Содержание

Введение 7
1 Патентные исследования в области независимых подвесок 8
1.1 Описание объекта 8
1.2 Формирование программы исследований 11
1.2.1 Формулировка целей исследования 11
1.2.2 Определение стран проверки 11
1.2.3 Выявление технических решений, используемых в объекте 11
1.2.4 Определение рубрик мпк и индексов удк итр 11
1.2.5 Установление глубины поиска 12
1.2.6 Определение источников информации 12
1.3 Патентный поиск 12
1.3.1 Выбор патентно-технической документации, имеющей отношение к итр 12
1.4 Выводы 15
2 Конструкторская часть 17
2.1 Расчет передней подвески .**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
2.1.1 Анализ сил, действующих от статической нагрузки ..... **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
2.2 Расчет адаптивного амортизатора ..... **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
2.2.1 Расчет количества жидкости в гидропневматическом элементе**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
2.3 Разработка 3 д модели подвески 24
2.4 Выводы 39
3 Разработка технологического процесса изготовления ступицы 41
3.1 Анализ объекта разработки, постановка задачи проектирования 41
3.1.1 Служебное назначение детали 41
3.1.2 Технические требования на изготовление детали 43
3.1.3 Техническая характеристика материала 44

3.2 Разработка технологического процесса механической обработки детали 47
3.2.1 Анализ технологичности конструкции детали**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.2 Технологичность с учетом термообработки**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.3 Определение типа производства ..... **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.4 Выбор способа получения заготовки ..... **ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.5 Разработка маршрутного технологического процесса изготовления поворотного кулака .....**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.6 Обоснование выбора технологического оборудования и оснащенности .....**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.7 Выбор режущего и измерительного инструмента**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.8 Расчет режимов резания..**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.2.9 Нормирование операций механической обработки**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
3.3 Выводы 61
4 Влияние разработанной подвески на окружающую среду и безопасность жизнедеятельности 62
4.1 Составляющие безопасности транспортных средств**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
4.2 Выводы .....**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
5 Инструкция по эксплуатации подвески 81
5.1 Выводы .....**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**
Заключение 92
Список литературы 93
Приложение А (рекомендуемое) Патенты
Приложение Б (обязательное) Спецификации

Приложение В (обязательное) Маршрутные и операционные карты

Приложение Г (обязательное) Графическая часть дипломного проекта

Введение

Задача повышения проходимости автомобиля УАЗ может быть решена с использованием быстросъемного гусеничного модуля, на который автомобиль заезжает без снятия своих штатных колес.

Особенностью разработки будет обеспечение быстросъемности и сохранения возможности использования колесного движителя.

Цель дипломного проекта: проведение конструкторских мероприятий по разработке и адаптации колесного модуля к автомобилю УАЗ Патриот.

Задачи проекта:

1. Патентный поиск по конструкциям колесно-гусеничных модулей.
2. Разработка компоновочной схемы конструкции.
3. Расчет параметров модуля.
4. Создание 3Д модели конструкции.
5. Расчет на прочность деталей и узлов.
6. Разработка сборочных и деталировочных чертежей.
7. Разработка технологического процесса изготовления детали.
8. Разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности.
9. Разработка инструкции по эксплуатации.
10. Разработка экономического обоснования.

1 Патентные исследования в области независимых подвесок

1.1 Описание объекта

Гусеничные движители развивались более медленными темпами. Но благодаря тому, что гусеницы имеют большую площадь контакта с грунтом и способны развивать высокую силу тяги, трактора с таким двигателем издавна стали применяться как база тяговых или погрузочных машин для работы на снегу, влажных почвах, в частности, с низкой несущей способностью [31]. Традиционно гусеничные движители обычно используются на территории бывшего Советского Союза, в США, а затем – в Канаде, Новой Зеландии, Австралии и Великобритании. Это были лесохозяйственные тракторы или специальные машины на базе экскаваторов [6].

Гусеничный движитель – движитель самоходных машин, в котором тяговое усилие создаётся за счёт перематывания гусеничных лент, состоящих из отдельных звеньев – траков. Гусеничный движитель обеспечивает повышенную проходимость [29]. Большая площадь соприкосновения гусениц с почвой позволяет обеспечить низкое давление – 31–122 кН/м², то есть меньше давления ноги человека. Тем самым гусеничный движитель предохраняется от глубокого погружения в грунт.

Основная часть гусеничного движителя – это гусеничная лента [1]:

Гусеничная лента (гусеница) – замкнутая сплошная лента или цепь из шарнирно – соединённых звеньев (траков), применяемая в гусеничном движителе. На внутренней поверхности гусеницы имеются впадины или выступы, с которыми взаимодействуют ведущие колёса машины. Внешняя поверхность гусеницы снабжена выступами (грунтозацепами), которые обеспечивают сцепление с грунтом. Для увеличения сцепления гусеницы на грунтах с низкой несущей способностью используются съёмные шпоры. Гусеницы могут быть металлическими, резино – металлическими и резиновыми. Наибольшее распространение получили металлические гусеницы с разборными или неразборными звеньями [33].

Первым автомобилем – вездеходом может считаться Руссобалт – Кегресс. В 1909 году, А. А. Кегресс сконструировал и испытал первый прототип автомобиля повышенной проходимости совершенно нового типа, не имеющего аналогов в мире, предназначенный для езды по снегу. При стандартных колесах передней управляемой оси, поставленных на широкие лыжи, колеса задней ведущей оси были заменены гусеничным движителем оригинальной конструкции, представляющей собой ленту из верблюжьей шкуры, натянутую на специальные барабаны. В 1911 году Кенресс сделал движитель на основе резиновой ленты, выпуск которой освоил петербургский завод «Треугольник», и испытал его на машинах Мерседес и «Руссо – Балт» [17].

Некоторые типы гусеницы

По материалу изготовления:

– металлическая.

– резино – металлическая.

– резиновые.

По типу используемого шарнира:

– с параллельным шарниром.

– с последовательным шарниром.

По типу смазки шарнира:

– сухая (или с открытым металлическим шарниром). Достоинствами конструкции является простота и надёжность в эксплуатации. Необходимый ресурс обеспечивается высокими механическими свойствами деталей шарнира.

– закрытая. Оригинальное уплотнение в шарнире «звено – втулка» обеспечивает сохранность смазки между трущимися поверхностями пальца и втулки в течение всего срока службы гусеницы.

– с жидкой смазкой. Оригинальное уплотнение из армированного полиуретана и резины обеспечивает полную герметичность шарнира, чем достигается наибольший срок службы гусеницы [25].

– с резино – металлическим шарниром. Между пальцем шарнира и траком используется резиновая втулка, изгиб гусеницы в местах сочленения траков происходит за счёт смещения слоев резины, благодаря чему исключается трение сталь по стали и значительно повышается ресурс пальцев и траков гусеницы.

– с игольчато – подшипниковым шарниром. В качестве втулки используется игольчатый подшипник. Ресурс гусеницы возрастает, но значительно усложнена её конструкция.

По типу траков [25]:

– литые,

– штампованные,

– сварные.

Недостатками гусеничного движителя являются:

– быстрый износ трущихся деталей (проушины, пальцы);

– поломки траков при неравномерной нагрузке;

– попадания снега и камней между гусеницами и катками.

Устройство гусеничного движителя:

Классификация машин данной группы:

С поддерживающими катками, задним ведущим колесом и свободными ленивцами.

Без поддерживающих катков с задним расположением ведущих колёс.

С поддерживающими катками, передними ведущим колесом и несущим ленивцем.

Без поддерживающих катков с передним ведущим колесом.

Анализ конструктивных особенностей и технических характеристик отечественной и зарубежной машин данной группы [25]:

Гусеничные движители отечественных и зарубежных производителей в виду простого принципа работы не имеют существенных отличий в конструкции, различия наблюдаются лишь в изменении формы треков, зубьев ведущих колес и небольших доработках.

1.2 Формирование программы исследований

1.2.1 Формулировка целей исследования

Целью исследования достигнутого уровня развития вида техники является повышение проходимости автомобиля путем создания колесно-гусеничной системы.

1.2.2 Определение стран проверки

Странами проверки выбираем Россию, Великобританию, США.

1.2.3 Выявление технических решений, используемых в объекте

В исследуемой системе выделяем следующие виды технических решений:

– устройство в целом (общая компоновка, принципиальные схемы и другие конструктивные признаки объекта, его узлов, деталей и элементов);

– принцип работы устройства;

– материалы, используемые для изготовления отдельных элементов устройства;

– технология изготовления устройства;

– области возможного применения.

Все перечисленные виды технических решений включаем в патентный поиск.

1.2.4 Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР

Для определения рубрики МПК используем ключевые слова «Движители».

По алфавитно – предметному указателю редакции 2017 года находим: *B*60*F* 3/00.

Раздел В – различные технологические процессы, транспортирование;

В 60 *F* – Транспортные средства, приспособленные для передвижения как по рельсам, так и дорогам; транспортные средства, передвигающиеся по поверхности различных сред или в них;

*B*60*F* 3/00 – Колесно-гусеничные системы передвижения.

Индекс УДК определяем по указателю к УДК: 629.113 – автомобильное оборудование и системы.

1.2.5 Установление глубины поиска

Наиболее прогрессивные технические решения в автомобиле повышенной проходимости сделаны в течение последних 10-30 лет. В этих пределах устанавливаем глубину поиска.

1.2.6 Определение источников информации

В качестве источников информации принимаем реферативный сборник «Изобретения стран мира», описания к авторским свидетельствам и патентам.

Сведения по разделу 1.3 заносим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Регламент поиска

Предмет поиска ИТР	Страна поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска, лет	Источники информации
Колесно-гусеничные системы	Россия, Великобритания, США.	МПК *B*60 *G* 61/12.УДК 629.113	30 лет (1985-2017)	Реферативный сборник «Изобретения стран мира», описания к авторским свидетельствам и патентам

1.3 Патентный поиск

1.3.1 Выбор патентно-технической документации, имеющей отношение к ИТР

Поиск проводим по источникам в соответствии с регламентом поиска. Выбираем такие документы, по названиям которых можно предположить, что они имеют отношение к ИТР. По этим документам знакомимся с рефератами, аннотациями, формулами изобретения, чертежами. Сведения о технических решениях, имеющих отношение к ИТР, заносим в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Патентная документация, отобранная для анализа

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, заявитель, дата публикации, название	Сущность технического решения и цель его создания
1	2	3	4
Устройство доля повышения проходимости	Россия, патент № 2 159 193, *B*60*F* 3/00	Верный Л.И., Верный А.Л., Кажан В.Г.08.12.2011, Устройство для Повышения проходимости Автомобиля	Устройство для повышения проходимости автомобиля имеет приводное и неприводное съемные опорные приспособления, соединенные с элементами автомобиля. Приводное опорное приспособление содержит устанавливаемую шарнирно на ведущей оси автомобиля тележку с опорными катками и эластичную ленту. Лента охватывает опорные катки и ведущее колесо. Вместо тележки с опорными катками и эластичной ленты приводное приспособление может содержать барабан или звездочку. Неприводное опорное приспособление включает в себя лыжу с опорой для неприводного колеса и с элементами фиксации относительно него. Передний опорный каток может быть шарнирно связан с рычагами. Один из рычагов может быть шарнирно соединен с кузовом или рамой автомобиля. Другой рычаг может шарнирно

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4
			соединяться с тележкой. Тележку целесообразно снабжать дополнительными опорными катками, жестко связанными с вышеупомянутыми соответствующими передним и задним опорными катками.
Устройство доля повышения проходимости	Россия, патент № 2 331 539,, *B*60*F* 3/00	Мамонов Александр Сергеевич (*RU*), Пушкарев Сергей Леонидович (*RU*), 24.12.2014, Съемный гусеничный блок транспортного средства,.	Съемный гусеничный блок колесного транспортного средства выполнен с возможностью его монтажа на правой или левой ступице или ином элементе крепления колеса транспортного средства без дополнительной переналадки и переделки. Блок включает гусеницу, охватывающую закрепленные на каркасе опорные катки, натяжной и/или поддерживающий ролики и приводные зубчатые или цевочные элементы, размещенные симметрично продольной оси симметрии гусеницы и закрепленные на концах вращающегося в подшипниках приводного вала. Каждый приводной зубчатый или цевочный элемент выполнен в виде фланца, на котором закреплен диск, снабженный сменным зубчатым венцом и зубьями или цевками, взаимодействующими с гусеницей. При этом в каждом диске выполнены отверстия, взаимодействующие со шпильками, или болтами, или иным элементом крепления колеса транспортного средства. Технический результат: создание универсальной конструкции съемного гусеничного блока, пригодной для ее монтажа на правую или левую стороны транспортного средства.
Устройство доля	Россия, патент № 2 341 402,	Дубичев Владимир Петрович	Быстросъемная гусеничная приставка к автомобилю с приводом на передние колеса, состоящая из рамы с

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4
повышения проходимости	*B*60*F* 3/00	(*RU*), 07.10.2014, Быстросъемная гусеничная приставка к автомобилю с приводом на передние колеса	расположенными на ней в два ряда опорными катками, направляющими колесами, гусеницами и механизмами натяжения гусениц, автомобиль может устанавливаться передними колесами на гусеницы приставки так, чтобы колеса располагались приблизительно над опорными катками.
Устройство доля повышения проходимости	Россия, патент № 2 474 510, *B*60*F* 3/00	Шабанов Дмитрий Владимирович (*RU*) 04.06.2014, Способ повышения проходимости автомобиля и устройство для его осуществления	Изобретение относится к области транспортного машиностроения, в частности к способу повышения проходимости автомобиля. Способ повышения проходимости заключается в том, что в автомобиле на колеса попарно левое переднее - левое заднее и правое переднее - правое заднее одевают гусеницы. Ведущая и ведомая ветви гусениц располагаются ниже оси вращения колес. Между колесами передними и задними располагаются каретки с роликами. Между каретками встроено распорное устройство, состоящее из двух амортизаторов и устройства для натяжения гусеницы. С помощью распорного устройства создают натяг гусеницам. Гусеничные движители приводят в движение колесами автомобиля, при этом сами гусеницы работают по типу ременной передачи.

1.4 Выводы

В ходе анализа патентной информации были выделены следующие недостатки рассматриваемых патентов:

2159193: Сложность установки, необходимость демонтажа колеса автомобиля для установки.

2331539: Необходимость использования дополнительных тяговых звездочек, не универсальность.

2341402: Тормозная система автомобиля должна обеспечивать возможность раздельного торможения левым и правым передним колесом.

2474510: сложность осуществления поворота автомобиля.

Таким образом необходимо спроектировать легкосъемный модуль, обеспечивающий высокую надежность и проходимость.

2 Конструкторская часть

2.1 Расчет сил и напряжений, действующих в пальцах

Исходными данными для расчета являются вес Gт (2070000 Н) автомобиля и ширина $b_г$ гусеницы. Расчетное усилие, растягивающее пальцы гусениц, ограничивается предельной силой по сцеплению забегающей гусеницы с опорной поверхностью при повороте автомобиля на уклоне крутизной a = 30° в сторону подъема.

Диаметр пальца из условия обеспечения требуемой износостойкости [26]:

$$d = \frac{2P}{[p]b_Г}, \tag{2.1}$$

где $[p]$ = 10 МПа – допускаемое давление (параметр износостойкости).

d = 2·52000/(10·1000000·0,47) = 0,022 (м);

d = 22 мм.

Число проушин охватываемой стороны звена цепи определяют из условия ограничения напряжений среза в пальце [17]:

$$n = \frac{2P}{\pi d^2 [\tau]_{ср}}, \tag{2.2}$$

где $[\tau]$ср = 40 МПа – допускаемое напряжение среза.

n = 104000/(3,14· (0,022)² ·40·1000000) = 1,7;

n = 2.

Для обеспечения равной прочности и износостойкости звенья охватываемой стороны должны быть одинаковой ширины [24]:

$$b_i = b_Г/(2n). \tag{2.3}$$

Радиус проушины определяют исходя из расчета ее на разрыв:

$$R = \frac{P}{b_Г[\sigma]_Р} + 0{,}5d, \tag{2.4}$$

где $[\sigma]p$ = 30 МПа – допускаемое напряжение растяжения.

R = 52000/(30·1000000·0,47)+0,5·0,022 = 0,0256 (м);

R = 0,026 м.

Силу, нагружающую проушины звеньев, находят из выражений [29]:

$$P_1 + P_2 + ... + P_n = P;$$
$$P_1 : P_2 : P_3 : ... : P_n = \frac{1}{1{,}5b_1 + S} : \frac{1}{1{,}5b_2 + S} : ... : \frac{1}{1{,}5b_n + S}; \quad (2.5)$$

где $P_1 \ldots P_n$ – сила, нагружающая звенья гусеницы шириной соответственно $b_1 \ldots b_n$; $P_1' \ldots P_n'$ – сила, нагружающая проушины охватывающей стороны звена цепи шириной соответственно $b_1' \ldots b_n'$.

Соотношения получены при условии, что распределение усилия P, приложенного к гусенице, между проушинами прямо пропорционально изгибной жесткости пальца в точках фактического приложения сил в проушинах.

Поверочный расчет проушин выполняют для наиболее нагруженной проушины. Напряжение растяжения в проушинах определяют из выражений [14]:

$$\sigma_P = \frac{P_i}{(2R - d)b_i} \le [\sigma]_P; \qquad \sigma_P' = \frac{P_i'}{(2R - d)b_i'} \le [\sigma]_P \quad (2.6)$$

$\sigma_р$ = 22750/((2·0,026-0,022)·0,11) = 6893939 (Па) < [σ]р;

Давление в проушинах:

$$p_i = P_i / (b_i d) \le [p]; \qquad p_i' = P_i' / (b_i' d) \le [p]. \quad (2.7)$$

p = 22750/(0,11·0,022) = 9400826 (Па) < [p];

Поверочный расчет пальца на срез:

$$\tau_{ср} = k\frac{4P_i}{2\pi d^2} = 0{,}85\frac{P_i}{d^2} \le [\tau]_{ср}; \quad \tau_{ср}' = 0{,}85\frac{P_i'}{d^2} \le [\tau]_{ср}, \quad (2.8)$$

где k = 4/3 – коэффициент, учитывающий сложнонапряженное состояние пальца при совместном действии напряжений изгиба и среза.

$\tau_{ср}$ = 0,85·22750/(0,022)² = 39953512 (Па) < [τ]ср.

2.2 Материал баллонов

Корпусная часть выполнена из полимерного материала, имеющего модуль Юнга больше 10000 *psi* (68,94 МПа). Приводные бобышки и грунтозацепы выполнены из того же полимерного материала, что и корпусная часть [10].

Основными свойствами полимерных материалов являются: прочность, долговечность, устойчивость к негативным внешним факторам и др. Однако для того чтобы придать тому или иному материалу определенные потребительские свойства, необходимо модифицировать полимеры. Модификация заключается в добавлении того или иного вещества и позволяет изменять физико-механические, оптические, теплофизические и иные характеристики полимерных материалов. Благодаря этим включениям, из одного полимера можно получить множество изделий с различными качествами. Одним из важнейших свойств полимерных материалов является их прочность, независимость от воздействия температур и солнечного света. Именно эти качества определяют длительный срок эксплуатации и, как правило, они важны для тех материалов, которые используются при фасадных и кровельных работах. Для получения этих свойств в готовом полимерном материале используются термостабилизаторы, антиоксиданты и светостабилизаторы (поглотители УФ – излучения, реагенты переноса энергии) [25].

Для существенного изменения физико-механических свойств полимеров используются композиционные материалы. Для придания прочности, жесткости и уменьшения усадки изделия используются, например, наполненные композиции (мел, асбест, слюда и др.).

Наиболее пожароопасные изделия и их элементы, такие как: кабельная изоляция, детали бытовой техники, некоторые строительные материалы требуют включения трудногорючих композиций (антипирены, гидроксид магния). Благодаря ним, полимерные материалы обладают хорошей огнестойкостью.

Для того чтобы изделия из полимеров могли сохранять свою функциональность и эксплуатироваться при низких температурах (-60°*C*), необходимо добавление морозостойких композиций. Особенно широко они используются при изготовлении труб, деталей автомобилей [6].

Кроме физико-механических свойств полимерных материалов, можно использовать различные добавки, влияющие на внешний вид готового изделия. В частности, для увеличения степени прозрачности используются нуклеаторы, позволяющие изготавливать продукцию, обладающую минимальной мутностью. Особенно важно это для упаковочного материала и различных пленок.

Кроме прозрачности, очень часто необходимо добиться блеска изделия и глянца. В таких случаях используются скользящие добавки, например, эрукамид. Снижение степени усадки можно добиться несколькими способами: при использовании минерального наполнителя, добавления нуклеатора, подвспенивания и др.

Для изготовления оболочки баллонов выбран Бутадиевый каучук так как, он отвечает всем прочностным и температурным свойтвам.

Бутадиеновые каучуки (дивиниловые каучуки, полибутадиены, СКД, СКДЛ, америпол, буден, буна СВ, диен, интен, карифлекс *BR*, коперфлекс, нипол *BR*, солпрен, эуропренцис и др.), полимеры 1,3-бутадиена. наиб. значение имеют стереорегулярные Б. к., синтезируемые в р-ре в присут. катализаторов Циглера – Натты (комплексов соединений переходных металлов, гл. обр. *Co, Ni, Ti*, с алюминий-орг. соединениями) или литийорг. катализаторов. В относительно небольших масштабах вырабатывают Б. к., получаемые в р-ре в присутствия алфиновых катализаторов, напр. комплексов аллилнатрия, изопропилата натрия и *Nad*, а также каучуки, синтезируемые в эмульсии или массе. К последним относится натрий-бутадиеновый каучук СКВ - первый в мире пром. СК, производство которого по способу С.В. Лебедева было организовано в СССР в 1932 (мономер – бутадиен, синтезированный из этанола, катализатор-металлич. *Na*). В современной резиновой промышленности этот каучук утрачивает свое значение (гл. обр. из-за несовершенства технологии его производства) и заменяется каучуком СКДСР, получаемым полимеризацией мономера в размере в присутствии литийорганического катализатора и донора электронов. Особая группа Б. к. – жидкие олигомеры.

Структура макромолекул. Свойства каучуков. Звенья бутадиена в макромолекуле Б. к. могут иметь конфигурацию 1,4-цис (ф-ла *I*), 1,*4-транс* (*II*) и 1,2 (*III*). Соотношение этих звеньев определяется природой катализатора и условиями полимеризации (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Структура макромалекул бутадиевых

Катализатор поляризации	Содержание звеньев,%		
	1,4-цис	1,4-транс	1,2
Полимеризация в растворе			
комплексный			
кобальтовый	93-98	1-4	1-4
никелевый	93-98	1-4	1-4
титановый	87-95	2-8	2-5
литийорганический	30-50	45-55	10-15
Тоже+донор электронов	5-10	10-15	75-85
алфиновый	0-10	55-75	20-30
Полимеризация в массе			
Металич. *NA*	10-15	15-25	65-70
Металич.*Li*	30-35	45-55	15-20
Полимеризация в эмульсии			
Свободнорадиальный инициатор	10-20	60-75	15-25

Среднечисловая мол. масса $\bar{M}_n$ стереорегулярных Б. к. составляет 100-250 тыс.. эмульсионных - 40-100 тыс. Индекс полидисперсности $\bar{M}_w/\bar{M}_n$ ($\bar{M}_w$– среднемассовая мол. масса) существенно зависит от типа катализатора и условий полимеризации. Так, для Б. к., получаемых с применением литийорганических катализаторов, он составляет 1,1-2,0, титановых - 1,5-5,0, никелевых и кобальтовых – 2,0-8,0. наиб. полидисперсны Б. к., синтезируемые в массе или эмульсии ($\bar{M}_w/\bar{M}_n >$ 10). Макромолекулы этих каучуков характеризуются и наиб. разветвленностью. Наименее разветвлены макромолекулы Б. к., получаемых на литийорг. катализаторах. Следствие малой разветвленности и узкого ММР – неудовлетворительные

технологические свойства таких каучуков. Улучшение этих свойств достигается искусственным повышением разветвленности макромолекул (напр., благодаря использованию при полимеризации небольших количеств специальных агентов, обычно дивинилбензола) или резким повышением индекса полидисперсности каучука до 5-10.

Б. к. хорошо растворяются в ароматических углеводородах и их хлор-производных, циклогексане, алифатич. углеводородах C_7 и выше. Плотность каучуков всех типов составляет 0,90-0,92 г/см^3 (25°С). Ряд физических свойств каучуков зависит от структуры их макромолекул (таблица 2.2).

Б. к. с преимущественным содержанием звеньев 1,4-цис кристаллизуются при охлаждении; температура максимальной скорости кристаллизации от - 55 до - 60 °С, температура плавления кристаллической фазы 4°С.

Б. к. взаимод. с бромом (р-ция идет с количеств. выходом и не сопровождается циклизацией полимера), хлором, а также с соединениями, содержащими подвижные атомы галогена, напр. *N*–галогенсукцинимидами. В реакциях гидрогалогенирования Б. к. сравнительно малоактивны. Гидрируются водородом в углеводородных растворителях (напр., циклогексане) в присутствии комплексных соединений типа катализаторов Циглера – Натты или *п*-толуолсульфонилгидразидом в диметиловом эфире диэтиленгликоля (диглиме). Под действием УФ-излучения в присутствии орг. бромидов или меркаптанов *цис*- или транс-полибутадиены изомеризуются до равновесного соотношения*цис*- и транс-структур (20 :80). В присутствии свободнорадикальных инициаторов Б. к. присоединяют тиолы, при действии надкислот или гидропероксидов эпоксидируются. Реагируют с малеиновым ангидридом, хлоралем, нитрозосоединениями, карбенами. Циклизация, которая идет при нагр. до 140°С в присут. конц. H_2SO_4, сопровождается образованием преим. трициклич. структур.

Б. к. окисляются медленнее, чем НК и синтетич. изопреновые каучуки, но быстрее, чем бутадиен-стирольные. Процесс сопровождается структурированием каучука. Стабилизируют Б. к. обычными окрашивающими или неокрашиваю-

щими антиоксидантами, напр. *N*-фенил-2-нафтиламином, *N*,*N*'-дифенил-1,4-фенилендиамином, 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенолом (0,3-1,5 мас. ч.; здесь и далее - в расчете на 100 мас. ч. каучука).

Таблица 2.2 –Физические характеристики бутадиевых каучуков

Содержание звеньев, %			Т. стекл., °С	Плотность энергикогезис, кДж/моль
1,4-цис	1 ,4-транс	1,2		
87-95	2-8	2-5	- 105	4,31
30-50	45-55	10-15	-95	4,61
10-20	60-75	15-25	-85	4,98
10-15	5-25	65-70	-50	6,62

Получение каучуков**.** Для синтеза Б. к. в растворе применяют бутадиен, содержащий $\geqslant$ 99% (по массе) основного в-ва и $\leqslant$ 0,001% влаги. Растворители – толуол, циклогексан, гексан, гептан, бензин. Мономер полимеризуют непрерывным способом в батарее последовательно соединенных реакторов, снабженных мешалкой и рубашкой, в которой циркулирует хладагент. При 25-30°С продолжительность процесса составляет 4-8 ч, конверсия бутадиена - 80-95% в зависимости от типа катализатора (повышение температуры до 35-40°С, особенно в случае применения титановой каталитической системы, приводит к заметному увеличению выхода олигомеров, придающих каучуку резкий неприятный запах). Заключительные операции технологического процесса: дезактивация катализатора (обычно с использованием соединений, содержащих подвижные атомы водорода); введение антиоксиданта; отмывка размера полимера от остатков каталитического комплекса; выделение полимера, напр. методом водной дегазации (отгонкой растворителя и остаточного мономера с водяным паром); отделение крошки каучука от воды; сушка каучука, его брикетирование и упаковка.

В р-р каучука иногда вводят минер. масло и водную или углеводородную дисперсию технологического углерода (сажи). Такие масло- и сажемаслонаполненные каучуки характеризуются улучшенными технологическими свойствами*).*

Свойства применяемого полимерного материла обеспечивают возможность сформировать гусеницу из тонкого листа полимерного материала. В качестве примера, корпусная часть имеет толщину менее чем 0,2 дюйма (5,08 мм). Предпочтительно корпусная часть имеет толщину между около 0,2 дюйма (5,08 мм) и около 0,1 дюйма (2,54 мм).

2.3 Разработка 3 Д модели устройства

Проведено моделирование устройства повышения проходимости автомобиля.

На рисунке 2.1 показан внешний вид данного модуля.

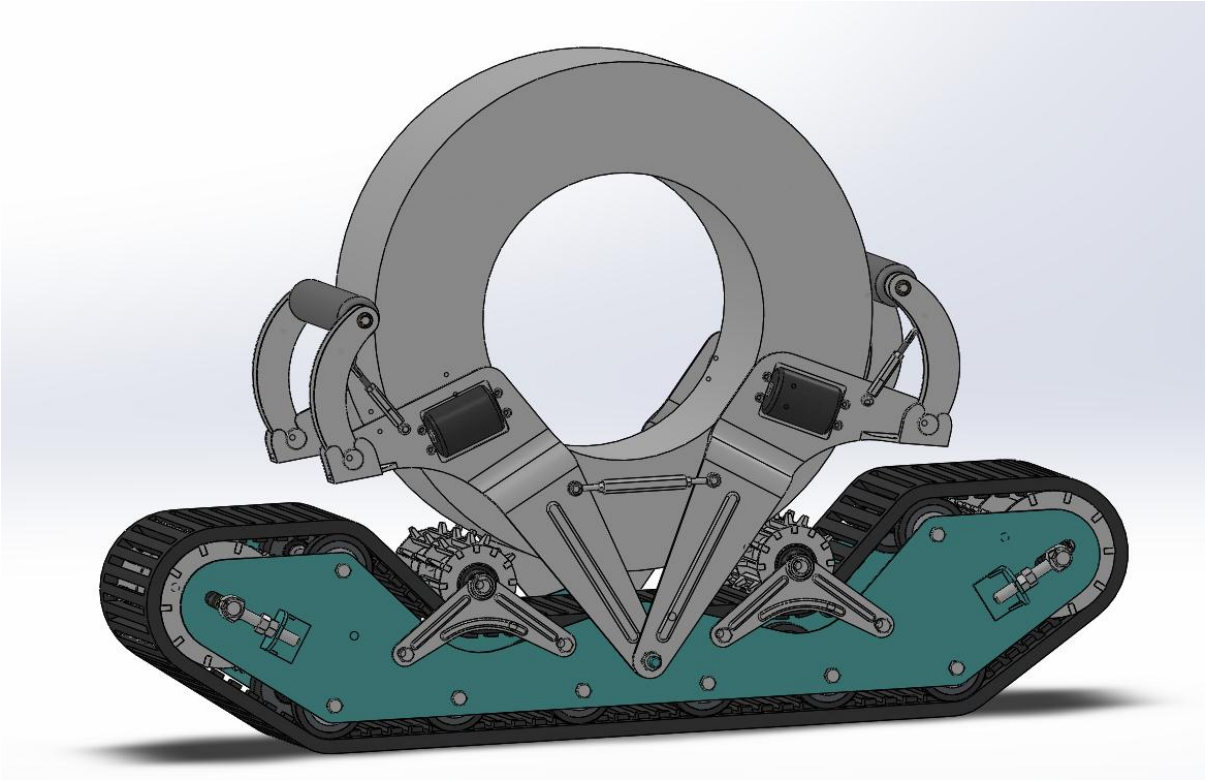

Рисунок 2.1 – Внешний вид модуля

На данном рисунке представлен внешний вид модуля. Автомобиль наезжает на данный модуль и происходит его стопорение прижимными роликами (не указаны на модели).

Движителем является бесконечная резиновая лента, вращающихся на тяговых и прижимных звездочках и поддерживаемая роликами (рисунок 2.2).

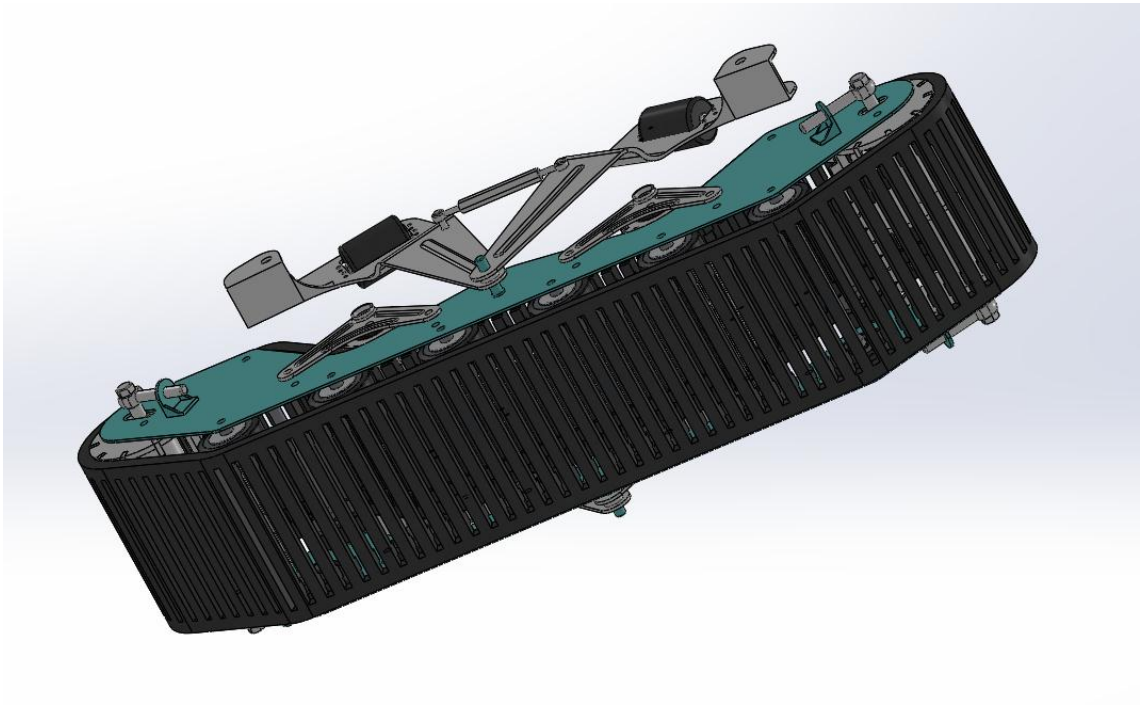

Рисунок 2.2 – Лента, обеспечивающая движение

Колесо от сваливания поддерживают боковые ролики, расположенные на рычагах, соединенных между собой талрепами (рисунок 2.3).

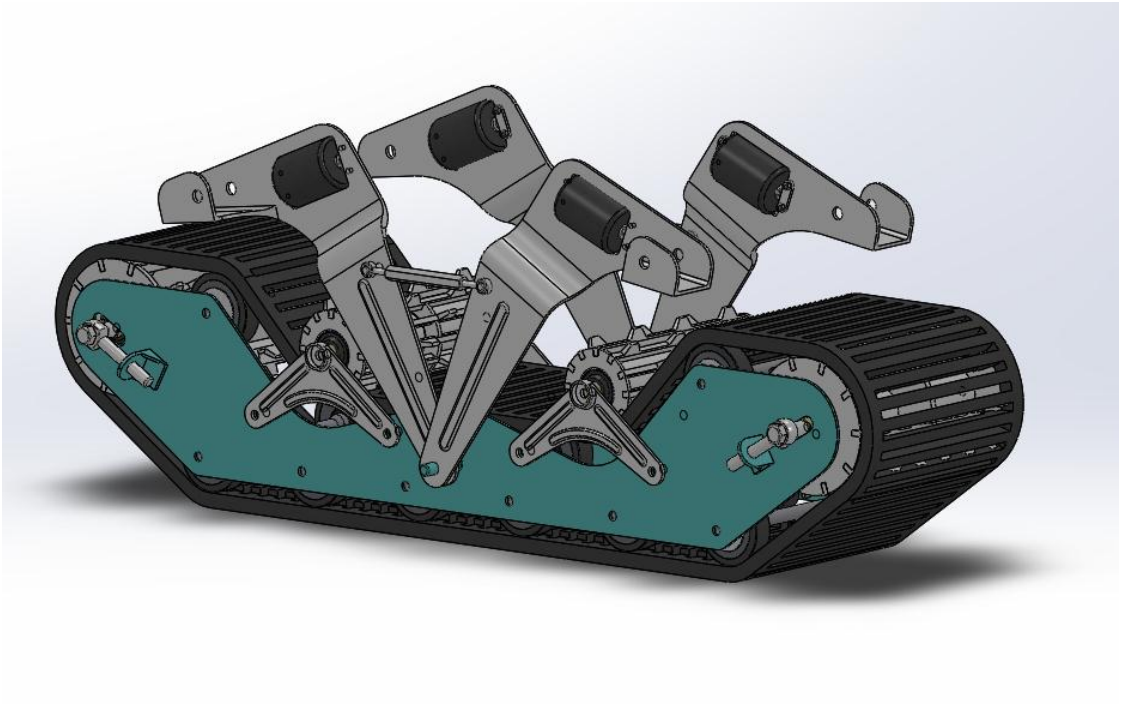

Рисунок 2.3 – Лента, обеспечивающая движение

Оси роликов, звездочек и рычагов закреплены на боковой пластине, обеспечивающей жесткую связь всех элементов (рисунок 2.4).

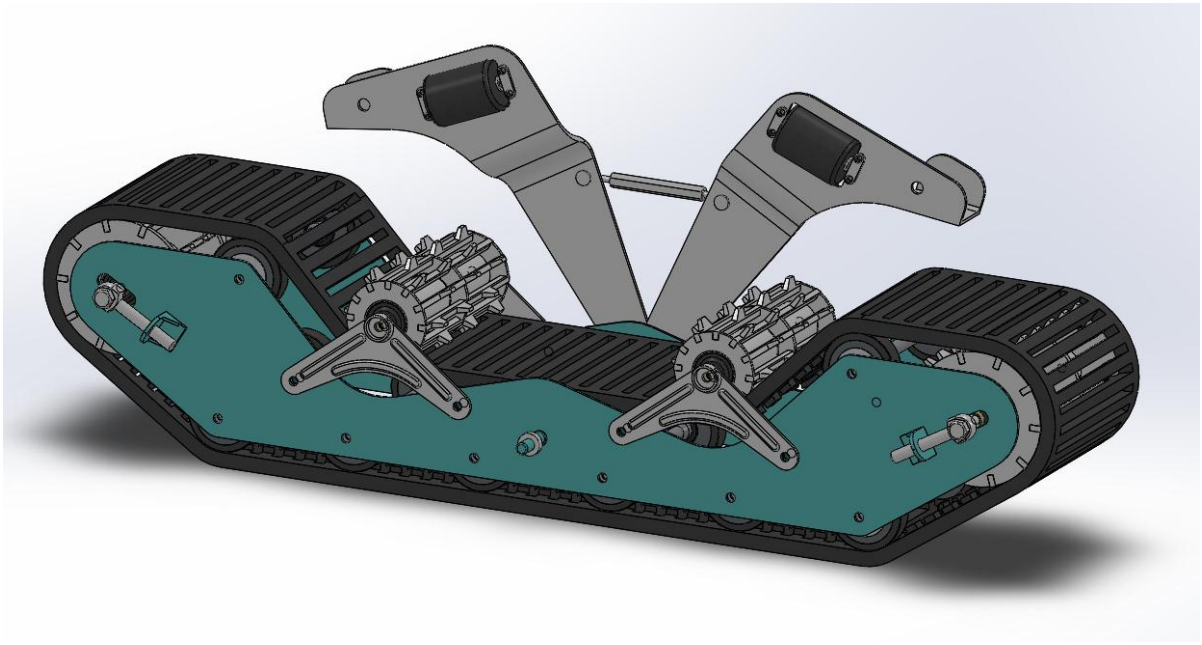

Рисунок 2.4 – Боковая пластина

В конструкции каждого узла использовано 6 поддерживающих снизу роликов и 2 – сверху (рисунок 2.5).

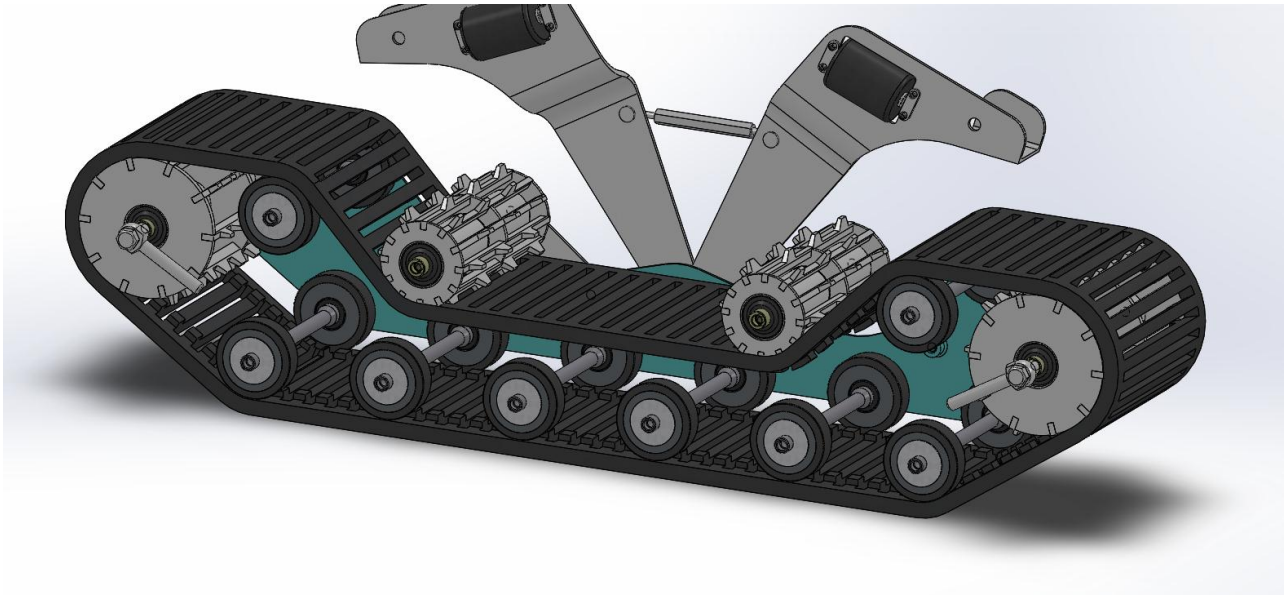

Рисунок 2.5 – Поддерживающие ролики

На рисунке 2.6 показан сборочный чертеж модуля.

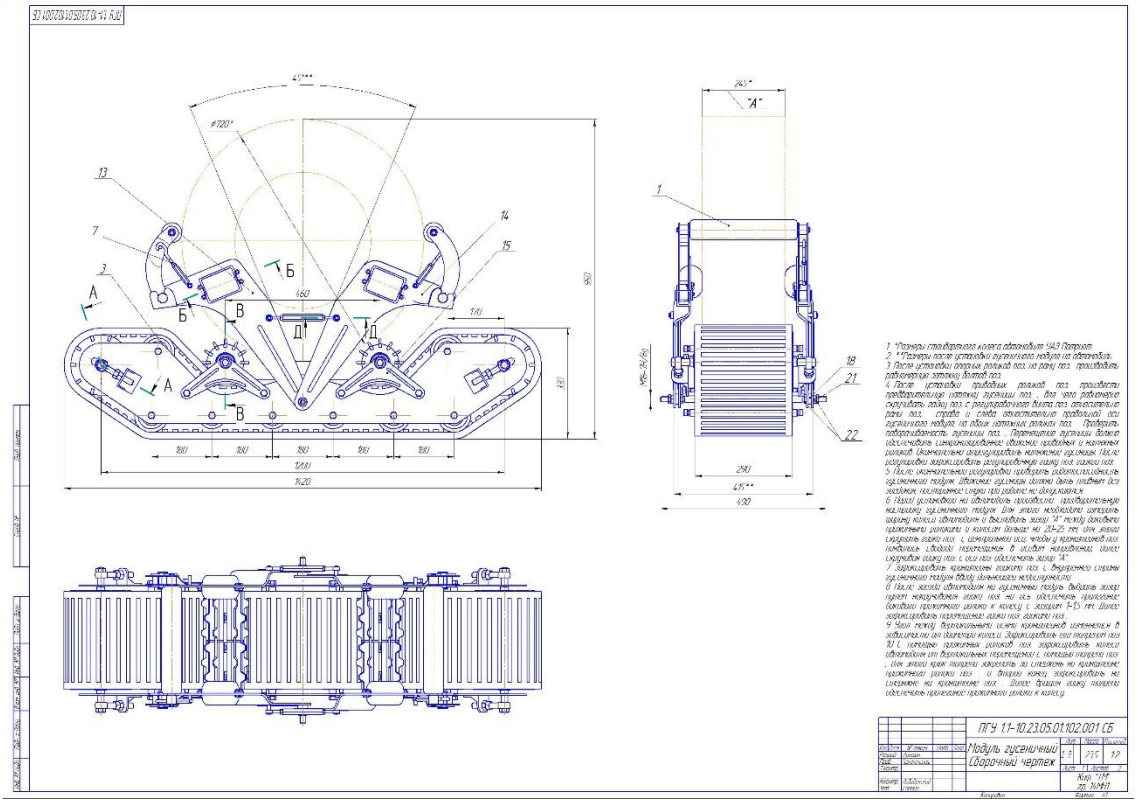

Рисунок 2.6 – Сборочный чертеж устройства

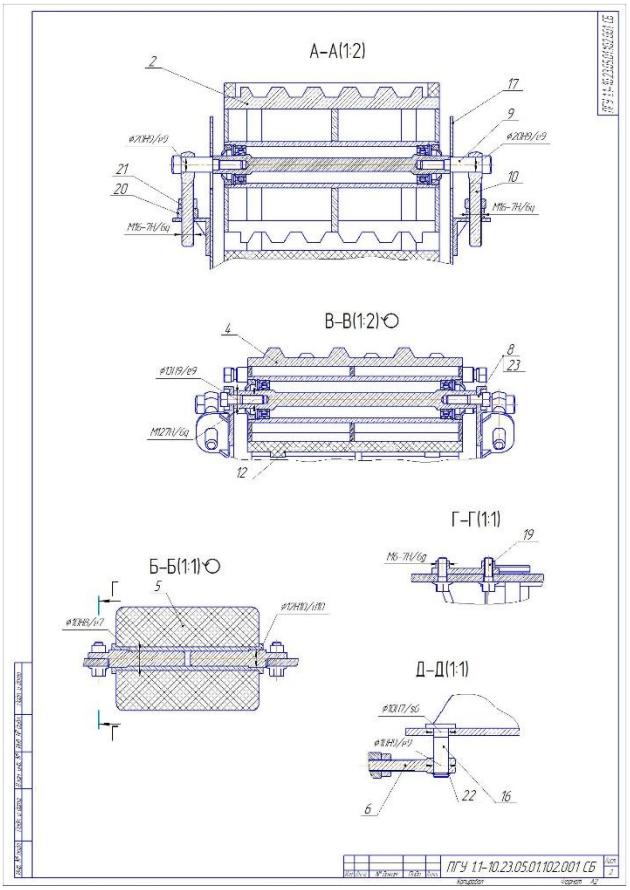

Рисунок 2.7 – Местные разрезы

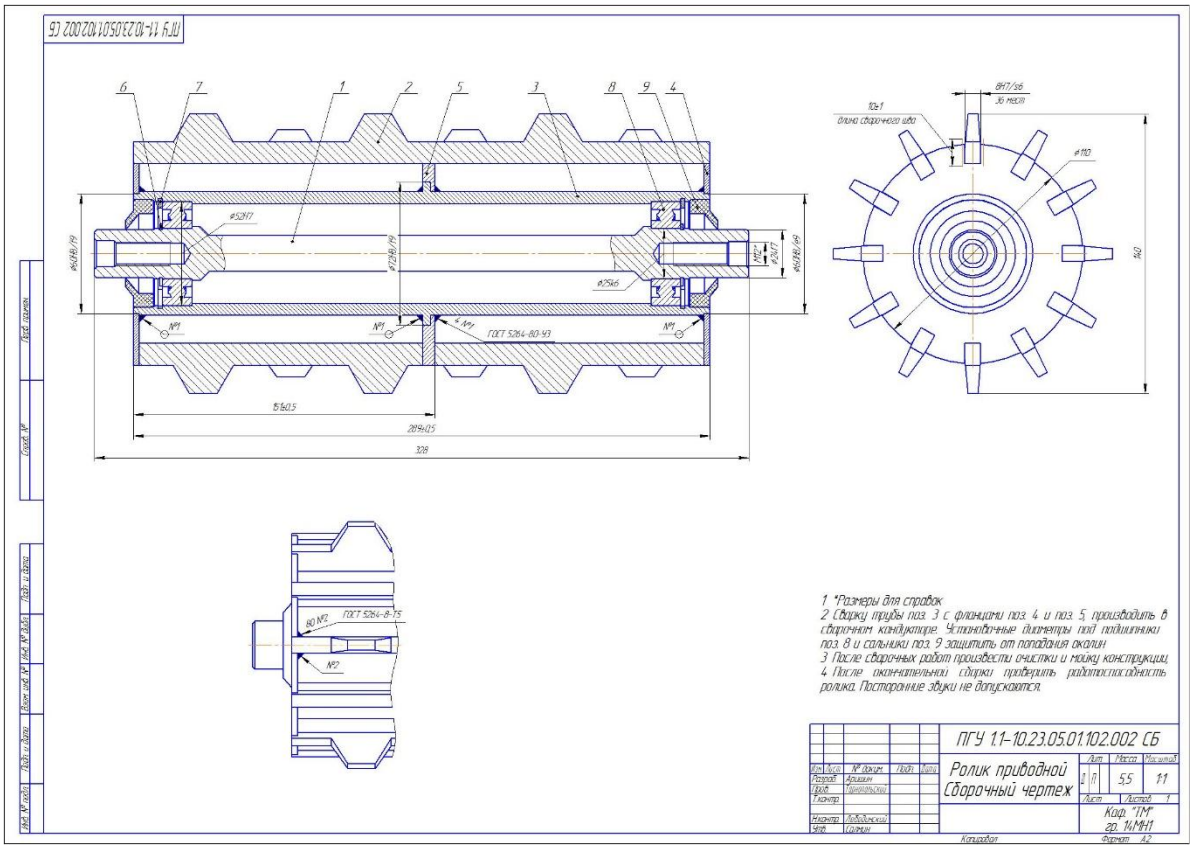

Рисунок 2.8 – Приводной ролик

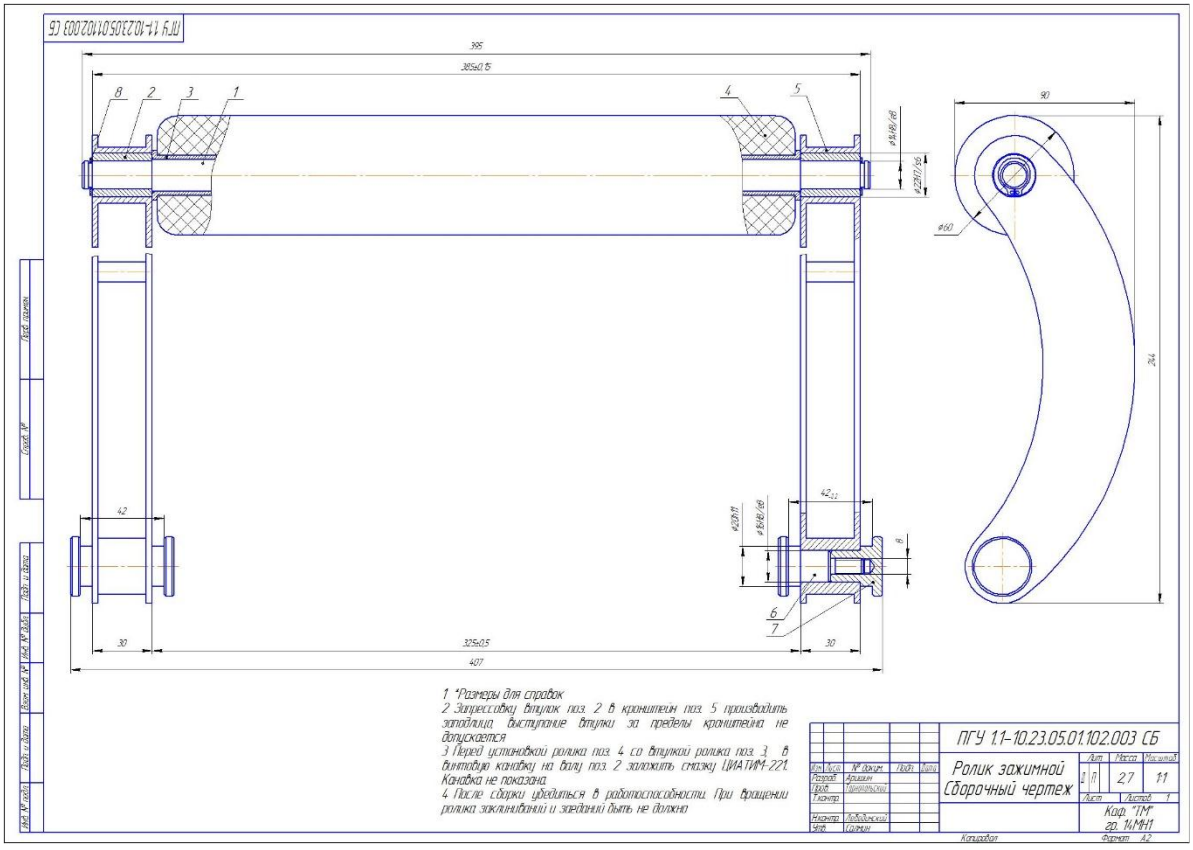

Рисунок 2.9 – Зажимной ролик

Наиболее нагруженными элементами будут рычаги. Расчет их на прочность проведем в приложении *Simulation*.

Рассмотрим задний поперечный рычаг.

Параметры сетки представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Параметры наложенной сетки

Параметр	Значение
Имя исследования	Статический анализ 1
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 *Kelvin*
Включают эффекты давления жидкости из *SolidWorks Flow Simulation*	Выкл
Тип решающей программы	*FFEPlus*
Влияние нагрузок на собственные частоты:	Выкл
Мягкая пружина:	Выкл
Инерционная разгрузка:	Выкл
Несовместимые параметры связи	Автоматические
Большие перемещения	Выкл
Вычислить силы свободных тел	Вкл
Трение	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл
Система единиц измерения:	СИ (*MKS*)
Длина/Перемещение	мм
Температура	*Kelvin*
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	Н/м^2

Внешний вид модели детали представлен на рисунке 2.10.

Рисунок 2.10 – Внешний вид детали

Информация о наложенной сетке представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Информация о наложенной сетке

Параметр	Значение
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана	4 Точки
Размер элемента	6,35 мм
Допуск	0,31 мм
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	16940
Всего элементов	9576
Максимальное соотношение сторон	5,8071
% элементов с соотношением сторон < 3	99,3
% элементов с соотношением сторон > 10	5,47
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (*hh*;*mm*;*ss*):	00:00:52

Наложенная на деталь сетка представлена на рисунке 2.11.

Рисунок 2.11 – Наложенная на деталь сетка

Результаты эпюры напряжений показаны на рисунке 2.12.

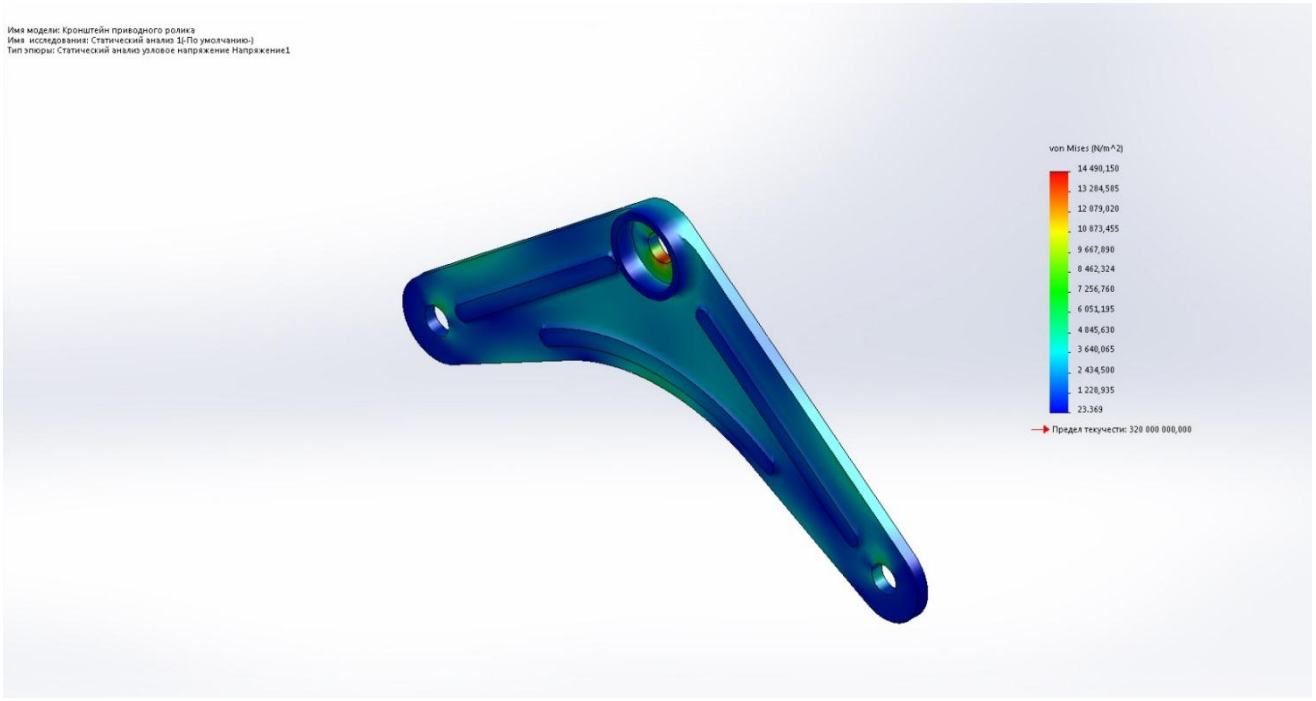

Рисунок 2.12 – Результаты эпюры напряжений

Результаты эпюры перемещений представлены на рисунке 2.13.

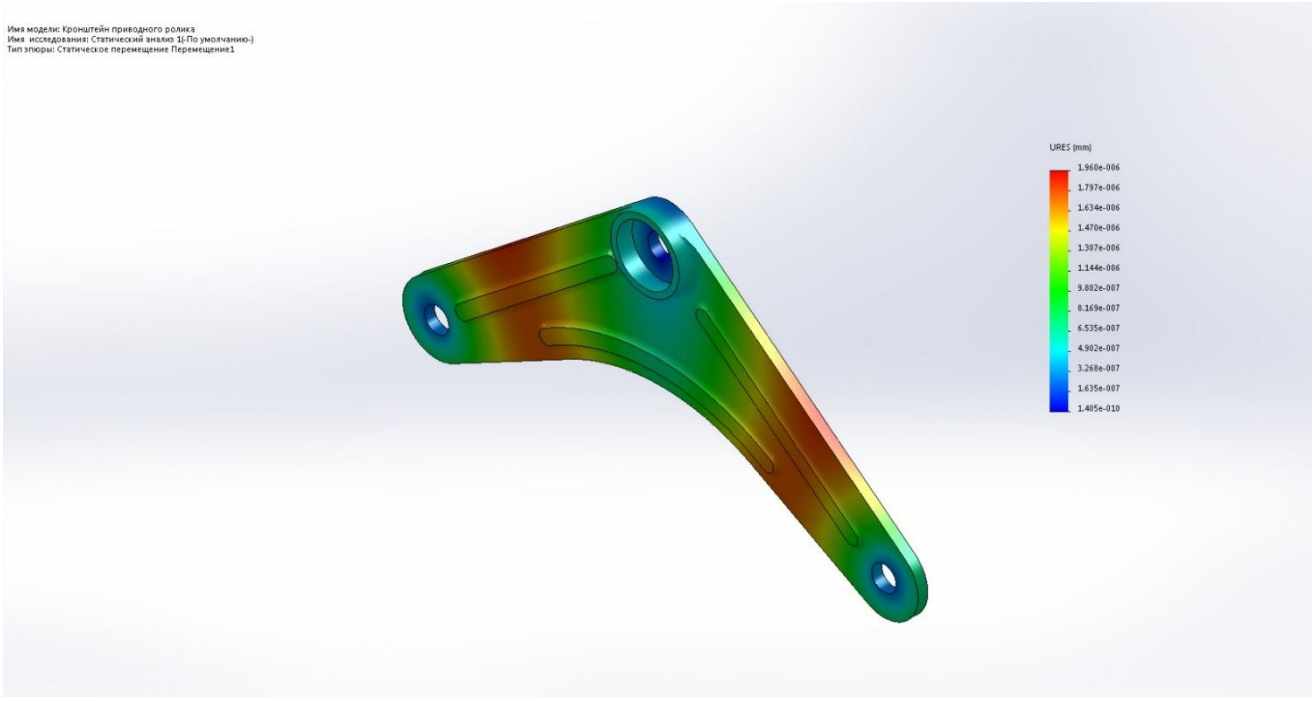

Рисунок 2.13 – Результаты эпюры перемещений

Результаты эпюры деформаций представлены на рисунке 2.14.

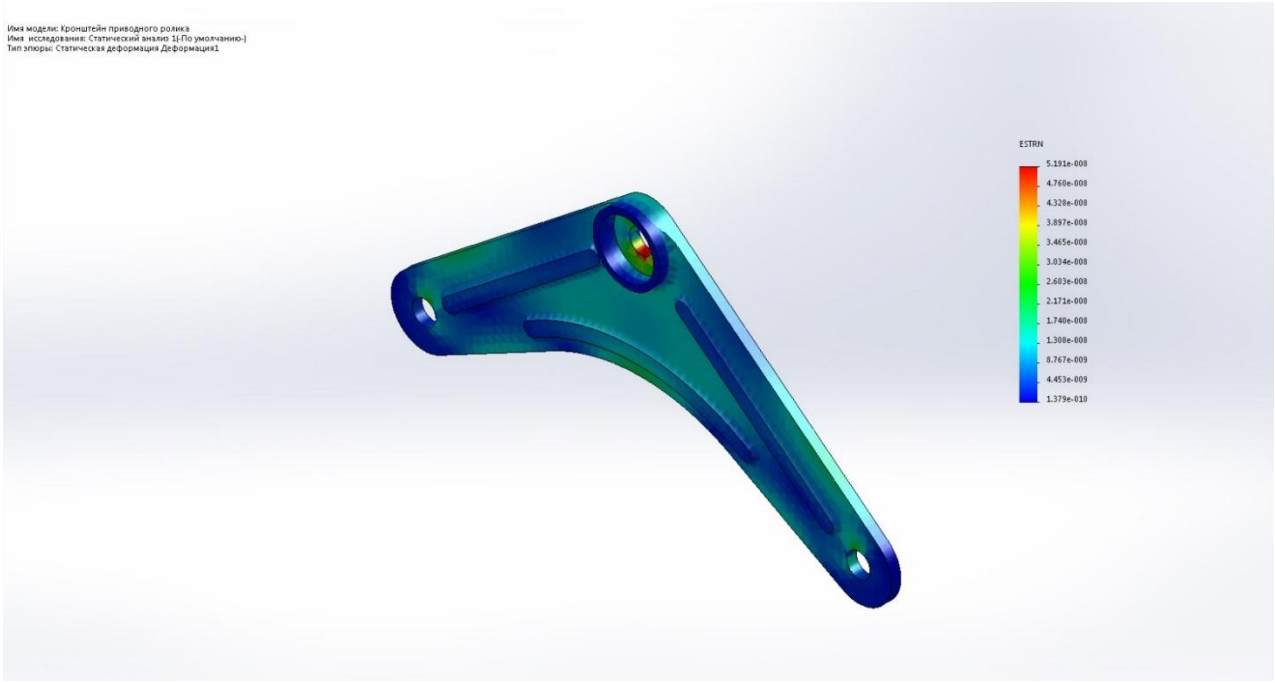

Рисунок 2.14 – Результаты эпюры деформаций

Рассмотрим рычаг прижимного ролика.

Параметры сетки представлены в таблице 2.5

Таблица 2.5 – Параметры наложенной сетки

Параметр	Значение
Имя исследования	Статический анализ 1
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 *Kelvin*
Включают эффекты давления жидкости из *SolidWorks Flow Simulation*	Выкл
Тип решающей программы	*FFEPlus*
Влияние нагрузок на собственные частоты:	Выкл
Мягкая пружина:	Выкл
Инерционная разгрузка:	Выкл
Несовместимые параметры связи	Автоматические
Большие перемещения	Выкл
Вычислить силы свободных тел	Вкл
Трение	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл
Система единиц измерения:	СИ (*MKS*)
Длина/Перемещение	мм
Температура	*Kelvin*
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	Н/м^2

Внешний вид модели детали представлен на рисунке 2.15.

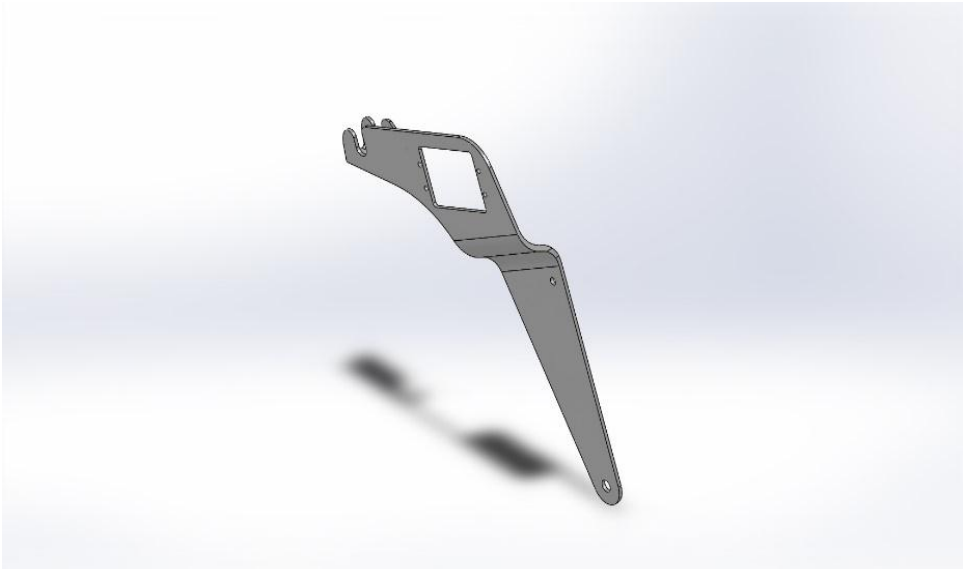

Рисунок 2.15 – Внешний вид детали

Информация о наложенной сетке представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Информация о наложенной сетке

Параметр	Значение
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана	4 Точки
Размер элемента	5.39129 мм
Допуск	0.269565 мм
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	69037
Всего элементов	35905
Максимальное соотношение сторон	20,651
% элементов с соотношением сторон < 3	67,1
% элементов с соотношением сторон > 10	0.318
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (*hh*;*mm*;*ss*):	00:00:32

Наложенная на деталь сетка представлена на рисунке 2.16.

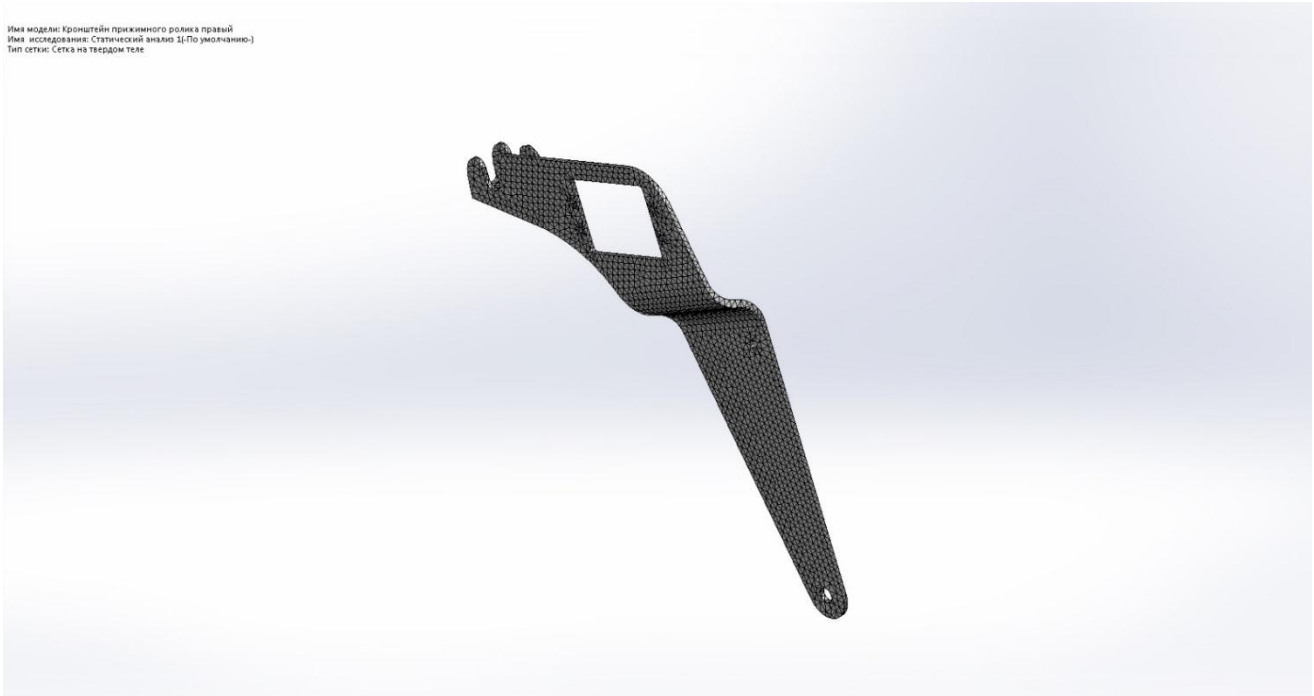

Рисунок 2.16 – Наложенная на деталь сетка

Результаты эпюры напряжений показаны на рисунке 2.17.

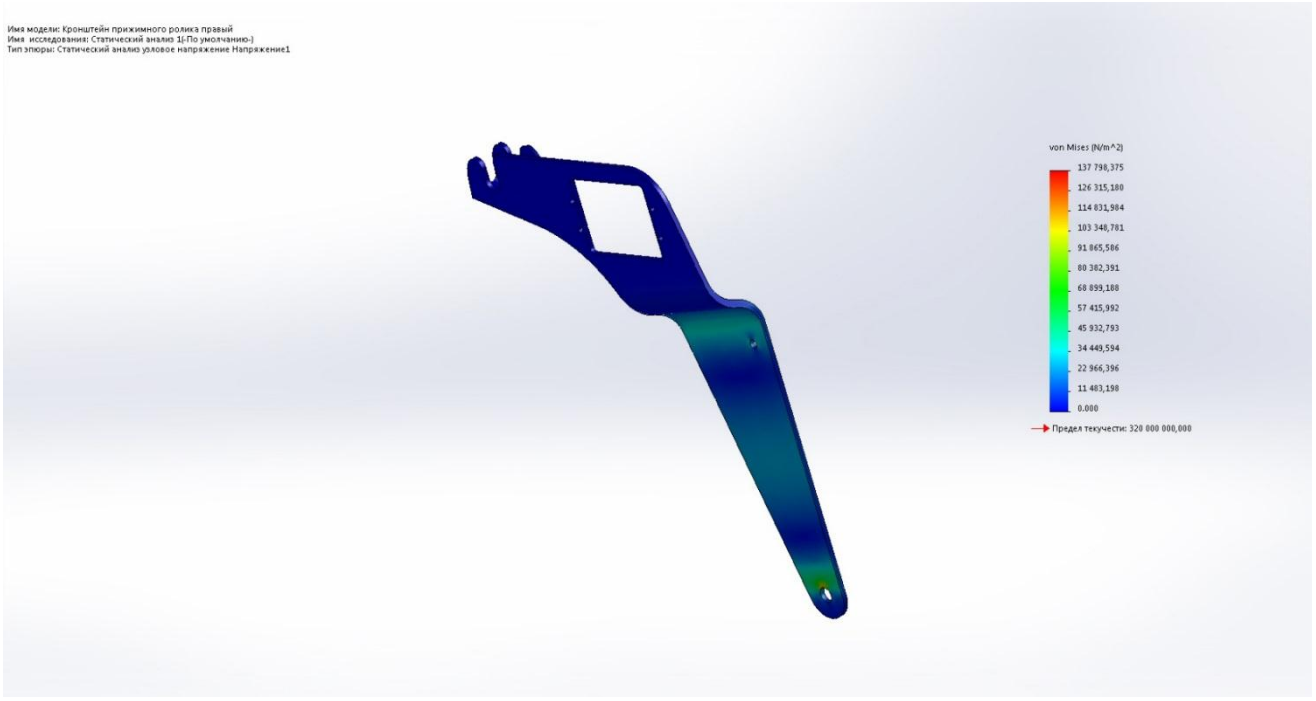

Рисунок 2.17 – Результаты эпюры напряжений

Результаты эпюры перемещений представлены на рисунке 2.18.

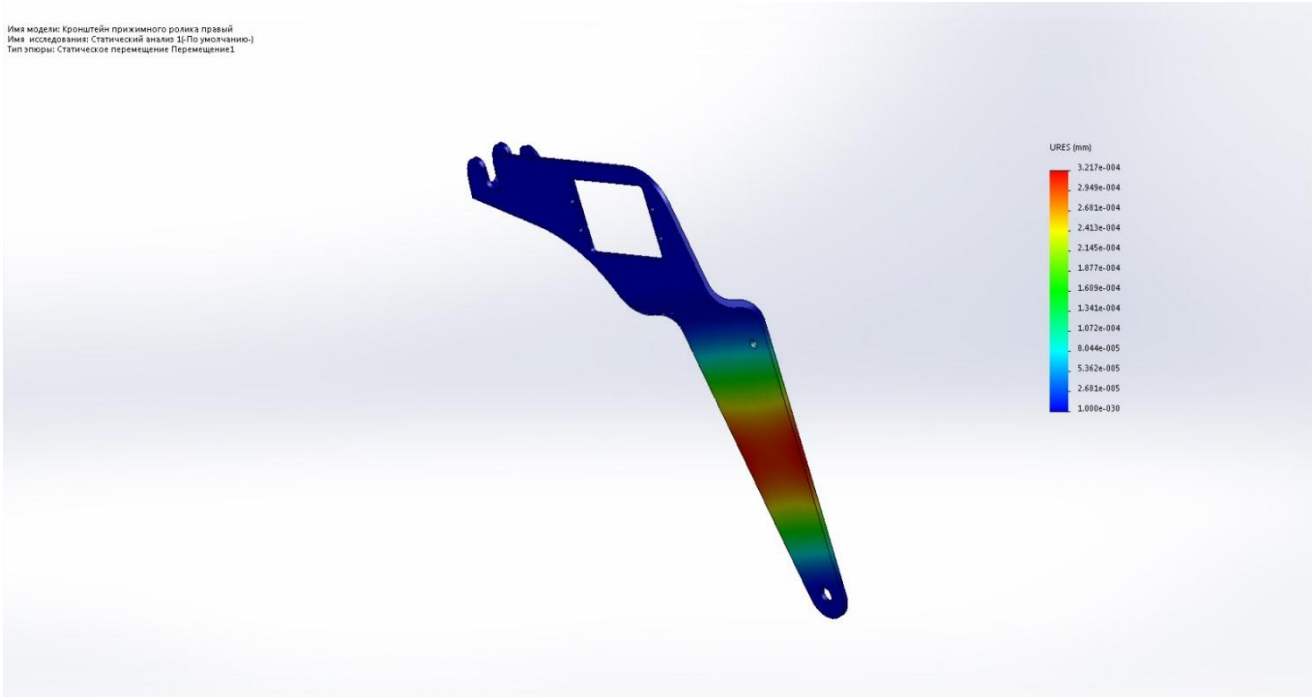

Рисунок 2.18 – Результаты эпюры перемещений

Результаты эпюры деформаций представлены на рисунке 2.19.

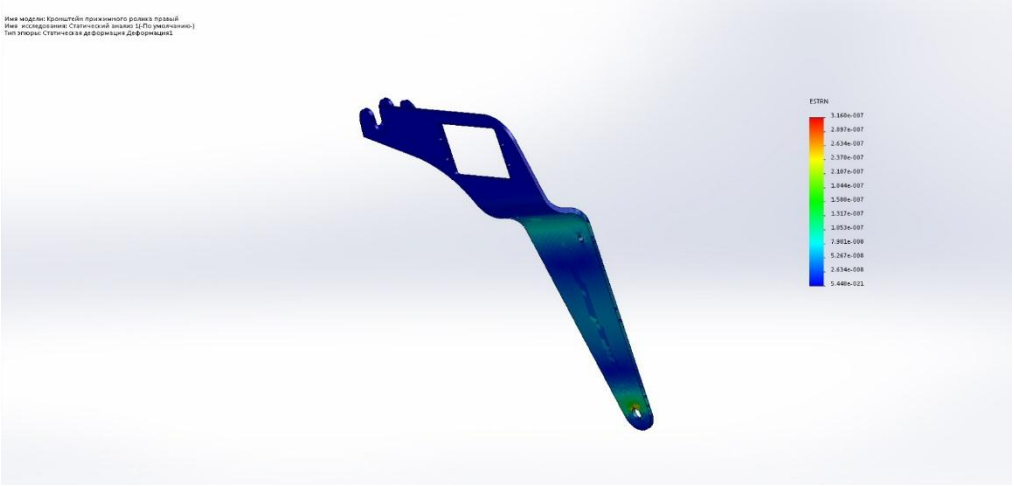

Рисунок 2.19 – Результаты эпюры деформаций

Рассмотрим плиту боковую.

Параметры сетки представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Параметры наложенной сетки

Параметр	Значение
Имя исследования	Статический анализ 1
Тип анализа	Статический анализ
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Тепловой эффект:	Вкл
Термический параметр	Включить тепловые нагрузки
Температура при нулевом напряжении	298 *Kelvin*
Включают эффекты давления жидкости из *SolidWorks Flow Simulation*	Выкл
Тип решающей программы	*FFEPlus*
Влияние нагрузок на собственные частоты:	Выкл
Мягкая пружина:	Выкл
Инерционная разгрузка:	Выкл
Несовместимые параметры связи	Автоматические
Большие перемещения	Выкл
Вычислить силы свободных тел	Вкл
Трение	Выкл
Использовать адаптивный метод:	Выкл
Система единиц измерения:	СИ (*MKS*)
Длина/Перемещение	мм
Температура	*Kelvin*
Угловая скорость	Рад/сек
Давление/Напряжение	Н/м^2

Внешний вид модели детали представлен на рисунке 2.20.

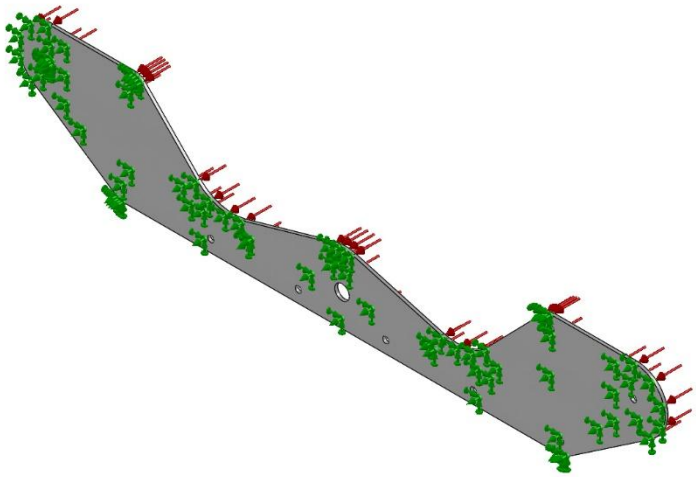

Рисунок 2.20 – Внешний вид детали

Информация о наложенной сетке представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Информация о наложенной сетке

Параметр	Значение
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана	4 Точки
Размер элемента	8,45436 мм
Допуск	0,422718 мм
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	72874
Всего элементов	38862
Максимальное соотношение сторон	9,4017
% элементов с соотношением сторон < 3	99.5
% элементов с соотношением сторон > 10	72874
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (*hh;mm;ss*):	00:00:06

Наложенная на деталь сетка представлена на рисунке 2.21.

Рисунок 2.21 – Наложенная на деталь сетка

Результаты эпюры напряжений показаны на рисунке 2.22.

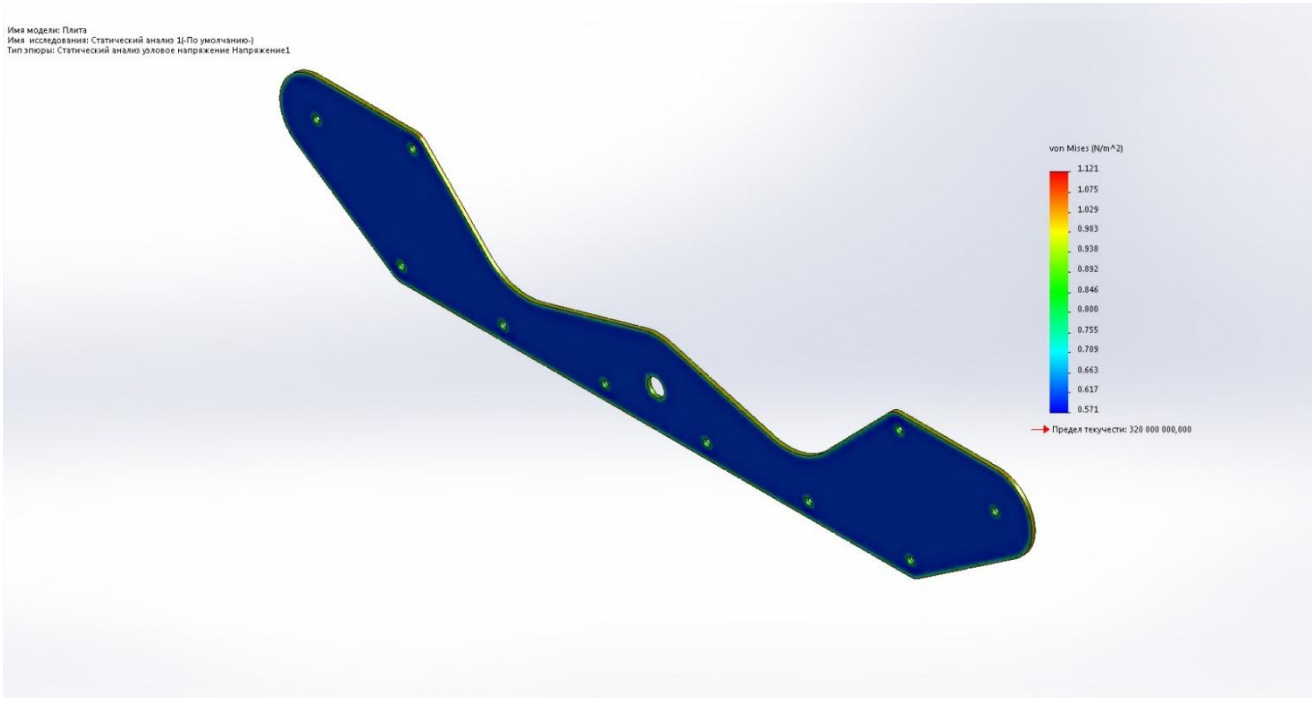

Рисунок 2.22 – Результаты эпюры напряжений

Результаты эпюры перемещений представлены на рисунке 2.23.

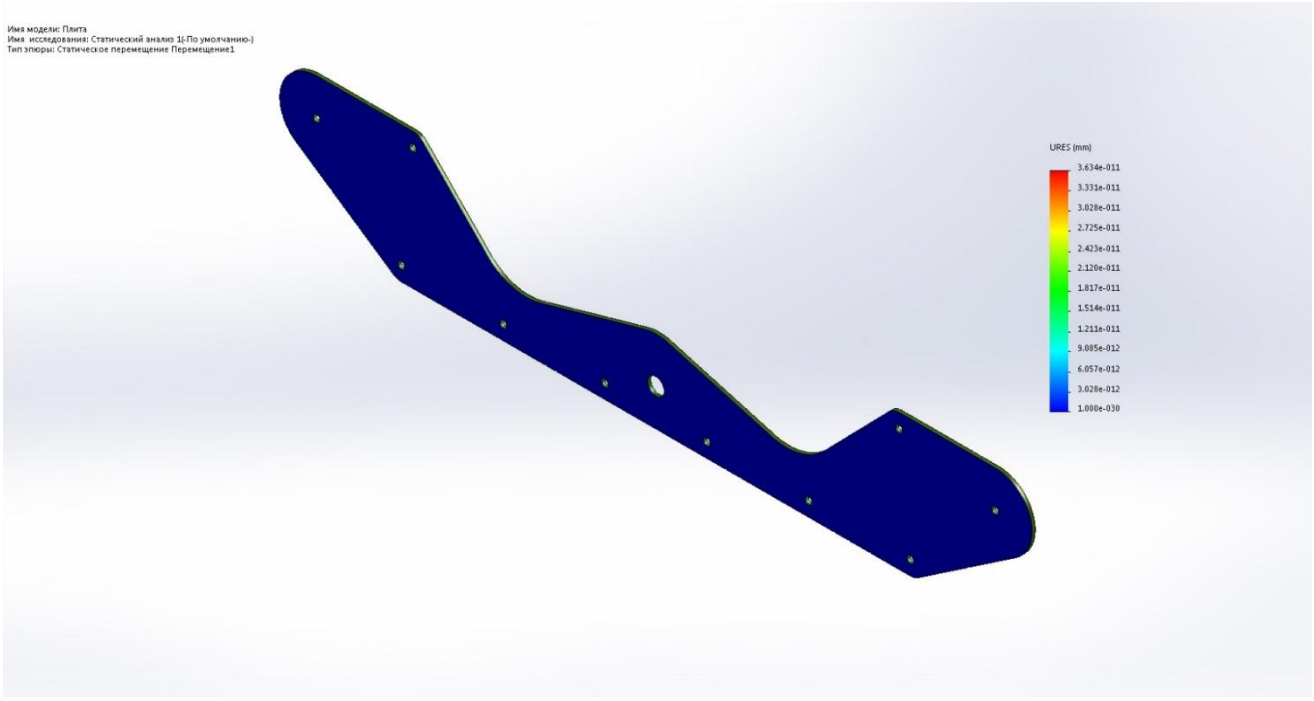

Рисунок 2.23 – Результаты эпюры перемещений

Результаты эпюры деформаций представлены на рисунке 2.26.

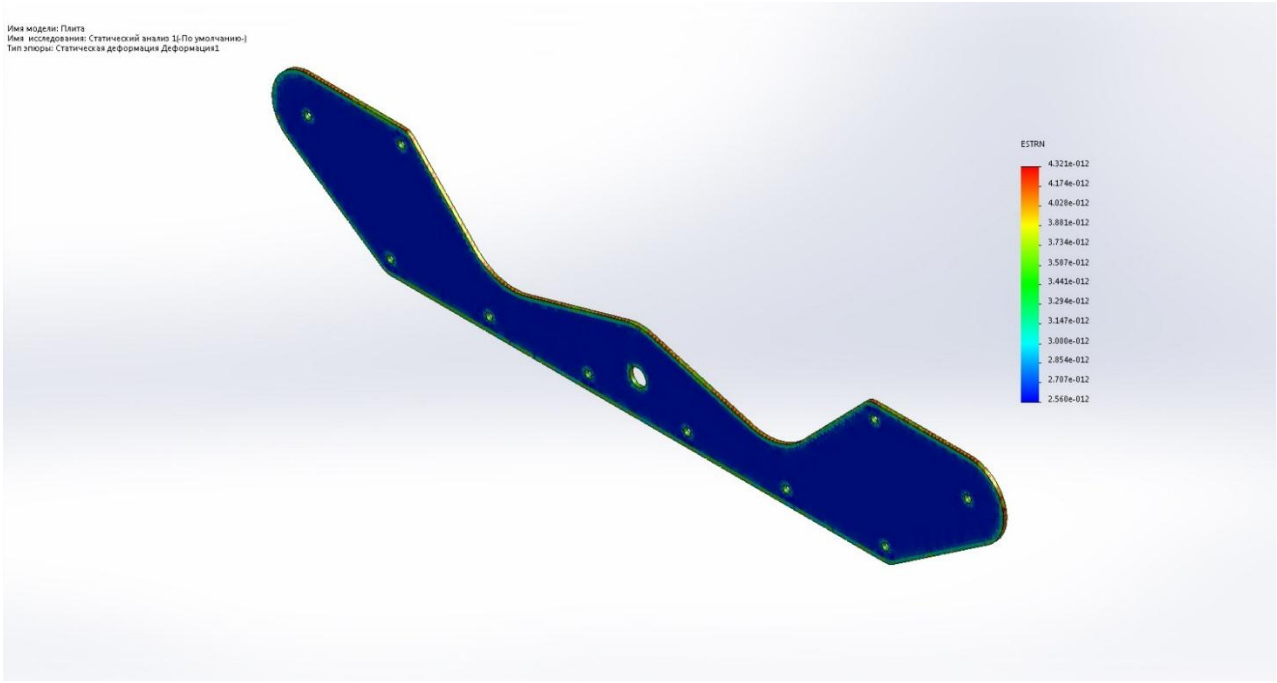

Рисунок 2.26 – Результаты эпюры деформаций

2.4 Выводы

Был проведен расчет усилий, возникающих в элементах гусеничного модуля. Проведен расчет параметров.

Проведено моделирование разработки, проведен расчет на прочность в системе *Solid Works* рычагов модуля.

Выполнено проектирование модуля с целью определения параметров и выполнения чертежей модуля. Проведенный расчет показал работоспособность конструкции.

3 Разработка технологического процесса изготовления ступицы

3.1 Анализ объекта разработки, постановка задачи проектирования

3.1.1 Служебное назначение детали

Деталь – Кронштейн левый является элементом крепления удерживающего ролика. Он не совершает движений в процессе работы. Его положение меняется при креплении – закреплении колеса в модуле.

Масса детали составляет 2,7 кг. Габаритные размеры 533х305х20 мм.

Материал детали «Кронштейн левый» – сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 хорошо обрабатывается резанием (следовательно, технологичен), обладает высокой износостойкостью и восприимчивостью к переменным нагрузкам [14].

Марка: 40Х (заменители 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР)

Класс: Сталь конструкционная легированная [11].

Вид поставки: сортовой прокат: в том числе фасонный: ГОСТ 4543-2016, ГОСТ 2590-2006, ГОСТ 2591-2006, ГОСТ 2879-2006, ГОСТ 10702-2016. Калиброванный пруток ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78, ГОСТ 1051-73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955-77. Лист толстый ГОСТ 1577-93, ГОСТ 19903-2015. Полоса ГОСТ 103-2006, ГОСТ 1577-93. Поковки ГОСТ 8479-70. Трубы ГОСТ 8731-87, ГОСТ 8733-87, ГОСТ 13663-86.

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

Таблица 3.1 – Химический состав сталь 40 ГОСТ 1050-2013, %

C	*Si*	*Mn*	*Ni*	*S*	*P*	*Cr*	*Cu*	*Fe*	*C*
0,36 - 0,44	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8 - 1,1	до 0,3	~97	0,36 - 0,44

Свойства и полезная информация:

Термообработка: Нормализация [12].

Температура ковки, °С: начала 1250, конца 800. Заготовки сечением до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Твердость материала: 187 *НВ*.

Температура критических точек: Ac_1 = 724 , Ac_3(*Acm*) = 790 , Ar_3(*Arcm*) = 760, Ar_1 = 680.

Свариваемость материала: ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений

Флокеночувствительность: не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Обрабатываемость резанием: в горячекатанном состоянии при 170 *НВ* и $\sigma_в$=520 МПа, $К_{υ\ тв.\ сплав}$=1,2 и $К_{υ\ б.ст}$=1,05

Таблица 3.2 – Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поковки	Сечение, мм	$\sigma_в$(МПа)	δ_5 (%)	ψ %	*KCU*, Дж/см^2	НВ, не более
			не менее				
1050-2013	Сталь горячекатаная, кованая, калиброванная 2-й категории после	25	570	19	45	59	---
10702-78	нормализации	Об-	610	6	35	---	---
4041-71	Сталь калиброванная 5-	раз	510	14	40	---	---
(Образцы	й категории: после	цы	До 590	---	40	---	197
попереч-	нагартовки	Об-	510-	21	---	---	167
ные)	после отжига или высо-	раз	650	20	--	---	---
1577-93	кого отпуска	цы4	560	21	---	---	---
	Сталь калиброванная и	-14	520	19	45	---	---
	калиброванная со спе-		570	(16)	---	---	---
	циальной отделкой по-	80	510-	(17)	---		
	сле отпуска и отжига						

Таблица 3.3 – Механические свойства поковок ГОСТ 8479-70

Термо-обработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_в$(МПа)	δ_5 (%)	ψ %	*KCU* (Дж / см^2)	НВ, не более
Нормализация	300-500	215	215	430	18	40	44	123-167
					16	35	39	
	500-800	245	245	470	19	42	39	143-179
	100-300				17	35	34	
	300-500	275	275	530	20	40	44	156-197
	До 100				17	38	34	
Закалка.	100-300	275	275	530	15	32	29	156-197
	300-500				13	30	29	
Отпуск	500-800	315	315	570	14	35	34	167-207
	100-300	345	345	590	18	45	59	174-217
	До 100							

Корректировка технических требований к детали:

Вследствие корректировки чертежа «Кронштейн левый», были изменены:

1.Размеры до ближайших номинальных линейных размеров;

2. Простановка и корректировка допусков формы и шероховатости поверхностей на чертеже «Кронштейн левый».

3.1.2 Выявление основных и вспомогательных баз

Основные конструкторские базы – поверхности, с помощью которых определяется положение данной детали в изделии. Это поверхности листа 1 и 2 (рисунок 3.1).

Вспомогательные конструкторские базы – поверхности, с помощью которых определяется положение деталей или узлов, что присоединяются к данной детали. Это поверхность 6.

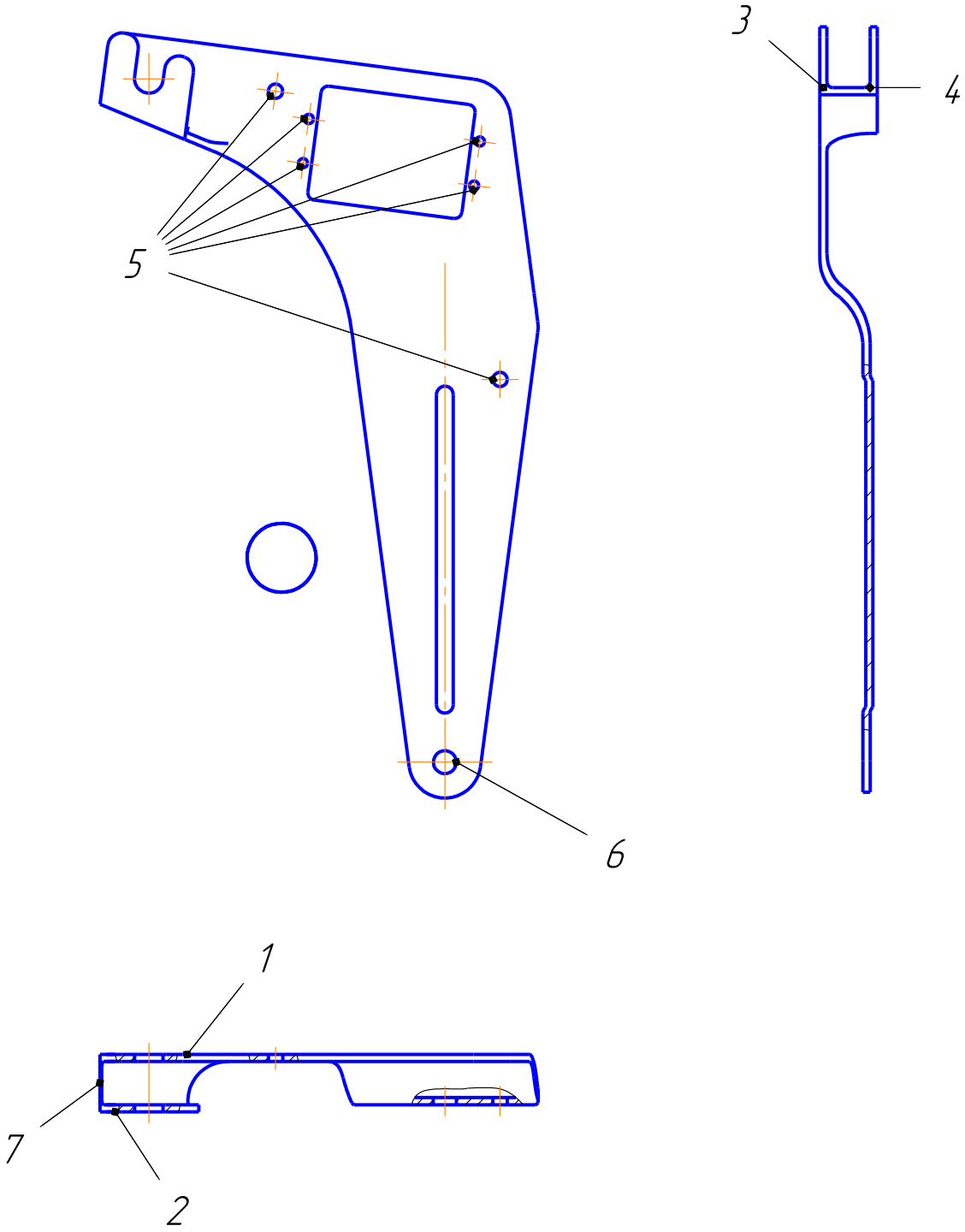

Рисунок 3.1 – Нумерация поверхностей детали

3.1.3 Анализ технологичности детали с определением коэффициента обрабатываемости материала заготовки

Под технологичностью конструкции изделия понимается совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условий изготовления, эксплуатации и ремонта [30].

Отработка конструкции на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям, направлена на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества. Виды и показатели технологичности приведены в ГОСТ 18831-73, а правила отработки конструкции изделия и перечень обязательных показателей технологичности в ГОСТ 14.201-73. Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественной и количественной. Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя и допускается на всех стадиях проектирования как предварительная. Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается числовым показателем и рациональна в том случае, если эти показатели существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции [27].

Качественная оценка технологичности конструкции детали:

– технологический контроль чертежа детали «Кронштейн левый» дает полное представление о ее конструкции. На чертеже проставлены размеры с допусками и шероховатостью необходимыми для изготовления детали;

– заготовкой для детали кронштейн левый служит листовой прокат;

– деталь имеет достаточно удобные и надежные технологические базы в процессе обработки;

– предусмотрена возможность непосредственного измерения большинства заданных на чертеже размеров;

– деталь по форме средней сложности (фаски, сквозные отверстия, ступени, уступы);

– все поверхности можно обработать универсальными инструментами;

– конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления;

– конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов (отверстия, ступени, фаски и т.д.)

– физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры соответствуют требованиям технологии изготовления;

Все поверхности детали можно считать технологичными.

Количественная оценка технологичности:

Количественная оценка технологичности [22]:

1) Коэффициент точности $K_{\text{тч}}$

$$K_{\text{тч}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{ср}}} = 1 - \frac{1}{9{,}33} = 0{,}86$$

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum(T_i \cdot N_i)}{N} = \frac{(8 \cdot 1 + 7 \cdot 3)}{18} = 1{,}61$$

где $T_{\text{ср}}$ – средняя точность детали;

T_i – квалитет различных поверхностей;

N_i – количество поверхностей с квалитетом T_i ;

N – количество поверхностей всего.

2) Коэффициент шероховатости $K_{\text{ш}}$ [22]:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}} = \frac{1}{3{,}7}, \qquad (3.1)$$

где $\text{Ш}_{\text{ср}}$ – средняя шероховатость детали,

$\text{Ш}_i \cdot N$ – сумма произведений шероховатостей на их количество.

3) Коэффициент использования материала $K_{\text{ИМ}}$ [22]:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{11}{14{,}67} = 0{,}75$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса детали (кг);

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки (кг).

4) Максимальное значение шероховатости – Ra 1.6 мкм

5) Максимальный квалитет точности – 7

6) Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей Kп.ст.:

$$K_{\text{п.ст}} = \frac{D_{\text{о.с.}}}{D_{\text{м.о.}}} = \frac{17}{17} = 1$$

где $D_{\text{о.с.}}$, $D_{\text{м.о.}}$ — соответственно число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом, и всех, подвергаемых механической обработки поверхностей.

7) Коэффициент унификации $K_{\text{у.э.}}$

$$K_{\text{у.э}} = \frac{Q_{\text{у.э.}}}{Q_{\text{э}}} = \frac{17}{17} = 1$$

где $Q_{\text{у.э.}}$, $Q_{\text{э.}}$ – соответственно число унифицированных конструктивных элементов детали и общее число поверхностей.

Исходя из вышесказанного, данную деталь можно считать технологичной.

3.2 Формулировка технологических задач

Технологические задачи охватывают требования к точности деталей по всем их параметрам и представляются в следующей последовательности:

Точность размеров.

Самыми точными поверхностями детали являются отверстия, поверхностями которых кронштейн левый сопрягается с осями. Отверстие $\emptyset 16H7$, которым кронштейн левый сопрягается с осью выполняется по 7– му квалитету [30].

Точность формы.

Так как требования к точности формы поверхностей не предъявляются, значит точность формы поверхностей детали в пределах допусков на размеры.

Качество поверхностного слоя.

Шероховатость поверхности отверстия $\emptyset 16H7$, которым кронштейн левый

сопрягается с осью, не должна превышать *Ra* 2,5. Все остальные поверхности выполняются с шероховатостью ≥ *Ra* 32, так как к ним не предъявляются особые требования по условиям работы.

3.2.1 Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам номенклатуры, регулярности, стабильности и объёма выпуска изделий.

Основная характеристика типа производства – коэффициент закрепления операций. $К_{зо}$ – это отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест.

Тогда коэффициент закрепления операций [22]:

$$K_{зо} = \frac{t_в}{t_{шт}} = \frac{F \cdot m \cdot K_{от} \cdot 60}{N_{мес} \cdot t_{шт}}$$

где tв – такт выпуска, мин;

F – месячный фонд времени односменной работы рабочего места, ч;

m – принятое число смен;

$K_{от}$ – коэффициент, учитывающий простои по организационно-техническим причинам;

$N_{мес}$ – число изделий, запускаемых в производство, шт/мес;

$t_{шт}$ – штучное время, мин.

Планируемый годовой объем выпуска данной детали – 3000 штук. Данный объем позволит выполнить все поступившие заказы и обеспечить потребителей необходимым количеством запасных частей.

На первом этапе проектирования тип производства может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска по таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Определение типа производства

Тип производства	Годовая программа выпуска, шт		
	Легкие (до 20 кг)	Средние (20-300 кг)	Тяжелые (свыше 300 кг)
Единичное	11-100	6-10	1-5
Мелкосерийное	101-500	11-200	6-100
Серийное	501-5000	201-1000	101-300
Крупносерийное	5001-50000	1001-5000	301-1000
Массовое	Св. 50000	Св. 5000	Св. 1000

При массе детали менее 20 кг (легкие детали) и годовом объеме выпуска от 501 до 5000 штук, тип производства – среднесерийный [12].

Объем партии:

$$n_{\text{партии}} = \frac{F \cdot a}{N} \quad (3.2)$$

где F – объем выпуска;

a – количество дней, на которые должен быть запас деталей (периодичность запуска в днях), а = 5 дней;

N – количество рабочих дней в году, N = 247 дней.

Отсюда находим:

Тогда примем объем партии равным: $n_{\text{партии}} = 61$ деталь.

3.2.2 Определение класса детали и выбор в качестве аналога, действующего типового технологического процесса

При разработке технологического процесса изготовления любой детали в машиностроительном производстве возникает задача – выбрать из нескольких вариантов разработки один, обеспечивающий наиболее экономичное решение. Поэтому с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства необходимо использовать типовые процессы обработки деталей и типовых поверхностей деталей [30].

3.2.3 Выбор исходной заготовки и обоснование методов ее изготовления

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования; экономичность изготовления заготовки. Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны.

Так как деталь относится к классу деталей типа —Рычаг и имеет простую форму, которая может быть получена методом гибки в простых приспособлениях на гидравлических прессах, заготовку для гибки целесообразно получать методом лазерной вырезки из листа. На 2019 год средняя стоимость вырезки подобной заготовки не превышает 350 руб. при этом данный метод не требует затрат на оснастку.

По контуру детали предусматриваем припуск 2 мм для обеспечения требуемой точности и чистоты поверхности. Размеры развертки детали с учетом припусков представлены в графической части диплома

3.2.4 Выбор и обоснование технологических баз на различных этапах технологического процесса

При разработке технологического процесса для каждой операции выбирается исходные (определенные) базы и проставляются исходные, (операционные) размеры. Это наиболее ответственный этап разработки технологического процесса и проектирования приспособлений.

При выборе баз руководствуются следующими рекомендациями:

1) Соблюдение принципа единства баз, т.е. по возможности обеспечивать совмещение технологической и конструкторской баз. Это значит задавать положение обрабатываемой поверхности по возможности теми же размерами, которые проставлены на чертеже детали. Отступление от этого правила при-

водит к ужесточению допусков на исходные размеры, так как вместо конструкторских размеров приходится вводить технологические размеры, на которые назначаются меньшие допуски.

2)Соблюдать принцип постоянства баз, то есть использовать на всех основных операциях одни и те же базы.

В результате анализа типового технологического процесса приходим к следующим решениям по выбору баз для обработки «Кронштейн левый».

В качестве черновой базы на фрезерной операции используется плоскость листа и торцевая поверхность, чтобы получить технологическую базу для последующих операций – противоположную плоскость.

3.3 Разработка плана обработки отдельных поверхностей

Представлен на рисунке 3.1.

Таблица 3.4 – План обработки поверхностей

Поверхность	Операция	*IT*	R_a, мкм
	Заготовительная		
3, 4	Фрезерование	13	3.2
1, 2, 7	Гибка	13	
5,6	Сверление	7	2,5

3.3.1 Проектирование технологического маршрута изготовления детали с учетом рекомендации типового маршрута и разработанного плана обработки отдельных поверхностей

На этом этапе решаются следующие задачи: разрабатывается общий план обработки детали, выбираются методы обработки поверхностей детали, уточняются технологические базы, намечается содержание операций.

Технологический маршрут проектируют на основе выбранного аналога – типового технологического маршрута.

Рассмотрим операции механической обработки для изготовления детали «кронштейн левый». Сведем полученные данные в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Порядок механических операций

№ опер.	Наименование операций и их краткое содержание
005	Заготовительная.
010	Вертикально-фрезерная. Фрезеровать поверхность 3, 4.
015	Листогибочная. Согнуть по линиям сгиба
020	Вертикально-фрезерная. сверлить отверстия
025	Слесарная. Притупить острые кромки, снять заусенцы.
030	Моечная. Промыть и просушить заготовку.
035	Контрольная. Контролировать деталь на соответствие техническим требованиям на чертеже.

3.3.2 Проектирование технологических операций и переходов. Формирование структуры операций и определение последовательности переходов

Операция 005. Заготовительная.

Операция 010. Вертикально-фрезерная.

Оборудование: Вертикально-фрезерный станок *FSS350MR*

Оснастка: Тиски

Режущий инструмент: Концевая фреза 2214-0001/001, Т5К10 $D = 20$ мм, $L = 50$ мм; $d\ H7 = 8$ мм, $z = 4$ по ГОСТ 24359-80.

Мерительный инструмент: Штангенциркуль цифровой ЩЦЦ – 150 с ценой деления 0,01 мм (пределы измерения 0 – 150 мм).

Операция 015. Листогибочная.

Оборудование: Листогибочный пресс ИА1431

Оснастка: пуансон, установленный на ползуне и матрица с ручьями разной ширины, установленная на столе пресса.

Мерительный инструмент: Штангенциркуль цифровой ЩЦЦ – 150 с ценой деления 0,01 мм (пределы измерения 0 – 150 мм).

Операция 020. Вертикально-фрезерная.

Оборудование: Вертикально-фрезерный станок *FSS350MR*

Оснастка: Тиски

Режущий инструмент:

Сверло спиральное Ø15 2301-0028, Р6М5, конус Морзе 1,

Зенкер специальный Ø15,75 Р6М5, конус Морзе 1,;

Развертка специальная Ø16 Р6М5, конус Морзе 1,;

Сверло спиральное Ø9 2301-0385 ГОСТ 2092-77 Р6М5, конус Морзе 1,;

Зенкер специальный Ø9,75 Р6М5, конус Морзе 1,;

Развертка специальная Ø10 Р6М5, конус Морзе 1,;

Сверло спиральное Ø6,5 2300-0186 ГОСТ 10902-77 Р6М5, конус Морзе 1,;

Мерительный инструмент: Штангенциркуль цифровой ЩЦЦ – 150 с ценой деления 0,01 мм (пределы измерения 0 – 150 мм)

Калибр-пробка Ø10Н7 8133-0918 ГОСТ14810-69

Калибр-пробка Ø16Н7 8133-0939 ГОСТ14810-69

Калибр-пробка Ø6,5Н14 8133-0965 ГОСТ14810-69

3.3.3 Выбор средств технологического оснащения

Конкретную модель станка, необходимую для выполнения операции, выбираем исходя из следующих показателей:

Вид обработки – токарная, фрезерная, сверлильная, шлифовальная и т.п. Точность и жёсткость станка.

Габаритные размеры станка (высота и расстояние между центрами, размеры стола).

Мощность станка, частота вращения шпинделя, скорость подачи.

При среднесерийном производстве станок должен удовлетворять не только всем требованиям данной обработки, но и обеспечивать заданную производительность. С целью экономного расходования электроэнергии, обработку детали планируем на станках возможно меньших размеров, имеющих соответственно менее мощные электродвигатели.

Выбор режущего инструмента, его конструкции и размеров определяется видом технологической операции (точение, фрезерование, развертывание), размерами обрабатываемой поверхности, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и величиной шероховатости поверхности. Основную массу режущих инструментов составляют конструкции нормализованного и стандартизованного инструмента, для подбора которого существуют многочисленные справочники и каталоги.

Режущий инструмент для станков должен удовлетворять следующим требованиям:

– обеспечению высоких и стабильных режущих характеристик;

– удовлетворительному формированию и отводу стружки;

– обеспечению заданных условий по точности обработки;

– универсальности применения для типовых обрабатываемых поверхностей различных деталей на разных моделях станков;

– быстросменности при переналадке на другую обрабатываемую деталь или замене затупившегося инструмента.

Согласно всему сказанному выше, можно составить сводную ведомость оборудования и средств технологического оснащения (установочно-зажимные приспособления, режущий инструмент), которые предполагается использовать в процессе изготовления данной детали на операциях механической обработки.

Выбранное технологическое оборудование.

1. Вертикально-фрезерный станок *FSS*350*MR.*

Рисунок 3.2 – Вертикально-фрезерный станок *FSS350MR*

Вертикально-фрезерный станок *FSS*350*MR* – одни из лучших универсальных фрезерных станков на российском рынке. Станки произведены по лицензии немецкой компании HECKERT и представляют из себя отработанную жёсткую конструкцию с проверенной конструкцией надёжных узлов.

Назначение.

Станки предназначены для обработки стали и чугуна. Фрезерование производится по автоматическим циклам вертикальными фрезами. Возможно маятниковое фрезерование, ускоренное фрезерование с перескоком, а также фрезерование заготовки по прямоугольному циклу по трём осям.

Конструкция.

Станки обладают шпиндельной головкой, которая имеет возможность поворота в обе стороны на 45 градусов. Это даёт дополнительные технологические возможности и расширяет функциональность станков.

Преимущества.

Эти модели отлично зарекомендовали себя как в мелкосерийном, так и в крупносерийном производствах как надёжные выносливые машины. Среди главных достоинств этих вертикально-фрезерных станков можно обозначить простоту управления, лёгкость обслуживания и эксплуатации, неприхотливость, повышенную износостойкость. Одно из самых важных качеств этих станков – непревзойдённая жёсткость конструкции и внушительная грузоподъёмность стола – до 1 500 кг. Благодаря этому, станки позволяют производить обработку крупногабаритных деталей значительного веса.

Особенности.

Вертикально-фрезерный станок *FSS*350*MR* обладают механизмом опускания консоли, который исключает касание инструментом при обратном ходе стола в ускоренном режиме уже обработанной поверхности. Необходимую жёсткость и гашение вибраций при рабочей подаче обеспечивает механизм зажима стола. Шарико-винтовые передачи (ШВП) устанавливаемые на фрезерные станки, обеспечивают высокую точность перемещений и позволяют устанавливать системы цифровой индикации (УЦИ) перемещений по осям по желанию заказчика.

Таблица 3.7 – Технические характеристики вертикально-фрезерного станка *FSS*350*MR*

Технические характеристики:	*FSS350MR*
1	2
Размеры рабочей поверхности стола, мм	315 х 1 250
Размеры рабочей поверхности стола, спец. исполнение, мм	375 х 1 600
Количество пазов для зажима, шт.	4
Максимальная нагрузка на стол, кг	1 000
Продольное перемещение стола , мм	850
Поперечное перемещение крестового суппорта, мм	270

Продолжение таблицы 3.7

1	2
Вертикальное перемещение консоли, мм	355
Вертикальное перемещение консоли, спец. исполнение, мм	505
Мощность главного привода, кВт	5,5
Мощность главного привода, специальное исполнение, кВт	7,5
Максимальный крутящий момент на шпинделе, Нм	1 850
Посадочный конус инструмента	ISO 50
Диаметр переднего подшипника, мм	100
Перемещение пиноли, мм	90
Угол поворота шпинделя в обе стороны, градусов	45
Количество рабочих подач	18
Диапазон частот вращения шпинделя, мин-1	28 - 1 400
Диапазон частот вращения, спец. исполнение, мин-1	до 2 240
Продольные и поперечные подачи, мм/мин	16 - 800
Вертикальные подачи, мм/мин	5 - 250
Ускоренный ход, продольный и поперечный, мм/мин	3 150
Ускоренный ход, вертикальный, мм/мин	1 000
Подача СОЖ, л/мин	10
Габаритные размеры станка в упаковке, мм	2750x2000x2350
Вес станка (брутто), кг	3 800

2. Листогибочный пресс ИА1431 (рисунок 3.3).

Пресс листогибочный гидравлический, усилием 125 т.с. модели ИА1431 предназначен для изготовления, методом гибки различных деталей из листового и полосового проката.

При применении специального инструмента можно производить вырубку деталей и пробивку отверстий в заготовках, гибку сложных профилей.

Пресс листогибочный гидравлический обладает высокой эффективностью производства и достаточной точностью при гибке листового металла.

Для гибки заготовок различной толщины, формы и размера используется сменный инструмент: пуансон, установленный на ползуне и матрица с ручьями разной ширины, установленная на столе пресса.

При помощи таблицы усилий гибки, можно рассчитать ориентировочное усилие пресса для обеспечения гиба из расчета толщины листа и длины изгибаемого участка.

Рисунок 3.3 – Листогибочный пресс ИА1431

Применение гидравлического привода позволяет предотвратить случаи перегрузки, обусловленные изменением толщины листа или неправильным выбором ручья матрицы.

Для данного станка характерны плавный ход, незначительный шум и легкость эксплуатации, а его расчетное давление остается стабильным в течение всего рабочего процесса.

Пресс изготавливается в климатическом исполнении «УХЛ» категории размещения 4 ГОСТ 15150-69 и предназначается для эксплуатации в помещениях

с температурой воздуха +1°до+35°С. Группа условий эксплуатации легкая (Л) согласно ГОСТ 15150-69.

3.3.4 Расчеты и назначение режимов резания

Расчёт режимов резания выполняем для операции 010 (вертикально-фрезерная)

$$V = \frac{Cv \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot Kv, \quad (3.3)$$

где $T = 180$ – период стойкости инструмента, мин;

$s_z = 0{,}18$ – подача, мм/зуб;

$t = 2{,}5$ – глубина фрезерования, мм;

$D = 100$ – диаметр фрезы, мм;

$B = 45$ – ширина фрезерования, мм;

$z = 8$ – количество зубьев фрезы.

$Cv = 332$, $x = 0{,}1$, $y = 0{,}4$, $q = 0{,}2$, $m = 0{,}2$, $p = 0$, $u = 0{,}2$ – коэффициенты для определения скорости;

Kv – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, качество поверхности заготовки, материал инструмента.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$

Таблица 3.8 – Расчет режимов резания

Номер операции	Номер перехода	t, мм	sz, мм/зуб(	V, м/мин	n, об/ми
010. Вертикально-фрезерная	Фрезеровать поверхность	2,5	0,18	250	800
020. Вертикально-фрезерная	Сверление отверстия	5	0,06	48	527
025. Вертикально-фрезерная	Фрезеровать поверхность	2,5	0,18	250	800

3.3.5 Нормирование технологических операций

Рассчитаем нормы времени для вертикально-фрезерной операции 010.

Норма штучного времени на операцию рассчитывается по формуле:

Норма штучного времени на операцию рассчитывается по формуле:

$$Тш = Тo + Тв + Тобс. + Тотд, \quad (3.4)$$

где $Тo$ – основное (технологическое) время, рассчитываемое на основе режимов работы оборудования по формуле:

$$T_0 = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{n \cdot s} \quad (3.5)$$

где L_i – длина инструмента, мм;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

s – подача инструмента, мм/об.

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (3.6)$$

где l – путь инструмента, мм;

l_1 – путь врезания, мм;

l_2 – путь перебега, мм.

$$l_1 = 0.5 \cdot \sqrt{B \cdot (D^2 - B^2)} \quad (3.7)$$

где $D = 100$ – диаметр фрезы, мм;

$B = 50$ – ширина фрезерования, мм.

$l_1 = 0.5 \cdot \sqrt{50 \cdot (100^2 - 45^2)} = 5{,}38$ мм.

$l2$ выбирается в пределах от 2 мм до 5 мм, принимаем $l_2 = 3$ мм.

$L = 110 + 5{,}38 + 3 = 118{,}34$ мм.

$T_0 = \frac{118{,}34}{800 \cdot 0{,}18} = 0{,}82$ мин.

$Тв$ – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$Тв = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad (3.8)$$

где τ_1 – вспомогательное время на установку и снятие детали, $\tau_1 = 0{,}60$ мин;

τ_2 – вспомогательное время на подвод и отвод инструмента, $\tau_2 = 0{,}24$ мин;

τ_3 – вспомогательное время на контрольное измерение детали, $\tau_3 = 0{,}16$ мин.

Таким образом, получим:

$T_{в} = 0{,}60 + 0{,}24 + 0{,}16 = 1$ мин.

Время на обслуживание и отдых берем в процентах от суммы оперативного времени:

$T_{оп} = T_{о} + T_{в} = 0{,}82 + 1 = 1{,}82.$

$T_{отд} = 0{,}025 \cdot T_{оп} = 0{,}025 \cdot 1{,}82 = 0{,}05$ мин.

$T_{обс} = 0{,}06 \cdot T_{оп} = 0{,}06 \cdot 1{,}82 = 0{,}11$ мин.

Получаем:

$T_{ш} = 0{,}82 + 1 + 0{,}05 + 0{,}11 = 1{,}98$ мин.

Подготовительно-заключительное время определим по рекомендациям:

$T_{пз} = 16$ мин.

Таблица 3.9 – Время операций

Номер операции	Основное время	Вспомогательное время	Оперативное время	Время обслуживания	Время на отдых	Штучное время	Подготовительно-заключительное время	Величина партии	Время штучно-калькуляционное
	мин								
010 Вертикально-фрезерная	0,82	1	1,82	0,11	0,05	1,98	16	61	2,24
020 Вертикально-фрезерная	1,45	1	1.82	0,11	0,05	2,68	16		2,79

3.4 Выводы

Разработан технологический процесс изготовления рычага левого гусеничного модуля. Был проведен анализ технологичности детали, выбор типа производства, расчет экономической целесообразности способа получения заготовки, выбор маршрута обработки, проведен расчет режимов резания.

4 Влияние разработанного модуля на окружающую среду и безопасность жизнедеятельности

В планах экологичности и безопасности представлены основные требования, предъявляемые к работе разработанного движителя. Далее будут рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации движителя и представлены виды загрязнений, появляющиеся при их производстве [1].

К опасным факторам относят [16]:

– в процессе выполнения работ, части находящихся в движении проводов агрегатов, которые могут привести к травмам;

– возможность усталостной поломки частей двигателя и нанесение увечий, находящихся вблизи людей возрастает из-за действующей динамической нагрузки;

– при выполнении испытаний двигателя на максимальных оборотах возрастают риски, приводящие к травмам;

– высокий гравитационный вес механизма, так же может привести к травмам;

– нагрев поверхностей.

Таблица 4.1 – Оценка безопасности разрабатываемого устройства

Название фактора и его описание	Причина появления опасностей	Неблагоприятные последствия
1	2	3
Опасные факторы		
1. Элементы, находящиеся в движении – в выпуске металлических элементов пневморессоры принимает участие оборудование с вращающимися режущими элементами.	Неимение защищающих кожухов на двигательных элементах машин; пренебрежение мерами безопасности при работе.	Нанесение травм сотруднику элементами металлорежущего оборудования.

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
2. Электрический ток – необходим для создания движения инструмента и заготовок в металлорежущих машинах; для освещения рабочего пространства.	Низкопробная или неправильная подборка электроизоляция; не выполненное заземление, грубое несоответствие правилам ТБ.	Поражение, вызванное электрическим разрядом персонал; возгорание и пожар, приводящий к ожогам и пострадавшим.
3. Легковоспламеняющиеся вещества и материалы – РКО и компоненты, необходимые для производства – воспламеняющие вещества.	Игнорирование норм ПБ.	Возможность возгорания, следствие ожоги, пострадавшие и интоксикация продуктами горения.
Неблагоприятные факторы		
1. Токсичные и едкие вещества в твердом и жидком состоянии – используемые на химических производствах резинокордных оболочек.	Несоблюдение норм систем очищения и вентиляции воздуха, содержание ядовитых веществ в количестве, более ПДК	Тепловые удары, неудовлетворительное самочувствие.
2. Вибрация и шум – образующиеся на участках механической обработки и присутствующие в подвеске во время ее выработки.	Неудовлетворительная система шумоизоляции и виброзащиты; несоответствующая правилам работа с подвески.	Быстрая утомляемость, неудовлетворительное самочувствие, снижение слуха.

4.1 Обеспечение безопасностью разрабатываемого оборудования

Гарантия надежности оборудования. Надежность оборудования и механизмов основывается на вероятности возникновения нарушений в работе объекта [20]. Данные нарушения могут повлечь за собой травмы персонала и аварии на производстве. Важным элементом в обеспечении безопасности и надежности является прочность конструктивных механизмов и частей.

Конструктивная прочность оборудования и агрегатов напрямую зависит от надежности материала и крепежей конструкции (например, заклепок, сварочных швов, запонок и т.п.), соблюдения правил их эксплуатации.

Важное значение в исправной работе оборудования имеют факт наличия контрольно-измерительных устройств необходимых для регулирования и автоматического воздействия. При отказе автоматики обеспечение неуязвимости и точности выполненных работ напрямую зависит от успеха действий персонала, задействованного в облуживании оборудования. В связи с этим важное значение при выпуске машин и оснащении рабочего места оператора имеют физиологические, психологические и антропометрических возможности человека. Нужно организовать быструю и четкую считываемость информации с контрольно-измерительных приборов и безошибочного восприятия условных знаков. Присутствие значительного количества устройств управления и приборов (например, световые и звуковые сигналы, шкалы, кнопки и др.) ведет за собой быструю утомляемость оператора. Надежность, доступность, видимость, удобство в использовании – главные критерии, предъявляемые к органам управления. В основном расположение органов управления находится либо на самом оборудовании, либо на пульте управления в непосредственной близости от объекта [16].

Необходимые средства защиты. Средства индивидуальной спецзащиты можно разделить на несколько групп, в зависимости от их назначения: дерматологические средства защиты, средства спецзащиты от падения объектов и другие подобные средства, средства защиты определенных частей тела (рук, ног, лица, глаз, органов слуха), спецодежда и спецобувь, средства для защиты органов дыхания.

Средства ограждения вблизи опасной зоны выполнения работ способствует препятствию проникновения людей в нее. Применяется для изоляции системы проводов оборудования, участков обрабатывания заготовок, для огораживания частей, находящихся под электрическим напряжением, участков сильных облучений (ионизирующие, электромагнитные и тепловые излучения), участков

выделения ядовитых веществ и т.п. Так же ограждению подлежат рабочие зоны, находящиеся на высоте [1].

Существует множество конструктивных вариантов ограждений. Их вариация зависит от конкретного оборудования, местонахождения рабочего на рабочем участке, специфики неблагоприятных факторов производства, сопутствующие технологические операции. Их можно квалифицировать на несъемные (стационарные), съемные (подвижные) и переносные. Ограждения стационарного вида периодически подлежат демонтажу с целью выполнения вспомогательных действий (таких как выполнения контрольных замеров деталей, замены рабочего инструмента и смазки конструкций и деталей и др.). Оградительные объекты производятся по принципу пропуска обрабатываемой детали, но невозможности попадания руки сотрудника за счет небольшого размера соответствующий технологическому отверстию. Такие ограждения делятся на частные – изолирующие только опасную зону оборудования и полные – ограничивает опасный участок вместе с оборудованием. К полным ограждениям можно отнести закрытие распорядительного устройства электрооборудования, корпуса электродвигателя, вентиляторов, насосов и др.

Основным назначением предохранительных защитных средств – автоматическое отключение машин и агрегатов при превышении максимального значения порога показателей, что помогает исключить аварийные ситуации на производстве [20].

Несъемные автоматические газоанализаторы устанавливаю в непосредственной близости оборудования способного выделять ядовитого газа и пара, способных создавать пожаро – и взрывоопасные смеси. Пары и газы при формировании высокой насыщенности токсичными веществами, равной значениям предельно допустимой концентрации, а насыщенности горючих веществ 5 – 50% минимального порога воспламенения вводят в эксплуатацию аварийную вентиляцию.

Устройства блокировки не допускают возможности прохождения человека на участок носящий опасность или производят установку опасного фактора в

течение нахождения индивида в данной зоне. Данный вид защиты имеет первостепенное значение при ограничении опасных участков и при выполнении работ со снятым или открытым ограждениями. Устройства блокировки по принципу действия разделяются: комбинированные, гидравлические, электрические, пневматические, радиационные, механические и фотоэлектрические [16].

Электрическое блокирование необходимо оснащать электроустановки с мощностью более или равно 500 Вт и технологическое оборудование с электроприводом. Блокировка не позволяет включение оборудования при отсутствии ограждения. При данном виде блокировки в само ограждение вживляют концевой рубильник (выключатель), контакты которого выводят в электрическую систему управления оборудованием и производят включение электродвигателя. В случи неправильной установки или снятии установленного ограждения происходит размыкание контактов, что ведет за собой разрыв электрической цепи систем проводов.

При помощи сигнализирующих устройств можно получить информацию о выработке производственного оборудования и о возможном возникновении неблагоприятных и опасных ситуациях на производстве. По функциям систему сигнализации можно разделить на группы: опознавательная, оперативная и предупредительная. По способам информирования сигнализации делятся: звуковая, визуальная, комбинированная (светозвуковая) и по запаху (одоризационную), последний вид получило широкое распространение в газовой промышленности.

В систему визуальной сигнализации включают: световое табло, подсветка шкал приборов измерения, подсветка на мнемонических схемах, цветовое окрашивание. В свою очередь для звуковой – звонки и сирены.

Электробезопасность. К приспособлениям для защиты включены: устройства блокировки, ограждения и средства изоляции от грунта.

Блокировочные устройства и ограждения. Главной функцией ограждения является предупреждение случайного касания находящихся под электрическим

напряжением частей электротехнических оборудований, место расположения которых находится менее 2.5 метров от уровня пола. При использовании установок под высоким электрическим напряжением все без исключения изолированные и открытые части ограждают. Для этих целей используют плотные щиты и решетки. Иногда части, находящиеся под напряжением, представляющими опасность, помещают в шкафы, ящики и т.п. Для предотвращения проникновения за оградительные средства безопасности либо открытию шкафов или ящиков, находящихся под напряжением необходимо использовать замки и/или средства блокировки [20].

Устройства блокировки бывают трех видов: электромеханические, электрические и механические. В первом виде единовременно происходит разрыв электрических цепей и механическое выключение при открытии дверей либо снимании ограждений.

Средства от изоляции от грунта. Основной задачей изолирующих средств – защита персонала от несчастных случаев связанных с электрическим током по средствам ограждения их от находящихся под электрическим напряжением частей. В зависимости от диэлектрических особенностей и устройства средства защиты можно разделить на дополнительные и основные.

4.2 Требования безопасности в конструкции

Все движущиеся элементы обеспеченны от потери жесткости, разрывов и поломок вследствие динамических нагрузок, образующихся в условиях использования конструкции. Все части движителя сделаны из надлежащих материалов, исходя из расчетных размеров и технических требований. Вся конструкция в обязательном порядке проходит стендовые испытания.

Крепеж деталей разработан с учетом вибрации и колебаниях, с целью сохранения надежного устойчивого положения крепежа [16].

4.3 Требования безопасности при испытании гусеничного движителя

Стендовая диагностика конструкции выполняется на специально предназначенном для этого стенде. Прошедшим испытания признается движитель, который [20]:

– соответствует всем характеристикам, представленным в техническом паспорте;

– не имеющий поломок, трещин и других повреждений;

– отсутствие неположенных стуков и звуков.

Динамическая диагноста так же выполняется на специально предназначенном для этого стенде, поэтому при проведении испытаний необходимо соблюдение правил безопасности:

– к работе со стендом могут приступить лица, знакомые с методикой, работой и устройством проведения испытаний и правилами техники безопасности;

– после постановки объекта эксперимента на стенде необходимо зафиксировать защитные кожухи;

– обследовать детали, удостоверившись в надежности креплений;

– периодически производить осмотр стенда во время испытаний.

4.4 Производственная санитария

Микроклимат в водительской кабине должен соответствовать требованиям. С целью поддержания в кабине транспортного средства приемлемой температуры в холодное время года применяется встроенная печка. В жаркий период года температура и циркуляция воздуха корректируется путем открытия или закрытия окон, в современных машинах – с помощью кондиционера. Допустимые и оптимальные нормы микроклимата, предъявляемые к кабине водителя, раскрыты в таблице 4.2.

Гусеничный движитель – источник колебаний, образующиеся из-за неровности поверхности дороги.

Таблица 4.2 – Допустимые и оптимальные нормы микроклимата, предъявляемые к кабине водителя.

Время года	Температура в кабине, °С	Влажность воздуха, %	Скорость циркуляции воздуха, м/с
Зимнее	Не менее 5	50–60	0,2–0,25
Летний	Не более 30	75	0,2–0,45

В таблице 4.3 раскрыты основные гигиенические нормы транспортной вибрации соответствующий ГОСТ 12.1.012-90. В таблице 4.4 рассмотрены влияние на человека вибрации различной частоты. В таблице 4.5 приведены допустимые пороги шума.

Таблица 4.3 – Основные гигиенические нормы транспортной вибрации.

Тип вибрации	Разрешенная величина виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
Горизонтальная	122	117	116	116	116	116	116	-	-	-	-
Вертикальная	132	123	114	108	107	107	107	-	-	-	-
Транспортная общая	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000

Таблица 4.4 – Влияние на человека вибрации различной частоты.

Характер влияния	Амплитуда колебаний, мм	Частота колебаний, Гц
Не воспринимается	0,01	75–120
Временно абстрагирует	0,02	65–75
Абстрагирует постоянно	0,03	50–60
Невыносимые условия для труда	>0,03	<50

В таблице 4.5 – Допустимые пороги шума.

	Порог звукового давления в дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука и эквивалентный уровень звука, дБА
Рабочее место	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Водительское место	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Утилизация отходов, в состав которых включен металлический лом выполняются на заводах черной металлургии. ГОСТ 2787-75 «Лом и отходы чёрных металлов» и ГОСТ 1639-78 «Лом и отходы цветных металлов» регулируют накопление, хранение и сдачу металлолома [16].

Утилизация или переработка жидких отходов выполняется на предприятиях полигонах, созданных и соответствующих нормам СНиП 2.01.28 – 85, главной целью которых является централизация сбора, обезжиривания и захоронения ядовитых отходов.

4.5 Пожарная безопасность

Под техникой пожарной безопасности понимают комплекс технических и координационных действий, сконцентрированных на обеспечении безопасности персонала, недопущение пожара, приостановление распространения огня и обеспечении средствами пожаротушения. Техника пожарной безопасности объединяет в едино действия, производимые в процессе проектирования, использовании и возведения предприятия.

Техника пожарной безопасности предполагает: формирование условий для результативного пожаротушения; Разработка мероприятий по эвакуации сотрудников и материальных средств из участка возгорания; хранение, передвижение и нахождение на рабочем участке горючих растворов и жидкостей только в непроницаемых емкостях.

Мероприятия по предупреждению возгорания делятся на эксплу-атационные, ремонтные, технические и организационные.

К координационным действиям принято относить правильное использование металлорежущих станков, автотранспорта, шиномонтажных, сварочных, шлифовочных и др. цехов и отделов, сооружений, территорий.

К техническим действиям относят соответствие норм при разработке проекта сооружений, установке оборудования, при проведении коммуникаций, вентиляции и освещения.

Перед началом ремонта емкостей и баков, предназначенных для топлива и горюче – смазочных материалов предварительно производят очистку, промывание и протирания их. Сварка выполняется только при открытых пробках, горловинах и крышках. Запрещено курение в непредназначенных для этого местах.

Мероприятия по эксплуатации включают профилактические осмотры, плановые ремонты машин, механизмов и станков, динамическое и гидравлическое испытания грузоподъемных машин.

На предприятиях, задействованных в автомобильной индустрии широкое использование легковоспламеняющиеся и пожароопасные продукты сгорания и материалы. Основываясь на СНиП 11–9–81 все отделения и цеха автотранспортных предприятий можно разделить по опасности на взрывные, взрывопожарные и пожарные.

Характеристика пожароопасных свойств применяемых материалов:

Резиновое покрытие – легковоспламеняющийся материал. Состав (в % вес.): девулканизат 50; рубракс 26,8; сажа ламповая 16,3; асбестовое волокно 5,3; парафин 1,6. показатель возгораемости более 2,1 – загорается от пламени спички. Тушить водой, пеной.

Применяемые средства для предупреждения и тушения загорания:

– вода;

– пены химические (ОП – 1; ОП – 2 – огнетушители пенные; 1 (2) – количество литров) или воздушномеханические;

– инженерные газообразные (ОУ – 1; ОУ – 2), разбавители (CO_2, N_2, пар, аргон (Ar) и др.);

– порошковые составы на основе неорганических солей щелочных металлов (порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия);

– наличие пожарной сигнализации.

Таблица 4.5 – Пожарные свойства применяемых веществ и материалов.

Наименование веществ	Температура, °С			Пределы воспламенения	
	Вспышки	Самовоспламенения	Воспламенения	Концентрация	температура
Химические и органические вещества и нефтепродукты	До 104 Свыше 104	–	–	–	–
Лаки, краски, эмали	–	–	–	–	–
Масло индустриальное	–	335	181	–	н. 146 в. 190
топливо	71	310	–	–	н. 76115 в.

4.6 Расчет себестоимости проектируемого движителя

Себестоимость товара – это стоимостная оценка затраченных на производство и реализацию продукции производственных ресурсов [32].

Производственная себестоимость нового устройства представляет собой стоимостную оценку общих затрат цеха на производство продукции, и определяется точным методом на основе нормативов использованных материалов и трудовых затрат.

$$С_П = М + П_И + З_О + З_{ДОП} + З_{ВЛ} + З_{ПВ} + С_И + Р_{ПР} + Р_{ОХ}, \quad (4.1)$$

где М – затраты на основные материалы, рублей;

$П_и$ – затраты на покупные полуфабрикаты, рублей;

$З_О$ – основная заработная плата производственных рабочих, рублей;

$З_{ДОП}$ – дополнительная заработная плата, рублей;

$З_{ВЛ}$ – вознаграждения за выслугу лет производственных рабочих, рублей;

$З_{ПВ}$ – отчисления от фонда заработной платы на прямые обязательные выплаты рассчитываются по следующей схеме: в пенсионный фонд – 22%, в фонд обязательного медицинского страхования – 5,1%, в фонд социального страхования – 2,9%., рублей [15];

$С_{И}$ – затраты, связанные с износом спецоснастки и инструмента, рублей;

$Р_{ПР}$ – общепроизводственные расходы, рублей;

$Р_{ОХ}$ – общехозяйственные расходы, рублей;

Расчет затрат на основные материалы производится по следующей формуле [32]:

$$М=Цм \cdot Qм \cdot \left(1+\frac{Ктзр}{100}-\frac{Квот}{100}\right), \quad (4.2)$$

где $Ц_{м}$ – оптовая цена материала *i*-го вида, рублей;

$Q_{м}$ – норма расхода материала *i*-го вида, килограммы, метры;

$К_{тзр}$ – коэффициент траспортно-заготовительных расходов, %;

$К_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %;

Таблица 4.1 – Расчет затрат на основные материалы

Номер и наименование деталей	Наименование материалов	Норма расхода, кг.	Средняя цена за ед. изм., рублей	Сумма, рублей
1	2	3	4	5
Корпус редуктора	ВЧ42-12	61	8,5	518,50
Полуоси	40Х	15,79	13,73	216,8
Шестерня коническая	30хгт	5,25	18,68	98,07
Фланец	ст. 45	4	12,35	49,40
Крышка стакана подшипников	АК9М2	2,87	30,9	88,68
Чулок моста	ст. 45	37,42	12,35	462,14
Стакан подшипников конической шестерни	КЧ 35-10	5,42	9,34	50,62

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
Крепление подушки	40Х	5,85	13,73	80,32
Обойма	КЧ 35-10	5,37	9,34	50,16
Крышка стакана подшипников цилиндрической шестерни	АК9М2	0,8	30,9	24,72
Втулка распорная	ст. 45	5,21	12,35	64,34
Шайба упорная	ст. 45	4,39	12,35	54,22
Гайка подшипника	КЧ35-10	8,22	9,34	76,77
Стопор гайки подшипника	ст.20	0,058	11,97	1,39
Звездочка наружная	20хнм	6,61	17,8	117,66
Звездочка внутренняя	20хнм	5,33	17,8	94,87
Сухарь	ЗОХГТ	0,05	17,85	21,42
Шестерня ведущая цилиндрическая	ЗОХГТ	11,33	18,68	211,64
Шестерня ведомая цилиндрическая	ЗОХГТ	20,31	18,68	379,39
Гайка фланца	ст. 35 Л	0,38	12,07	4,59
Итого: Транспортно-заготовительные расходы Возвратные отходы		3% 2%	79,97 53,32	2665,77
Всего:				2799,06

$$М = 2665,77 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 2799,06. \text{ рублей.}$$

Затраты на покупные изделия и полуфабрикаты определяются по следующей формуле [32]:

$$Пи = Цi \cdot ni \cdot \left(1 + \frac{Ктзр}{100}\right), \qquad (4.3)$$

где Ц*i* – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов *i*-го вида, рублей;

Ni – количество покупных изделий и полуфабрикатов *i*-го вида, штук.

Таблица 4.2 – Расчет затрат на покупные комплектующие и полуфабрикаты

Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1шт, рублей	Сумма, рублей
1	2	3	4
Подшипник 7214А	8	120	960
Подшипник 102210 К1	2	60	120
Подшипник 102409 М	4	70	280
Подшипник 27310 НУ1	2	65	130
Подшипник 27311	2	100	200
Болт М10	16	0,65	10,4
Шайба 10.ОТ	16	0,13	2,08
Болт М14	16	0,78	12,48
Гайка М14	16	0,31	4,96
Манжета	4	22	88
Итого: Транспортно-заготовительные расходы			1807,92 54,24
Всего:			1862,16

$$\text{Пи} = 1807,92 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1862,16. \text{рублей.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих определяется по формуле [32]:

$$\text{Зо} = \text{Зт} \cdot \left(1 + \frac{\text{Кprem}}{100}\right), \text{ рублей,} \qquad (4.4)$$

где Зт – тарифная з/п, рублей, которая рассчитывается по формуле:

$$Зm = Cpi \cdot Ti \text{ , рублей} \qquad (4.5)$$

Cpi – часовая тарифная ставка, рублей;

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.;

Кprем – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве.

Данные, необходимые для расчета основной заработной платы производственных рабочих приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Данные для расчета заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость н/час.	Часовая тарифная ставка, рублей	Тарифная з/п, рублей
1	2	3	4	5
Механическая обработка деталей	4	16	128	2048
Термическая обработка деталей	4	10,4	131	1362,4
Слесарно-сборочные	5	2,23	83,2	185,5
Итого:				3595,9
Премиальные доплаты	35%			1258,57
Основная з/п				4854,47

$$Зо = 3595{,}9 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 4854{,}47 \text{ рублей.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих рассчитывается исходя из соотношения 20% к $З_о$,

$Зд = 0{,}2 \cdot З_о = 4854{,}47 \cdot 0{,}2 = 970{,}89$ рублей .

Вознаграждения за выслугу лет для производственных рабочих составляют 10% от их основной заработной платы, таким образом [15]:

$З_{вл} = З_о \cdot 0{,}1 = 4854{,}47 \cdot 0{,}1 = 485{,}54$ рублей.

Отчисления от фонда заработной платы на прямые обязательные выплаты рассчитываются по следующей схеме: в пенсионный фонд – 22%, в фонд обязательного медицинского страхования – 5,1%, в фонд социального страхования – 2,9%., таким образом:

В пенсионный фонд – Зпф =(4854,47+970,89+485,45) · 0,22=1388,38 (рублей).

В фонд медицинского страхования – Змс =(4854,47+970,89+485,45) · 0,051=321,85 (рублей).

В фонд социального страхования –Зсс =(4854,47+970,89+485,45) · 0,029=183,01 (рублей).

Затраты, связанные с износом производственной спецоснастки и инструмента, рассчитываются в процентном отношении от уровня основной заработной платы производственных рабочих. С учетом специфики функционирования предприятий автомобилестроения, данная статья затрат составляет 10% от основной заработной платы производственных рабочих, таким образом [32]:

$$И_{Н} = З_{О} \cdot 0,1 = 4854,47 \cdot 0,1 = 485,45 \text{ рублей.}$$

Общепроизводственные расходы – затраты направляются на покрытие расходов, связанных с управлением, обслуживанием и содержанием цехов и других производственных помещений общепроизводственного назначения, составляют 250% от основной заработной платы, таким образом [32]:

$$Р_{ПР} = З_{О} \cdot 2,5 = 4854,47 \cdot 2,5 = 12136,16 \text{ рублей.}$$

Общехозяйственные расходы – затраты направляются на покрытие расходов по управлению предприятием в целом, содержанию и обслуживанию основных фондов общехозяйственного назначения, составляют 190% от основной заработной платы, таким образом [32]:

$$Р_{ОХ} = З_{О} \cdot 1,9 = 4854,47 \cdot 1,9 = 9223,48 \text{ рублей.}$$

Согласно выше произведенным расчетам производственная себестоимость нового устройства составит:

$C_П$ =

=2799,06+1862,16+4854,47+970,89+485,45+1893,24+485,45+12136,16+9223,48= 34710,36 рублей.

Полная себестоимость подъемной оси рассчитывается по следующей формуле:

$$СС=C_{ПР}+C_П+P_{ОНП}+P_К, \quad (4.6)$$

где $C_П$ – производственная себестоимость нового устройства, рублей;

$P_{ОНП}$ – расходы на подготовку и освоение производства, рублей;

$P_К$ – коммерческие расходы предприятия, рублей.

Расходы на подготовку и освоение производства включают в себя затраты некапитального характера: на совершенствование технологии, переналадку оборудования, изготовление спецоснастки и т.д. Расходы на подготовку и освоение производства, включаемые в себестоимость одной единицы изделия, составляют 30% от его производственной себестоимости, таким образом:

$P_{ОНП} = C_П \cdot 0,3$ = 34710,36·0,3 =10413,11 рублей.

Коммерческие расходы – это затраты на реализацию продукции, составляют 5% от производственной себестоимости, таким образом:

$P_К = C_П \cdot 0,05$ =34710,36·0,05 = 1735,52 рублей.

Полная себестоимость нового устройства составит:

СС = 34710,36 + 10413,11 + 1735,52 = 46858,98 рублей.

4.7 Расчет отпускной цены проектируемого модуля

Оптовая цена нового устройства, цена предприятия, определяется по

формуле:

$$Ц_О = СС + П, \quad (4.7)$$

где СС – полная себестоимость, рублей;

П – процент желаемой прибыли, составляющей 20% от всех затрат (полной себестоимости нового устройства);

П = 46858,98·0,2 = 9371,8 рублей.

$Ц_О$ =46858,98+9371,8= 56230,78 рублей.

Свободная отпускная цена нового устройства определяется по формуле:

$$Ц_{СО} = Ц_О + НДС, \quad (4.8)$$

где НДС – налог на добавленную стоимость составляет 20% от цены предприятия, тогда:

НДС=0,2·56230,78= 10121,54 рублей.

$Ц_{СО}$ =56230,78+10121,54= 66352,32≈ 66352 рублей.

Полная калькуляция себестоимости нового устройства представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Калькуляция себестоимости проектируемого устройства

Наименование показателей	Обозначение	Сумма, рублей	Удельный вес от полной себестоимости, %
1	2	3	4
Сырье и материалы за вычетом возвратных отходов	М	2799,06	5,97
Покупные комплектующие и полуфабрикаты	$П_и$	1862,16	3,97
Основная заработная плата производственных рабочих	$З_о$	4854,47	10,36

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4
Дополнительная заработная плата	$З_Д$	970,89	2,07
Вознаграждения за выслугу лет	$З_{ВЛ}$	485,45	1,04
Отчисления на социальные нужды	$С_{соц.н.}$	1893,24	4,04
Расходы на инструмент и оснастку	$И_Н$	485,45	1,04
Общепроизводственные расходы	$Р_{ПР}$	12136,16	25,9
Общехозяйственные расходы	$Р_{ОХ}$	9223,48	19,68
Производственная себестоимость	$С_П$	34710,36	74,07
Расходы на подготовку и освоение производства	$Р_{ОНП}$	10413,11	22,22
Коммерческие расходы	$Р_К$	1735,52	3,7
Полная себестоимость	СС	46858,98	100

4.8 Выводы

Разработаны требования безопасности при эксплуатации данного объекта. Требования по безопасному хранению, эксплуатации, транспортировке, испытанию. Рассмотрены вопросы производственной безопасности.

Себестоимость комплекта на весь автомобиль составила 46858,98 рублей.

5 Инструкция по эксплуатации модуля

5.1 Эксплуатация машин при низких температурах воздуха

Характерной особенностью географического положения Российской Федерации является большое разнообразие климатических условий, которые оказывают влияние на техническую готовность и работоспособность автомобильной техники.

Территория РФ подразделяется на четыре климатические зоны. Холодная зима, общая площадь которой составляет 67,35 % отличается от других зон очень суровыми климатическими условиями. Так, среднемесячная температура января месяца в северных районах колеблется от минус 50 до минус 15оС, а минимальная опускается до минус 64 0С. Зима продолжается 200…300 дней в году, сопровождается частыми снежными метелями и снежными ветрами, достигающими в отдельных районах скорости до 30 м/с. Глубина снежного покрова колеблется от 1,5 до 8 м.

В умеренной зоне среднемесячная температура в январе колеблется от минус 15 до плюс 4°С, минимальная опускается до минус 45°С.

В ряде районов жаркой климатической зоны температура воздуха может опускаться до минус 17°С и сохраняться до 40…70 дней.

Площадь всех районов страны, где температура воздуха зимой опускается ниже 0 °С, составляет 90 % всей территории.

Многие районы с холодным климатом имеют слаборазвитую дорожную сеть.

Перечисленные факторы значительно снижают технические возможности машин, так как затрудняется пуск двигателя, а иногда становится невозможным привертывание редукторов агрегатов трансмиссии, увеличивается время на обслуживание машин, ухудшается проходимость, усложняются условия работы водителя.

Чтобы обеспечить надёжность работы и полностью использовать высокие технические возможности автомобильной техники, требуются твёрдые знания

особенностей работы машин в условиях низких температур воздуха, точное соблюдение установленных правил эксплуатации для конкретных дорожных и климатических условий, выполнение полного объёма работ по подготовке техники и средств обеспечения её работоспособности к предстоящему сезону эксплуатации.

5.2 Особенности обслуживания автомобильной техники зимой

Работоспособность и надёжность автомобильной техники могут быть поддержаны на уровне требований постоянной технической готовности путём своевременного и качественного её обслуживания.

Техническое обслуживание следует выполнять сразу по прибытии машины из рейса, пока не остыли смазка, детали и узлы. Перед обслуживанием после продолжительной стоянки на открытой (неотапливаемой) площадке следует разогреть смазку в агрегатах и механизмах пробегом, средствами разогрева или в специальных помещениях для разогрева.

В пунктах технического обслуживания и ремонта (ПТОР) особое внимание уделяется подготовке рабочих мест. Средства заправки должны обеспечивать выдачу нагретых воды и масел. Температура воздуха в ПТОР должна быть не ниже плюс 5 ^{o}C.

В полевых условиях ПТОР оборудуется на базе подвижных средств технического обслуживания. Для организации ПТОР могут использоваться производственные палатки, в которых размещаются посты технического обслуживания и выносное оборудование подвижных мастерских.

Для отопления палаток могут применяться отопительные средства, кроме тех, которые вырабатывают горячий воздух, смешанный с продуктами сгорания.

Сокращать объём работ и изменять периодичность технического обслуживания машин зимой категорически запрещается.

Перед выездом из парка после продолжительной стоянки на открытой площадке целесообразно отогреть машины и слить отстой из топливных баков, филь-

тров и фильтров-отстойников насосов. Проверить натяжение ремней привода генератора, вентилятора, компрессора насоса гидроусилителя. Проверить состояние и крепление дополнительных средств утепления, исправность работы средств разогрева двигателя, отопителя кабины и отопительной установки. Чтобы избежать повреждения РАГ начинать движение необходимо со скоростью не более 5…10 км/ч даже после 20 мин остановки при температуре минус 30 °С. Резина приобретает необходимую эластичность через 10–15 мин движения с пониженной скоростью.

При ежедневном техническом обслуживании после возвращения в парк топливные баки машин необходимо полностью заправлять топливом закрытой струёй. В незаполненных баках на их внутренних стенках образуется иней, который, попадая в топливопроводы и фильтры, может вызвать перебои в подаче топлива или полное его прекращение.

При сливе охлаждающей жидкости внимательно следить за полнотой слива. По окончании слива провернуть коленчатый вал двигателя на 10…15 оборотов при выключенном зажигании. Сливные краны оставит открытыми. Удалить конденсат из воздушных баллонов и фильтра влагомослоотделения системы привода тормозов. При постановке машин в парк на открытую стоянку при температуре наружного воздуха ниже минус 15 °С аккумуляторные батареи с машины снимаются и хранятся в отапливаемом помещении.

Во избежание примерзания гусеницы к грунту рекомендуется ставить машины на подкладки из досок или хвороста.

На длительных стоянках нельзя затормаживать автомобили ручным тормозом, так как попавшая в тормоз влага (снег) вызывает примерзание колодок к диску (барабану).

При стоянке автомобиля без прогрева свыше 8…10 ч масло из картера двигателя следует слить в индивидуальные термосы или канистры и хранить в нагретом состоянии.

При обслуживании гусениц работы по их монтажу, демонтажу, подкачке воздуха должны выполняться только после того, как гусеницы отогреются.

5.3 Обслуживание резиноармированной гусеницы

Использование резиноармированной гусеницы предполагается при снежном бездорожье или заснеженных путях в температурном режиме окружающего воздуха от минус 60 °С до плюс 40 °С.

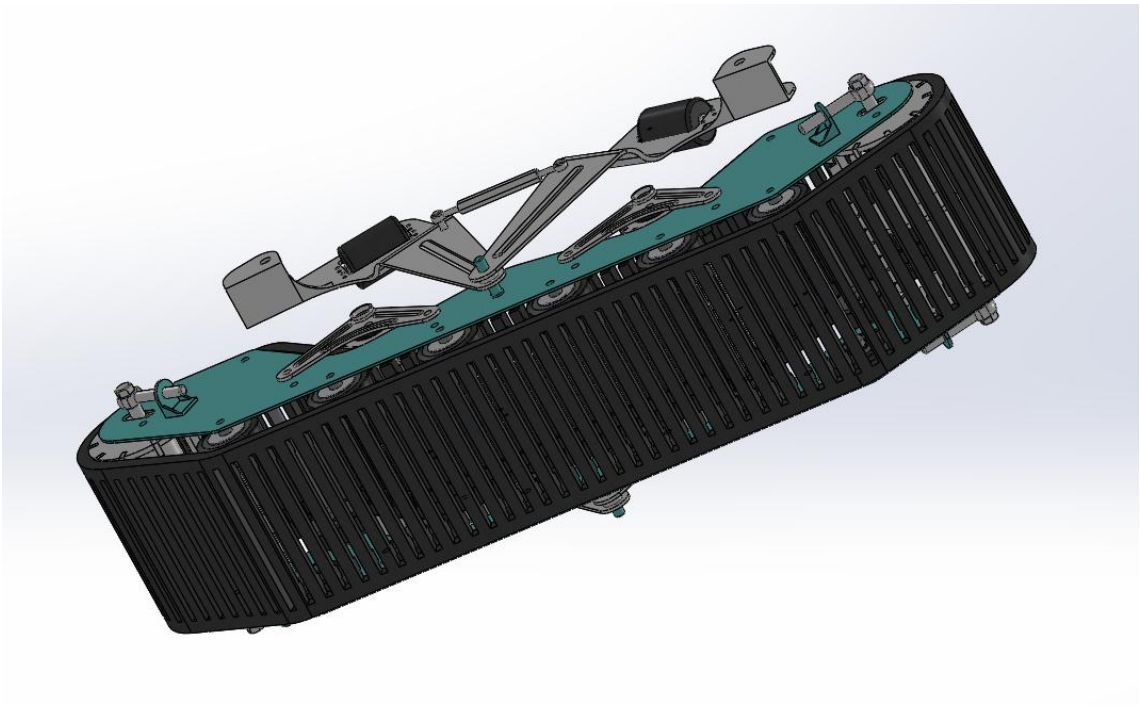

Рисунок 5.1 – Общий вид резиноармированной гусеницы

Улица и дороги общего использования не предназначены для передвижения по ним РАГ.

Водитель обязан убедится в исправности РАГ перед началом работы с ней, а также контролировать ее состояние на всем протяжении пути. Запрещено использование поврежденной гусеницы.

Перед началом движения при заведенном двигателе необходимо прогреть гидросистему устройства сочленения – для этого необходимо последовательно в течении 2 минут совершать взаимные повороты и наклоны тягача и прицепа.

Перед тем как завести двигатель водитель обязан произвести включение стояночного тормоза и установить рычаг коробки переключения реверса на нейтральную скорость.

Перед выполнением движения необходимо убедится в отсутствие преград и/или людей на пути. При вылете, из-под РАГ какого-либо предмета он может нанести серьезные травмы, как самому водителю, так и посторонним лицам, находившимся вблизи.

Все виды работ по ремонту и техобслуживанию производятся исключительно при заглушенном двигателе (кроме регулировки систем питания).

Недопустимо использование при ремонте и техобслуживанию неисправных приспособлений и инструментов.

Не производить безосновательный разбор механизмов, так как вследствие этого действа рушится взаимное местонахождение приработавшихся поверхностей, в последствие это может повлечь за собой ускоренный износ деталей.

На снижение эксплуатационной безопасности влияет самостоятельная модернизация и замена родных (фирменных) механизмов и деталей другими. Так же непозволительны модернизации РАГ с целью использования в период теплого времени года.

При выполнении осмотра и техобслуживания необходимо соблюдать меры противопожарной безопасности.

Запрещено:

– попадание посторонних объектов внутрь гусеницы, это способствует ее обрыву;

– помещения, в котором выполняются работы, должны быть оснащены противопожарными средствами;

– долговременное воздействие на гусеницу агрессивных жидкостей (например, бензина, керосина, различных масел и т.п.), это окажет губительное воздействие на полимерные материалы гусеницы.

5.4 Регламент технического обслуживания

Большое значение относительно безопасности использования транспортного средства имеет своевременное периодическое техобслуживание. Механизмы

должны в обязательном порядке подвергаться детальному осмотру технического состояния. Водитель перед каждым передвижением обязан проводить общий контрольный анализ гусеничной ленты. Техобслуживание производится в соответствии с регламентов с определенной периодичностью и объемах.

Типы техобслуживания.

Повседневное техобслуживание ЕО (до выезда и после возвращения в гараж).

Периодические типы техобслуживания

– первое техническое обслуживание производится через каждые пройденные 5000 километров;

– второе техническое обслуживание производится через каждые пройденные 50000 километров;

– сезонное техническое обслуживание (СО) производится при введении гусеницы в использование.

5.4.1 Ежедневное техническое обслуживание

Контрольные операции

– перед началом движения обязательный внешний осмотр, на предмет выявления трещин на траках и деформации;

– проверка натяжения гусеницы путем визуального осмотра, что бы убедится в отсутствии ее растяжения;

– провести осмотр цилиндров устройства сочленения на предмет наличия следов подтекания жидкости, задиров на штоке цилиндра и других механических повреждений;

– проверить целостность сальников гидроцилиндров;

– после завершения эксплуатации рекомендуется обдуть гусеницу сжатым воздухом или обмести, дать высохнуть и обработать специальным средством «ГУТАЛИН» для продления срока службы траков и устранению шума в местах стыка. Дать впитаться средству для пропитки в течении 5 часов.

5.4.2 Очистка

Важным мероприятием в увеличении срока эксплуатации резиновых гусеничных лент считается повседневное основательное их мытье, в особенности после работ в тяжелых условиях (грязь, снег). Накопление земли на направляющей плоскости гусениц ведет повышение натяжения ленты, впоследствии нагрузка на детали ходового механизма увеличивается.

Материал РАГ может быстро разрушаться вследствие воздействия на них химически активными загрязнителями (солей, нефтесодержащих веществ). Необходимо контролировать процесс заправки топливом и не допускать попадания их на резиновые гусеницы. При их попадании – незамедлительно смыть.

К основным рекомендациям относятся очитка и осмотр катки ходового механизма и ведущих колес в течение всего рабочего процесса. Целесообразно проводить очистку от грязи при помощи моечного оборудования высокого давления. При условии не оснащенности помещения данной установкой или ее неэффективности используют лом или лопату, а для узких и труднодоступных мест отвертку.

При уборке ходового механизма крайне важно обращать внимание на рабочую плоскость колес и катка, эти части в большей степени страдают от коррозии. Направляющие плоскости РАГ пропорциональны формам рабочих поверхностей колес и катков. Негативное воздействие на поверхность гусениц оказывает набившиеся в них асфальт или земля, которые через некоторых промежуток времени приведут к стиранию направляющих выступов гусеницы.

В основном после выполнения работ в зимний период года водители игнорируют очистку ходового механизма от снега. Последствия данного невыполнения требований эксплуатации РАГ происходит к обмерзанию колес и катков, которые не поддаются управлению вследствие морозной ночи.

5.5 Приемы работы на резиновых гусеницах

При выполнении работ необходимо соблюдать равномерное распределение

нагрузок между двумя гусеницами. Запрещено совершать разворот, с помощью притормаживая одной из гусениц или противовращения гусениц. При совершении торможения одной из гусениц на вторую увеличивается нагрузка. Необходимо производить пороты плавно. Так же вследствие резких поворотов в ходовой механизм могут попасть мелкие камни или части земли, что ведет за собой ускоренный износ.

При постоянном исполнении поворотов через одну из сторон, ускоряется износ зубьев колес (направляющего и ведущего), катков, наружности траков с края, на который приходится наивысшая нагрузка. Для уравнения амортизации частей ходового механизма следует исполнять повороты переменно через обе стороны.

Для снижения амортизации ходового механизма и поломки опорной поверхности, нужно соблюдать рекомендации по выполнению поворота в три этапа:

– подать транспорт вперед с незначительным поворотом вправо;

– сдать назад и едва правее;

– завершить маневр, подавая транспорт вперед и в необходимом направлении.

Не допускать ударов границами гусениц о стенки, бордюрный камень и другие препятствия.

При выполнении работ на склонах машину необходимо вести на низкой скорости, не допуская резких изменений траектории движения. Движение на склоне производить вверх и вниз, избегая поперечного направления. Контактирование с опорной поверхностью ведет за собой ускорение износа боковых частей, в основном при выполнении работ на гребне насыпей и во впадинах.

Въезжая на пандус резиновыми гусеницами необходимо убедится, что ширина пандуса пропорциональна ширине гусениц, и они не могут быть замяты бортами пандуса. При выполнении подъемов и съездов с пандусов несоответствующих габаритом гусениц, возможны неблагоприятные последствия в виде ускорения изнашивания гусениц.

При недостаточном натяжении гусениц возможно задевание ходовой рамы за бордюры, трубы и др. препятствия, что ведет к ее повреждению. Необходимо

производить контроль натяжения гусениц и по возможности избегать наезд на препятствия.

Стараться минимизировать неблагоприятное воздействие солнечных лучей и экстремальных температур на резину, что способствует уменьшению изнашивание. Температура, подходящая для работ колеблется от – 60 до + 55 °С. При работе в условиях экстремальных температур нужно снизить скорость машина.

5.6 Техническое обслуживание

Ежедневно водители и механики обязаны производить доскональный визуальный осмотр всего транспортного средства. Данный процесс занимает максимум 5 минут и включает в себя: обход машины, проверка состояния направляющих гусеницы, удостоверится в отсутствии отслаивания, отсутствии посторонних предметов в гусенице. Первостепенно обнаружение неисправностей своевременно, пока она не привела к значительным разрушениям.

Ведущие колеса требуют очистки от загрязнений каждые 50 часов работы, при условии выполнения работ на абразивном грунте, ее следует производить чаще.

Подробный технический осмотр выполняется каждые 2 – 3 месяца. Для проверки подшипников катков и колес одной стороны, противоположную сторону необходимо поднять с помощью домкрата или подъемника. Срок службы компонентов механизма напрямую зависит от правильного положения в плоскости всех частей ходового механизма.

Гусеницы не должны быть чрезмерно натянуты либо наоборот – провисать. При перетежении гусеницы, нагрузка на ленту, износ ленты и зубьев ведущего колеса возрастает, вследствие чего износ гусеницы увеличивается вдвое. У небольших машин провисание колеблется в значении от 16 до 25 миллиметрах, у более высокого класса до 50 миллиметров. Более конкретные значения провисания прописаны в техпаспорте, предназначенном для каждой машины. При слиш-

ком значительном провисании возрастает вероятность схождения гусеницы с катков.

При смене гусеницы (старой на новую), необходимо убедиться в состоянии и положении ее в плоскости колес и катков.

Резиновые гусеницы не нуждаются в сложном и дорогом техническом обслуживании. Залогом долгой работы резиновых гусениц является ежедневная очистка от загрязнений, плавное передвижение и исполнение поворотов, регулярный контроль ходовой части механизмов.

Обслуживание механизма сочленения заключается в периодической смазке шарниров закрепления на тягаче и ответной части – на прицепе.

5.7 Периодическое техническое обслуживание

Примечание – Техническое обслуживание ТО-2 предусматривает выполнение всех видов работ ТО-1 и ТО-2, сезонное техническое обслуживание – выполнение всех видов работ ТО-1, ТО-2 и СО.

Работы, выполняемые при ТО-1:

– мойка гусеницы с шампунем;

–визуальный осмотр;

–проверка натяжения на диагностическом стенде;

–нанесение специального пропитывающего средства.

Работы, выполняемые при ТО-2:

–включают все работы, выполняемые при ТО-1;

–диагностика гусеницы и звездочки (в том случае если она из полимерного материала) на предмет разрушения полимерного слоя с последующей выборочной заменой траков.

Сезонное обслуживание:

– внешний осмотр;

– проверка натяжения.

5.8 Выводы

В данном разделе описан полный комплекс мероприятий по техническому обслуживанию, эксплуатации и хранению резиноармированной гусеницы. Указано время проведения ТО-1 и ТО-2.

Заключение

После анализа патентной информации и обзора конструкций колесно-гусеничных модулей было принято решение о проектировании быстросъемного модуля, на которой автомобиль заезжает своим ходом. Особенностью проектирования будет разработка конструкции модуля и обеспечение независимости колесного привода.

Был проведен расчет усилий, возникающих в элементах гусеничного модуля. Проведен расчет параметров.

Проведено моделирование разработки, проведен расчет на прочность в системе *Solid Works* рычагов модуля.

Выполнено проектирование модуля с целью определения параметров и выполнения чертежей модуля. Проведенный расчет показал работоспособность конструкции.

Разработан технологический процесс изготовления рычага левого гусеничного модуля. Был проведен анализ технологичности детали, выбор типа производства, расчет экономической целесообразности способа получения заготовки, выбор маршрута обработки, проведен расчет режимов резания.

Разработаны требования безопасности при эксплуатации данного объекта. Требования по безопасному хранению, эксплуатации, транспортировке, испытанию. Рассмотрены вопросы производственной безопасности.

Себестоимость комплекта на весь автомобиль составила 46858,98 рублей.

Разработанный модуль является сложным конструктивно.

В данном разделе описан полный комплекс мероприятий по техническому обслуживанию, эксплуатации и хранению резиноармированной гусеницы. Указано время проведения ТО-1 и ТО-2.

Список литературы

1. Амбарцумян, В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст]/ В.В. Амбарцумян, В.Б. Носов, В.И. Тагасов - М.: ООО Издательство «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ», 1999. – 86 с.

2. Артемов, И.И. Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы. Курсовое и дипломное проектирование: методика и общие требования [Текст]: Учебное пособие/ И.И. Артемов, А.Б. Балакшин, А.А. Грабовский.-Пенза.:Информационно-издательский центр ПГУ, 2004.-226*с*.

3.Беляев, Н.М. Сопротивление материалов. 15-е издание, перераб. [Текст] - М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976. – 608 с.

4. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. 4-е изд. перераб. и доп. [Текст]/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред - М.: Выш. шк., 1983. – 256 с.

5. Гуревич, А.М. Тракторы и автомобили. [Текст] / Гуревич А.М., Сорокин Е.М. – М.: Колос, 1978.- 479с.

6.Гусаков, Н.В. «Конструкция автомобиля. Шасси». [Текст]/Н.В. Гусаков, И.Н. Зверев, А.Л. Карунин – М.: 2002 – 256 с.

7. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. вузов. – 7-е изд., испр. [Текст]/ П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – М.: Высш. шк., 2001. – 447 с.

8. Колчин, А.И. Расчеты автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов/ А.И. Колчин, В.П. Демидов - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 2002. – 496 с.

9. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение: Учеб. для студентов высших технических учебных заведений [Текст]/ В.С. Левицкий – М.: Высш. шк.,1988. – 351с.

10. Лукин, П. П. Конструирование и расчёт автомобиля, [Текст]/ П.П. Лукин и д.р./ - М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.

11. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты ». [Текст]/ – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. – 496с.

12. Павлов, В.В. Проектировочные расчеты транспортных средств специального назначения: учебное пособие [Текст] / В.В. Павлов. – М. ; МАДИ, 2014. – 116 с.

13. Пантелеев, В.Ф. Расчеты деталей машин: Учеб. пособие. – 2-е изд., доп. [Текст] /– Пенза: Из-во Пенз. гос. ун-та, 2002. – 164с.

14. Редькин, М.Г. Плавающие колесные и гусеничные машины [Текст] : / М.Г. Редькин. – М. Воениздат, 1966. – 200 с.

15. Смерницкий, Е.К. «Экономические показатели промышленности». [Текст] 2–е издание, перераб. и доп. – М.: Экономика.1980. – 432с.

16. Старобиский, Р.Н. Борьба с шумом и вибрацией на автомобильном транспорте: Учебное пособие. [Текст]/ Старобиский Р.Н., Фесина М.И. -Куйбышев: КуАИ, 1987.-70с.

17. Степанов, А.П. Конструирование и расчет павающих машин. [Текст] : / А.П. Степанов. – М. ; Машиностроение, 1983. – 200 с.

18. Тур, Е.Я. Устройство автомобиля [Текст] / Е.Я. Тур, К.Б. Серебряков – М. : Машиностроение, 1990. – 137 с.

19. Уханов, А.П. Теория автомобиля в упражнениях и задачах: Учебное пособие для вузов [Текст] /А.П. Уханов, И.И. Артемов, О.Ф. Пшеничный; под общ. ред. А.П. Уханова. - Пенза: Информационно-издательский цент Пенз. гос. ун-та, 2002. – 278 с.

20. Безопасность труда. Производственная безопасность: учеб. пособие [Текст]/ Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. – М.: МГУПБ, 2011. – 257 с.

21. Детали машин: Атлас конструкций. Уч. пособие для машиностроительных вузов [Текст]/ В.Н. Беляев, И.С. Богатырев, А.В. Буланже и др.; Под ред. д-ра

техн. наук проф. Д.Н. Решетова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 379с.

22. Допуски и посадки. Справочник в 2 ч.Ч1[Текст]/Под. Ред. В.Г. Мягкова. – 5-е изд., перера. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд – ие. 1978. – 544с.

23. Допуски и посадки. Справочник в 2 ч.Ч2[Текст]/Под. Ред. В.Г. Мягкова. – 5-е изд., перера. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд – ие. 1978. – 545-1032с.

24. Конструкция автомобиля. Шасси. [Текст]/Под общ. ред. А.Л. Карунина – М.: МАМИ, 2000. – 528с.

25. Механические конструкции колёсных и гусеничных машин – М.: Машиностроение, 1962. – 342с.

26. Многоцелевые гусеничные и колесные машины: Конструкция: Учеб. для вузов [Текст] / .И. Гладов, А.В. Вихров, В.В, Кувшинов, В.В, Павлов. – М : Транспорт, 2001. – 272с.

27. Обработка металлов резанием: Справочник технолога [Текст] / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736с.

28. Основы организации охраны труда на предприятии [Текст]/ Под общ. ред. Ю.С. Рысина. - Нижний Новгород: Вента-2, 1998.- 86с.

29. Проектирование полноприводных колесных машин: в 2 Т. Учебник для вузов / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др. [Текст] / Под ред. А.А. Полунгяна. – М : Издательство МГТУ им Н.Э. Баумана, 2000 – 640с.

30. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.1[Текст]/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерекова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М : Машиностроение, 1986 – 656с.

31. Технологическая документация на единичные процессы изготовления изделий в автоматизированном производстве: Учебное пособие [Текст]/ В.А. Скрябин, А.Г. Схиртладзе, В.О. Соколов. – Пенза : Из-во Пенз. гос. ун-та, 1995. – 250с.

32. Экономическое обоснование дипломных проектов (бизнес-планирование): методические указания к выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов технических специальностей / И.А. Сергеева, С.С. Солдатова, Ю.Ю. Частухина – Пенза : Из–во Пенз. гос. ун–та, 2011. – 63 с.

33. [Электронный ресурс] *http://avtomotoklyb.ru*.

34. [Электронный ресурс] *http://carnote.info*.

35. [Электронный ресурс] *http://www.autoshcool.ru*.

Приложение А

(рекомендуемое)

Патенты

Приложение Б

(обязательное)

Спецификации

Приложение В

(Обязательное)

Маршрутные и операционные карты

Приложение Г

(Обязательное)

Графическая часть дипломного проекта