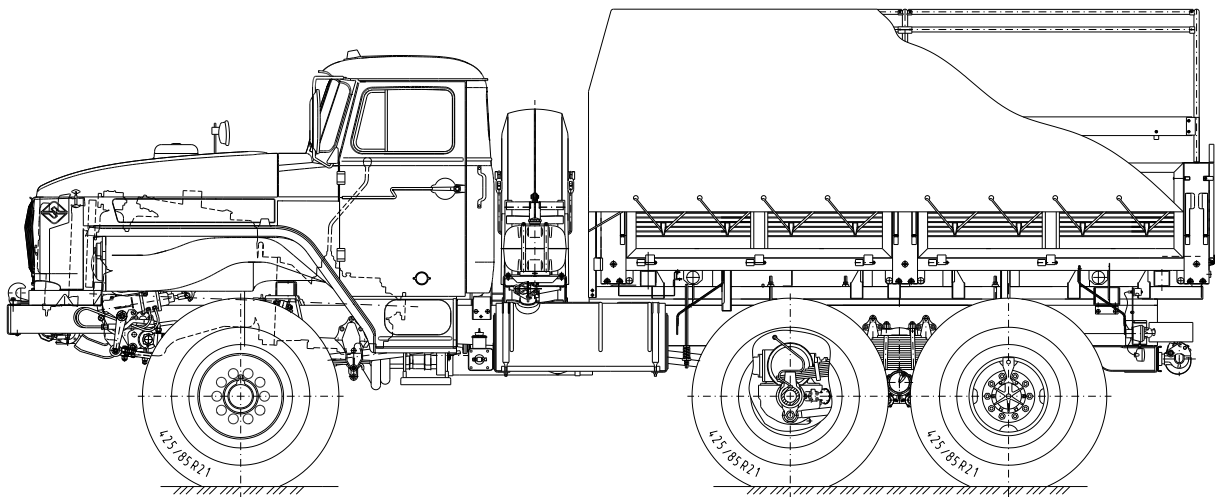


Рисунок 1.1 – Бортовой автомобиль «Урал» 6х6

На основании имеющихся требований экологичности автомобиль оснащен дизельным двигателем ЯМЗ-536, соответствующим требованиям Евро-5. Кабина позволяет перевозить 3-х пассажиров, включая водителя. Массовые характеристики автомобиля приведены в таблице 1.1.

						23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата			9

Таблица 1.1 - Параметры масс автомобиля «Урал» 6х6

Параметр	Автомобиль	Шасси
1. Масса размещаемого груза, кг	6000	6875
2. Масса снаряженного автомобиля, кг	8940	8000
3. Распределение массы от снаряженного автомобиля, кг		
- на переднюю ось	4710	4540
- на задний мост	4230	3460
4. Полная допустимая масса автомобиля, кг	15165	17300
5. Распределение массы от автомобиля полной массой, кг		
- на переднюю ось	4910	5300
- на задний мост	10255	12000

В настоящее время в стране велика потребность в полноприводных грузовых автомобилях. Без этих машин невозможно расширение промышленного, дорожного и жилищного строительства, развитие топливно-энергетического комплекса и сельскохозяйственного производства.

Наряду с задачей увеличения выпуска высокопроизводительных и экономичных автомобилей стоят задачи снижения металлоемкости и трудоемкости их изготовления, повышения качества, надежности и конкурентоспособности. Проблема повышения надежности и увеличения ресурса автомобилей является частью общей проблемы безопасности и регулярности работы транспорта, а также его экономической эффективности. Повышение надежности и ресурса создаваемых автомобилей – задача весьма сложная, так как прогресс в автомобильной технике идет по пути увеличения грузоподъемности, скорости движения автомобилей при одновременном снижении снаряженной массы, что в свою очередь приводит к росту напряженности элементов конструкции.

1.2 Назначение и конструктивные особенности платформы

Грузовым отсеком грузового автомобиля может быть платформа (открытая или бортовая) либо закрытая камера (фургон). Имеется много разновидностей платформ и грузовых камер для одного и того же типа грузового автомобиля. Заводы, производящие грузовые автомобили, обычно пользуются услугами ряда вспомогательных предприятий, поставляющих готовые грузовые отсеки согласно оговоренному ассортименту, необходимому для выполнения программы выпуска грузовых автомобилей.

Грузовой отсек автомобиля, как правило, крепиться к раме шасси разъемно с помощью болтов. Грузовые отсеки являются важными несущими элементами, влияющими на прочность несущей системы автомобиля. Очень большие удельные нагрузки требуют анализа изгиба плит пола, образующих поверхность грузового отсека.

Грузовая платформа является основным элементом грузового отсека автомобиля. Основание платформы состоит из системы профилей, образующих нижнюю часть платформы (рис. 1.2).

Из условий статической нагрузки грузовая платформа должна иметь жесткие поперечные балки в виде фасонных профилей из листового материала или фермы, сваренные из профилей, и, по крайней мере, одну пару лонжеронов для восприятия продольных сил, вызывающих изгиб. Платформа является плитой, работающей на изгиб. Из технологических соображений легче всего получить ортотропную плиту. Ортотропная плита может представлять собой конструкцию из гофрированного листа или набора прокатных профилей.

Конструкция из гофрированного листа, если гофры высокие, должна иметь дополнительное покрытие. Желательно, чтобы это покрытие можно было легко заменить в случае его повреждений при эксплуатации, и чтобы оно обладало стойкостью на атмосферные воздействия и стойкостью на истирание.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		11

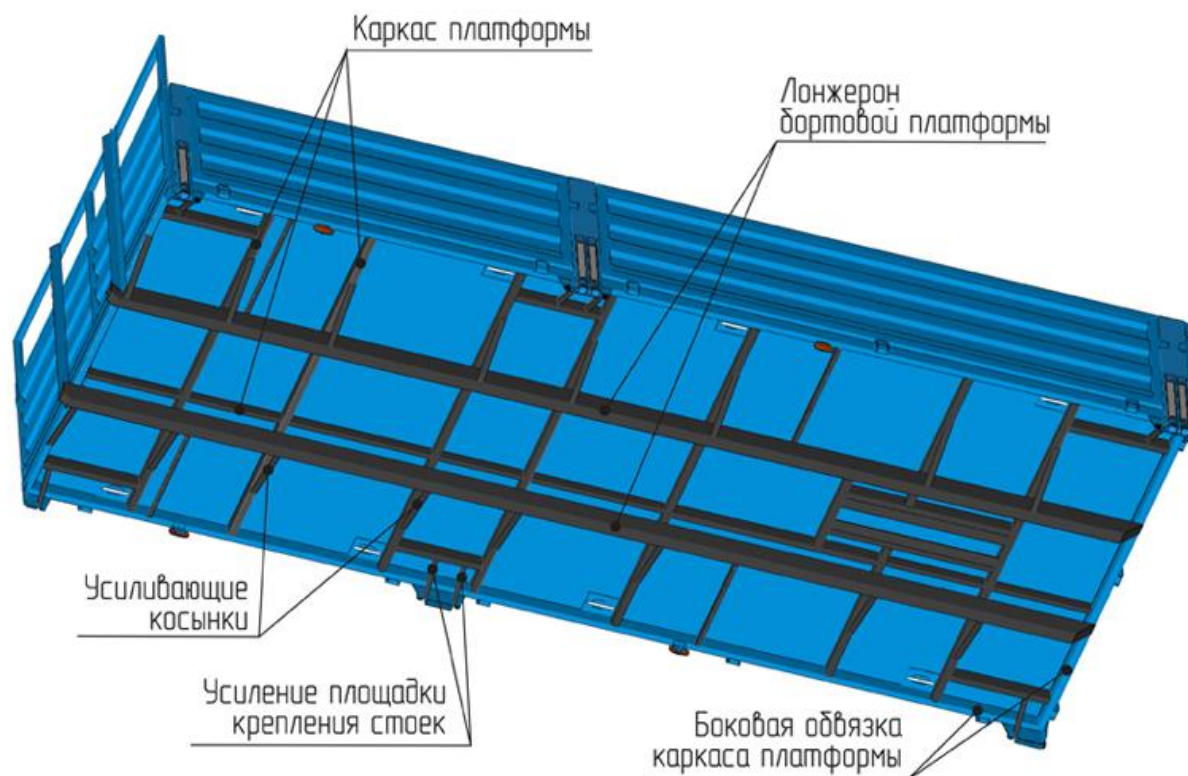


Рисунок 1.2 – Основание бортовой платформы

Набор прокатных профилей, скрепленных болтами или заклепками, применяют для платформ, рассчитанных на большую и очень большую нагрузку. Вследствие хороших механических свойств и эксплуатационных качеств, таких как противоударная стойкость, стойкость на истирание и т.п., эта конструкция получила широкое распространение.

Лучшим материалом для платформ являются алюминиевые сплавы. Они бесспорно имеют преимущества по сравнению со сталью в отношении веса и долговечности. Традиционно используемое раньше дерево в настоящее время обычно не применяется из-за высокой его стоимости и ограниченной долговечности.

В последнее время с легкими сплавами начинают конкурировать слоистые пластики. Они обладают преимуществами в отношении веса, жесткости и долговечности, но имеют высокую стоимость.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		12

Из многочисленных исследований следует, что идентичные полы грузовой платформы, выполненные соответственно из дерева, стали, легких сплавов и пластмасс, находятся в весовом отношении 16:12:4:1. Так как размер грузовых площадей автомобилей составляет 7-23 м², то указанная выше весовая зависимость является очень важным показателем при выборе материала.

Бортовые платформы представляют собой платформы с откидными или неподвижными стенками, то есть с грузовыми бортами. Грузовые борта изготавливают из стального листа или алюминиевых профилей. При крупносерийном производстве для бортов применяют штампуемые стальные листы, соединяемые точечной или прерывистой сваркой. С точки зрения технологии и эксплуатации целесообразно также применять борта из стальных прокатных профилей, скрепленных болтами.

Алюминий, применяемый для бортов в виде прокатных профилей, не имеет столь значительного преимущества, как для открытых платформ. Тем не менее выпускается большое количество разных специальных профилей из алюминия.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		13

1.3 Конструктивные особенности основания бортовых платформ

Основание бортовой платформы представляет собой цельносварную конструкцию, состоящую из каркаса и пола. Каркас основания в свою очередь состоит из обвязки, поперечных балок, продольных лонжеронов и элементов соединения. Каркас основания предназначен для восприятия изгибных и крутильных нагрузок, действующих на платформу. Каркас основания является несущим элементом платформы.

Обвязка платформы формирует площадь погрузочной площадки. Обвязка может изготавливаться из открытого с-образного профиля стенкой наружу.

Поперечные балки, как правило, ввариваются в профиль обвязки, и обеспечивают поддержку пола платформы. Поперечные балки могут изготавливаться из открытого или закрытого профиля, в зависимости от действующей нагрузки и технологических особенностей соединения с другими элементами платформы.

Продольные лонжероны являются опорой платформы на раме. Продольные лонжероны выполняются из закрытого профиля (профильная квадратная или прямоугольная труба).

Элементы соединения поперечных балок и продольных лонжеронов имеют различную конструкцию, и зависят от способа передачи нагрузки между поперечными балками и продольными лонжеронами. Наиболее распространенными элементами соединения являются:

- поперечный сварной шов, соединяющий полки профилей поперечных балок и продольных лонжеронов (рис. 1.3);
- ребро жесткости (рис. 1.4);
- профильный кронштейн (рис. 1.5).

В современных платформах из алюминиевого профиля встречается соединение через равнобокие уголки (рис. 1.6).

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		14



Рисунок 1.3 – Соединение сварным швом



Рисунок 1.4 – Соединение через ребро жесткости



Рисунок 1.5 – Соединение через профильный кронштейн



Рисунок 1.6 – Соединение через равнобокий уголок

Рассмотрим преимущества и недостатки представленных элементов соединения.

Сварной шов является наиболее простым и дешевым способом соединения поперечных балок и продольных швеллеров. Этот способ соединения целесообразен, когда имеет место низкая высота профиля и достаточно толстая стенка профиля. При этом платформа предназначена для перевозки пакетированных грузов по дорогам с хорошим качеством дорожного покрытия. В этом случае каркас основания платформы в основном воспринимает вертикальную нагрузку. Так как данное соединение является существенным концентратором напряжений, то долговечность конструкции резко снижается при кососимметричных перекосах несущей системы, а также при высоких амплитудах случайных вибраций от вертикальных перегрузок.

Ребра жесткости также является относительно дешевым способом соединения. Ребра жесткости хорошо воспринимают и передают вертикальные нагрузки на профили различной высоты. При этом платформа также предназначена для перевозки пакетированных грузов по дорогам с хорошим качеством дорожного покрытия. Каркас основания платформы также плохо воспринимает кососимметричные перекосы несущей системы, которые приводят к изгибу ребра жесткости.

Профилированный кронштейн является наиболее надежным способом соединения, так как воспринимает все формы передаваемых нагрузок. Однако данный способ имеет достаточно высокую стоимость, так как включает технологическую операцию штамповки.

Другие способы соединений требуют исследования напряженно-деформированного состояния конструкции при заданных условиях нагружения.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		17

1.4 Анализ конструкции платформы автомобиля «Урал»

Бортовая платформа автомобиля «Урал» (рис. 1.7) предназначена для размещения груза в габаритах бортов платформы. Платформа полностью изготовлена из стальных профилей, за исключением продольных балок надставных бортов, изготавливаемых из дерева.

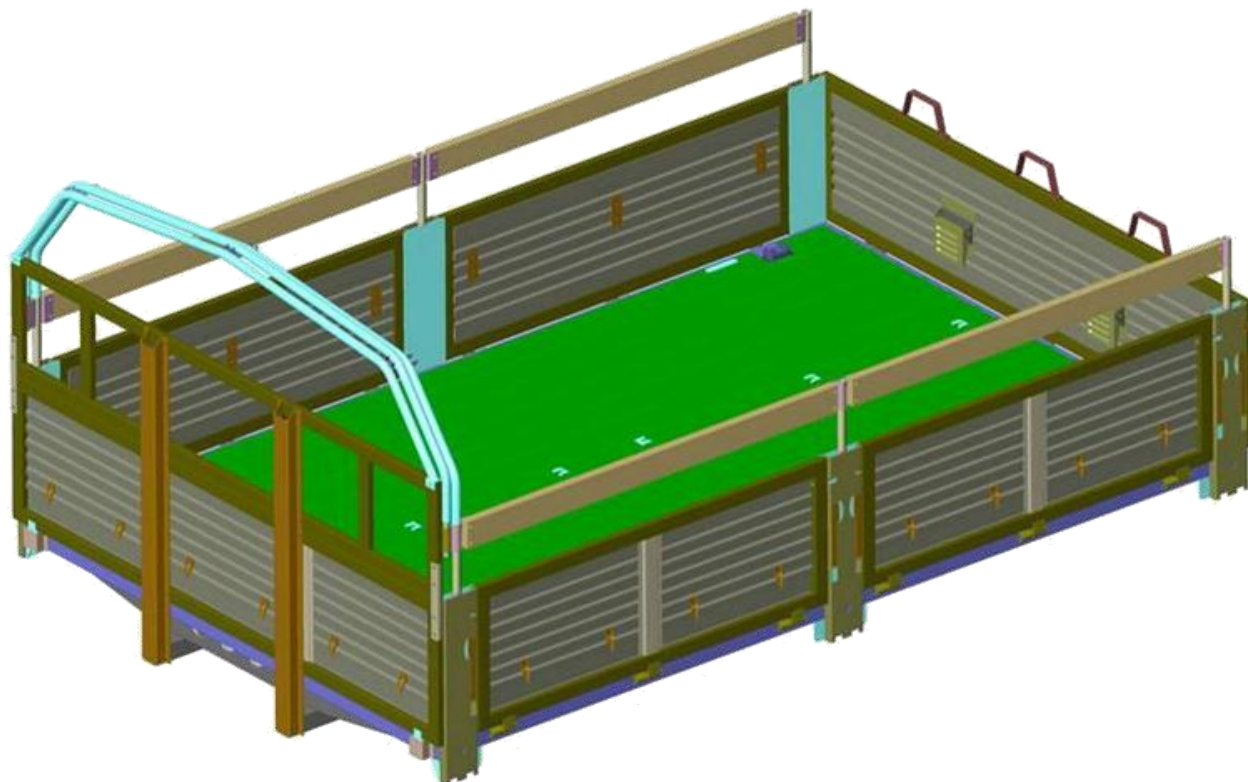


Рисунок 1.7 – Бортовая платформа автомобиля «Урал»

Для установки платформы на раме используется каркас основания платформы (рис. 1.8), состоящий из продольных и поперечных фасонных балок, соединенных кронштейнами. Несущий каркас предназначен для передачи инерционных сил груза и платформы к раме автомобиля. Вследствие этого к каркасу, как и к платформе в целом, предъявляются специальные требования по прочности, жесткости и долговечности.

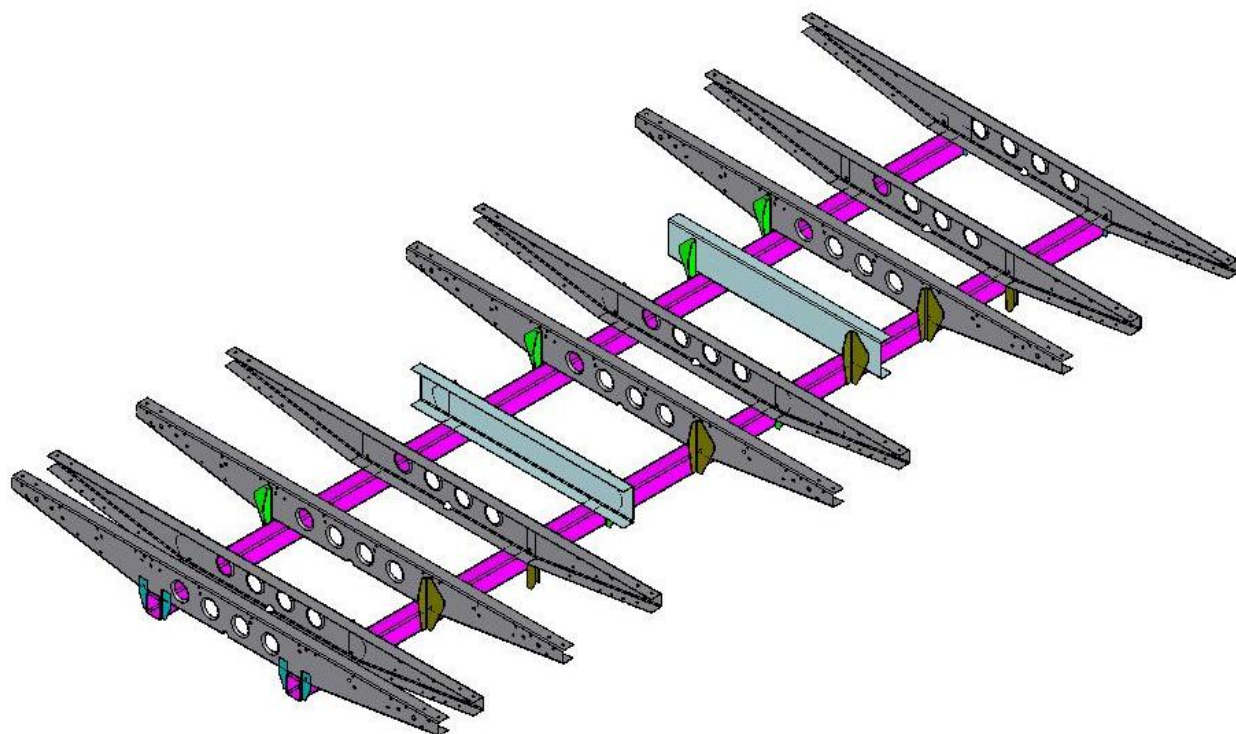


Рисунок 1.8 – Каркас основания платформы автомобиля «Урал»

Связующим элементом каркаса, влияющим на его жесткость при кручении, является кронштейн крепления поперечных и продольных балок. Его форма должна быть достаточно жесткой, чтобы передавать инерционные усилия от поперечной к продольной балке. При этом кронштейн должен быть технологичен и прост в изготовлении, что определяет его себестоимость.

В настоящее время в серийном производстве ОАО «АЗ «УРАЛ» изготавливается кронштейн каркаса платформы из фасонного профиля (рис. 1.9), который соединяет продольную и поперечную балки при помощи сварки. Кронштейн обладает высокой жесткостью в продольном и поперечном направлении. Также жесткость основанию придает гофрированный лист, привариваемый к поперечным балкам и обвязке платформы.

В целом конструкция основания платформы является простой и технологичной в производстве. Следовательно, при возможной модернизации одним из решающих показателей эффективности модернизации будет себестоимость изготовления.

						23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата			19

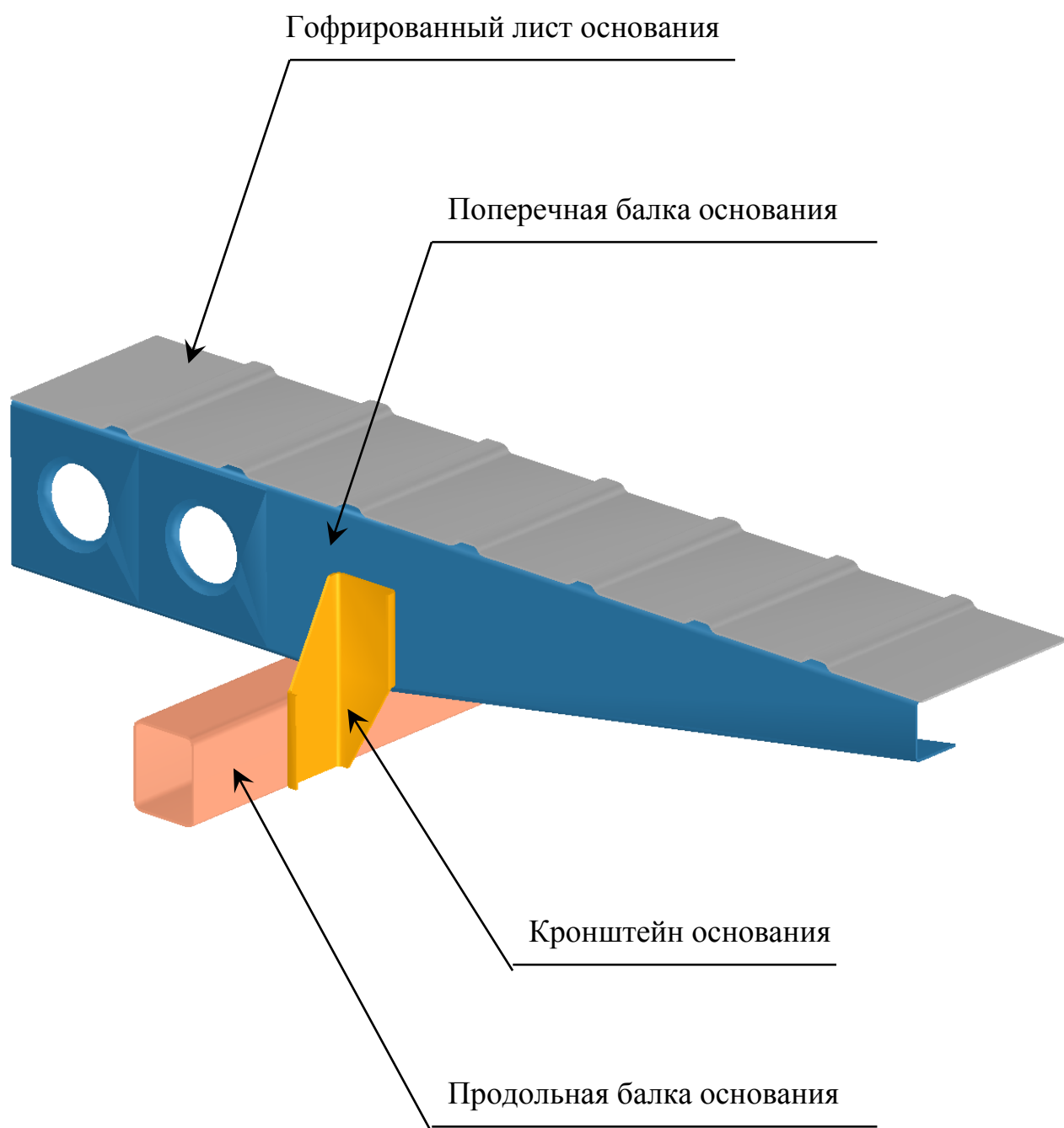


Рисунок 1.9 – Фрагмент основания платформы

При серийной эксплуатации автомобилей Урал-4320 систематически возникают трещины в поперечных балках в зоне кронштейнов их крепления с продольными балками. Место возникновения трещины изображено на рисунке 1.10.

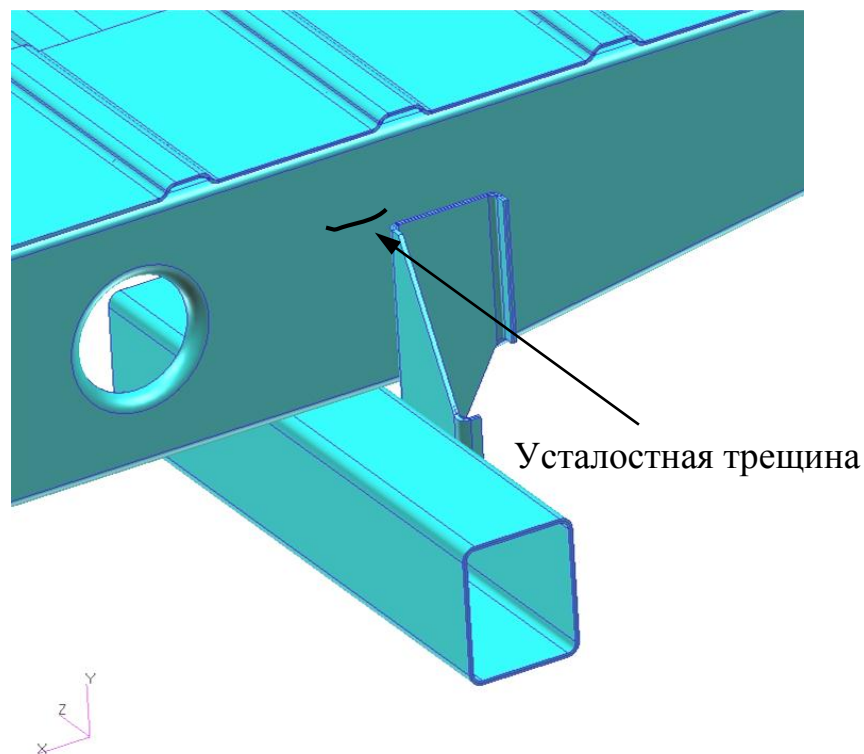


Рисунок 1.10 – Место возникновения трещины в поперечной балке

В связи с появлением трещин возникает необходимость в ремонте, что связано с простоем автомобиля, а значит со снижением параметров его производительности.

Для повышения долговечности конструкции в ходе проведения работы требовалось определить причины разрушения, а также разработать более эффективный способ соединения продольных и поперечных балок.

Вывод по разделу один

На основании проведенного анализа конструкций бортовых платформ грузовых автомобилей определены основные направления модернизации каркаса основания платформы.

В целях снижения себестоимости конструкции каркаса основания платформы и повышения технологичности ремонта в качестве элементов соединения продольных и поперечных балок целесообразно исследовать возможность применения стандартных профилей типа равнобокий или неравнобокий уголок.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные для расчета

В таблице 2.1 представлены исходные данные для тягово-динамического расчёта автомобиля.

Таблица 2.1 – Исходные данные

m_a – полная масса автомобиля, кг	15800
m_{ϕ} – масса приходящаяся на ведущие колёса, кг	15800
$V_{a \max}$ – максимальная скорость автомобиля, км/ч	80
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	0,8
ρ – плотность воздуха, кг/м ³	1,25
B_k – колея передних колёс автомобиля, м	2,05
H_a – высота автомобиля, м	2,74
B_a – ширина автомобиля, м	2,5
K_L – коэффициент заполнения лобового сечения	0,9
f – коэффициент сопротивления качению	0,018
ϕ – максимальный коэффициент сцепления шин с дорогой	0,8
$N_{e \max}$ – максимальная мощность двигателя ЯМЗ-236, кВт	169
$M_{e \max}$ – максимальный крутящий момент двигателя, Н·м	800
$n_{e \min}$ – минимальная частота вращения двигателя, об/мин	900
$n_{e \max}$ – максимальная частота вращения двигателя, об/мин	2100
q_e – минимальный удельный расход топлива, г/кВт·ч	225
i_0 – передаточное число главной передачи	7,32

В таблице 2.2 представлены передаточные числа коробки передач ЯМЗ-236У.

Таблица 2.2

Передача	Передаточное число
первая	5,260
вторая	2,900
третья	1,520
четвёртая	1,000
пятая	0,664

В таблице 2.3 представлены передаточные числа раздаточной коробки УралА3-4320.

Таблица 2.3

Передача	Передаточное число
высшая	1,21
низшая	2,15

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.

$$F_a = B \cdot H \cdot K_{л}, \quad (2.2)$$

где B – ширина колеи автомобиля;

H – высота автомобиля;

$K_{л}$ – коэффициент заполнения лобового сечения.

Отсюда $F_a = 2,05 \cdot 2,74 \cdot 0,9 = 5,05 \text{ м}^2$.

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.

$$\eta_{\text{тр}} = 0,98^7 \cdot 0,996^8 = 0,841.$$

Отсюда получим:

$$Ne_{V_{a \max}} = \frac{0,018 \cdot 15800 \cdot 9,8 \cdot 22,2 + 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,8 \cdot 5,05 \cdot 22,2^3}{0,841} = 106,4 \text{ кВт}.$$

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.

$$Ne_{V_{a \max}} (\text{брутто}) = \frac{106,4}{0,91} = 116,9 \text{ кВт}.$$

Удельную мощность определим по формуле

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

$$Ne_{y\partial} = \frac{Ne_{V_{a \max}}}{m_a} = \frac{116,9}{15,8} = 7,4 \text{ кВт/тонну}.$$

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Исходя из номенклатуры имеющихся выпускаемых двигателей для проектируемого автомобиля допускается применять двигатель ЯМЗ-236НЕ2, который соответствует экологическим нормам Евро-3. $Ne_{max} = 169$ кВт. Запас по мощности двигателя составляет 40%.

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:

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

где A_1, A_2 – эмпирические коэффициенты;

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

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

Для построения кривой эффективного момента применяют следующую формулу:

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.542 ПЗ					

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

где M_e – текущее значение эффективного момента,

N_e – текущее значение эффективной мощности,

n_e – текущее значение эффективной частоты вращения.

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

Таблица 2.4 – Значения параметров внешней скоростной характеристики

Обороты, n_e , об/мин	Мощность, N_e , кВт	Момент, M_e , Н·м
900	66	728
1050	82	769
1200	98	804
1350	111	801
1500	122	792
1650	132	778
1800	141	757
1950	149	733
2100	154	710

Внешняя скоростная характеристика двигателя проектируемого автомобиля приведена на рисунке 2.1.

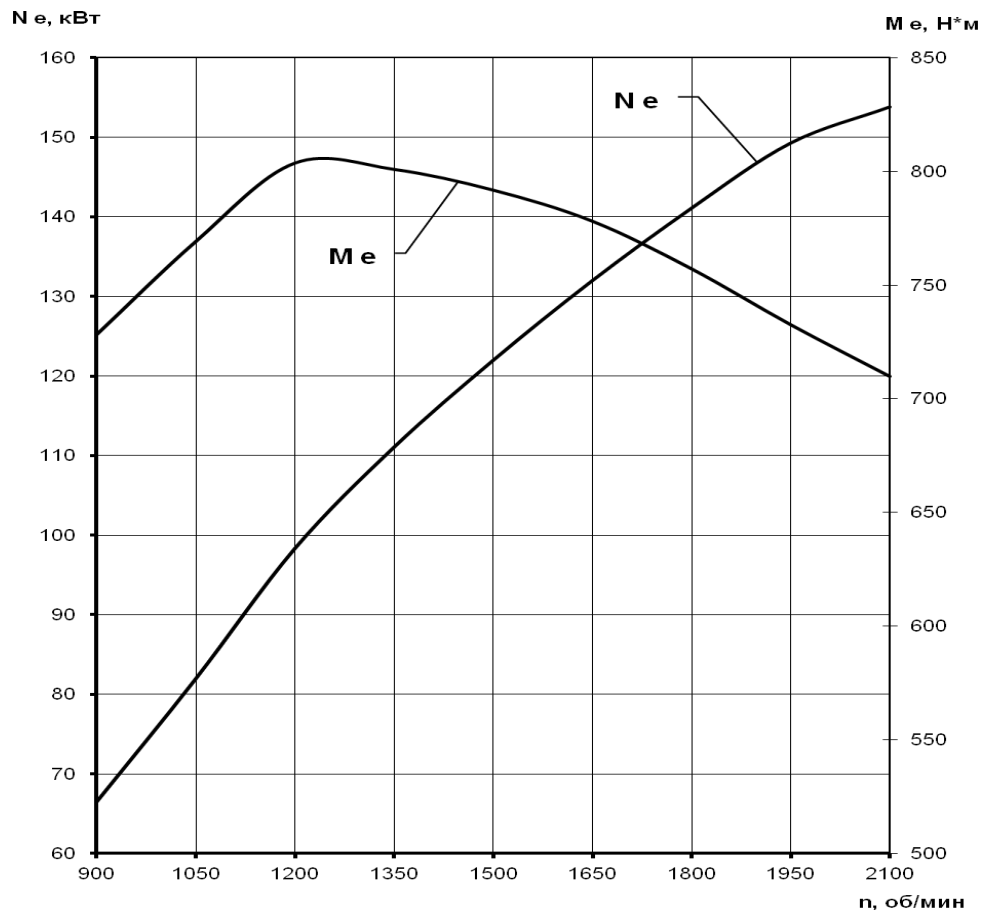


Рисунок 2.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

2.1.4 Тягово-скоростная характеристика

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:

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

где P_f – сила сопротивления качению;

P_α – сила сопротивления подъему;

P_w – сила сопротивления воздуха;

P_j – сила сопротивления ускорению автомобиля;

$P_{кр}$ – сила на крюке. Считая, что прицеп отсутствует $P_{кр} = 0$.

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

где α – угол подъема автомобиля.

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

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

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

где J_e – момент инерции вращающихся частей двигателя;

i_{mp} – передаточное число трансмиссии;

r_∂ – динамический радиус колеса;

r_k – кинематический радиус колеса;

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

J_k – момент инерции ведущих колес;

J_{kp} – момент инерции ведомых колес;

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

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

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

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

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

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_k \cdot i_{pk} \cdot i_o \cdot \eta_{mp}}{r_o}, \quad (2.16)$$

где i_k – передаточное число коробки передач;

i_{pk} – передаточное число раздаточной коробки;

i_o – передаточное число главной передачи.

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 определяется по формуле

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

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

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

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_{kp} – сила тяги на крюке.

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

$$V_{a \max} = 0,105 \cdot \frac{r_o \cdot n_e}{i_k \cdot i_{pk} \cdot i_o}. \quad (2.20)$$

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

2.1.5 Динамическая характеристика

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:

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

где D – динамический фактор автомобиля.

Графическое изображение зависимости динамического фактора от скорости движения автомобиля $D = f(V_a)$ на различных передачах в коробке передач и полной нагрузке на автомобиль называется динамической характеристикой автомобиля.

2.1.6 Ускорение, время и путь разгона автомобиля

Показателями динамичности автомобиля при разгоне служат величины максимальных ускорений, а также значения пути и времени разгона в определённом интервале скоростей. Значения ускорения, времени и пути разгона получают как опытным путём (в процессе эксплуатации), так и аналитически. Методика расчёта показателей динамичности автомобиля при неустановившемся движении одинакова для всех его видов. Вначале из дифференциального уравнения движения находим ускорение, а затем, используя приёмы численного интегрирования, определяем величины времени и пути движения.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Ускорение автомобиля определяют при помощи выражения для динамического фактора автомобиля, движущегося без прицепа:

$$D = \psi + \frac{\delta_j}{g} \cdot \frac{dV_a}{dt}, \quad (2.22)$$

где $j = \frac{dV_a}{dt}$ – ускорение автомобиля, м/с².

Тогда из выражения (2.22) получим:

$$j = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta_j}. \quad (2.23)$$

Время и путь разгона ввиду отсутствия аналитической связи между ускорением и скоростью автомобиля определяют графоаналитически. Кривую ускорений разбивают на ряд отрезков и считают, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

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

где j_i и j_{i+1} – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скорости, м/с²;

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} , с.

Тогда время разгона определяется по формуле

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

							Лист
						23.05.01.2019.542 ПЗ	32
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата			

Тогда общее время разгона автомобиля определяется по формуле:

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

где t – время разгона автомобиля в интервале скоростей от V_{min} до V_{max} , с;
 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} определяется по формуле

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

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 определяется по формуле

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

где N_k – мощность, подводимая к ведущим колёсам автомобиля, кВт.

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

$$N_k = N_\psi + N_w + N_j, \quad (2.32)$$

где N_ψ – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления движению, кВт;

N_w – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, кВт;

N_j – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления разгону, кВт.

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

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		34

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

$$\alpha_k = 33^\circ.$$

Максимальный угол подъёма по сцеплению определяется по формуле

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

$$\alpha_\varphi = 38,0^\circ.$$

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

$$\alpha_{\text{дон}} = \min(\alpha_k; \alpha_\varphi). \quad (2.38)$$

Отсюда $\alpha_{\text{дон}} = 33^\circ$.

2.1.9 Расчёт топливной экономичности

Топливная экономичность автомобиля характеризуется расходом топлива, отнесенным к пройденному пути, или, что более правильно – к транспортной работе (в килоньютоно-километрах или пассажиро-километрах), совершенной при перевозках груза или пассажиров.

Иногда топливная экономичность оценивается обратной величиной, т. е. выполненной транспортной работой, отнесенной к соответствующему расходу топлива.

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.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

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 уравнению (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 определяется по формуле

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

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.

График изменения расхода топлива в зависимости от скорости равномерного движения автомобиля и общего дорожного сопротивления называется экономической характеристикой автомобиля.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Сила общего дорожного сопротивления определяется по формуле

$$P_{\psi} = G_a \cdot \psi \quad (2.44)$$

Кривые топливно-экономической характеристики проектируемого автомобиля определялись на 4-й и 5-й передачах для оценки расхода топлива при движении по ровному асфальту на скорости 40 км/час и 60 км/час.

Расчетные значения характеристик тягово-динамического расчета, значения характеристик сопротивления, времени и пути разгона автомобиля, а также расхода топлива приведены в таблицах 2.5-2.8. Графики расчетных характеристик приведены на рисунках 2.2-2.7.

Таблица 2.5 – Значения характеристик тягово-динамического расчета на высшей передаче в раздаточной коробке

Передача	Скорость автомобиля V_a , м/с									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1-я	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	
2-я	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	
3-я	3,9	4,5	5,1	5,8	6,4	7,1	7,7	8,3	9,0	
4-я	5,9	6,8	7,8	8,8	9,8	10,7	11,7	12,7	13,7	
5-я	8,8	10,3	11,8	13,2	14,7	16,2	17,6	19,1	20,6	
Передача	Сила тяги на колесе P_k , Н									
	1-я	51845	54761	57224	57029	56381	55409	53919	52169	50549
2-я	28583	30191	31549	31442	31084	30549	29727	28762	27869	
3-я	14981	15824	16536	16480	16292	16011	15581	15075	14607	
4-я	9856	10410	10879	10842	10718	10534	10250	9918	9610	
5-я	6544	6912	7223	7199	7117	6994	6806	6585	6381	

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Передача	Мощность на колесе N_k , кВт								
1-я	4,19	4,89	5,59	6,29	6,99	7,69	8,40	9,10	9,81
2-я	7,61	8,89	10,17	11,45	12,74	14,04	15,34	16,65	17,97
3-я	14,62	17,12	19,64	22,20	24,79	27,42	30,09	32,82	35,59
4-я	22,51	26,47	30,53	34,69	38,99	43,42	48,00	52,75	57,67
5-я	34,85	41,37	48,22	55,45	63,11	71,23	79,88	89,09	98,91
Передача	Сила сопротивления P_w , Н								
1-я	3,07	4,18	5,45	6,90	8,52	10,31	12,27	14,40	16,70
2-я	10,09	13,74	17,94	22,71	28,04	33,93	40,37	47,38	54,95
3-я	36,74	50,01	65,32	82,67	102,06	123,49	146,96	172,48	200,03
4-я	84,89	115,54	150,91	190,99	235,79	285,31	339,54	398,49	462,15
5-я	192,53	262,05	342,28	433,19	534,80	647,11	770,12	903,82	1048,2 2
Передача	Динамический фактор автомобиля D								
1-я	0,248	0,262	0,274	0,273	0,270	0,265	0,258	0,250	0,242
2-я	0,137	0,144	0,151	0,150	0,149	0,146	0,142	0,137	0,133
3-я	0,072	0,075	0,079	0,078	0,077	0,076	0,074	0,071	0,069
4-я	0,047	0,049	0,051	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046	0,044
5-я	0,030	0,032	0,033	0,032	0,032	0,030	0,029	0,027	0,026
Передача	Ускорения автомобиля J , m/s^2								
1-я	1,052	1,115	1,169	1,165	1,151	1,129	1,097	1,058	1,023
2-я	0,846	0,901	0,947	0,943	0,931	0,913	0,884	0,851	0,820
3-я	0,464	0,498	0,527	0,524	0,515	0,503	0,484	0,462	0,441
4-я	0,261	0,284	0,303	0,300	0,292	0,282	0,267	0,250	0,234
5-я	0,115	0,128	0,139	0,133	0,125	0,115	0,101	0,085	0,070

Таблица 2.6 – Значения характеристик тягово-динамического расчета на низшей передаче в раздаточной коробке

Передача	Скорость автомобиля V_a , м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-я	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	
2-я	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	
3-я	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	
4-я	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	
5-я	5,0	5,8	6,6	7,4	8,3	9,1	9,9	10,7	11,6	
Передача	Сила тяги на колесе P_k , Н									
	1-я	92121	97303	101679	101334	100182	98455	95806	92697	89818
2-я	50789	53646	56058	55868	55233	54281	52821	51106	49519	
3-я	26620	28118	29382	29282	28950	28450	27685	26787	25955	
4-я	17513	18498	19330	19265	19046	18717	18214	17623	17075	
5-я	11629	12283	12835	12791	12646	12428	12094	11701	11338	
Передача	Мощность на колесе N_k , кВт									
	1-я	2,36	2,75	3,14	3,53	3,93	4,32	4,72	5,11	5,50
2-я	4,28	4,99	5,70	6,42	7,14	7,85	8,57	9,29	10,01	
3-я	8,18	9,55	10,93	12,31	13,70	15,10	16,50	17,91	19,34	
4-я	12,48	14,59	16,73	18,88	21,06	23,26	25,48	27,74	30,03	
5-я	18,96	22,25	25,59	29,01	32,50	36,07	39,73	43,50	47,38	
Передача	Сила сопротивления P_w , Н									
	1-я	0,97	1,32	1,73	2,19	2,70	3,27	3,89	4,56	5,29
2-я	3,20	4,35	5,68	7,19	8,88	10,75	12,79	15,01	17,41	
3-я	11,64	15,84	20,69	26,18	32,32	39,11	46,55	54,63	63,36	
4-я	26,89	36,59	47,80	60,49	74,68	90,37	107,54	126,22	146,38	
5-я	60,98	83,00	108,41	137,21	169,39	204,96	243,92	286,27	332,01	

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Передача	Динамический фактор автомобиля D								
1-я	0,441	0,466	0,487	0,485	0,479	0,471	0,458	0,444	0,430
2-я	0,243	0,257	0,268	0,267	0,264	0,260	0,253	0,245	0,237
3-я	0,127	0,134	0,141	0,140	0,138	0,136	0,132	0,128	0,124
4-я	0,084	0,088	0,092	0,092	0,091	0,089	0,087	0,084	0,081
5-я	0,055	0,058	0,061	0,061	0,060	0,058	0,057	0,055	0,053
Передача	Ускорения автомобиля J, м/с ²								
1-я	1,932	2,046	2,141	2,134	2,109	2,071	2,013	1,945	1,882
2-я	1,604	1,701	1,784	1,777	1,755	1,723	1,673	1,614	1,560
3-я	0,947	1,009	1,061	1,057	1,043	1,022	0,990	0,952	0,918
4-я	0,597	0,639	0,675	0,671	0,661	0,646	0,624	0,597	0,572
5-я	0,347	0,375	0,398	0,395	0,387	0,376	0,359	0,340	0,322

Таблица 2.7 – Значения характеристик максимального сопротивления

V _a , м/с	P _f + P _w , Н	N _f +N _w , кВт
0	0	0
8,8	3953,68	57,68
10,3	4023,21	71,08
11,8	4103,43	84,89
13,2	4194,35	95,18
14,7	4295,96	104,55
16,2	4408,27	113,03
17,6	4531,27	119,98
19,1	4664,97	125,76
20,6	4809,37	131,23

Таблица 2.8 – Значения характеристик времени и пути разгона автомобиля

V_a , м/с	t , с	S , м
0	0	0
4,35	7	14,6
8,3	16,9	77,5
12,61	37,1	291,1
17,2	91,3	1101,2

Р к, Н

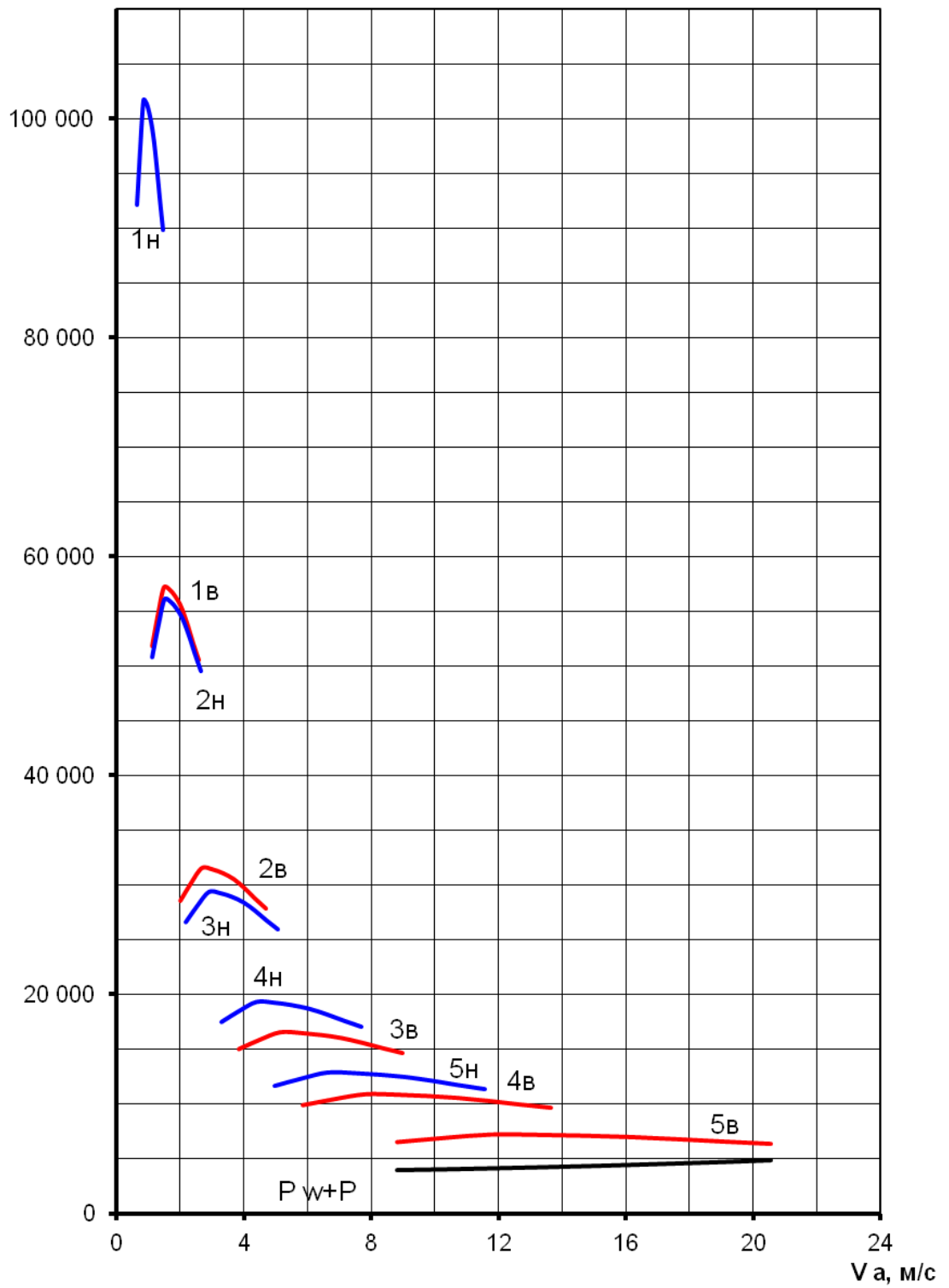


Рисунок 2.2 – Тягово-скоростная характеристика автомобиля

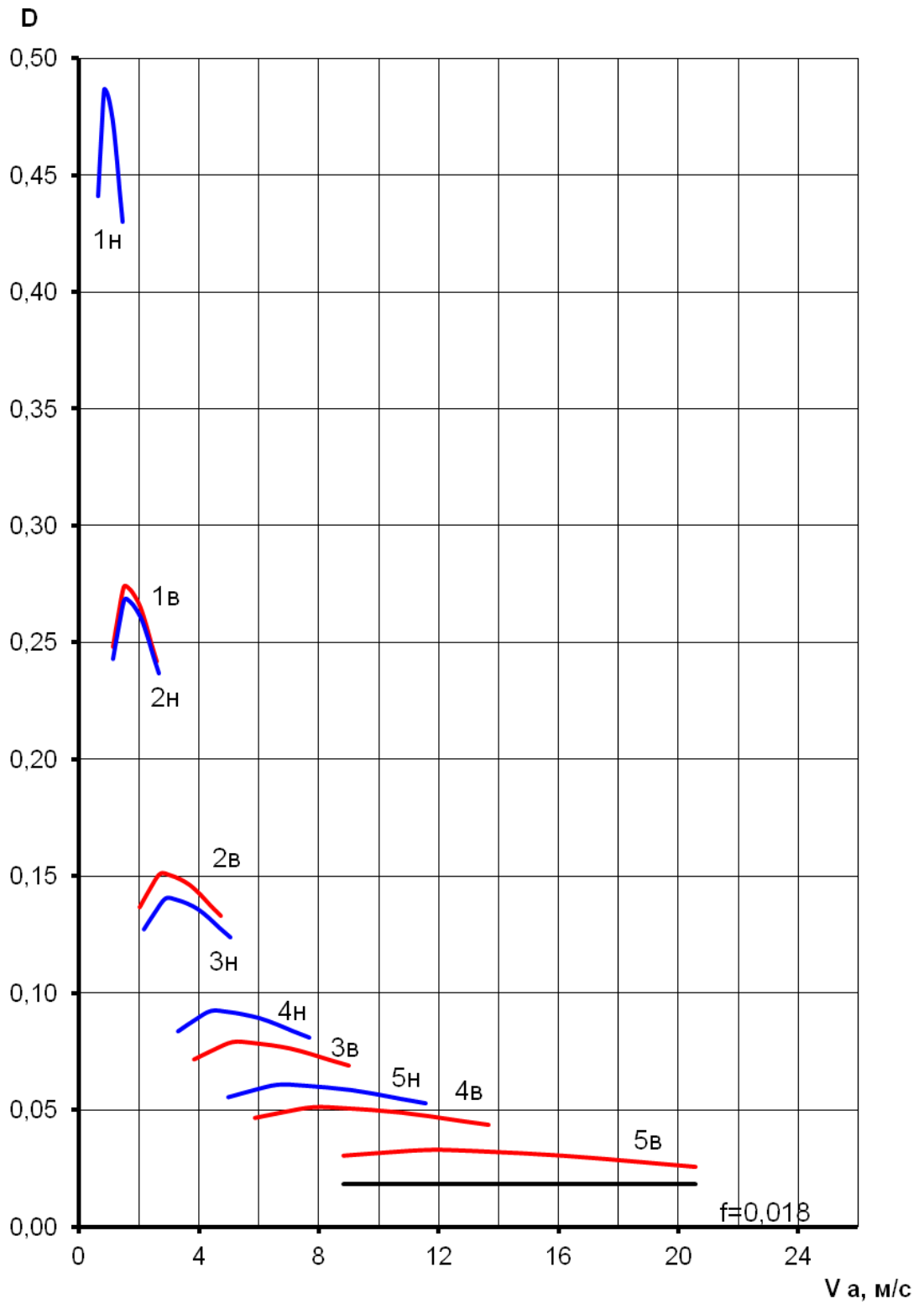


Рисунок 2.3 – Динамическая характеристика автомобиля

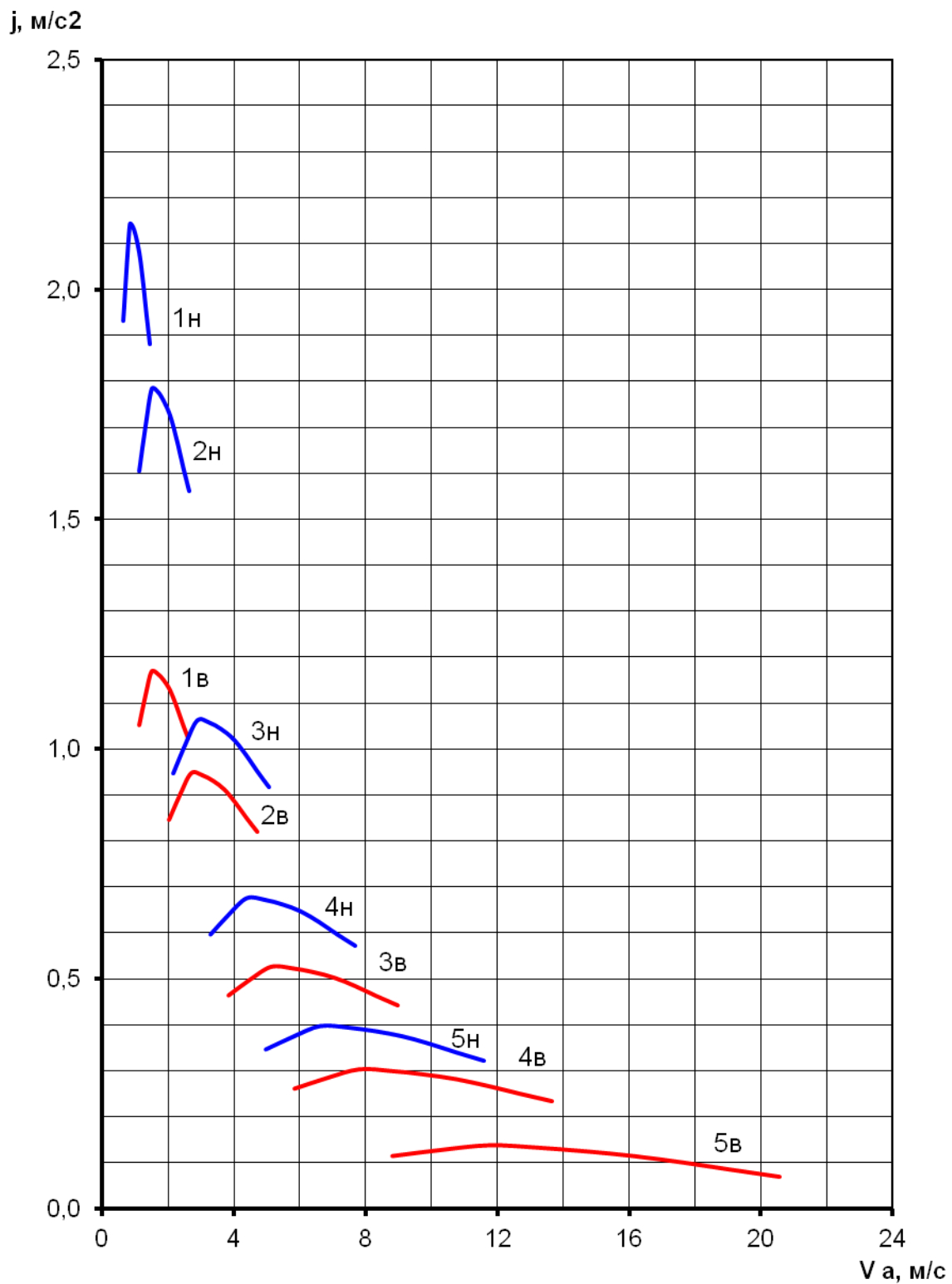


Рисунок 2.4 – Характеристика ускорения автомобиля

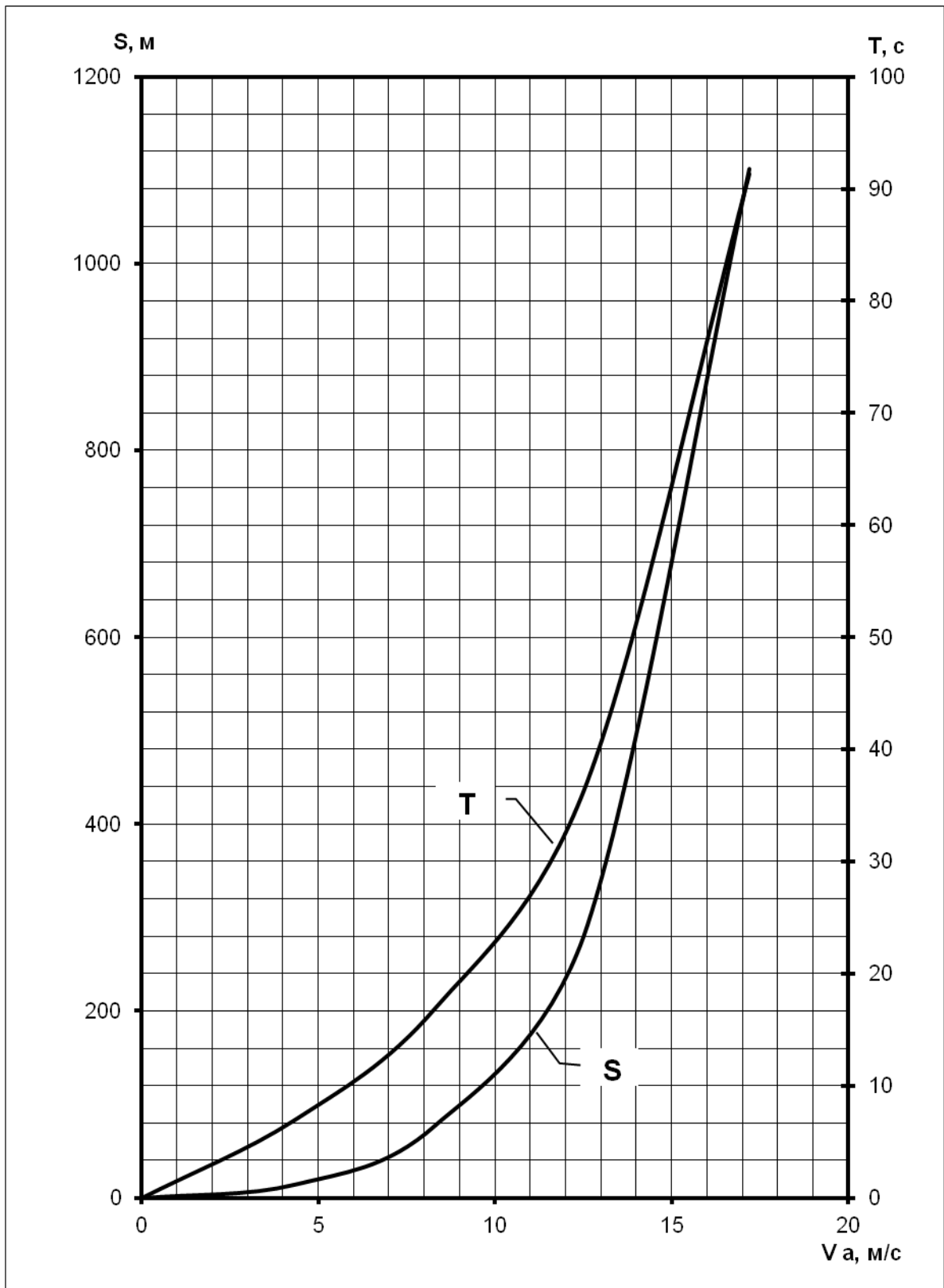


Рисунок 2.5 – Время и путь разгона автомобиля

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.542 ПЗ

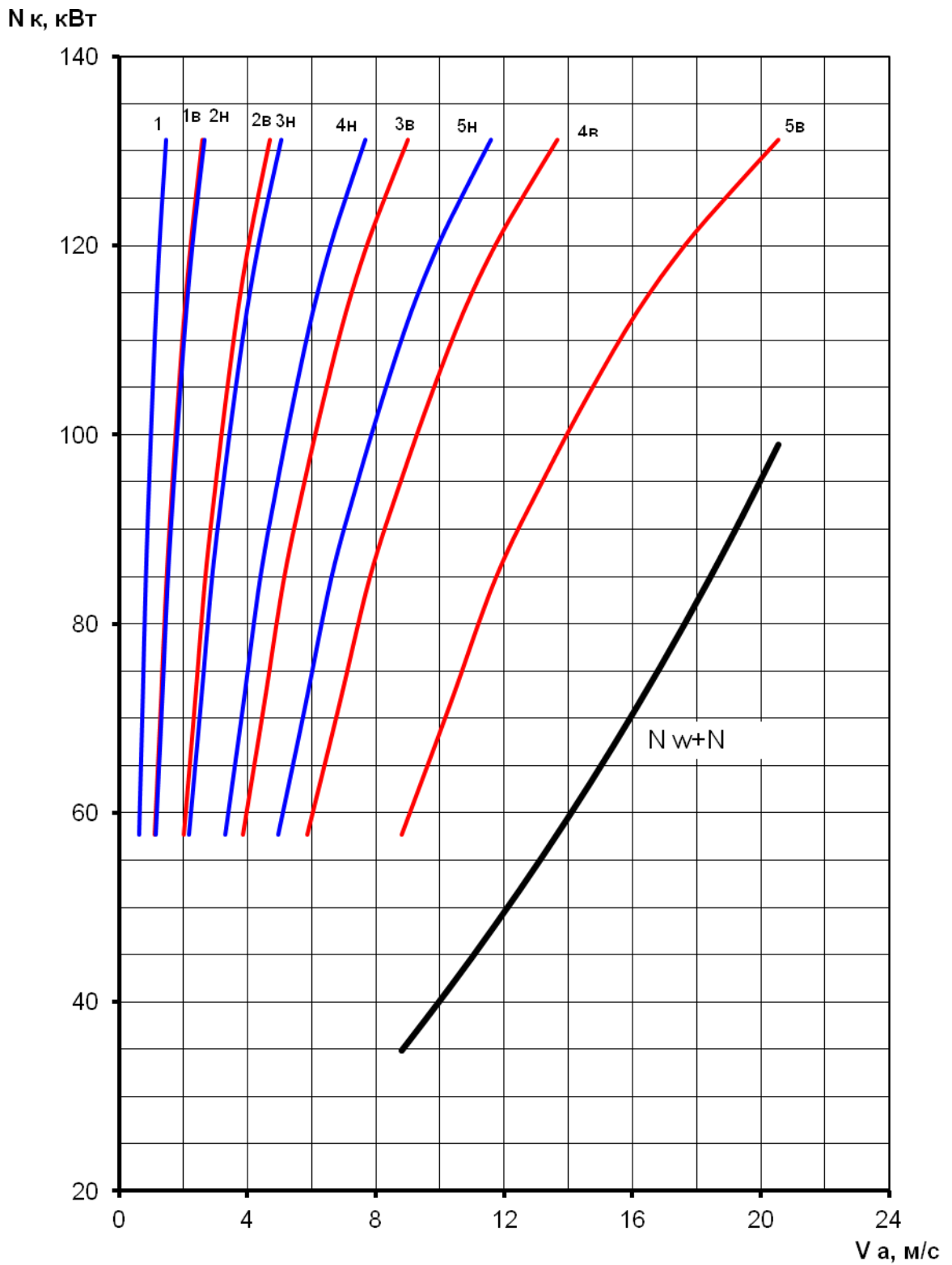


Рисунок 2.6 – Характеристика мощностного баланса автомобиля

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.542 ПЗ

Лист

46

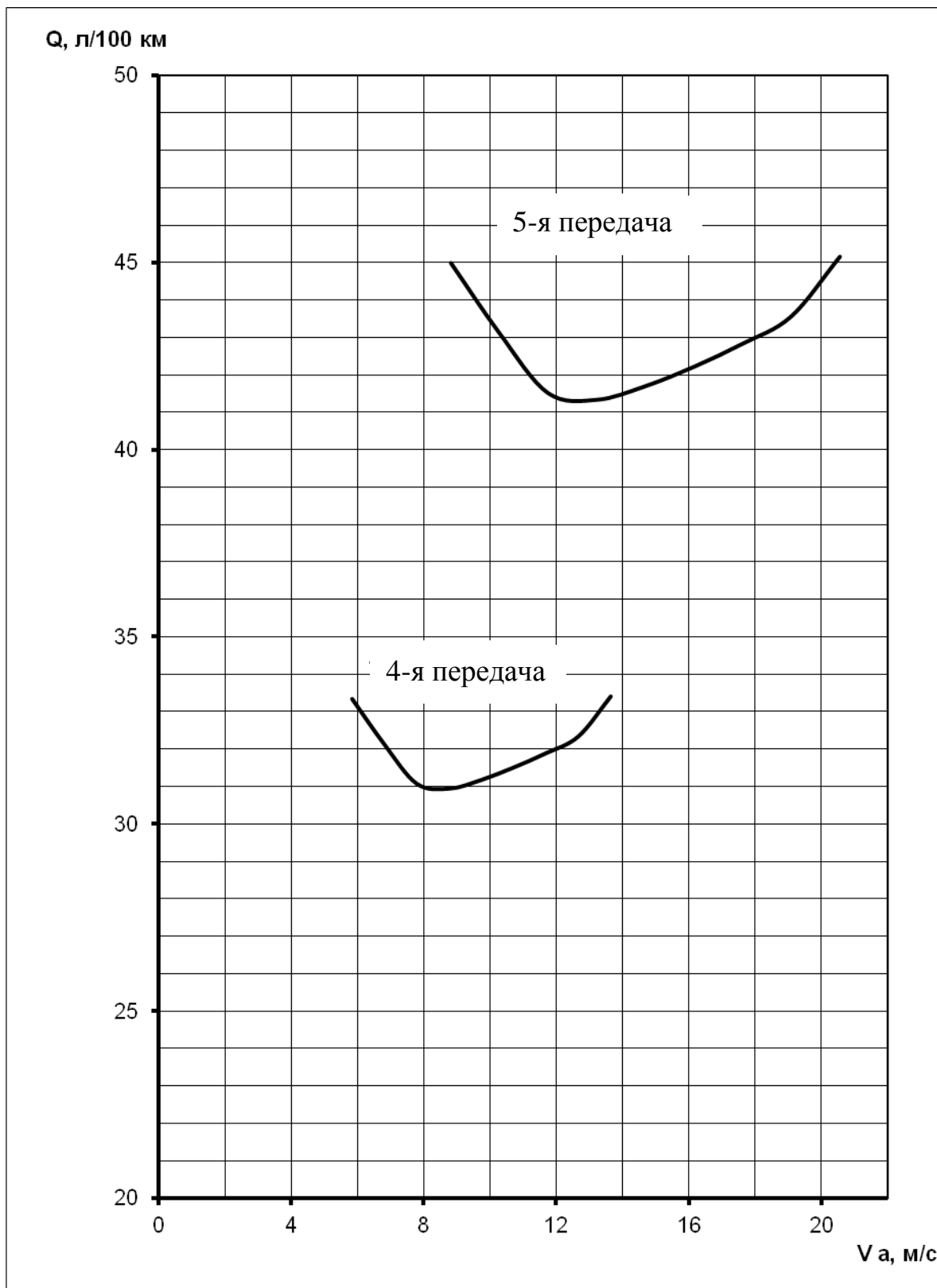


Рисунок 2.7 – Топливо-экономическая характеристика автомобиля

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.542 ПЗ

Лист

47

2.2 Расчет конструкции каркаса платформы

2.2.1 Постановка задачи

Как упоминалось в разделе один, при серийной эксплуатации бортовых автомобилей «Урал» систематически возникают трещины в поперечных балках каркаса основания платформы в зоне кронштейнов крепления. Место возникновения трещины изображено на рисунке 1.5. В связи с выявленным недостатком конструкции требуется определить причины разрушения, а также разработать более эффективный способ соединения продольных и поперечных балок.

Также в ходе проведения работы необходимо оценить уровень максимальных напряжений, действующих в конструкции каркаса основания платформы при серийной эксплуатации автомобиля. Расчет действующих напряжений проводился с помощью метода конечных элементов с использованием программы MSC.Patran и MSC.Nastran.

Для оценки прочности рассматриваемых узлов использовался метод допускаемых напряжений.

Поскольку платформа является пространственной конструкцией, подвергающейся большим деформациям, то расчетная оценка возможна только при наличии пространственной модели. Расчет должен быть выполнен при помощи специального программного обеспечения инженерного анализа. Для этого необходимо:

- 1) Рассмотреть основные расчетные случаи нагружения несущей системы автомобиля.
- 2) Построить математическую модель серийной и модернизируемой конструкции каркаса платформы.
- 3) Провести расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции для принятых случаев нагружения.
- 4) Оценить полученные результаты путем проведения сравнительной оценки расчетных характеристик серийной и модернизируемой конструкции.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		48

2.2.2 Исходные данные для проведения расчета

Расчет проводился на основании трехмерных геометрических моделей серийной и опытной конструкции каркаса платформы, разработанных на основании конструкторской документации (КД) на платформу. Общий вид модели показан на рисунке 2.8. Расчет проводился без упрощений, с учетом всех имеющихся особенностей конструкции.

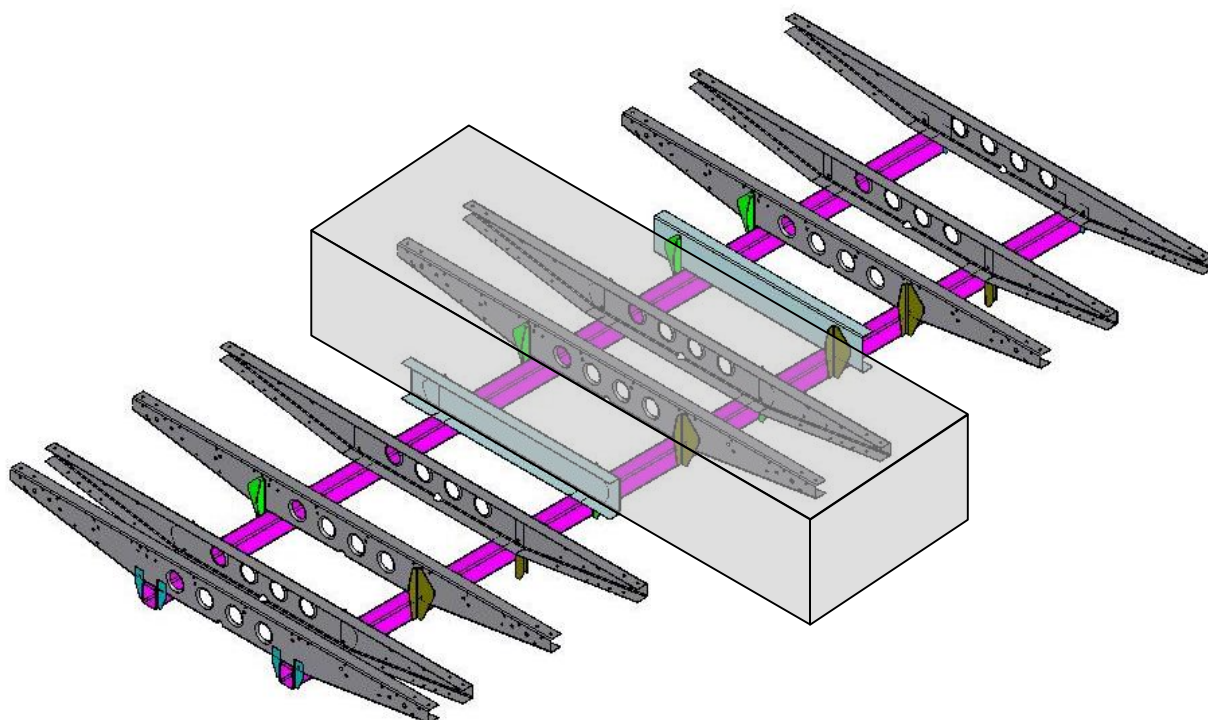


Рисунок 2.8 – Общий вид твердотельной модели каркаса платформы

В расчетах использовалась часть модели (сегмент) из-за наличия регулярности расположения поперечных балок и предположения что погонная деформация платформы одинакова по всей ее длине, а продольная инерционная нагрузка распределяется равномерно на каждую поперечную балку.

Исходные данные по механическим свойствам материала исследуемой детали сведены в таблицу 2.9. В таблице 2.9 и далее используются следующие обозначения:

σ_T – предел текучести материала;

σ_B - временное сопротивление разрыву;

f – коэффициент безопасности в соответствии.

Таблица 2.9 – Механические свойства материала

Конструктивный элемент	Материал	σ_T , МПа	σ_B , МПа	f
Поперечная балка, продольная балка, кронштейн крепления поперечных и продольных балок	Сталь 20	250	420	1,2

Расчет прочности платформы принято провести на случаи, в которых в исследуемой зоне возникают силы, приводящие к возникновению характерных трещин. Такими силами могут оказаться нагрузки при кручении рамы с платформой и торможении автомобиля.

Максимальный угол закрутки, вызывающий повреждения поперечных балок, принят угол равный 6° по базе автомобиля. Расчет прочности при действии на платформу максимальной продольной силы проводился на случай экстренного торможения снаряженного автомобиля Урал-4320. В этом случае использовался максимальный коэффициент замедления, равный 0,7.

Масса груза принята равной 7000 кг.

2.2.3 Расчет на прочность

Современные средства проектирования позволяют проводить инженерный анализ при помощи виртуального моделирования, как самой конструкции, так и условий ее нагружения. Наиболее совершенным методом расчетной оценки прочности сложной геометрической формы является метод конечных элементов. Дадим его краткое описание.

Решение задач методом конечных элементов. Одной из главных составляющих процесса виртуальной разработки изделий является углубленный компьютерный анализ поведения изделия в нормальных и экстремальных условиях, с целью его оптимизации, обеспечения требуемых эксплуатационных параметров, надежности, безопасности, экономичности и т.д. В этом широком спектре различных видов анализа особенно важное место занимает анализ прочности, напряженно-деформированного состояния, устойчивости, динамики и вибраций, долговечности и ресурса как отдельных деталей и узлов, так и всей конструкции в целом. Эти виды анализа часто объединяют термином «конструкционный анализ» или «структурный анализ» (от англ. «structural analysis»).

Все задачи структурного анализа должны удовлетворять следующим трем основным условиям:

- 1) Равновесие сил и моментов: $\Sigma F = 0, \Sigma M = 0$.
- 2) Зависимость деформаций от перемещений: (так называемая совместность деформаций). Обеспечивает то, что поле перемещений в деформируемой структуре не содержит разрывов.
- 3) Зависимость напряжений от деформаций: (так называемое основополагающее соотношение). Для линейного материала – это закон Гука:

$$\{\sigma\} = [E] \cdot \{\varepsilon\}, \quad (2.45)$$

где $\{\sigma\} = \{ \sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \tau_{xy} \ \tau_{yz} \ \tau_{zx} \}$ – вектор напряжений;
 $\{\varepsilon\} = \{ \varepsilon_x \ \varepsilon_y \ \varepsilon_z \ \gamma_{xy} \ \gamma_{yz} \ \gamma_{zx} \}$ – вектор деформаций;
[E] – матрица упругих констант материала.

Для однородного изотропного материала $[E]$ сводится к двум независимым постоянным, характеризующим материал – E (модуль упругости материала) и ν (коэффициент Пуассона). Для такого материала при нагрузке, $\sigma = E \cdot \epsilon$.

Реализация решения матричного уравнения (2.45) заложена в методе конечных элементов (МКЭ), который является наиболее универсальным и надежным для решения задач структурного анализа.

Уравнения, необходимые для описания поведения целой модели, часто настолько сложны, что было бы непрактичным выводить и решать их. МКЭ решает эту проблему, разделяя всю модель на группу соединенных друг с другом конечных элементов, которая называется конечно - элементной сеткой.

Применение МКЭ способствует повышению точности и надежности расчетов, а также автоматизации инженерного труда. Это дает большой экономический эффект, поскольку влечет за собой сокращение сроков проектирования и «доводки» изделий, а в отдельных случаях позволяет даже отказаться от проведения некоторых видов дорогостоящих прочностных испытаний изделий.

Существуют 2 различных подхода к структурному анализу с помощью метода конечных элементов:

- метод сил (неизвестными в системе уравнений являются силы);
- метод перемещений (неизвестными в системе уравнений являются перемещения в узлах).

И в том и другом подходе для построения системы уравнений, описывающей поведение модели, используются условия равновесия, совместности деформации и соотношения для связи напряжений и деформаций.

Оба метода можно использовать для структурного анализа, однако метод перемещений легче адаптировать для ЭВМ.

Основными уравнениями метода перемещений являются:

- 1) Равновесие узловых сил.
- 2) Совместность деформации (в узловых точках и внутри элемента).
- 3) Взаимосвязь «сила – перемещение».

Условие совместности связывает перемещения в узловых точках и деформации в элементах.

Взаимосвязь «сила – перемещение» устанавливается между внешними силами и перемещениями и между силами и перемещениями в узловых точках. Для связи сил, действующих на модель и результирующих перемещений используется матрица жесткости $[K]$, соответствующее уравнение имеет вид:

$$\{F\} = [K]\{u\}, \quad (2.46)$$

где $\{F\}$ – вектор сил, действующих на модель;

$[K]$ – матрица жесткости;

$\{u\}$ – вектор перемещений от действия силы $\{F\}$.

Граничные условия накладываются для устранения перемещений конструкции как твердого тела, и далее решается система линейных уравнений относительно неизвестной $\{u\}$. Реализация вычислений осуществляется в программной среде инженерного анализа.

Программная среда инженерного анализа. МКЭ полностью ориентирован на использование ЭВМ. Это обусловлено необходимостью выполнения большого количества однотипных операций. Однако существует два важных этапа расчета, плохо поддающихся автоматизации и требующих больших затрат ручного труда – это, во-первых, подготовка и ввод исходной информации (задачи так называемого препроцессора) и, во-вторых, обработка и анализ результатов расчета (задачи постпроцессора). В настоящее время разработано большое количество программных комплексов для инженерных расчетов по МКЭ. Одним из таких комплексов является MSC.Patran/MSC.Nastran, где программная среда MSC.Patran выполняет роли пре- и постпроцессора, а MSC.Nastran берет на себя функции решателя. Весь цикл компьютерного моделирования представлен на рисунке 2.10.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		53

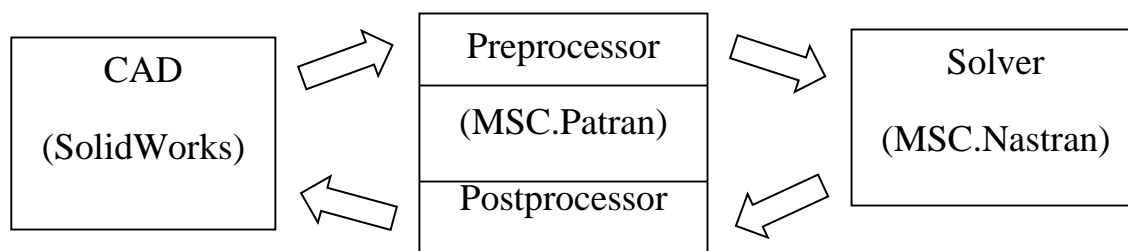


Рисунок 2.9 – Интегрированная среда инженерного анализа

На первом этапе по разработанным чертежам в CAD – системе создается геометрическая модель (ГМ). На втором этапе осуществляется импорт ГМ в среду препроцессора, где происходит построение конечно – элементной модели конструкции на основе созданной ГМ и подготовка ее к исследованию. Далее созданная модель отправляется в решатель, а затем из решателя полученные результаты анализа поступают в среду постпроцессора, где происходит обработка выходных данных и делается заключение о соответствии характеристик конструкции существующим нормам.

Построение конечно - элементной модели в MSC.Patran. Данный этап моделирования является наиболее трудоемким. Исследуемая модель должна точно описывать форму и размеры конструкции, характеристики материала, внешние нагрузки, закрепления и граничные условия. Для этого предназначены основные инструменты MSC.Patran.

Построение конечно - элементной модели состоит из следующих этапов:

- 1) Создание геометрии.
- 2) Создание конечных элементов.
- 3) Моделирование материалов.
- 4) Определение свойств элементов модели.
- 5) Моделирование нагрузок и граничных условий.

Создание геометрии основано на импорте в программную среду MSC.Patran геометрической CAD-модели изделия.

В импортированной CAD геометрии может быть большое количество элементов, сильно усложняющих модель, например, ряд мелких отверстий или небольших скруглений. Если оставить эти, не влияющие на результаты анализа элементы, то заметно повысится количество конечных элементов, и увеличится время проведения анализа, особенно это касается нелинейного анализа, где для расчетов требуется очень много времени. Здесь необходимо самим решить, какие элементы не так важны, а какие лучше оставить для точности анализа.

При создании или импорте геометрической модели в MSC.Patran основной целью является создание модели, пригодной для КЭ анализа. Рассмотрим некоторые требования по эффективному геометрическому моделированию.

Топологическая конгруэнтность является необходимым условием создания правильной КЭ сетки, так как она гарантирует возможность соединения модели в один примитив во время этого процесса. Чтобы модель была топологически конгруэнтна, она должна удовлетворять следующим требованиям:


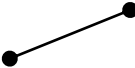
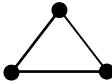
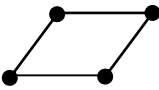
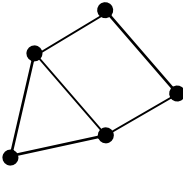
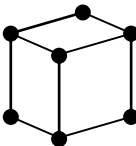
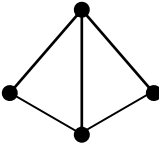
- 1) Смежные геометрические области должны иметь совпадающие границы и вершины.
- 2) Геометрические компоненты должны образовывать замкнутые поверхности или тело.
- 3) Нет пересечений смежных областей.

Создание конечных элементов. Для создания качественной КЭ сетки в MSC.Patran имеется 7 различных форм конечных элементов и 4 основных метода создания конечно - элементных сеток (IsoMesh, Paver Mesh, Avto TetMesh, 2-1/2D Meshing). Выбор формы элемента и соответствующего метода должен производиться исходя из инженерных соображений, топологии модели и цели анализа.

Различные формы конечных элементов и области их применения приведены в таблице 2.10.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						55
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 2.10 – Типы элементов

Название элемента	Форма	Область применения
POINT		Скалярный объект, используется для сосредоточенных масс, пружин и амортизаторов
BAR		Одномерный объект используется, если напряжение меняется в одном из направлений и если свойства элемента определены вдоль кривой или прямой линии. Используется для моделирования звеньев и рычагов.
TRIA		Двухмерный объект, используется для сгущения сеток, может иметь повышенную жесткость.
QUAD		Двухмерный объект, удобен для моделирования пластин, оболочек и мембран.
PENTA (WEDGE)		Трехмерный объект, обычно используется при переходе от оболочечной модели к объемной; если треугольные грани не лежат на поверхности, то получается элемент повышенной жесткости.
HEXA (Hex8, Hex9, Hex20,...,Hex64)		Трехмерный объект, рекомендуется применять в большинстве случаев. Снижение точности в случаях, где доминирует изгиб.
TETRA (Tet4, Tet10, Tet16)		Трехмерный объект, часто используется для заполнения пустот, образованных при генерации модели с помощью HEXA и PENTA элементов.

В нашем случае разбиение ГМ для всех расчетных схем производилось одинаково - на основе элементов TRIA и QUAD методами IsoMesh и Paver Mesh.

Число элементов КЭ сетки, а значит и ее плотность, определяются автоматически, исходя из заданного параметра Global Edge Length. MSC.Patran использует этот параметр для деления каждого граничного ребра модели на целое число элементов, порождающих в свою очередь элементы примерно такой же длины.

В результате были получены расчетные модели серийной и нескольких опытных конструкций, показанных на рисунках 2.10 и 2.11.

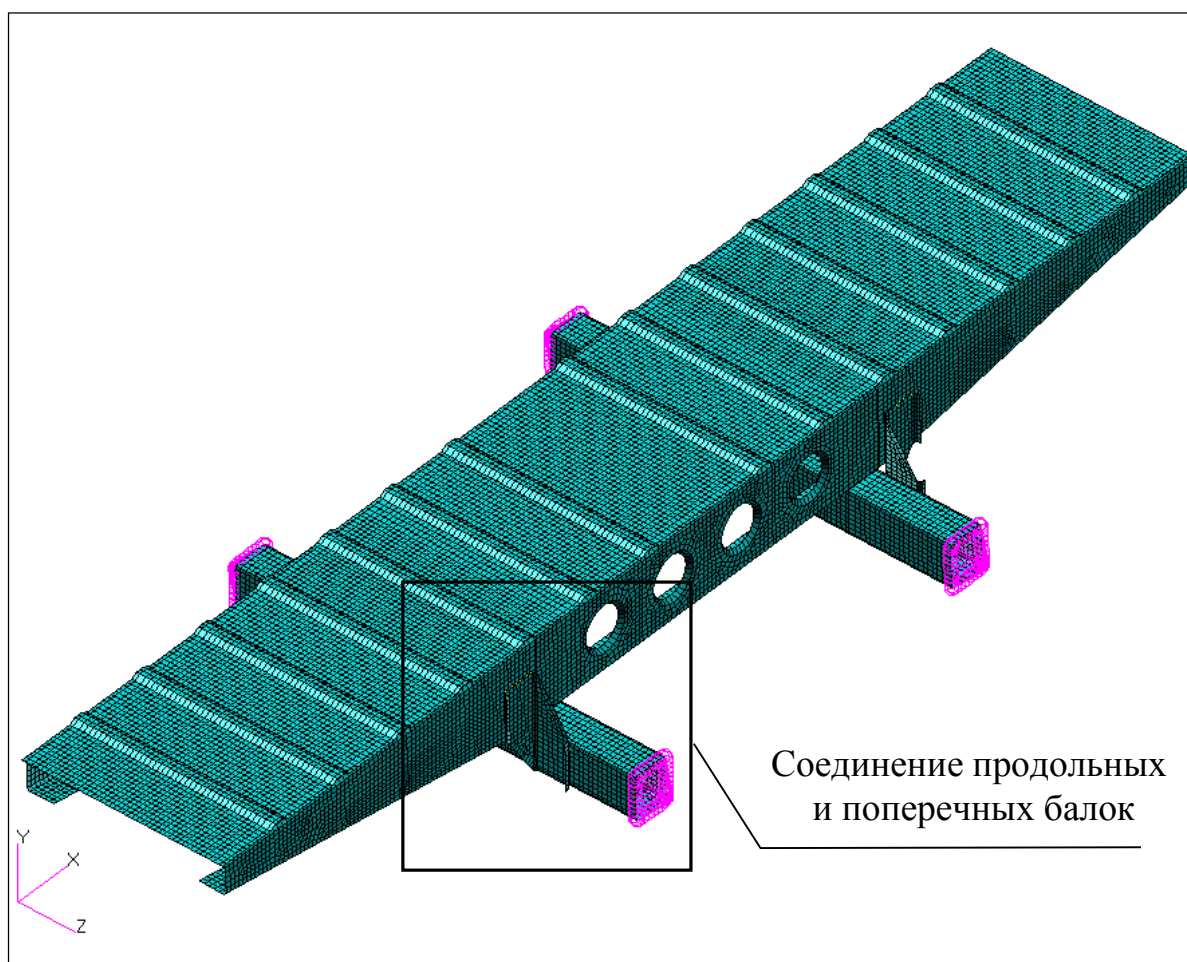
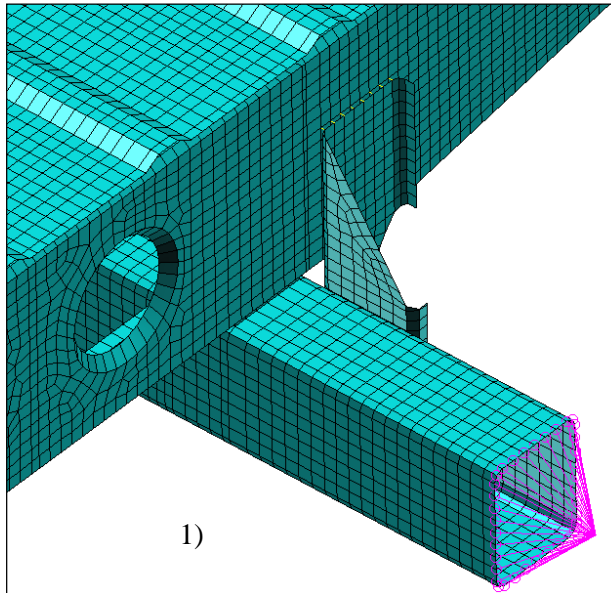
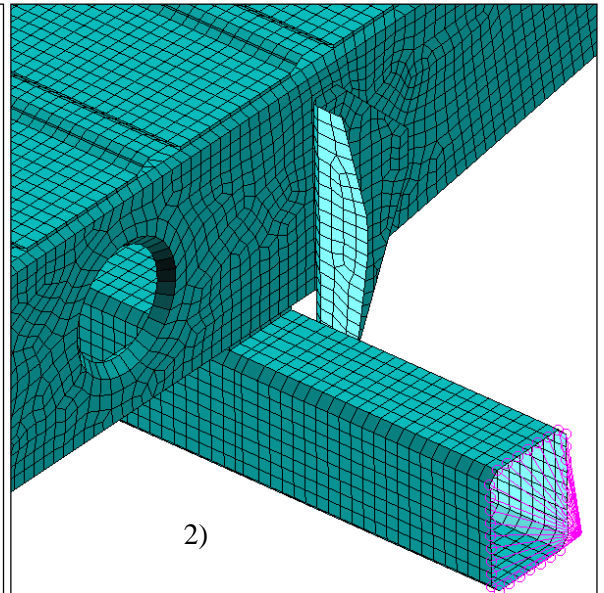


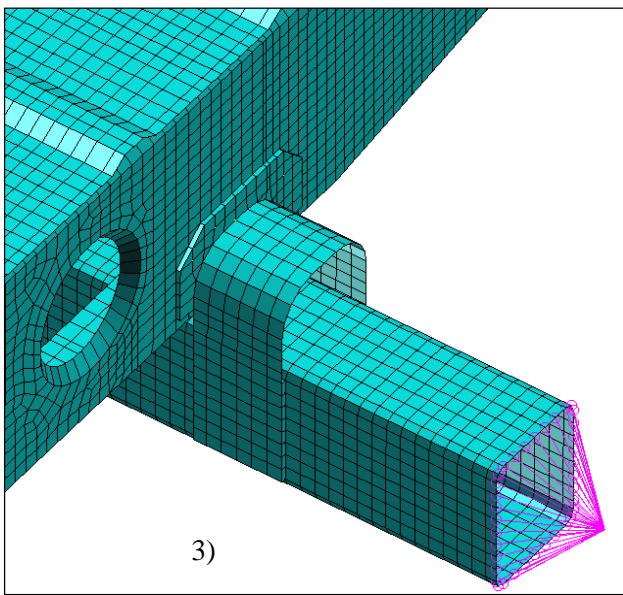
Рисунок 2.10 – Конечно-элементная модель отсека платформы



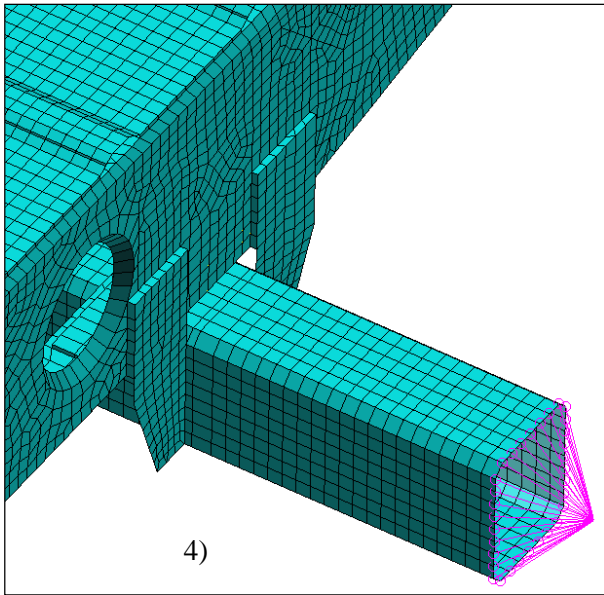
1)



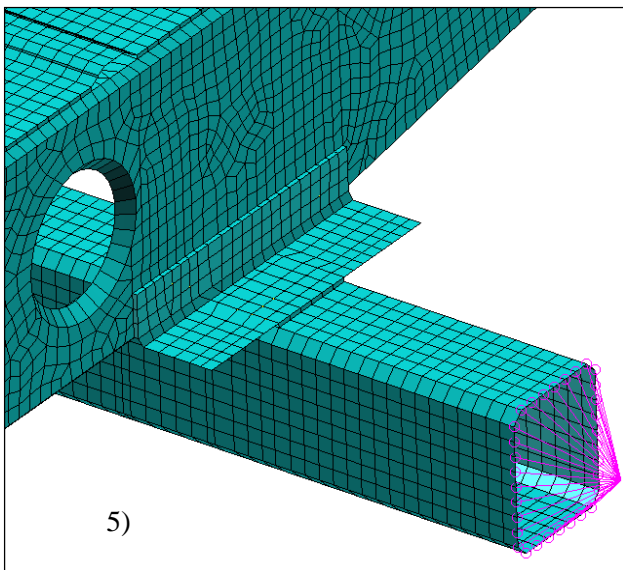
2)



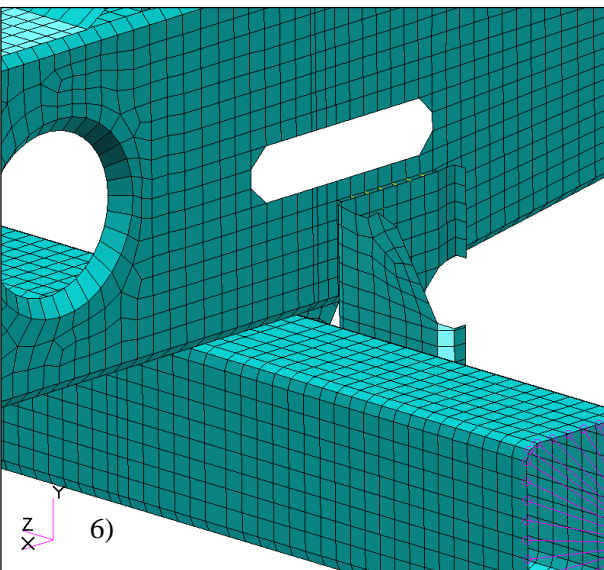
3)



4)



5)



6)

Рисунок 2.11 – Варианты соединения поперечных и продольных балок

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.542 ПЗ

Лист

58

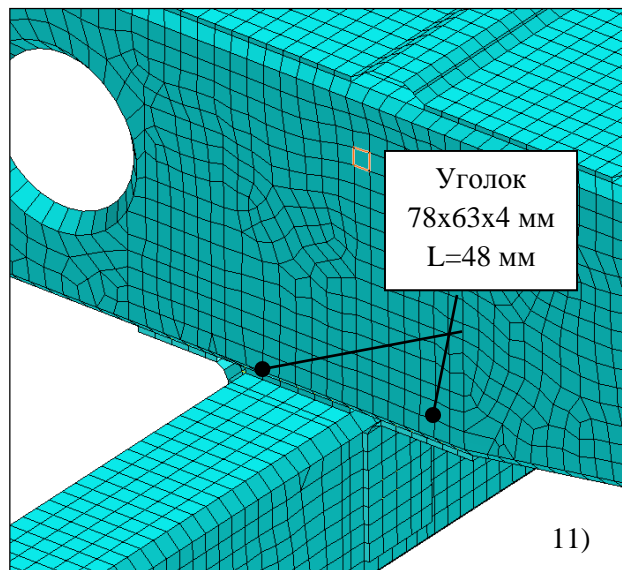
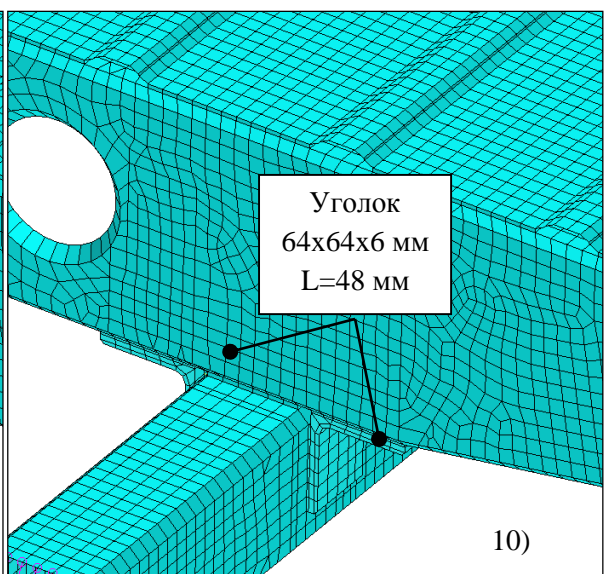
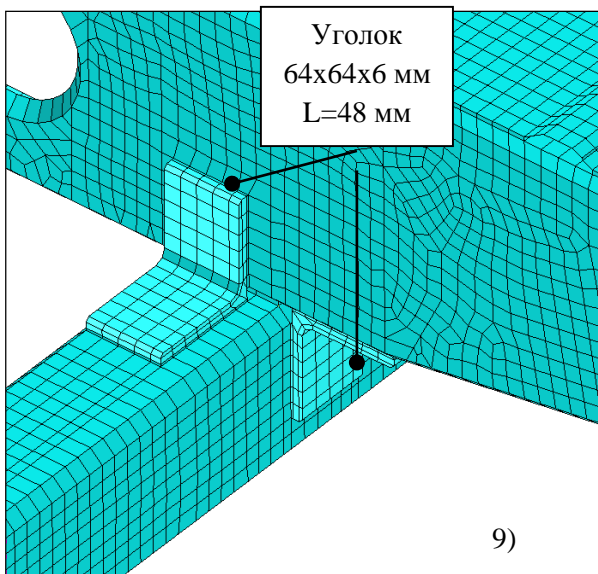
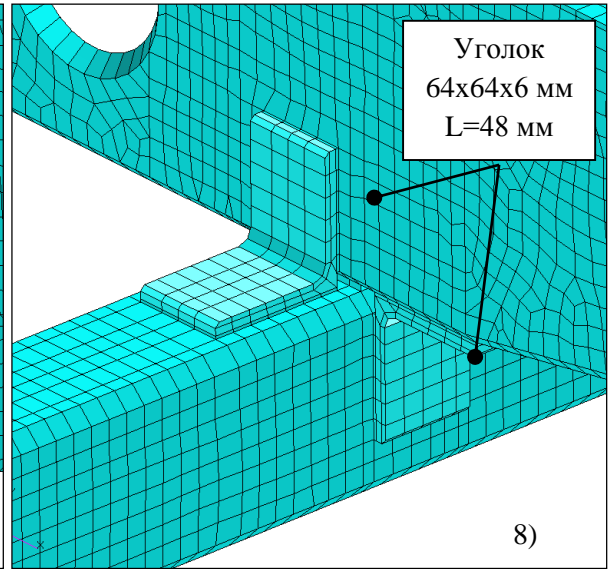
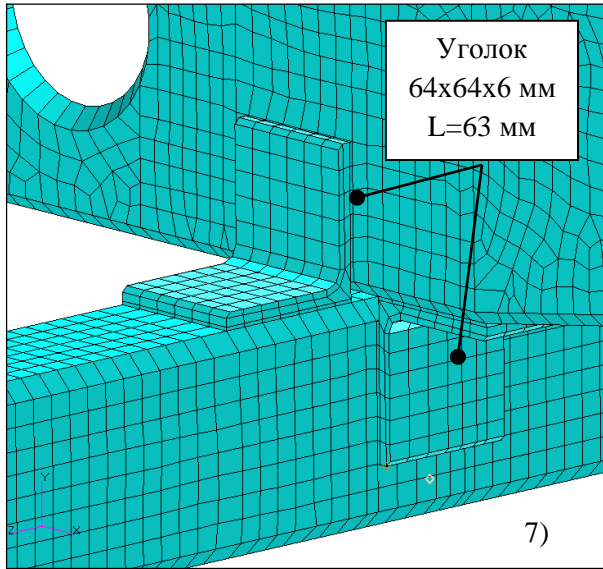


Рисунок 2.11 (Продолжение)

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.542 ПЗ

Лист

59

Определение свойств элементов модели. На данном этапе осуществляется наложение свойств (материала) на созданную сетку конечных элементов. Для каждого элемента назначается свойство 2D-shell, в котором указывается необходимый материал и толщина элемента.

Таким образом, используя возможности современного программного обеспечения, геометрическая модель поперечины дополнена свойствами реального физического объекта и готова для приложения к ней необходимых условий закрепления и внешних силовых факторов.

Моделирование нагрузок, закреплений и граничных условий.

Большинство задач анализа заключаются в определении отклика модели на некоторое воздействие – силу или давление. Эти воздействия называются нагрузками. Также большинство моделей подчиняются некоторым условиям, ограничивающим их поведение. Такие ограничения называются граничными условиями.

Последним этапом построения КЭ модели служит задание нагрузок и граничных условий на основании требуемых расчетных схем. Расчетная схема, в свою очередь, определяется на основании расчетного случая нагружения исследуемой конструкции.

Для исследуемых элементов платформы основными расчетными случаями являются максимальная продольная перегрузка и закручивание на максимальный угол. В ходе предварительного анализа условий эксплуатации выявлено, что для V категории эксплуатации наиболее характерно закручивание несущей системы при относительно невысоких скоростях движения. Следовательно, инерционными составляющими можно пренебречь.

Таким образом, для анализа нагруженности элементов платформы рассматриваем два расчетных случая.

Случай 1 – Максимальная продольная перегрузка.

Схема нагружения представлена на рисунке 2.12. В расчете на этот случай нагружения использовались следующие допущения:

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

- продольная нагрузка распределяется равномерно по поперечным балкам, связанным настилом и окантовкой;
- влияние отсеченных частей не учитывалось;
- влияние окантовки не учитывалось;
- в расчете принят отсек состоящий из двух поперечных балок;
- нагрузка задавалась равномерно распределенной по площади настила в виде присоединенной массы.

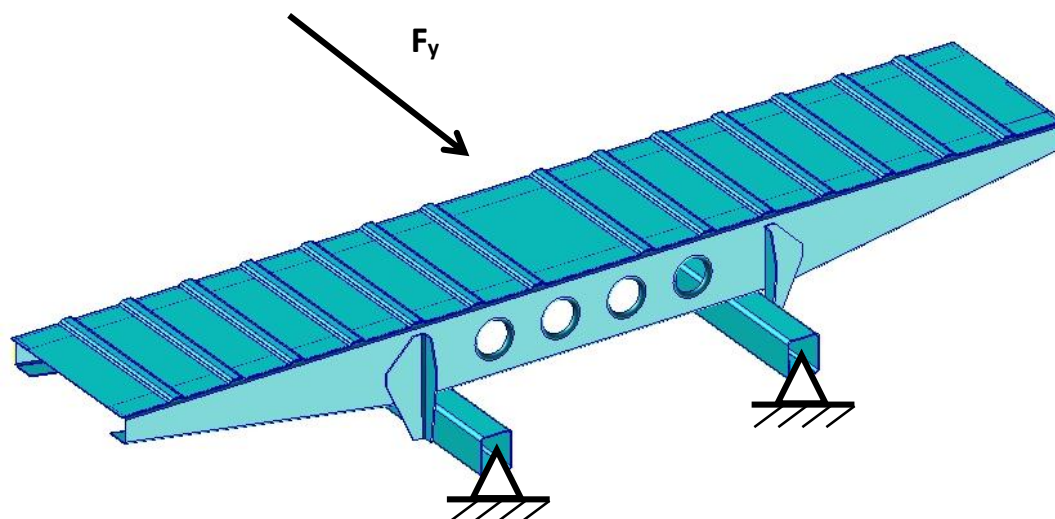


Рисунок 2.12 – Схема нагружения на расчетный случай 1

Исходя из принятых допущений, расчетная продольная сила F_y на отсек платформы определялась выражением

$$F_y = k \cdot k_d \cdot M \cdot g, \quad (2.47)$$

где k – доля нагрузки, приходящаяся на отсек из двух балок, $k = 0,2$;

k_d – коэффициент замедления при торможении автомобиля, $k_d = 0,7$;

M – масса груза, кг;

g м/с² – ускорение свободного падения, м/с².

Таким образом, $F_y = 0,2 \cdot 0,7 \cdot 7000 \cdot 9,81 = 9614$ Н.

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2019.542 ПЗ

Случай 2 – Кручение рамы с платформой.

Схема нагружения представлена на рисунке 2.13. В расчете на этот случай нагружения использовались следующие допущения:

- распределение угла закрутки вдоль рамы автомобиля принималось равномерным и равным 6° по базе автомобиля;
- нагрузка прикладывалась в виде перемещений торцов продольных балок расчетного отсека платформы, $\delta=9,4\text{мм}$.

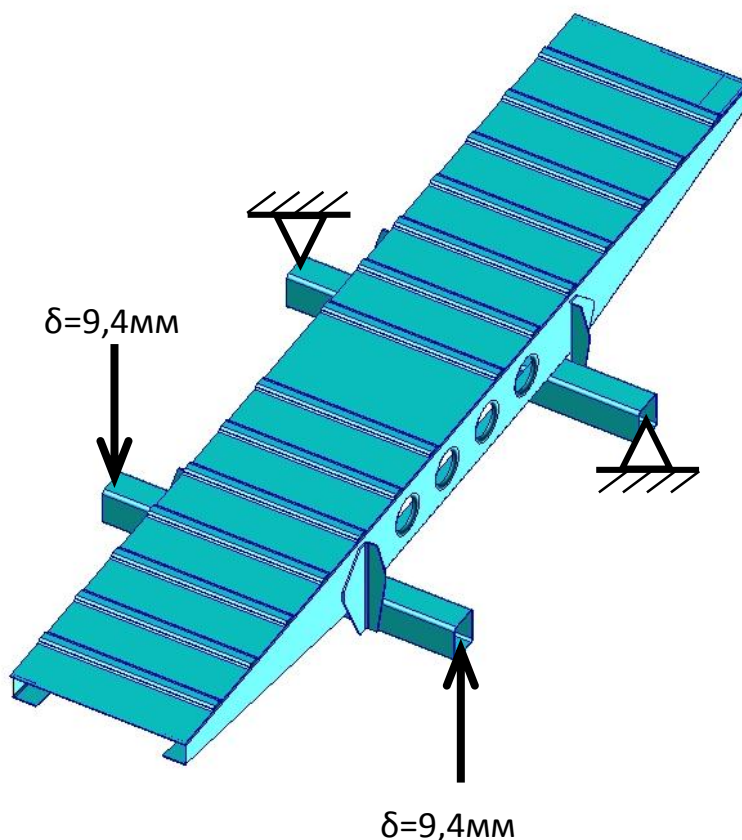


Рисунок 2.13 – Схема нагружения на расчетный случай 2

Максимальный эксплуатационный угол закрутки несущей системы автомобиля реализуется при наезде на диагонально расположенные неровности высотой 200 – 250 мм. При этом нагрузки (в виде перемещений на заданное расстояние) прикладываются к диагонально расположенным колесам модели автомобиля.

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2019.542 ПЗ

Нагрузки и граничные условия в MSC.Patran прикладываются к КЭ модели в узлах элементов или в центре элемента. При этом одна модель анализа может содержать несколько вариантов нагрузок и граничных условий или их сочетания, реализующихся в разное время. Гибкость такого подхода позволяет моделировать поведение одной и той же КЭ модели при разных схемах нагружения.

Анализ модели под действием внешних нагрузок. После того как модель разбита на конечные элементы, программа анализа может использовать математические уравнения для описания каждого элемента, учитывая взаимосвязь смежных элементов и соответствующие элементам свойства.

Решение задачи осуществлялось в программной среде MSC.Nastran. Задача решалась в линейной постановке. При этом для обоих расчетных случаев использовался решатель Linear Static (SOL 101 – линейный статический анализ).

Обработка результатов анализа является завершающим этапом процесса моделирования нагружения конструкции. Полученные результаты можно представить численно и графически. Численные данные хранятся в выходном файле решателя MSC.Nastran. Наиболее удобным является графическое отображение результатов (визуализация численных результатов).

Цветные заливки. Эти графики схожи с топографическими картами. Они используют цвет для изображения скалярных значений на поверхности модели. Каждый цвет представляет свой диапазон значений, а границы между закрашенными областями выделяются линиями постоянных значений результатов. Обычно «теплые» цвета (красный, оранжевый) представляют более высокие значения, а «холодные» (голубой, белый) - меньшие значения.

Деформации модели. Эти графики отображают модель в ее деформированной позиции. По умолчанию для лучшей видимости используется масштабный множитель, увеличивающий эти перемещения. Он может являться множителем реальных перемещений, а может масштабировать максимальные перемещения в процентах от размера экрана (в зависимости от выбора пользователя).

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		63

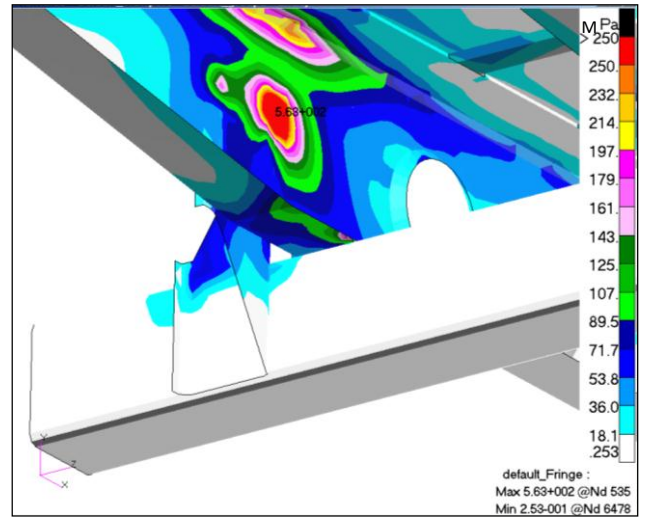
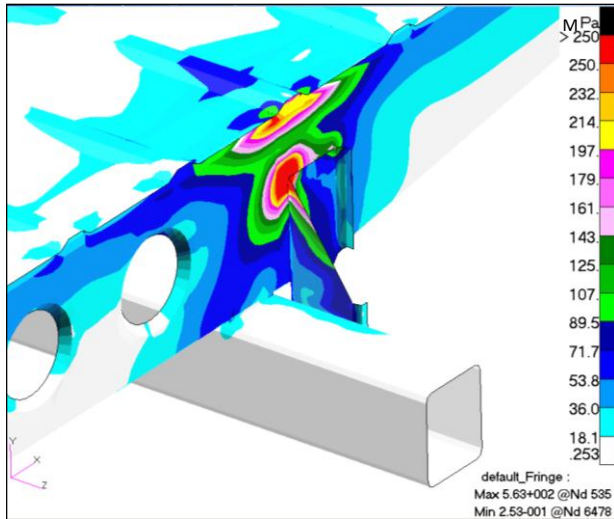
Анимация заливки и/или деформаций модели. При выборе опции Animate возникает анимированное представление, варьирующее цвета заливки с нулевого (все белое) до полных цветов и меняющее форму модели с начального до деформированного состояния.

В нашем случае представление результатов приведено в виде деформаций модели с цветными заливками распределения напряжений по поверхностям элементов каркаса (рис. 2.14-2.15). В качестве новой конструкции представлена модель №9 (рис.2.11), которая является равнопрочной и более рациональной по сравнению с другими вариантами.

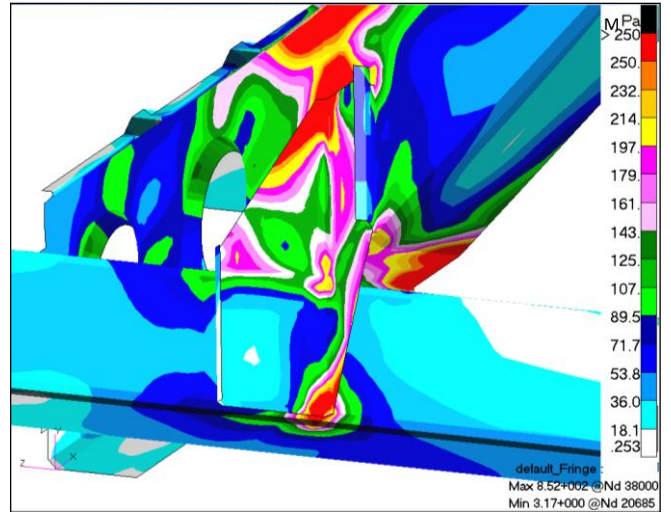
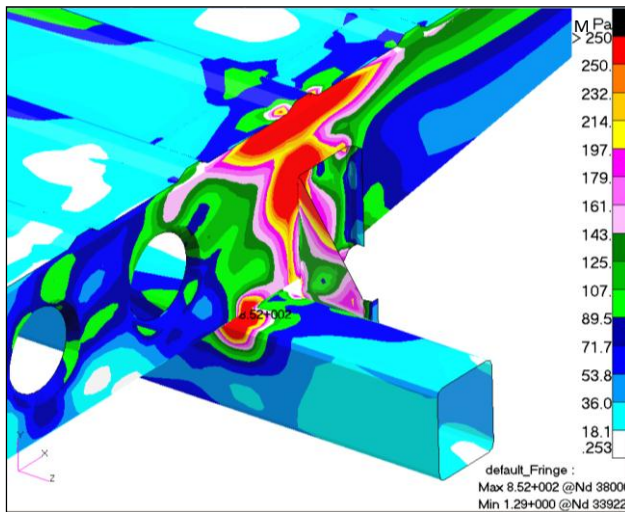
Расчетные значения максимальных напряжений приведены в таблице 2.11. Из результатов расчета следует, что максимальные напряжения возникают в поперечных балках в зоне приварки кронштейна. При этом для серийной конструкции максимальные напряжения больше чем в 2 раза по отношению к новому варианту.

Таблица 2.11 – Результаты расчета

Случай нагружения	Максимальные напряжения σ_{\max} , МПа	
	Серийный вариант	Новый вариант
Кручение рамы с платформой	75	130
Максимальная продольная перегрузка	440	250



а)



б)

Рисунок 2.14 – Распределение НДС в серийной конструкции

а) случай «максимальная продольная перегрузка»

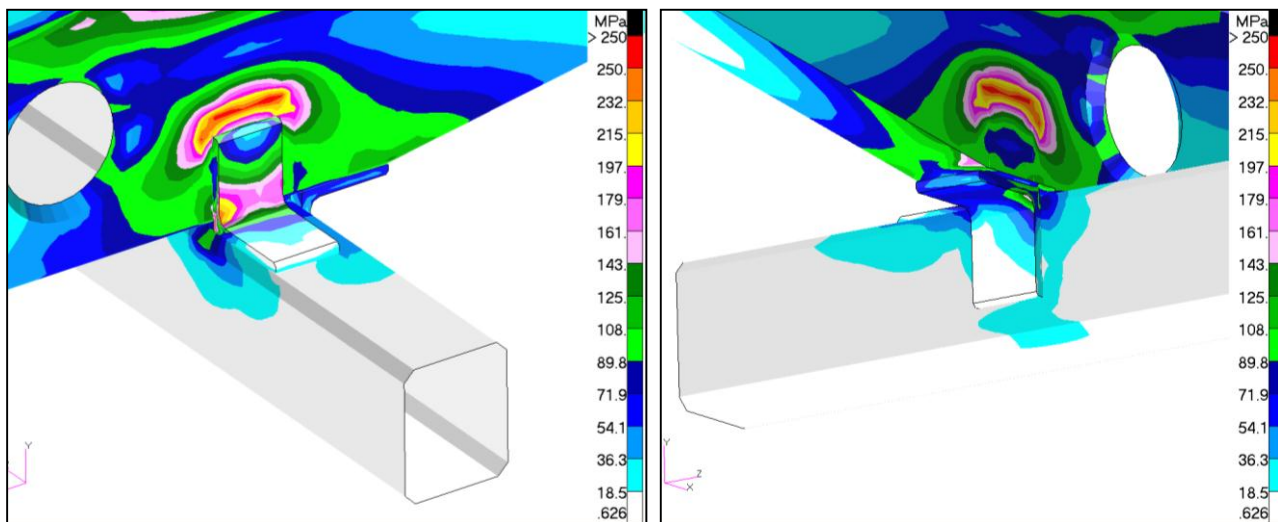
б) случай кручение рамы с платформой

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

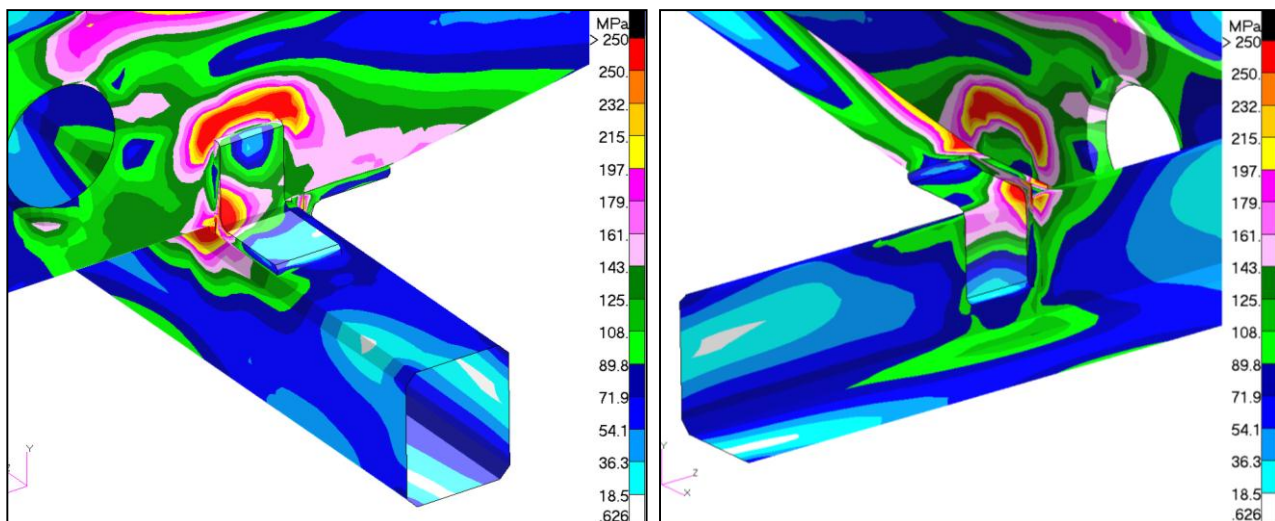
23.05.01.2019.542 ПЗ

Лист

65



а)



б)

Рисунок 2.15 – Распределение НДС в новой конструкции

а) случай «максимальная продольная перегрузка»

б) случай кручение рамы с платформой

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.542 ПЗ

Лист

66

На основании расчетной оценки НДС поперечной балки основания платформы можно заключить, что основным случаем нагружения конструкции, приводящим к накоплению усталостного повреждения, является торможение. Причиной высокого уровня напряжений является концентратор жесткости (ребро кронштейна). Применение опытного варианта конструкции позволяет снизить концентрацию напряжений, что приводит к повышению долговечности конструкции. При этом происходит перераспределение деформаций по телу поперечной балки, что приводит к равномерному повышению уровня напряжений. Поперечная балка становится равнопрочной. Измеренный уровень напряжений на опытной конструкции удовлетворяет условиям прочности.

В качестве основного положительного результата следует принять отсутствие в опытной конструкции явно выраженного концентратора напряжений, по сравнению с серийной конструкцией.

Выводы по разделу два

Основными причинами разрушения (появление трещины) поперечной балки основания платформы является высокая концентрация напряжений в стенке поперечной балки при торможении.

Новый вариант конструкции каркаса платформы является равнопрочным и имеет низкую концентрацию напряжений, что повышает долговечность конструкции.

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

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		67

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Создание качественных автомобилей 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 всего автомобиля. 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 собранного автомобиля.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		68

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 готового изделия.

3.2 Краткое описание технологического процесса изготовления детали

Деталью, для которой разрабатывается данный технологический процесс, является балка поперечная основания платформы; материал - сталь 20; заготовка – листовая сталь 2500x4000 мм; толщина 3 мм; по ГОСТ 19281 – 89.

Операция 005. Разрезка (заготовительная). Содержание операции:

Разрезать лист на полосы, выдержать размеры $334 \pm 2 \times 2500$ мм.

$N_{\text{времени}} = 0,022$.

Таблица 3.1 – Характеристики технологического оборудования

Марка оборудования	Максимальные размеры: Ширина/толщина стола, мм	Мощность электродвигателя, кВт
Ножницы для резки металла «Пельс» 16/350	3000/16	24

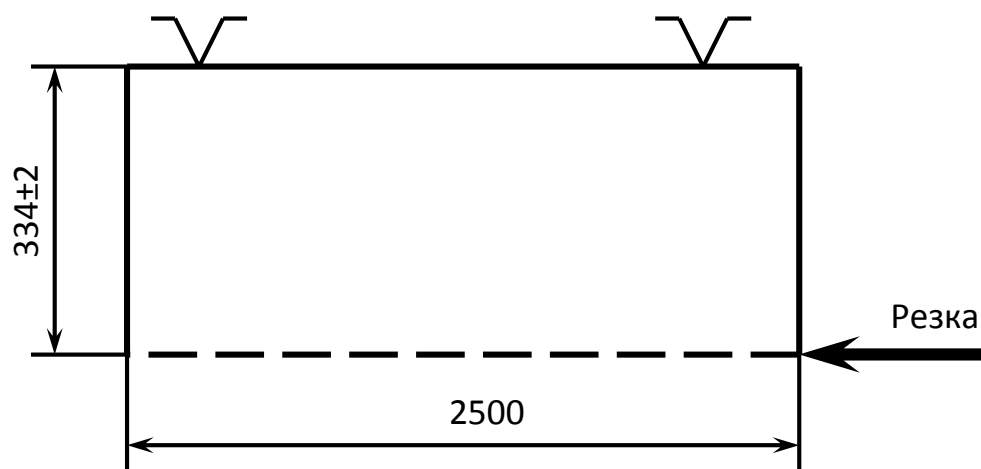


Рисунок 3.1 - Схема резки листа на полосы

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		69

Операция 010. Резка (заготовительная). Содержание операции:

Отрезать лист, выдержать размеры $334\pm 2 \times 2406\pm 1$ мм.

$N_{\text{времени}} = 0,017$.

Оборудование то же, что на операции 005.

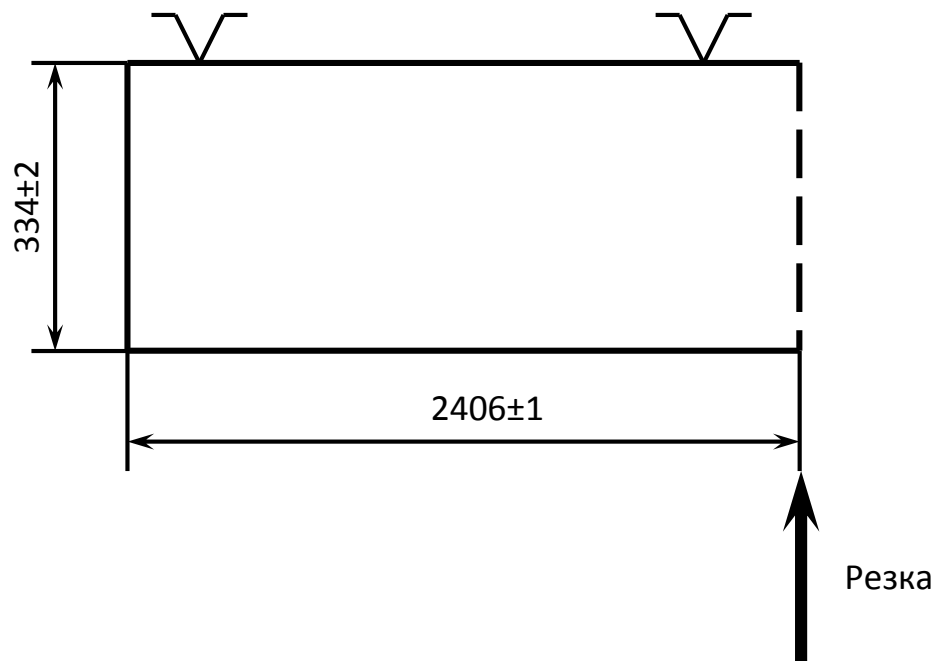


Рисунок 3.2 - Схема разрезки полос на части

Операция 015. Штамповка. Содержание операции:

Штамповать деталь по контуру и внутренние окна, выдержав размеры согласно эскиза (см. рисунок 3.3).

Таблица 3.2

Марка оборудования	Технические параметры: габариты стола, мм усилие прессы, т.с.	Мощность двигателя, кВт
Пресс кривошипный К2535	1080x2500 250	40

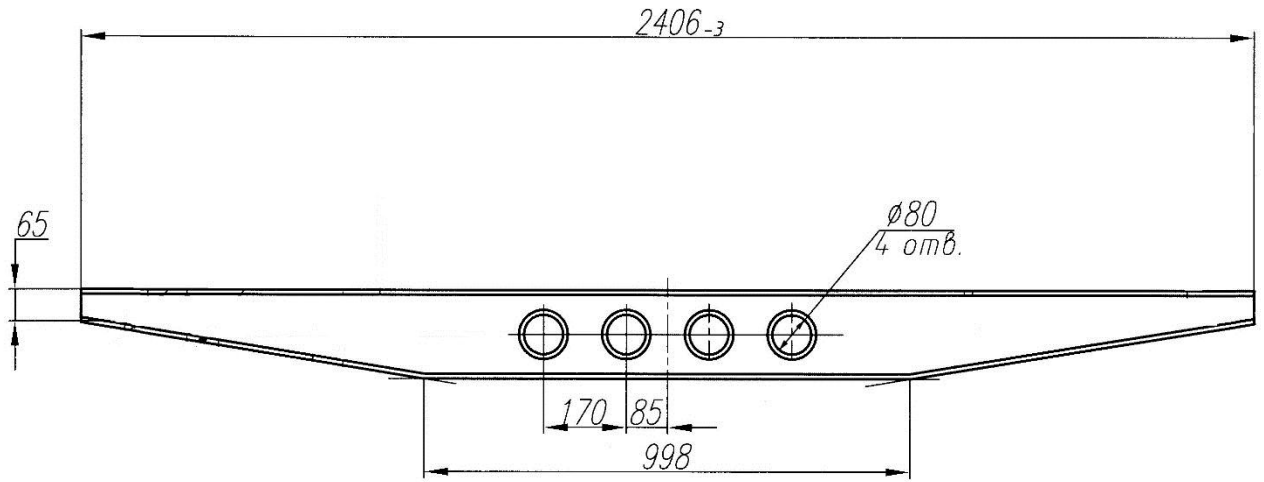


Рисунок 3.3 - Эскиз детали после штамповки

Усилие штамповки

$$P = k \cdot L \cdot S \cdot \tau_{\text{ср}} \quad (3.1)$$

где, k – коэффициент учитывающий марку материала;

L – периметр заготовки, мм;

S – толщина заготовки, мм;

$\tau_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу, МПа; $\tau_{\text{ср}} = 0,6 \sigma_{\text{T}}$.

Принимаем $\sigma_{\text{T}} = 250$ МПа. Тогда $\tau_{\text{ср}} = 150$ МПа.

Отсюда $P_1 = 1,25 \cdot 5668 \cdot 3 \cdot 150 = 3188,25$ кН;

$P_2 = 1,25 \cdot (4 \cdot 2\pi \cdot 40) \cdot 3 \cdot 150 = 565,5$ кН;

$P_{\text{общ}} = 3188,3 + 565,5 = 3753,8$ кН.

Применяемое оборудование: пресс кривошипный К2535, усилием 400 т.с.

Операция 020. Сверление. Содержание операции:

Одноинструментальная обработка на вертикально-сверлильном станке 2А135. Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры: $\text{Ø}30$ мм; межцентровые 1200 мм.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.4

Марка станка	Максимальные размеры заготовки, мм	Число оборотов шпинделя в минуту	Мощность электродвигателя, кВт
2A135	600 – 800	68 - 1100	4,5

Инструмент: сверло $\varnothing 30,0$ (по ГОСТ 4010-77) из быстрорежущей стали Р6М5.

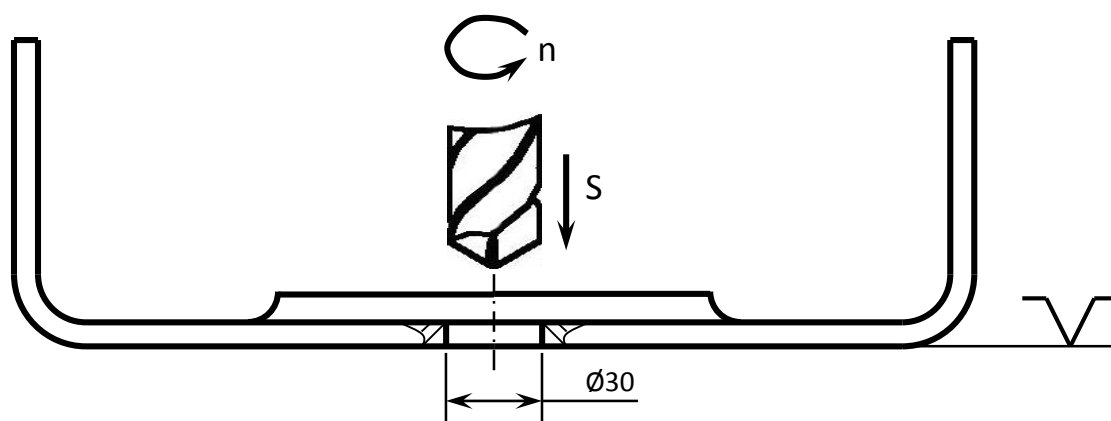


Рисунок 3.4 - Схема сверлильной обработки

Расчётные размеры обработки:

- диаметр отверстий $D = \varnothing 30$ мм;
- глубина резания $t = 3$ мм;
- подача по паспорту станка $S = 0,32$ мм.

Длина рабочего хода

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + y + L_{\text{доп}}, \quad (3.3)$$

где $L_{\text{рез}}$ – длина резания, мм;

y – подвод врезания, мм;

$L_{\text{доп}}$ – дополнительный ход, мм.

$$L_{p.x.} = 3 + 12 + 6 = 21 \text{ мм.}$$

Подача на оборот шпинделя S_0 мм/об, по паспорту станка.

Стойкость инструмента:

$$T_p = T_m \lambda, \quad (3.4)$$

где T_m – стойкость, $T_m = 30$ мин;

λ – коэффициент времени резания.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p.x.}} = \frac{3}{21} = 0,14.$$

$$T_p = 30 \cdot 0,14 = 4,2 \text{ мин.}$$

Скорость резания V м/мин, число оборотов шпинделя n в минуту.

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3.5)$$

где, K_1 – коэффициент, зависящий от материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

K_3 – коэффициент, зависящий от длины резания к диаметру.

$$V_{табл} = 22 \text{ м/мин.}$$

Для быстрорежущей стали $V_{табл}$ умножаем на поправочный коэффициент, равный 1,2.

$$V_{табл} = 22 \cdot 1,2 = 26,4 \text{ м/мин.}$$

Найденную скорость резания умножаем на поправочные коэффициенты.

$$V = 26,4 \cdot 0,95 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 37,62 \text{ м/мин.}$$

Определяем необходимую частоту вращения шпинделя станка

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

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		73

$$n = \frac{1000 \cdot 37,62}{3,14 \cdot 17} = 704,8 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем ближайшую меньшую частоту вращения шпинделя $n = 750$ об/мин.

Уточняем действительную скорость резания

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

$$V = 40,05 \text{ м/мин.}$$

Основное машинное время

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S_o} \quad (3.8)$$

$$t_m = \frac{21}{750 \cdot 0,32} = 0,09 \text{ мин.}$$

Осевая сила резания

$$P_o = P_{\text{табл}} \cdot K_p \quad (3.9)$$

$$P_o = 6200 \cdot 0,75 = 4650 \text{ Н.}$$

Мощность резания

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_n \cdot \frac{n}{1000}. \quad (3.10)$$

$$N_{\text{рез}} = 3,4 \cdot 0,75 \cdot \frac{750}{1000} = 1,9 \text{ кВт.}$$

Проверка осевой силы резания

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

$$N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{дв.} \cdot \eta. \quad (3.11)$$

$$N_{рез} \leq 1,2 \cdot 4,5 \cdot 0,75 = 4,05 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется.

Время холостого хода $T_{х.х.} = 0,05$ мин.

Штучное время на одну деталь:

$$T_{шт.} = T_m + T_{х.х.} \quad (3.12)$$

$$T_{шт.} = 0,21 + 0,05 = 0,26 \text{ мин.}$$

Операция 025. Сверление.

Содержание операции: одноинструментальная обработка на вертикально-сверлильном станке 2А135. Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры: $\varnothing 20$ мм; межцентровые 2130 мм и 45 мм.

Оборудование аналогично операции 020. Инструмент: сверло $\varnothing 20,0$ (по ГОСТ 4010-77) из быстрорежущей стали Р6М5.

Режимы резания аналогичны операции 020.

Операция 030. Контрольная.

Содержание операции:

Выполняется контроль перпендикулярности стенки и полок балки в соответствии с допуском чертежа.

Выводы по разделу три

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

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В экономической части произведен расчет экономической эффективности при модернизации бортовой платформы полноприводного грузового автомобиля.

4.1 Определение потребности в основных материалах, численности рабочих по проекту, расчет заработной платы. Расчет себестоимости единицы и общих затрат проектируемой модели по проекту

Себестоимость продукции (работ, услуг) – это стоимостная оценка затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг).

На основании полной себестоимости, нормы прибыли и НДС устанавливается цена реализации.

Себестоимость проектируемого автомобиля.

Цена базового автомобиля Урал 6х6 по договору поставки 3 100 000 руб.

Перечень вводимых агрегатов и деталей, включая стоимость базового автомобиля, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные материалы

Наименование узла, детали	Кол-во, шт.	Себестоимость 1 шт., руб.
Усилитель поперечной балки (накладка)	14	70
Уголок продольный	14	45
Уголок поперечный	14	45
Усилитель поперечной балки (накладка)	14	70
Базовое шасси	1	3 100 000
Итого		3 102 240

Таким образом, материальные затраты на единицу продукции составляют 3 102 240 руб.

Производственный процесс обслуживается бригадой из 5 человек (табл. 4.2).

Затраты на оплату труда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия (таблица 4.3, 4.4).

Таблица 4.2 – Рабочие, непосредственно занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.	Часовая тарифная ставка, руб./час
Основные: сварщик	5	1	185
Вспомогательные: слесарь	4	1	160

Таблица 4.3 – Расчет заработной платы производственных рабочих

Показатель	Ед. изм.	Основные	Вспомогательные
1 Тариф на заработную плату	Руб. за час	185	160
2 Отработанное время	н/ч.(трудо- емкость)	160	160
3 Заработная плата	Руб.	29 600	25 600
4 Премия 10%	Руб.	2 960	2 560
6 Район. надбавка 15%	Руб.	4 884	4 224
7 Основная заработная плата	Руб.	37 444	32 384
8 Отчисления ФСС 30%	Руб.	11 233	9 715
9 Заработная плата без ФСС	Руб.	26 211	22 669

– затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями на социальные нужды;

– амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;

– расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;

– расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;

– амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;

– стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общехозяйственные расходы - расходы, непосредственно не связанные с производственным процессом (75% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

– административно-управленческие расходы;

– содержание общехозяйственного персонала;

– амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения;

– 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.

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

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (0,05% от производственной себестоимости).

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		79

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 30% от полной себестоимости.

Общие затраты на производство и сбыт продукции за 3 года составят 62 672 269 рублей.

Планируемый объем составляет 18 машин в год. В основе плана объема производства и реализации – портфель заказов 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.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		80

Таблица 4.5 – Калькуляция на автомобиль

Статья	Сумма (руб.)
Основные материалы	3 102 240
Транспортные расходы	310
Электроэнергия на технологические цели	1 241
Расходы на оплату труда	144 716
Отчисления с заработной платы	43 415
Общепроизводственные расходы	79 594
Общехозяйственные расходы	108 537
Производственная себестоимость	3 480 053
Коммерческие расходы	1 740
Полная себестоимость	3 481 793
Прибыль	696 359
Цена	4 178 151
Налог на добавленную стоимость НДС (20%)	835 630
Цена реализации	5 013 782

Таблица 4.6 – Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Материальные затраты	55 840 320	55 840 320	55 840 320
Транспортные расходы	5 584	5 584	5 584
Электроэнергия на технолог. цели	22 336	22 336	22 336
Общехозяйственные затраты	1 432 688	1 432 688	1 432 688
Общепроизводственные затраты	1 953 666	1 953 666	1 953 666
Затраты на оплату труда по проекту	2 604 888	2 604 888	2 604 888
Отчисления с з/п	781 466	781 466	781 466
Коммерческие затраты	31 320	31 320	31 320
Всего затрат	62 672 269	62 672 269	62 672 269

4.2 Капитальные вложения

Капитальные вложения – инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты.

Производственный процесс осуществляется на действующих производственных мощностях. Также необходимо дополнительно приобрести необходимое оборудования.

Оборудование, которое необходимо докупить представлено в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Оборудование

Наименование	Цена с НДС, руб.
Основные средства (оборудование)	78 600
Итого:	78 600

Стоимость расходов по доставке и монтажу оборудования составляют 5% от стоимости оборудования (3930 руб.).

Итого капитальные вложения составят 82 530 руб.

Таблица 4.8 – Капитальные вложения

Наименование показателей	Всего по проектно-сметной документации, тыс. руб.	Выполнено на момент начала работ, тыс. руб.	Подлежит выполнению до конца проекта, тыс. руб.
Капитальные вложения по утвержденному проекту, всего	82 530	0	82 530
в том числе:			
СМР, доставка	3 930	0	3 930
оборудование	78 600	0	78 600
прочие затраты	0	0	0

По приобретаемому оборудованию начисляется амортизация линейным способом.

Амортизация – это перенесение по частям стоимости основных средств и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции (работ, услуг).

Активы, в отношении которых начисляется амортизация должны обладать стоимостью в пределах лимита, установленного в учетной политике организации, но не более 40 000 рублей за единицу.

Годовая сумма амортизационных отчислений определяется:

– при линейном способе - исходя из первоначальной стоимости или (текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

В течение отчетного года амортизационные отчисления по объектам основных средств начисляются ежемесячно независимо от применяемого способа начисления в размере 1/12 годовой суммы (амортизационные отчисления = Стоимость оборудования / Срок полезного использования по данной группе оборудования 15 лет).

Результаты расчетов сводятся в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Амортизационные отчисления

Наименование показателей	Аморт. отчисл.	1 год	2 год	3 год
1 Основные фонды (оборудование), всего	0	78 600	0	0
в том числе:				
1.1 здания и сооружения	0	0	0	0
1.2 оборудование	15 720	5 240	5 240	5 240
1.3 начисленная амортизация	15 720	5 240	5 240	5 240
2 Остаточная стоимость основных фондов по проекту	62 880			

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 4.10.

Таблица 4.10 – Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Объем производства в натуральном выражении	шт.	18	18	18
3 Объем реализации в натуральном выражении	шт.	18	18	18
3 Цена реализации за единицу продукции	руб.	5 013 782	5 013 782	5 013 782
4 Выручка от реализации продукции	руб.	90 248 068	90 248 068	90 248 068
4.1 в том числе НДС	руб.	18 049 614	18 049 614	18 049 614
4.2 Выручка без НДС	руб.	72 198 454	72 198 454	72 198 454

4.4 Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования

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

Таблица 4.11 – Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
1 Капитальные вложения	82 530	82 530
2 Приобретение основных материалов	5 584 032	5 584 032
3 Итого – объем инвестиций	5 666 562	5 666 562

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. 4.12).

Таблица 4.12 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1	2	3	4
1 Общая выручка от реализации продукции	90 248 068	90 248 068	90 248 068
2 НДС от реализации выпускаемой продукции	18 049 614	18 049 614	18 049 614
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	72 198 454	72 198 454	72 198 454
4 Затраты на производство и сбыт продукции	62 672 269	62 672 269	62 672 269

Продолжение таблицы 4.12

1	2	3	4
5 Начисленная амортизация по проекту	5 240	5 240	5 240
6 Прибыль по проекту	9 520 945	9 520 945	9 520 945
7 Погашение основного долга и выплата процентов за кредит			
8 Налогооблагаемая прибыль	9 520 945	9 520 945	9 520 945
9 Налог на прибыль (20%)	1 904 189	1 904 189	1 904 189
10 Чистая прибыль	7 616 756	7 616 756	7 616 756
11 Платежи в бюджет	19 953 803	19 953 803	19 953 803

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 4.14.

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 проекте 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 4.13.

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов. На момент расчета (2019 г.) ставка рефинансирования ЦБ составляет 7,75%.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.13 – 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).

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 (ИД) рассчитывается по формуле:

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \times a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \times a_t} \quad (4.3)$$

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

Срок окупаемости ($T_{ок}$) рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{K}{P_{\text{ч}} + A} \leq T_{\text{эо}} \quad \text{или} \quad T = \frac{K}{D_{\text{ч}}} \leq T_{\text{эо}}, \quad (4.4)$$

где T – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы; $P_{\text{ч}}$ – 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.; $T_{\text{эо}}$ – 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.; $D_{\text{ч}} = P_{\text{ч}} + A$ – чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб./год.

Таблица 4.14 – План денежных поступлений и выплат

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1	2	3	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)			
1 Денежные поступления, всего	90 248 068	90 248 068	90 248 068
в том числе:	90 248 068	90 248 068	90 248 068
1.1 Выручка			
2 Денежные выплаты, всего	82 626 072	82 626 072	82 626 072
в том числе:	62 672 269	62 672 269	62 672 269
2.1 Затраты по производству и сбыту продукции			
2.2 Амортизация			
2.3 Налоги и платежи в бюджет	19 953 803	19 953 803	19 953 803
3 Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	7 627 236	7 627 236	7 627 236
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
4 Приток средств	5 666 562	0	0
в том числе:	5 666 562	0	0
4.1 Собственные денежные средства			
5 Отток средств	5 666 562	0	0
6 Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0
ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
7 Приток средств, всего	0	0	0
7.1 Кредиты, всего	0	0	0

Продолжение таблицы 4.14

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	7 627 236	7 627 236	7 627 236
11 Чистый доход	7 627 236	7 627 236	7 627 236
12 Инвестиции	-5 666 562		
13 Ставка дисконтирования	0,16		
14 Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
15 Приведенный эффект (11*14)	6 575 203	5 668 279	4 886 447
16 Сумма приведенных эффектов	17 129 929		
17 Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	11 463 367		
18 Индекс доходности (ИД)	3,0		

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 6 575 203 руб.

Таким образом, срок окупаемости составляет

$T_{ок} = 5\ 666\ 562 \text{ руб.} / 6\ 575\ 203 \text{ руб.} = 0,9 \text{ года.}$

Для оценки устойчивости проекта проведем анализ безубыточности. Исходные данные для расчета безубыточного объема продаж представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	На единицу продукции, руб.	На весь объем выпуска, руб.
цена (без НДС)	4 178 151	75 206 723
переменные расходы на 1 изд.	3 293 662	59 285 915
постоянные расходы на 1 изд.	188 131	3 386 354
себестоимость одного изд.	3 481 793	62 672 269

Точка безубыточности = постоянные затраты на весь выпуск / (цена – переменные затраты на единицу продукции) =
 $= 3\,386\,354 / (4\,178\,151 - 3\,293\,662) = 4$ шт.

Построим график точки безубыточности (рисунок 4.1).

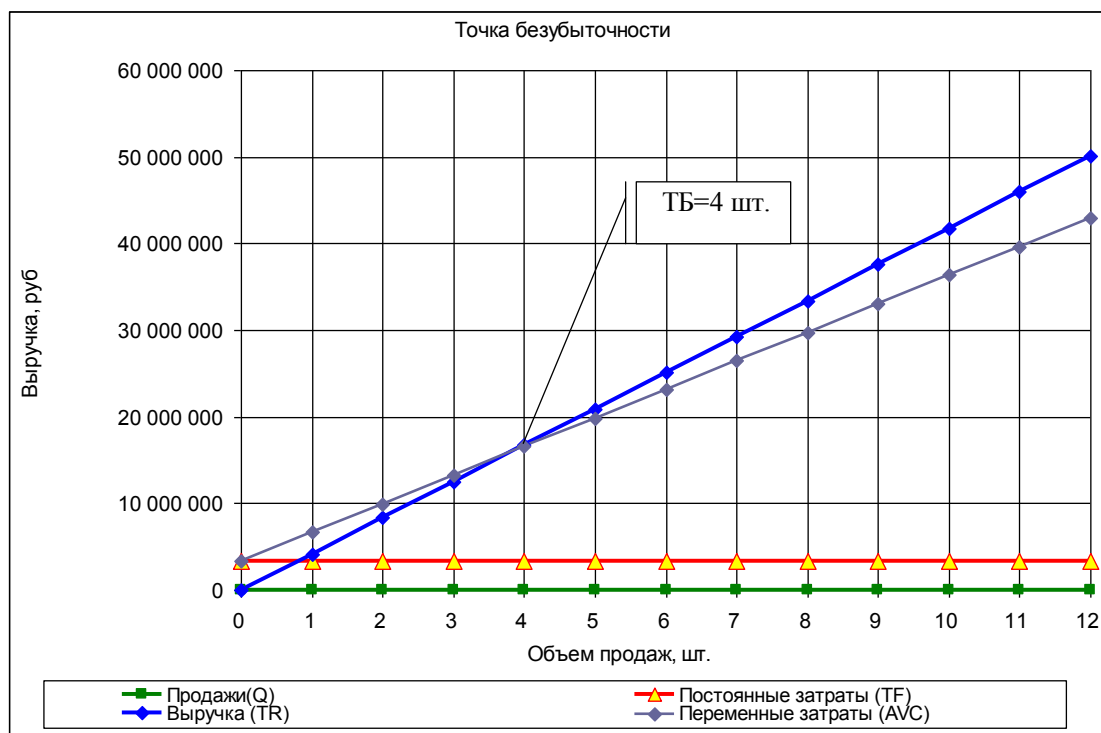


Рисунок 4.1 – График точки безубыточности

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.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности – это наука об оптимальном взаимодействии человека со средой обитания. При этом среда обитания определяется как часть пространства и совокупность реальных объектов, окружающих человека в местах его пребывания, в том числе и на транспорте.

Взаимодействие человека с техносферой со временем приводит к последствиям, влекущим за собой рост числа аварий, человеческих жертв, размеров экономического ущерба, деградации природной среды.

Модернизируя конструкцию автомобиля, производитель обеспечивает улучшение его эксплуатационных свойств, что приводит к повышению скорости и интенсивности движения, плотности транспортных потоков.

Таким образом, возникает возможность увеличения человеческих и материальных потерь, связанных с автомобильным транспортом.

Модернизируемый автомобиль «Урал», представляет собой бортовой автомобиль с колесной формулой бхб, предназначенный для перевозки людей и грузов по всем видам дорог и местности. Автомобиль рассчитан на эксплуатацию при безгаражном хранении в районах с умеренным и тропическим сухим климатом по ГОСТ 15150-69. Может эксплуатироваться при температурах окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 45°С (предельные температуры окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 50°С), относительной влажности до 98% при температуре окружающего воздуха плюс 25°С.

Такие автомобили, широко используются во всех областях народного хозяйства и выполняют значительную часть транспортной работы. Основными преимуществами данного автомобиля являются большая мобильность и грузоподъемность. При этом в процессе эксплуатации необходимо уделять особое внимание различным аспектам безопасности.

Для удобства изучения отдельных аспектов безопасности ее делят на экологическую, активную, пассивную и послеаварийную.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Активная безопасность автомобиля – свойство автомобиля предотвращать дорожно-транспортное происшествие. Активная безопасность проявляется в период, соответствующий начальной фазе ДТП, когда водитель в состоянии изменить характер движения автомобиля.

Пассивная безопасность автомобиля – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП. Пассивная безопасность проявляется в период, когда водитель, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения автомобиля и предотвратить ДТП. Различают внутреннюю пассивная безопасность, снижающую травматизм пассажиров, водителя и обеспечивающую сохранность грузов, перевозимых автомобилем, и внешнюю безопасность, которая уменьшает возможность нанесения повреждений другим участникам движения.

Послеаварийная безопасность автомобиля – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП после его остановки. Это свойство характеризуется возможностью быстро ликвидировать последствия происшествия и предотвращать возникновение новых аварийных ситуаций.

Экологическая безопасность автомобиля – свойство автомобиля, позволяющее уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации. Таким образом, экологическая безопасность, проявляющаяся во время повседневной работы автомобиля, коренным образом отличается от перечисленных выше видов безопасности, которые выявляются лишь при ДТП.

Рассмотрим подробнее виды безопасности автомобиля. Автомобиль должен быть безопасным в любое время, при любой погоде, в любых дорожных ситуациях. Выполнить такое требование чрезвычайно трудно, так как безопасность автомобиля зависит от многих причин. Каждый работник автомобильного транспорта должен уметь, хотя бы приблизительно, оценивать конструктивную безопасность автомобиля, знать конструктивные возможности автомобилей основных марок.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		95

Для обеспечения безопасности дорожного движения все транспортные средства, допускаемые к эксплуатации на дорогах общего пользования, должны удовлетворять требованиям, ограничивающим их размеры и массу. Геометрические параметры автомобиля имеют большое значение для формирования транспортного потока по ширине и длине, а также для его безопасности. При движении автомобиль подвергается воздействию различных случайных возмущений, стремящихся изменить характер движения. Масса транспортного средства для безопасности транспортного средства имеет косвенное значение. Ее влияние в основном сказывается на сроках службы дорожного покрытия.

Безопасность движения во многом зависит от количества и качества воспринимаемой водителем информации. Информативность – это свойство автомобиля обеспечивать участников движения информацией, необходимой для динамического функционирования системы водитель – автомобиль – дорога. Информативность является одним из эксплуатационных свойств автомобиля, определяющих его безопасность. В дипломном проекте рассматриваются пути повышения внутренней и внешней информативности автомобиля.

Внешней визуальной информативностью обладают кузов автомобиля, световозвращатели, система автономного освещения и система внешней световой сигнализации.

Наиболее эффективным и экономичным средством увеличения информативности автомобилей на дороге в темное время суток является оснащение их специальными световозвращающими знаками, размещенными по контуру или спереди, сзади и сбоку корпуса автомобиля. Световозвращающие опознавательные знаки – это устройства световой сигнализации, состоящие из оптически плотных прозрачных катодиоптров. Световозвращатели согласно ГОСТ 8769-75 и рекомендации ISO – R – 303 предназначены для обозначения габаритов автомобилей в темное время суток путем отражения света, излучаемого источником, находящимся вне этого транспортного средства. Для

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		96

автомобиля обязательно наличие двух задних красных светоотражающих приспособлений. У транспортных средств длиной выше 8м, а также у прицепов и полуприцепов на боковых поверхностях устанавливаются дополнительно по два световозвращателя оранжевого цвета.

В темное время при слабом освещении дорог и неумелом пользовании светом фар значительно усложняется работа водителя. Многообразие типов, фар, отсутствие единства в требованиях к светораспределению несогласованность рекомендаций по комплектованию автомобилей фарами и их использованию в зависимости от типа и назначения автомобиля и эксплуатационных условий – все это отрицательно сказывается на безопасности движения.

Сигнальные фонари предоставляют информацию адресованную всем участникам движения, которая должна быть сформирована таким образом, чтобы ее обнаружение, опознавание и истолкование были однозначны. Кроме того, каждый участник движения должен обнаружить, осознать и правильно истолковать исходную информацию в период времени, достаточный для принятия решения и совершения ответного действия, т. е. передаваемая с помощью светосигнальных приборов информация должна отвечать следующим требованиям: надежно восприниматься в любое время суток и при любых метеорологических условиях; быть понятной для всех участников движения, включая и пешеходов; полностью исключать двойственное толкование; быть надежной.

В настоящее время установлен минимальный комплект обязательных для каждого транспортного средства светосигнальных приборов: указатели поворотов, сигнал торможения, габаритные огни, фонарь освещения номерного знака. Число, расположение, цвет и видимость сигналов регламентируются международным документом ISO – R – 303, в России ГОСТ 8769-75.

Ночью при ближнем свете фар водитель различает препятствие на дистанции, не превышающей 30 м. А это значит, что, двигаясь со скоростью 80 – 90 км/час, водителю для принятия решения отпущено не более 1,5 секунд. По

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

правилам ЕЭК ООН рекомендуется маркировать грузовой автотранспорт высокоинтенсивной светоотражающей пленкой алмазного типа. По данным статистики маркированные автомобили, в ночное время попадают в аварии на 40% реже, чем обыкновенные автомобили. Вот почему с 1 января 2000 года начали действовать российские стандарты ГОСТ Р 51253-99 и 41104-99, предписывающие уже в 2000 году маркировать контуры грузовиков с полной массой свыше 12 т, прицепов и полуприцепов с полной массой свыше 3,5 т., а с 1 июня 2002 года требования стандартов распространяются на грузовые транспортные средства и автобусы с полной массой от 3,5 т. Дело в том, что маркированный автомобиль уверенно различим на дистанции до 1000 м, а следовательно, у водителя при движении со скоростью 80-90 км/час имеется в запасе не менее 40 секунд для принятия решения и совершения необходимого маневра. Особенностью пленки является то, что высокая интенсивность светоотражения сохраняется даже при очень больших углах отклонения от падающего света. К устройствам внутренней визуальной информативности относятся панель приборов и устройства, улучшающие обзорность автомобиля. Панель приборов, как средство отображения информации, в наибольшей степени определяет внутреннюю визуальную информативность автомобиля.

Панель приборов состоит из различных информационных индикаторов, которые должны снабжать водителя информацией о состоянии систем и агрегатов, о течении процессов в них, о скорости движения автомобиля в форме, пригодной для восприятия. Основные требования к компоновке панели приборов – сокращение времени восприятия водителем показаний приборов и сигнализаторов при условии получения информации в достаточном объеме.

Рациональная организация рабочего места имеет большое значение для безопасности движения, повышения производительности труда и сохранения здоровья водителя. Травмобезопасность рабочего места обеспечивается применением ряда конструктивных решений, касающихся органов управления, щитка приборов и ряда других деталей и устройств, составляющих интерьер автомобиля. Большое значение имеет микроклимат рабочего места водителя,

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						98
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

определяемый совокупностью температуры, влажности и подвижности воздуха. Наиболее благоприятная температура 18 – 24 °С. В случае повышения или понижения температуры в кабине автомобиля возрастает степень утомляемости водителя. Для большинства людей нормальная относительная влажность находится в пределах 30 – 70 %. Рекомендуемая скорость движения воздуха в кабине и салоне автомобиля не должна превышать 1 м/с.

К этой же категории можно отнести и требования к электрооборудованию. Техническое состояние электрооборудования должно обеспечивать пуск двигателя при помощи стартера, безотказную работу приборов освещения, сигнализации и электрических контрольных приборов.

Изучение статистических данных по аварийности показывает, что с ростом автомобильного парка и интенсивности движения уменьшается относительное число наездов на пешеходов и возрастает количество столкновений,

опрокидываний и наездов автомобилей на неподвижное препятствие. Одновременно возрастает значение внутренней пассивной безопасности.

Источниками травм водителя наиболее часто являются рулевая колонка, рулевое колесо и панель приборов. Кнопки и рычаги управления, пепельницы обычно не наносят серьезных ранений. Однако при ударе о них головой у водителя и пассажира может быть повреждено лицо. По действующим правилам жизнь водителя и пассажиров должна быть сохранена при наезде автомобиля на неподвижное препятствие со скоростью 14 м/с; во время столкновения автомобилей при скорости 19,4 м/с; при боковом ударе со скоростью 9 м/с; во время двух- или трехкратного переворачивания автомобиля с начальной скоростью 14 м/с. Для выполнения указанных требований вокруг человека, сидящего в автомобиле, создают защитную зону, внутрь которой не должны проникать детали автомобиля при авариях. Детали автомобиля, ограничивающие жизненное пространство, должны быть без острых граней и углов, выступающие части (кнопки, выключатели, ручки) должны быть утоплены и покрыты мягкой обивкой.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Рычаги, переключатели и кнопки, расположенные на панели приборов в зоне возможного удара о них водителя и пассажиров и выступающие над поверхностью панели на 3 – 9,5 мм, должны иметь головку площадью не менее 200 мм² с радиусом закругления краев не менее 2,5 мм. Детали, выступающие над панелью более чем на 9,5 мм, должны под действием горизонтального усилия 390 Н, направленного вперед, утапливаться, отсоединяться или обламываться. Большое количество травм и смертельных исходов во время ДТП связано с ветровым стеклом. Стекла должны быть упругими и амортизировать при ударе, чтобы исключить повреждения костей черепа. При разбивании стекол они не должны образовывать осколков с острыми углами и гранями. Которые могут причинить порезы. В настоящее время применяют стекла двух видов: однослойные закаленные и трехслойные (триплекс).

В процессе ДТП должна быть обеспечена сохранность, как самого автомобиля, так и окружающих предметов. При столкновениях и наездах внешнюю пассивную безопасность обеспечивают, прежде всего, бамперы.

Разрабатываемый автомобиль эксплуатируется большей частью по бездорожью, поэтому не все требования к бамперу для него актуальны. Бамперы должны быть прочными и выдерживать столкновения с небольшими деревьями и другими препятствиями встречающиеся вне основных дорог.

К элементам послеаварийной безопасности автомобиля относятся конструктивные мероприятия и дополнительные приборы, предотвращающие возникновение опасных явлений, возникающих в результате ДТП. К элементам послеаварийной безопасности можно отнести и средства оказания пострадавшим медицинской помощи.

Опасными явлениями, которые могут возникнуть в результате ДТП, следует считать пожар, заклинивание дверей, заполнение водой салона автомобиля, если он затонул.

Требования к пожарной безопасности автомобиля и соответствующими элементами его конструкции регламентируются Правилами №34 ЕЭК ООН.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						100
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Правилами предусматриваются требования к прокладке топливопроводов, установки топливного бака, автоматической системы пожаротушения, электропроводки и т.п.

5.1 Правила безопасности при эксплуатации и ремонте

При эксплуатации и ремонте автомобиля следует соблюдать общие правила безопасности, выполнять требования, указанные в руководстве по эксплуатации автомобиля и его агрегатов. Необходимо вовремя и в полном объеме производить техническое обслуживание автомобиля и его агрегатов. При обслуживании автомобиля необходимо:

- Перед началом работы нужно убедиться в исправности автомобиля и его сцепных устройств.
- Обслуживать и ремонтировать автомобиль на горизонтальной площадке. Автомобиль затормозить стояночным тормозом, в коробке передач включить первую передачу, аккумуляторные батареи отсоединить выключателем, подачу топлива отключить (вытянуть рукоятку останова двигателя на себя до отказа и зафиксировать ее, установив между рукояткой и панелью распорку).
- Содержать в чистоте и исправном состоянии двигатель и предпусковой подогреватель, не допускать подтекания топлива и масла: это может послужить причиной пожара. Во время работы подогревателя водитель должен находиться при автомобиле.
- Не прогревать двигатель в закрытых помещениях с плохой вентиляцией.
- Антифризы и тормозные жидкости ядовиты, обращаться с ними нужно осторожно.
- Перед снятием колеса дополнительно положить упоры под колеса другого моста, который не будет подниматься, для предотвращения скатывания автомобиля. Ослабить затяжку гаек крепления колеса, после этого вывешивать колесо домкратом или другим грузоподъемным механизмом.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		101

- Для поднятия домкратом переднего моста головку винта домкрата устанавливать в гнездо хомута крепления рессоры, для поднятия заднего или среднего мостов - под опорный кронштейн рессоры.
- Запрещается снимать колесо с автомобиля, не выпустив предварительно весь воздух из шины.
- Запрещается устанавливать на автомобиль и накачивать вновь собранную с колесом шину при помощи системы накачки шин.
- При опускании запасного колеса не находиться в зоне действия откидного кронштейна держателя.
- Во избежание падения аккумуляторных батарей при их обслуживании на автомобиле выдвигать батареи из контейнера только на откинутую крышку контейнера, убедившись в надежной ее фиксации в горизонтальном положении.
- Проверять состояние изоляции провода от клеммы « + » аккумуляторной батареи к стартеру: повреждение изоляции может привести к пожару.
- При преодолении подъемов заблаговременно выбирать необходимую передачу.
- При перевозке пассажиров зафиксировать замок правой двери кабины поворотом рукоятки замка вниз.
- Сцеплять и расцеплять прицеп (полуприцеп) на ровной горизонтальной площадке.
- Перед расцепкой седельных тягачей катки опорного устройства полуприцепа должны надежно опираться на грунт. При зазорах между катками и грунтом расцепка не допускается.
- При работе с лебедкой не стоять перед перемещаемым грузом, а также вблизи натянутого троса; не допускать перегибов и образования узлов на тросе, что приводит к его повреждению и обрыву. При протягивании троса через дорогу выставлять охрану и поставить знаки, запрещающие проезд.
- Сварочные работы на автомобиле выполнять с соблюдением мер пожарной безопасности. Массовый провод сварочного аппарата присоединять вблизи от места сварки.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						102
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- При установке на автомобиль противоугонного устройства запрещается вынимать ключ из замка зажигания, т. к. это приводит к потере управляемости автомобиля из-за блокировки рулевого вала.
- Проверить, нет ли наружных повреждений. При обнаружении их необходимо устранить.
- Проверить надёжность действия замков дверей.
- Проверить наличие, комплектность, укладку и закрепление принадлежностей в инструментальных ящиках и отдельно размещённых огнетушителей, запасного колеса и др.
- Проверить отсутствие подсосов топлива и жидкости в трубопроводах системы отопления.
- При разгрузке автомобиля водитель должен находиться в кабине, предварительно убедившись в отсутствии людей в зоне разгрузки.

5.2 Правила безопасности при сварочных работах

Электродуговая и контактная сварка не является вредным и опасным для здоровья рабочих процессом, если соблюдаются правила техники безопасности. Выполнение этих правил является первейшей обязанностью каждого рабочего.

Нарушение правил техники безопасности может повлечь за собой: поражение электрическим током, поражение лучами электрической дуги глаз и кожи, отравление вредными газами, ожоги каплями расплавленного металла и шлака. В некоторых случаях пренебрежение правилами техники безопасности может вызвать взрывы и пожары.

Поражение электрическим током может произойти вследствие прикосновения к неизолированным токоведущим частям, находящимся под напряжением. Сопротивление человеческого тела электрическому току зависит от ряда причин. Нетрезвое и нервное состояние, а также мокрая одежда, изношенная обувь, пребывание на сыром полу значительно уменьшают электрическое сопротивление человеческого тела. При сильно пониженном

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		103

электрическом сопротивлении напряжение 24 в может быть опасно для жизни человека.

Во избежание поражения электрическим током необходимо надежно заземлять корпуса сварочного оборудования и рабочий стол сварщика. Токоведущие части следует закрывать и применять сварочные провода с надежной изоляцией. Кожа сварщика защищается спецодеждой от излучений сварочной дуги. Спецодежда сварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть сшиты из брезента или другого плотного материала.

Монтаж электросварочного оборудования, его ремонт и обслуживание должны производиться электромонтерами с соблюдением соответствующих правил. По окончании работы или при временной отлучке сварщик должен отключать от сети сварочную установку.

Работы в закрытых сосудах и других труднодоступных местах электросварщик должен производить с подручным. Электросварщик должен быть обеспечен резиновым ковриком и резиновым шлемом. Напряжение тока для питания местного электрического освещения не должно превышать 12 в.

Лица, допускаемые к электросварочным работам, должны пройти инструктаж по технике безопасности.

В случае поражения электрическим током пострадавшему необходимо оказать первую помощь. Прежде всего, не касаясь пострадавшего, надо выключить электрический ток – выключить рубильник, или вынуть предохранитель или перерубить провод изолированным предметом. При сильном поражении электрическим током пострадавшему необходимо делать искусственное дыхание и вызвать врача.

Электрическая сварочная дуга – сильный источник лучистой энергии. Кроме видимых лучей, она излучает невидимые лучи (инфракрасные и ультрафиолетовые). Видимые световые лучи ослепляюще действуют на глаза. Ультрафиолетовые лучи оказывают еще более вредное влияние на глаза и кожу человека. Даже при кратковременном действии на глаза они вызывают их

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

воспаление; это заболевание, называемое светобоязнью, проходит через 2–3 дня. Длительное действие инфракрасных лучей на глаза может привести к потере зрения.

Для защиты от поражения лучами сварочной дуги во время работы сварщик должен закрывать лицо щитком или шлемом со специальным защитным стеклом марки ТИС (темное изюмское стекло). Эти стекла пяти номеров полностью поглощают невидимые лучи сварочной дуги, поэтому применение других темных стекол запрещается. Номер стекла выбирается в зависимости от силы сварочного тока (при силе тока более 350 *a* – ТИС № 1, самое темное, ТИС № 3 – при силе тока до 100 *a*). Стекла ТИС № 4 и ТИС № 5 применяются для очков подсобных рабочих. Рабочее место сварщика должно помещаться в кабине с дверями, закрытыми брезентовой занавеской, чтобы предотвратить вредное действие лучей сварочной дуги на окружающих. При сварке крупных конструкций или при проведении процесса сварки на открытых площадках места работы сварщиков ограждаются переносными щитами или ширмами.

При электросварке воздух загрязняется вредными примесями, которые могут вызвать поражение легких и отравление организма. К таким примесям относятся окислы меди, цинка, свинца, фтористые соединения, марганцовая пыль и др. Для удаления вредных примесей (газов и пыли) необходимо стационарные рабочие места сварщиков оборудовать местной вытяжной вентиляцией. Все помещения, в которых производится электросварка, должны быть оборудованы общей приточно-вытяжной вентиляцией.

Уборку неиспользованного флюса при автоматической и полуавтоматической сварке следует производить флюсоотсосниками, так как при ручной уборке выделяется большое количество марганцовой пыли.

При проведении сварки внутри сосудов, в отсеках и других замкнутых пространствах необходимо применять инжекторные переносные вентиляторы.

При электросварке имеется опасность ожога брызгами расплавленного металла, нагретым основным и присадочным металлом. Поэтому сварщик должен иметь спецодежду из брезента или другого прочного материала, причем

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

в спецодежде, а также в щитке или шлеме не должно быть дыр. Во избежание возгорания и возникновения пожаров места сварки нельзя загрязнять горючим материалом (щепками, ветошью и т. п.). Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из негорючего материала.

Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

До начала работы электросварщик должен:

– осмотреть и привести в порядок рабочее место, проверить исправность приспособлений и инструмента, убрать все лишние мешающие предметы и легковоспламеняющиеся материалы, если пол скользкий, вытереть его;

– проверить исправность электрододержателя и наличие на сварочном посту приспособления (штатива и т. п.) для укладки электрододержателя при кратковременных перерывах в работе;

– проверить на сварочном посту электропроводку (надежность крепления проводов к электрододержателю и источнику питания, наличие и исправность заземления электрических машин и трансформаторов, ненарушенность изоляции проводов); на передвижной сварочной установке обратный провод должен быть изолированным так же, как провод, присоединенный к электрододержателю; это требование не распространяется на те случаи, когда само свариваемое изделие является обратным проводом;

– внимательно проследить, чтобы заземление корпуса одного агрегата не служило для заземления другого; заземляющий провод от каждого агрегата необходимо присоединить параллельно к общему заземлению;

– подключить к сети электросварочные агрегаты, осцилляторы и т. п., а также наблюдать за их исправным состоянием в процессе эксплуатации при

наличии удостоверения о допуске к обслуживанию электротехнических установок; как правило, эти операции осуществляет обученный электромонтер;

- проверить герметичность присоединения газовых шлангов к горелке и редукторам и исправность горелки, редукторов и шлангов при сварке в защитных газах; производить ремонт горелок и газовой аппаратуры на рабочем месте электросварщикам запрещается; неисправная аппаратура должна быть сдана в мастерскую для ремонта;

- при включении автомата или полуавтомата сначала включить рубильник питающей сети, а затем сварочный аппарат; при отключении указанные операции нужно проделать в обратном порядке;

- не располагать сварочные передвижные машины в загроможденных местах; машины должны быть установлены так, чтобы можно было подойти к ним;

- прочно уложить и закрепить изделия и детали, подлежащие сварке;

- сваривать сосуды (цистерны, баки и т. п.), в которых находились горючие жидкости (бензин, керосин, мазут, масло и т. п.), а также кислоты, только по указанию мастера, который после проверки проведенных работ по их очистке и промывке получит разрешение газоспасательной службы на право производства сварки;

- перед работой на высоте с лесов проверить их исправность и прочность; необходимо следить за тем, чтобы грузоподъемность лесов соответствовала условиям выполняемой работы и имела обозначение допустимой нагрузки; настил лесов должен быть плотным и закрепленным, а сами леса следует оборудовать закрепленными изнутри поручнями и бортовыми досками;

- проверить наличие и исправность защитных кожухов на рубильниках и предохранителях; рубильник следует включать и выключать быстро;

- при выявлении недостатков в организации рабочего места, неисправности оборудования, применяемого инструмента, защитных средств, средств пожаротушения сообщить руководителю работ и до устранения недостатков и неисправностей к работе не приступать.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Во время работы электросварщик должен:

- быть внимательным, не отвлекаться сам и не отвлекать других;
- не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе; не производить сварочные работы вне рабочего места без разрешения мастера;
- ограждать места электросварки передвижными щитами, если работа выполняется вне кабины; начиная сварку, предупреждать находящихся вблизи рабочих возгласами «дуга», «свет» и т. п.;
- следить, чтобы руки, обувь и одежда были всегда сухими – это уменьшит вероятность электротравмы;
- для защиты глаз и лица обязательно пользоваться наголовным или ручным щитком со специально подобранными для данного вида сварки и силы тока защитными стеклами, не смотреть самому и не разрешать другим смотреть на дугу незащищенными глазами, а также через очки или защитные стекла без щитка;
- не выполнять сварочные работы вблизи (менее 15 м) легковоспламеняющихся жидкостей, горючих и огнеопасных материалов;
- не прокладывать сварочный кабель совместно со шлангами и трубопроводами, находящимися под давлением, а также вблизи баллонов, ацетиленовых генераторов, шлангов газосварщиков и газорезчиков;
- следить, чтобы провода электросварочных аппаратов были надежно изолированы и защищены от механических повреждений и высоких температур;
- следить за тем, чтобы напряжение к свариваемому изделию не подавалось через систему последовательных соединений металлических листов, труб и т. п.; не сваривать металл на весу;
- обязательно отключать осциллятор при перерывах в работе;
- не отсоединять сварочный провод рывком, не подходя к источнику питания;
- не работать у неогражденных или открытых люков, проемов, колодцев и т. п.;

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						108
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

– не снимать без разрешения мастера ограждения и крышки люков, проемов, колодцев и т. п., даже если они мешают работе; если ограждения или крышки были сняты во время работы, по окончании работы поставить их на место;

– не работать на неисправном сварочном оборудовании; о замеченных неисправностях на рабочем месте и в оборудовании сообщить мастеру и без его указания к работе не приступать;

– не касаться частей механизмов, находящихся в движении, деталей электрооборудования, электроприводов и электроприборов;

– следить за тем, чтобы детали электрооборудования, к которым прикасаются во время работы, были изготовлены из диэлектрического материала, а места паяных и сварных соединений проводов были тщательно изолированы;

– выполнять только ту работу, которая поручена мастером и по которой дан инструктаж; выключить автомат, если головка автомата «бьет» током, и немедленно доложить мастеру об этом;

– при автоматической или полуавтоматической сварке в защитных газах и под флюсом применять катушки (кассеты) с проволокой, обеспечивающие свободный ход проволоки усилием подающего механизма;

– в случае необходимости отделения катушки (кассеты) с проволокой (замена горелки, подающих роликов, марки проволоки, образование сгибов у подающих роликов и т. п.) от подающего механизма необходимо выключать оборудование и затем кусачками или пассатижами откусить проволоку у входа в направляющий канал Подающего механизма или у входа в очистное устройство при его наличии, придерживая при этом одной рукой проволоку со стороны катушки (кассеты), и затем закрепить ее в отверстии на катушке (кассете); оставшуюся проволоку в шланговом канале горелки, подающем механизме и очистном устройстве удалить в обратном порядке, предварительно откусить кусачками или пассатижами с конца проволоки у мундштука каплю застывшего металла или заусенцы, затем аккуратно смотать проволоку в моток, связать концом последнего витка этой проволоки и убрать в тару

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						109
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

металлоотходов; следить за тем, чтобы кусачки и пассатижи были исправными: на рукоятках не должно быть зазубрин; губки кусачек должны быть острыми без щербин и сколов; не удалять оставшуюся проволоку руками; помнить, что при работе в особо опасных помещениях и внутри металлических резервуаров сварочная установка должна иметь электрическую блокировку, обеспечивающую автоматическое включение сварочной цепи при соприкосновении электрода с изделием и автоматическое отключение сварочной цепи при холостом ходе;

– зачистку швов от брызг металла и шлака, уборку флюса со шва производить в защитных очках и рукавицах;

– при сварке под флюсом для устранения проникновения лучей электрической дуги увеличить подачу флюса до устранения указанного явления или подсыпать флюс вручную;

– следить за уровнем флюса в бункере и своевременно его пополнять;

в случае получения травмы немедленно прекратить работу, обратиться в медпункт и одновременно сообщить об этом мастеру, а при его отсутствии – товарищу по работе, который должен немедленно дать знать о случившемся мастеру;

– при тяжелом несчастном случае с Вашим товарищем, немедленно вызвать скорую помощь, а до прибытия врача оказать пострадавшему первую доврачебную помощь; временные электросварочные работы производить только по указанию мастера при наличии письменного разрешения начальника цеха, согласованного с пожарной охраной завода, а в отдельных случаях (сварка в колодцах, тоннелях, резервуарах из-под горючего) с газоспасательной станцией завода.

По окончании работы электросварщик должен:

– отключить источник питания от электросети и отсоединить провод с электрододержателем, свернуть сварочные кабели в бухты и положить возле сварочного агрегата; при работе на постоянном токе сначала отключить цепь постоянного тока, а затем переменного;

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

– после окончания сварочных работ в защитных газах закрыть вентиль на баллонах и магистралях, выпустить газ из коммуникаций и освободить зажимные пружины редукторов, снять шланги и сдать вместе с горелками в кладовую;

– выключить местную вентиляцию;

обследовать все места, куда могли долететь искры и расплавленные брызги металла и вызвать загорание; убедиться, что после работы не осталось тлеющих предметов (ветоши, дерева и т. п.);

– в случае возникновения пожара сообщить в пожарную охрану завода и до прибытия машины приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения на данном участке;

– убрать инструмент и приспособления в специально отведенное для этого место;

– убрать с рабочего места посторонние предметы, собрать огарки электродов и сложить их в специальную тару, остатки электродов вместе с ярлыком сдать в электродную кладовую;

– сдать мастеру или сменщику рабочее место в полном порядке и сообщить ему о всех замечаниях и неполадках, имевших место во время работы;

– снять рабочую одежду и сдать ее в гардеробную или убрать в шкафчик; вымыть лицо и руки.

Вывод по разделу пять

На основании анализа нормативных данных определены основные понятия и определения по безопасности на транспорте. А также определены требования при работе с электросварочным оборудованием.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						111
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

Гражданская оборона – система мероприятий по подготовке и защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от разного рода опасностей.

При разработке и проектировании бортового автомобиля «Урал» в современных условиях большое внимание уделяется вопросу использования их в составе подразделения гражданской обороны (ГО). Данный автомобиль, как правило, может быть использован для перевозки навалочных грузов при ликвидации последствий различных техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это ситуация, явление, событие или процессы, характеризующиеся внезапными и значительными отклонениями от нормальных условий жизнедеятельности и сопровождающиеся отрицательными социальными, экономическими, экологическими последствиями.

ЧС делятся на ситуации невоенного и военного характера. ЧС невоенного характера подразделяют:

- по сфере возникновения;
- по ведомственной принадлежности;
- по масштабам последствий.

Виды ЧС:

– невоенного характера по сфере возникновения:

- а) техногенные (производственные аварии);
- б) природные (стихийные бедствия);
- в) экологические (экологические бедствия).

– по ведомственной принадлежности:

- а) в промышленности;
- б) в строительстве;
- в) в жилищной и коммунальной сфере;

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		112

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.

ЧС военного характера подразделяют по виду применения оружия:

а) массового поражения (ядерное, химическое, бактериологическое оружие);

б) обычного поражения.

В случае возникновения ЧС возможен выход из строя электростанций, линий электропередач, железнодорожных магистралей, что скажется на пропускной способности автомагистралей. Поэтому автомобиль может оказаться единственным видом транспорта, который будет способен доставить груз к местам назначения. Особенно это касается автомобилей высокой грузоподъёмности и проходимости.

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.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		113

Вывод по разделу шесть

Таким образом, модернизируемый автомобиль «Урал», при необходимости, может быть использован для ликвидации последствий любого из вышеперечисленных видов чрезвычайных ситуаций.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						114
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие методов инженерно-технического анализа и расчета сложных конструкторских форм является одним из перспективных направлений развития современного предприятия машиностроения.

В ходе дипломного проектирования был проведен анализ существующих конструктивных исполнений разрабатываемых элементов платформы, а также их конструктивных особенностей.

Объемное моделирование разрабатываемого изделия позволило провести структурный анализ основания платформы при помощи современного программного обеспечения конечно-элементного анализа. Расчеты показали, что разрабатываемая конструкция действительно может быть размещена в заданном компоновочном пространстве. При этом прочность конструкции достаточна для эксплуатации автомобиля в V категории условий эксплуатации.

Экономический анализ показал, что чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета и составил 0,9 года.

На основании вышеизложенного можно заключить, что предлагаемая модернизация конструкции основания платформы является технически и экономически обоснованной.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		115

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биргер, И.А. Расчет на прочность деталей машин. Справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.
2. Гаспарянц, Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля / Г.А. Гаспарянц. – М.: Машиностроение, 1984. – 351 с.
3. Гельфгат, Д.Б. Рамы грузовых автомобилей / Д.Б. Гельфгат, В.А. Ошноков. – М.: Машгиз, 1959. – 231 с.
4. Гольд, Б.В. Проектирование автомобилей / Б.В. Гольд. – М.: Машиностроение, 1979. – 356 с.
5. Горожанинов, Ю.И. Ресурс и надежность несущих конструкций автомобилей сверхвысокой проходимости / Ю.И. Горожанинов. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – 146 с.
6. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высшая школа, 1984. – 416 с.
7. Журавлев, В.Н. Машиностроительные стали. Справочник / В.Н. Журавлев, О.И. Николаева. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с.
8. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
9. Лукинский, В.С. Долговечность деталей шасси автомобиля / В.С. Лукинский, Ю.Г. Котиков, Е.И. Зайцев. – Л.: Машиностроение, 1984. – 231 с.
10. Манин, А.В. Завод у подножия Ильмен / А.В. Манин. – Миасс: Уральский автомобильный завод, 1991. – 623 с.
11. Павловский, Я. Автомобильные кузова / Я. Павловский пер. с польск. – М.: Машиностроение, 1977. – 544 с.
12. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. – Киев: Изд-во Наукова думка, 1975. – 704 с.
13. Платонов, В.Ф. Полноприводные автомобили / В.Ф. Платонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		116

14. Проскуряков, В.Б. Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин / В.Б. Проскуряков. – Л.: Машиностроение, 1972. – 232 с.
15. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. М., Наука, 1974. – 560 с.
16. Хейфец, А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD: опыт преподавания и широта взгляда / А.Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 427 с.
17. Чекмарёв, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарёв, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2000. – 352 с.
18. Яценко, Н.Н. Колебания, прочность и форсированные испытания грузовых автомобилей / Н.Н. Яценко. – М.: Машиностроение, 1972. – 372 с.
19. Динамика системы дорога – шина – автомобиль – водитель / под ред. А.А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
20. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости. Расчет агрегатов и систем / под ред. Н.Ф. Бочарова, Л.Ф. Жеглова. – М., Машиностроение, 1994. – 404 с.
21. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
22. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. В.И. Анурьева. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.2. – 920 с.
23. 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.
24. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей: Сб. стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
25. 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.

					23.05.01.2019.542 ПЗ	<i>Лист</i>
						117
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		