

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка системы внешней пассивной безопасности для
автомобиля ВАЗ-2190

Студент

С.А. Паюров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Чумаков Л.Л.

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

доцент И.В. Дерябин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

ст. преподаватель О.А. Головач

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Тема дипломного проекта «Разработка системы внешней пассивной безопасности для автомобиля ВАЗ-2190». Актуальность темы обусловлена ростом числа автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации. Следовательно, возникает вопрос безопасности этих транспортных средств для пешеходов. Одним из вариантов повышения безопасности транспортного средства является создание системы пассивной безопасности, оберегающей пешехода от удара о кузов автомобиля при аварии.

Структура дипломной работы представляет собой пять глав, оглавление, введение, заключение, список литературы, включающий иностранные источники и приложения. В расчетно-пояснительной записке работа иллюстрирована рисунками, основные расчеты и данные сведены в таблицы.

Ключевым значением проекта является разработка системы внешней пассивной безопасности легкового автомобиля. Данная система позволит уберечь от травм пешеходов и велосипедистов при столкновении с автомобилем. Целью проекта является разработка конструкции и рабочей схемы системы внешней пассивной безопасности, применительно к конструкции автомобиля ВАЗ-2190.

Дипломная работа логически может быть разбита на связанные между собой главы. В первой главе был произведен анализ истории появления систем пассивной безопасности и их развития, включая иностранный опыт внедрения аналогичных систем.

Во второй главе дипломного проекта был произведен анализ транспортного средства, которое было взято в качестве базового и выполнен его тяговый расчет, подтверждающий возможность использования его в дорожных условиях с предлагаемыми доработками. Выполнен расчет отдельных узлов и деталей, силовые и прочностные расчеты конструкции системы пассивной безопасности. Разработана пневматическая схема и компоновка элементов системы пассивной безопасности.

В третьей главе дипломной работы была разработана технология проведения сборочных работ при установке системы на автомобиль. Произведена разработка технологической схемы сборки конструкции внешней подушки безопасности.

В четвертой главе дипломного проекта был произведен анализ безопасности при проведении сборочных работ на участке. Выявлены опасные и вредные производственные факторы и предложены пути их нейтрализации.

В пятой главе дипломного проекта выполнен расчет себестоимости изготовления и оснащения автомобиля внешней подушкой безопасности.

Результаты проведенной работы представлены в расчетно-пояснительной записке и на девяти листах графической части.

Abstract

The theme of the diploma project is "Development of an external passive safety system for the VAZ-2190 car." The relevance of the topic is due to the increase in the number of vehicles in operation. Therefore, the question of the safety of these vehicles for pedestrians arises. One of the options for improving the safety of a vehicle is the creation of a passive safety system that protects a pedestrian from hitting a car body in an accident.

The structure of the thesis consists of five chapters, a table of contents, an introduction, a conclusion, a list of references, including foreign sources and applications.

The thesis can be logically divided into interconnected chapters. In the first chapter, an analysis is made of the history of the emergence of passive safety systems and their development, including foreign experience in the implementation of similar systems.

In the second chapter of the graduation project, an analysis of the vehicle is made, which is taken as the base one and its traction calculation is performed, confirming the possibility of using it on the road with the proposed improvements. The calculation of individual components and parts, power and strength calculations of the design of the passive safety system are carried out.

In the third chapter of the thesis work, a technology is developed for carrying out assembly work when installing the system on a car.

In the fourth chapter of the graduation project, a safety analysis is made during assembly work on the site.

In the fifth chapter of the graduation project, the cost of manufacturing and equipping a car with an external airbag is calculated.

The results of the work carried out are presented in the settlement and explanatory note and on nine sheets of the graphic part.

Содержание

Введение	7
1. Исследование состояния вопроса обеспечения безопасности транспортного средства	10
1.1 Основные понятия и термины безопасности автомобиля	10
1.2 История развития систем пассивной безопасности автомобилей	17
1.3 Подушки безопасности транспортных средств	26
2 Расчётно-технологическая проработка конструкции системы внешней пассивной безопасности	35
2.1 Обоснование конструкторской разработки	35
2.1.1 Исходные данные по разработке конструкции	35
2.1.2 Разработка кинематической схемы проектируемой системы внешней пассивной безопасности	40
2.2 Конструкторские расчёты элементов системы внешней пассивной безопасности	43
2.2.1 Расчёт резьбового соединения корпуса газогенератора и отводящего штуцера	43
2.2.2 Расчёт резьбового соединения отводящего штуцера и втулки подушки безопасности	45
2.2.3 Расчёт коммуникаций для подведения сжатого газа	47
2.2.4 Расчёт основной крышки газогенератора	48
3 Организация процесса технического обслуживания подушек безопасности	53
4 Охрана труда и безопасность объекта проектирования	57
4.1 Характеристика объекта проектирования (технологического процесса сборочных работ)	57
4.2 Идентификация профессиональных рисков	57
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	62
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	65

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	67
5 Экономический раздел дипломного проекта	69
5.1 Определение технико-экономических показателей по системе внешней пассивной безопасности автомобиля	69
5.2 Расчет заработной платы	71
5.3 Стоимость изготовления оригинальных деталей	73
5.4 Расчет затрат на конструкторскую разработку	76
Заключение	79
Список используемых источников	81

Введение

Любое транспортное средство с точки зрения правил дорожного движения является средством повышенной опасности. В последнее время наблюдается устойчивая тенденция к увеличению числа автомобилей на дорогах, как средств индивидуального транспорта, так и различных видов транспортных средств, выполняющих социальные функции. Учитывая ту опасность, которую представляет транспортное средство для пешехода, производители все время совершенствуют системы безопасности, которые могут предотвратить гибель пешехода при дорожно-транспортном происшествии или свести к минимуму риск получения травм. Наибольший интерес представляют системы пассивной безопасности, которые устанавливаются на многие транспортные средства. В отличие от прочих видов способов сохранения жизни пешеходов при аварии, средства пассивной безопасности способны минимизировать наносимый при столкновении ущерб, что делает именно эти системы наиболее привлекательными с конструкторской точки зрения.

Пассивная безопасность – совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на снижение тяжести дорожно-транспортного происшествия.

То внимание, которое обращают производители на системы пассивной безопасности, имеет свое основание по следующим причинам. Во-первых, это связано с высокой степенью социальной ориентированностью автомобильных компаний, когда забота о жизни и здоровье человека выступает доминирующим приоритетом. Во-вторых, в условиях сильного давления на автопроизводителей со стороны экологических организаций, важно представить автомобиль, как безопасное и неагрессивное транспортное средство, максимально безопасное как для водителя, так и для окружающих. Это же и отражено в разного рода технических регламентах и стандартах, где

отражены положения о системах безопасности, которыми производители обязаны оснащать свои транспортные средства.

Принято различать системы активной и пассивной безопасности. К системам активной безопасности относят те системы автомобиля, которые при своей работе влияют на работу автомобиля. Например, антиблокировочная система (АБС, ABS), вмешивается в работу тормозной системы, предотвращая блокировку колес и срыв их в юз. Работа системы АБС значительно сокращает тормозной путь транспортного средства при аварийном торможении и при торможении в сложных дорожных условиях. Существует множество других систем активной безопасности, повышающих безопасность движения и способствующие предотвращению возникновения аварийных ситуаций.

Системы пассивной безопасности не вмешиваются в работу автомобиля или его управление. Но само их существование влияет на безопасность человека, помогая снизить последствия ДТП. Непосредственное воздействие такие системы не оказывают, но, как в случае с подушками безопасности, они помогают снизить уровень травматизма. Внутренние системы пассивной безопасности находятся в салоне автомобиля. К ним относятся такие элементы, снижающие уровень травматизма, как подголовники автомобильных сидений, подушки безопасности, фронтальные и боковые, а также надувные шторы и прочие элементы, защищающие человека от соударения с элементами кузова. К элементам внешней системы безопасности относятся легкодеформируемые энергопоглощающие зоны кузова автомобиля и его навесных элементов, а также проектирование кузова таким образом, чтобы исключить подмятие человека под колеса транспортного средства. К этим же мероприятиям относится исключение выступающих элементов кузова, способных нанести травму при столкновении, таких как эмблемы, ручки, декоративные элементы, имеющих выступающие или острые грани.

Изучение статистических данных по аварийности показывает, что с ростом автомобильного парка и интенсивности движения уменьшается

относительное число наездов на пешеходов и возрастает количество столкновений, опрокидываний и наездов автомобилей на неподвижное препятствие. Одновременно возрастает значение внутренней пассивной безопасности. Во многих странах ведутся работы по внедрению конструктивных мероприятий, снижающих вероятность гибели людей и тяжесть их травмирования при ДТП.

Одним из способов решения проблемы безопасности будет являться внедрение системы пассивной безопасности для автомобиля. Подобная система значительно снижает риск получения травм пешеходом или велосипедистом при столкновении с ними автомобиля. Система рассчитана на ситуацию, когда при столкновении внешняя подушка безопасности предотвращает удар тела пешехода о корпус автомобиля.

Разработка подобной системы в рамках дипломного проекта позволит максимально реализовать на практике объём знаний, полученных в процессе обучения. Также разработка подобных систем позволит значительно увеличить безопасность транспортных средств. Выполнение дипломного проекта должно быть основано на решении комплекса взаимосвязанных задач:

- задача проведения анализа систем безопасности и выявления тенденций развития систем безопасности;
- задача определения конструктивных параметров системы внешней пассивной безопасности исходя из тенденций развития данного вида систем;
- задача выполнения тягово-динамического расчета автомобиля, взятого на конструкторскую доработку системы внешней пассивной безопасности;
- задача конструкторской разработки системы внешней пассивной безопасности;
- задача идентификации производственных рисков безопасности жизнедеятельности и предложения по их нейтрализации;
- задача расчета себестоимости конструкции.

1. Исследование состояния вопроса обеспечения безопасности транспортного средства

1.1 Основные понятия и термины безопасности автомобиля

В соответствии с полученными в рамках дипломного проектирования задачами, необходимо провести анализ систем безопасности, устанавливаемых на легковой автомобиль. Рассмотрим различные аспекты обеспечения безопасности человека, как управляющего автомобилем, так и пешехода, поскольку вопросы безопасности транспортного средства в равной степени касаются всех участников дорожного движения. Анализ проведем с учетом тенденций развития систем безопасности, а также с учетом технических регламентов, оговаривающих вопросы безопасности транспортных средств.

«Безопасность автомобиля может быть активной и пассивной. Пассивная в свою очередь делится на внутреннюю и внешнюю.» [1].

«Активная безопасность автомобиля – это совокупность его конструктивных и эксплуатационных свойств, направленных на предотвращение и снижение вероятности аварийной ситуации на дороге.

В число систем активной безопасности автомобиля входят следующие элементы.» [2]

Антиблокировочная система (АБС, ABS). Назначение антиблокировочной системы состоит в предотвращении блокировки колес автомобиля при торможении, что не допускает срыва их в юз, а значит позволяет сохранить управляемое торможение автомобиля на сложных дорожных покрытиях. Применение системы АБС позволяет уменьшить длину тормозного пути при сохранении управляемости транспортного средства. Особенно хорошо показывает себя система АБС при совершении экстренного торможения на мокрой дороге, на дороге имеющей низкую температуру или в

условиях торможения, когда колеса попадают на участки дороги, имеющих различный коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием.

На большинстве современных транспортных средствах система АБС выступает основой для ряда других систем безопасности, таких как система контроля тяги на колесах, антипробуксовочная система, противозаносная система, система помощи при трогании в подъем и ряд других, основанных на анализе частоты вращения колес при различных условиях эксплуатации, таких как поворот руля, угол открытия дроссельной заслонки и прочих.

Антипробуксовочная система. Антипробуксовочная система предназначена для контроля силы тяги на колесах с целью предотвращения проскальзывания колеса или колес по дорожному покрытию. Подобная система позволяет исключить срыв одного из колес в юз при резком ускорении, а значит противодействует разворачиванию автомобиля при ускорении, к примеру на обледеневшей или мокрой дороге, при вхождении в поворот и других дорожных ситуациях. Как и система АБС ее действие основано на анализе частоты вращения колес автомобиля. Кроме этого, система сравнивает частоту вращения колеса с углом открытия дроссельной заслонки, включенной передачей и скоростью движения. В случае расхождения показателей с датчиков с показателями в карте ограничивается подача топлива на форсунки, а колесо, имеющее большую частоту вращения, подтормаживается колодкой.

Система контроля курсовой устойчивости. Во многом данная система задействована на антипробуксовочную и антиблокировочную системы. Назначение системы состоит в предотвращении заноса за счет анализа частоты вращения колес и анализа величины бокового ускорения. В случае расхождения показателей датчиков и карты данных, система снижает мощность передаваемую на колеса путем ограничения подачи топлива и подтормаживания отдельных колес для предотвращения избыточной поворачиваемости автомобиля.

«Система распределения тормозных усилий. Данная система является продолжением системы АБС (Антиблокировочной системы тормозов). Отличается тем, что помогает водителю управлять автомобилем постоянно, а не только в случае экстренного торможения. Так как степень сцепления колес с дорогой разная, а тормозное усилие, передаваемое на колеса, одинаковое, система распределения тормозных усилий помогает автомобилю сохранить устойчивость при торможении, анализируя положение каждого колеса и дозируя тормозное усилие на нем.

Система помогает сохранить траекторию, уменьшает вероятность заноса или сноса при торможении в повороте и на смешанном покрытии.» [10]

Система распределения крутящего момента. Впервые эта система была внедрена инженерами автомобильной компании Ауди (Audi) в 2002 году для автомобиля Audi A4. Работа этой системы основана на анализе частоты вращения колес. В случае, если одно из колес начинает вращаться быстрее вследствие потери сцепления с дорожным покрытием, блокируется муфта дифференциала и крутящий момент начинает распределяться на то колесо, где он отсутствует. Система позволяет эффективно использовать крутящий момент и предотвращать возникновение заноса и срыва колес в буксование при ускорении или при попадании колеса на участок дороги, имеющий другой коэффициент сцепления.

Помимо вышеперечисленных систем активной безопасности автомобиля существуют также вспомогательные системы. К ним относят:

- парктроник (парковочный радар, акустическая парковочная система, ультразвуковой датчик парковки). Система при помощи ультразвуковых датчиков измеряет дистанцию от автомобиля до ближайших объектов. Если автомобиль парковке находится на «опасном» расстоянии от препятствий, система издает предупреждающий звук или отображает информацию о дистанции на дисплее;

- адаптивный круиз-контроль. Круиз-контроль – это устройство, которое поддерживает постоянную скорость автомобиля, автоматически

прибавляя ее при снижении скорости движения и уменьшая скорость при ее увеличении;

- система помощи при спуске;
- система помощи при подъеме;
- стояночный тормоз (ручной тормоз, ручник) – система, которая предназначена для удержания автомобиля в неподвижном состоянии относительно опорной поверхности. Ручной тормоз помогает при затормаживании автомобиля на стоянках и удержании его на уклонах.

Кроме того, помимо активной безопасности существует и пассивная безопасность автомобиля – это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на снижение тяжести аварии.

«Пассивная безопасность так же подразделяется на внутреннюю и внешнюю.

Внутренняя пассивная безопасность включает в себя следующие элементы:

- ремни безопасности и подушки безопасности;
- подголовники сидений, защищающие от серьезных травм шеи пассажира при столкновении задней частью автомобиля;
- энергопоглощающие элементы передней и задней частей автомобиля, сминающиеся при ударе (бамперы);
- сминаемые или мягкие элементы передней панели;
- складывающуюся рулевую колонку;
- травмобезопасный pedalный узел (при столкновении педали отделяются от мест крепления и уменьшают риск повреждения ног водителя);
- безопасные стекла, которые при разрушении рассыпаются на множество неострых осколков и триплекс;
- увод двигателя и других агрегатов под днище автомобиля для предотвращения их проникновения в салон при аварии и др.» [21]

Таким образом, система пассивной безопасности помогает водителю и пассажирам выжить в случае аварии и избежать серьезных травм.

К слову сказать, размер автомобиля и целостность его каркаса также являются важным средством пассивной безопасности. При столкновении детали каркаса не должны изменять свою форму, в то время как другие детали должны поглощать энергию удара. Именно поэтому перед тем как пойти в производство, структурная целостность каркаса для каждого автомобиля тестируется. Каждый тип автомобиля разрабатывается с учетом требований пассивной безопасности, а их уровень проверяется при помощи краш-тестов.

Внешняя пассивная безопасность. Основным требованием внешней пассивной безопасности является обеспечение такого конструктивного выполнения наружных поверхностей и элементов автомобиля, при котором, вероятность повреждений человека этими элементами при ДТП была бы минимальной.

Важным элементом сохранения жизни и здоровья людей, а также снижения уровня травматизма являются деформируемые кузовные элементы. При применении такого элемента, большая часть энергии удара поглощается деформацией его при столкновении, следовательно энергия удара не передается объекту столкновения. Энергопоглощающими автомобильные производители делают бамперы и прочие элементы, воспринимающие первичный удар при столкновении с различными объектами.

«К энергопоглощающим устройствам предъявляют следующие требования:

- восстанавливаемость;
- высокий КПД;
- высокая плотность рассеяния энергии удара на единицу удара;
- большой эффективный ход;
- зависимость усилия и хода от скорости удара и массы.

По принципу действия энергопоглощающие устройства могут быть:

- превращающие кинетическую энергию удара в работу упругой или пластической деформации;
- превращающие кинетическую энергию удара в тепловую;
- комбинированные.» [7]

«Энергопоглощающие бамперы должны полностью амортизировать удары при скоростях до 16,0 км/ч. По типу упругого элемента бамперы подразделяются на механические, гидравлические, пневматические и комбинированные.

В бамперах с гидравлическим и пневматическим элементами поглощение энергии происходит за счет перетекания жидкости через дросселирующие отверстия или за счет сжатия газа. Обычно применяют комбинированные гидропневматические бамперы, представляющие собой телескопические цилиндры, емкости из деформируемого упругого синтетического материала, заполненные водой или антифризом, пневматические рукава, уложенные в выемки каркаса из алюминиевого сплава, и др.» [5]

Отдельным видом деформируемых элементов являются элементы кузова автомобиля. При любом виде столкновения поглощение энергии удара происходит за счет сминания элементов кузова, что позволяет поглощать энергию удара. Кроме этого, деформируемые элементы кузова при столкновении направляют автомобильные агрегаты по траектории, исключая столкновение их с водителем или пассажиром транспортного средства. Сложность применения таких элементов заключается в необходимости проведения объёмного проектирования и трехмерного имитационного моделирования столкновения автомобиля в различных условиях.

Задача жизнеобеспечения водителя и пассажиров в салоне кузова легкового автомобиля состоит в создании условий, при которых человек мог бы безопасно выдержать быстрое изменение кинетической энергии. Это

достигается деформацией кузова автомобиля при столкновении, при которой создается защитная зона вокруг водителя и пассажира.

Наружная поверхность автомобиля не должна иметь выступающих наружу остrokонечных или режущих частей или выступов, которые своей формой, размерами, направлением или жесткостью могут усиливать тяжесть ранения пешеходов, велосипедистов или мотоциклистов в случае столкновения их с неподвижным или движущимся автомобилем, при этом люки и окна должны быть закрыты.

В последнее время становятся особенно актуальны внешние подушки безопасности. Данные подушки устанавливаются обычно на капот автомобиля и открываются при столкновении с пешеходами и велосипедистами (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример установки внешней подушки безопасности

Как видно из фотографии с испытаний, приведенной на рисунке 1, система способна обеспечить безопасность человека при столкновении, за счет исключения жесткого контакта с кузовом транспортного средства.

Как и все подушки безопасности, внешние средства безопасности срабатывают разово. Но вместе с тем, большая площадь раскрытия и большое энергопоглощение делают этот вид системы безопасности одним из самых привлекательных с точки зрения их установки на транспортные средства. Кроме всего вышесказанного, данные системы отличаются компактностью и могут быть упакованы внутри кузовных элементов без нарушения внешнего дизайна автомобиля.

1.2 История развития систем пассивной безопасности автомобилей

История развития систем безопасности транспортных средств начинается ровно с того момента, как только эти самые транспортные средства начали появляться на дорогах. Учитывая крайне несовершенную конструкцию и отсутствие практического опыта их изготовления, многие из них могли представлять реальную угрозу как для самого водителя, так и окружающих людей. По мере совершенствования конструкции транспортных средств и повышения технического уровня автомобильного производства, возрастает и уровень развития систем безопасности автомобиля.

На первых порах автомобиль обзавелся ацетиленовым освещением кузова, а также примитивной тормозной системой с «башмаками». Но эта система плохо совмещалась с резиновыми шинами, поэтому авто вскоре стали оснащать сначала ленточными, затем и барабанным тормозами, которые срабатывали только на задних колесах. Тормозная система на все четыре колеса начала устанавливаться только с 1910-х годов.

«По мере развития скоростных возможностей автомобиля, а также организации дорожного движения, до конца 1950 г появляются автомобильные системы, которые облегчают работу водителя и исключают

многие опасные моменты при вождении авто. Речь идет о зеркалах заднего вида, дворниках, противотуманных фарах, которые впервые появились на модели Cadillac в 1938 г. А вот первыми «поворотниками» стали оснащаться в 1939 г. автомобили Buick. В 1944 г. инженеры компании Volvo начали устанавливать на свои автомобили многослойное ветровое стекло, которое в случае сильного столкновения автомобилей не рассыпалось, как обычное стекло, на осколки.» [1]

«Дальнейшее внедрение в автомобильную промышленность электрических, а также гидравлических систем позволило многим автопроизводителям начать широкое применение функционалов различных систем безопасности. Например, в 1921 г. на автомобилях стали устанавливать гидравлические тормоза, а в 1923 г. на моделях Renault появился функционал дополнительного усиления тормозной системы. В 1966 г. на автомобилях марки Volvo стали впервые использовать двухконтурную систему тормозов.

Благодаря работам шотландца Джона Бойдла Данлопа автомобиль начали оснащать изобретенными им надувными шинами из каучука. Таким образом, салон стал комфортнее, а сам автомобиль стал демонстрировать более уверенный и надежный ход. В 1904 г. компания Continental изобрела рельефные покрышки, а в 1946 г. производитель Michelin начал выпускать шины с радиальным расположением нитей корда. Такие покрышки широко применяются на автомобилях и в наши дни.» [20]

Развитие систем автомобильной безопасности включало, в том числе, и работу над функционалом пассивной безопасности, чьей задачей было обеспечение защиты жизни пассажиров. В начале 50-х годов прошлого века многие автопроизводители начали проводить краш-тесты своих автомобилей. В те же годы появились первые ремни безопасности, которыми стали оснащать салоны автомобилей Ford. Любопытно заметить, что первый патент на автомобильный ремень был выдан ещё в 1885 г. американцу Эдварду Клэгхорну, который изобрел двухточечный ремень безопасности. В 1956 г. вскоре после того, как двухточечный ремень безопасности получил свое

широкое распространение, автомобили марки Volvo стали комплектоваться более надежными трехточечными ремнями безопасности. Затем такие ремни сделали «подвижными», что улучшило уровень комфорта и безопасности пассажиров. В 1984 г. на ремнях безопасности стали устанавливать преднатяжитель (пиротехническое устройство давления), который позволял человеку в салоне автомобиля не чувствовать скованность и дискомфорт и одновременно повышал степень безопасности ремня в аварийной ситуации.

«Пассивная безопасность автомобиля стала одной из главных причин усовершенствования самой автомобильной кабины, для производства которой начали применять прочные и одновременно эластичные сорта стали. Для того чтобы снизить ущерб, возникновение которого не избежать при лобовом столкновении, особое внимание уделялось материалам, из которых производители изготавливали переднюю часть кузова автомобиля, деформирующуюся в момент сильного удара. Многие другие опции и системы были призваны сохранять жизнь людям, находящимся в салоне автомобиля. В 1966 г. на моделях марки Mercedes стали устанавливать рулевые колонки особого типа, которые в момент аварии не наносили водителю сильного ущерба. В 1971 г. на автомобилях Saab начали применять энергопоглощающее лобовое стекло, а в 1977 г. в дверях модели Saab 99 стали устанавливать боковые защитные балки. Подголовники, которые защищают шею водителя и пассажиров в момент столкновения, появились в 1968 г. в салоне автомобилей Volvo. И только в 1995 г. подголовники улучшили уровень своей безопасности, стали активными. В таком виде их можно было увидеть на автомобиле Saab 9–5.» [20]

Но основным функционалом пассивной системы безопасности были и остаются подушки безопасности или, иначе говоря, аэробэги. Такие системы были введены компанией General Motors в 1973 г. и служили они для того, чтобы предотвратить ущерб, который возникает у водителя автомобиля при резком ударе корпусом о рулевое колесо, а также обеспечить и пассажирам более уверенную защиту в момент аварии. В 1986 г. компания Audi

представила систему защиты Proconten, которая в случае столкновения включала одновременно и подушку безопасности и задействовала ремни, чем и гарантировала защиту от травм и повреждений. Дальнейшее совершенствование подушек безопасности привело к появлению в салоне автомобиля боковых подушек безопасности, шторок безопасности, аэробега для защиты колен.

С середины 70-х годов особое внимание стало уделяться детской безопасности в автомобиле. В 1978 г. в Америке был принят закон, который обязывал водителей перевозить детей в авто в специальных удерживающих устройствах. Единый стандарт детского автокресла был утвержден в 1995 г.

«С 2005 г. основные мировые организации по обеспечению дорожной безопасности начали настоятельно советовать автопроизводителям уделять особое внимание защите пешеходов. С целью снижения ущерба, который автомобиль может нанести пешеходу, конструкция передней части авто стали делать более вертикальной, а сами модели стали оснащать по особой технологии. Примером такого автомобиля может стать Honda Legend, который имеет подъемный капот с пиропатронами для защиты пешеходов в момент наезда. Кроме того, японское авто оснащено инфракрасными мониторами, позволяющими различить людей на дороге даже в ночное время.

Современный этап развития систем автомобильной безопасности подошел к такому моменту, когда над созданием новых технологий в данной области работают в сотрудничестве многие мировые автопроизводители. В настоящее время идет разработка такого функционала, который объединяет автомобили различных марок в единую сеть. Используя технологии GPS, авто могут обмениваться информацией о ситуации на дороге, сообщать друг другу свою скорость и траекторию передвижения.» [12]

«В Европе сейчас реализуется проект APROSYS (Advanced Protection Systems Project), в рамках которого проходит разработка новейших систем безопасности. Недавно разработчики нашли новый способ уберечь жизнь человека в момент бокового столкновения. Для этого автомобиль оснастили

многочисленными датчиками и камерами, которые призваны определять вероятность возникновения экстренной ситуации. В случае, когда риск высок и столкновения не избежать, включается особый механизм, который укрепляет боковые части автомобиля при помощи специального бруса, установленного под сидениями авто. Таким образом, в момент аварии кузов автомобиля получает меньший ущерб.» [22]

«Сейчас каждый автопроизводитель нацелен на развитие новейших систем безопасности и каждая из крупных компаний вносит свою лепту в общее дело, цель которого - максимально обезопасить ситуацию на дорогах. Так, компания Honda представила в этом году сразу несколько новых технологий безопасности. Среди прочего «хондовцы» придумали и новую подушку безопасности i-SRS, которая умеет раскрываться поэтапно. Благодаря такому механизму подушка безопасности на самом деле становится «безопасной», так как не травмирует пассажиров в момент своего срабатывания.

Кроме того, за последние годы появились по-настоящему прогрессивные системы безопасности. Так, к примеру, компания Toyota Motors разработала систему, которая размещается в салоне автомобиля и следит за состоянием водителя. Если функционал обнаруживает, что водитель отвлекся, стал рассеянным и даже начал засыпать за рулем, то срабатывает система предупреждения, которая фактически будит водителя.» [12]

«А если заглянуть в будущее систем автомобильной безопасности, то можно сделать вывод: автомобиль станет настоящим другом и пассажирам и пешеходам. К такому мнению можно прийти, если рассмотреть, к примеру, японские концепткары. Компания Honda уже создала футуристическое авто Pcuo. Его кузов выполнен из материалов, произведенных на основе силикона. Таким образом, если даже и произойдет невероятное и Pcuo совершит наезд на пешехода, то тот получит минимальный ущерб, так как кузов автомобиля мягкий.

Пневматические подушки безопасности – весьма эффективное средство, которое обеспечивает безопасность при дорожно-транспортных происшествиях. При правильном применении они способны существенно уменьшить уровень травматизма и смертности среди водителей и пассажиров» [10].

Подушка безопасности представляет собой герметичный баллон с эластичной оболочкой, который при столкновении автомобиля с препятствием мгновенно наполняется специальным газом. Подушки смягчают удар и равномерно распределяют его силу по телу человека. Благодаря этому, к примеру, водитель и сидящий впереди пассажир могут избежать травм от удара о рулевую колонку, ветровое стекло или приборную доску.

Это средство пассивной безопасности появилось в 70-е годы XX века, хотя исследовательские работы в данном направлении были начаты автоконструкторами значительно раньше. Сама идея создания такого пневматического устройства для автомобиля возникла еще в 1950-х годах. Но в то время еще не существовало таких технологий, которые были бы способны обеспечить эффективное срабатывание подобной системы. Поэтому идея не получила практического применения.

В 1971 году корпорация Ford выпустила экспериментальную партию автомобилей, оборудованных подушками безопасности. Год спустя компания General Motors также создала автомобиль с подобным устройством. Однако в течение достаточно долгого времени подушки не пользовались популярностью среди автомобилистов и потому не получили широкого распространения. Их массовое производство началось примерно десятилетие спустя.

«С начала 80-х годов крупнейшие автомобильные корпорации начинают оснащать пневматическими подушками безопасности некоторые серийные модели своих автомобилей. Активным внедрением этого средства спасения на дорогах в Америке занялись все те же Ford и General Motors, а в Европе - Mercedes-Benz.

В 90-е годы подушки уже начинают появляться на многих автомобилях крупнейших мировых производителей, а в наши дни это средство безопасности уже давно не является экзотикой: подушки можно увидеть на самых разных машинах - от крупногабаритных внедорожников до компактных малолитражных городских автомобилей.» [16]

«Современная подушка безопасности - весьма сложная техническая система. Конструкция этого устройства включает датчики удара, блок управления и собственно нейлоновый баллон с газогенератором. Количество датчиков, так же как и место их установки, может быть различным. Датчики реагируют на удар или резкое замедление движения при столкновении. При этом они запрограммированы таким образом, чтобы подушка не выбрасывалась в случае экстренного торможения, если дорожно-транспортного происшествия удалось избежать.

Процесс срабатывания подушки безопасности происходит очень быстро и занимает по времени не более секунды. В момент ДТП датчики подают сигнал на блок управления, после чего включается газогенератор, наполняющий баллон. После получения от датчиков сигнала о столкновении подушка выбрасывается за 0,02...0,05 с. За столь короткий срок она успевает полностью надуться и заполнить собой пространство между телом человека и жесткими элементами салона: рулевой колонкой, панелью приборов, дверцей. После выполнения своей главной функции подушка быстро сдувается, чтобы не препятствовать эвакуации водителя или пассажира, а также не задушить его, в случае если человек окажется зажат деформированными элементами корпуса.» [12]

«Существует несколько разновидностей подушек безопасности. Они различаются по форме, объему, месту расположения и прочим параметрам. Наиболее распространенными являются фронтальные подушки безопасности для водителя и пассажира переднего сиденья: первая помещается в рулевом колесе, а вторая - в приборной панели перед сиденьем.

Собственно, именно такие подушки и появились в первую очередь, причем сначала автомобильные компании обеспечивали воздушной защитой только водителя, а затем подушками стали комплектовать и передние пассажирские сиденья. Со временем, кроме фронтальных, были разработаны и боковые подушки. Они устанавливаются в дверцах или спинках сидений и предохраняют в случае бокового удара или опрокидывания. Боковые подушки могут иметь различную конфигурацию и изготавливаются в виде труб, шторок или баллонов традиционной формы.» [8]

«Объем водительской подушки в среднем составляет 60...80 литров. Пассажирская значительно крупнее - до 130 литров, поскольку расстояние между приборной панелью и туловищем пассажира больше, чем между водителем и рулем, и, соответственно, баллон должен заполнить большее пространство. Боковые подушки, особенно занавесочные, по объему намного меньше фронтальных.

Одно время существовало мнение, что подушки полностью заменят традиционные ремни безопасности. Поэтому машины, на которых они устанавливались, ремнями не оснащались. Подушки казались некоей панацеей. Однако на практике вышло иначе. Ремни за многие десятилетия успели доказать свою высокую эффективность и хорошо зарекомендовали себя в деле спасения жизней автомобилистов и пассажиров. И сегодня подушки безопасности используются параллельно с ремнями, поскольку, как показала практика, они взаимно дополняют друг друга.» [12]

«Дело в том, что скорость выбрасывания подушки безопасности может достигать 200...300 км/ч. Тело человека после резкой остановки в результате ДТП также очень быстро движется навстречу подушке. С учетом складывания скоростей для человека эту встречу едва ли можно назвать приятной. Полученный резко вылетевшей подушкой удар в голову может оказаться весьма чувствительным. Это чревато опасными травмами вплоть до летального исхода. И вот для того, чтобы снизить их вероятность, водитель и сидящий спереди пассажир должны быть пристегнуты ремнями безопасности.

Вообще, следует принимать во внимание, что подушки безопасности способны эффективно предохранять от повреждений только при правильном их использовании. В противном случае они могут оказаться совершенно бесполезным приспособлением или, что намного хуже, принести вред. Даже в наше время, несмотря на постоянно ведущиеся работы и испытания, направленные на повышение уровня безопасности, порой происходят несчастные случаи, связанные именно с подушками.» [18]

«Огромную важность представляют положение сиденья и поза находящегося на нем человека. Чтобы нагрузка на тело распределялась более равномерно, пассажир должен сидеть ровно, а не полулежа (ремень безопасности, в частности, помогает человеку занять правильное положение в кресле). Серьезную травму подушка безопасности может нанести ребенку и взрослому человеку, имеющему рост менее 150 см.

Конструкция надувных подушек безопасности непрерывно совершенствуется, они становятся все «умнее» и «умнее». Если раньше подушки выбрасывались с очень большой скоростью независимо от силы столкновения, из-за чего порой сами становились причинами серьезных травм, несовместимых с жизнью, то теперь многие современные подушки оборудованы электронными датчиками, которые регулируют степень их раскрытия при ДТП.» [3]

«Скорость срабатывания также зависит от силы удара. Если столкновение не слишком серьезное и авария незначительна, то подушка раскрывается не до конца. При незанятом переднем пассажирском кресле подушка вообще не срабатывает, так как оборудована датчиком, который фиксирует наличие или отсутствие пассажира. В некоторых моделях предусмотрена возможность вручную отключать пассажирскую подушку.» [12]

«Сегодня подушками безопасности оборудуют не только автомобили, но даже мотоциклы. Ведутся работы по созданию специальных подушек, предназначенных для защиты пешеходов, так как доля ДТП с их участием

очень велика. Много людей погибает от травм, полученных в результате наезда. Возможно, уже в скором будущем подушки будут устанавливаться на капотах и у лобовых стекол и срабатывать в случае опасного сближения на большой скорости с пешеходами.» [1]

1.3 Подушки безопасности транспортных средств

«В последнее время всё чаще многими автоконцернами устанавливаются внешние подушки безопасности.

Нидерланды являются одной из самых безопасных стран в мире, однако даже там, в 2012 году в дорожно-транспортных происшествиях пострадали более 18 тысяч человек, а 274 из них – погибли. Вот для того, чтобы хоть немного понизить эту статистику, компания TNO и разработала подушки безопасности, которые находятся с внешней стороны автомобиля» [10].

«За последние годы уже несколько компаний представили общественности свои наработки по установке подушек безопасности на внешнюю часть автомобиля. В качестве примеров этому можно привести машину iSAVE YOU или технологию Easpace. Но все они призваны защищать от последствий столкновения именно сами автомобили. А вот компания TNO нашла способ, защитить пешеходов.

По заказу Министерства транспорта и инфраструктуры Нидерландов компания TNO разработала подушку безопасности, которая находится под капотом автомобиля и срабатывает в тот момент, когда машина сталкивается с пешеходом или велосипедистом.» [12]

«Обычно в таких случаях пешеход падает на лобовое стекло машины, травмирует себя и человека, находящегося внутри. Но открывшаяся подушка безопасности может в этом случае защитить как сбитого человека, как и водителя.

Правда, краш-тесты, проведенные TNO, показывают, что на все 100 процентов такая подушка безопасности срабатывает лишь в тех случаях, когда

автомобиль движется со скоростью, не превышающей 25 километров в час. А при увеличении этого показателя до 40 км/ч, попавший на капот пешеход уже может повредить весом своего тела лобовое стекло машины, да и сам сильно ушибиться или даже сломать некоторые кости.» [3]

«В составе любой надувной подушки безопасности лежат следующие элементы:

- модуль управления (блок управления);
- датчики удара;
- пиротехнический патрон (либо патрон обеспечивающий подачу сжатого газа в объём подушки безопасности, либо газогенератор);
- непосредственно подушка безопасности;
- прочие элементы кузова, позволяющие зафиксировать вышеперечисленные элементы конструкции.

Разработаны подушки безопасности (airbag) как для водителей, так и для пассажиров на переднем сиденье. Для водителя подушка устанавливается обычно на рулевом управлении, для пассажира - на приборной панели (в зависимости от конструкции)» [10].

«Передние подушки безопасности срабатывают при получении аварийного сигнала от блока управления. В зависимости от конструкции, степень наполнения подушки газом может варьироваться.

Предназначение передних подушек – защита водителя и пассажира от травмирования твёрдыми предметами (кузов двигателя и др.) и осколками стёкол при фронтальных столкновениях.

Боковые подушки предназначены для уменьшения повреждения людей, находящихся в автомобиле при боковом ударе. Они устанавливаются на дверях, либо в спинках сидений. При боковом столкновении внешние датчики посылают сигналы в центральный блок управления airbag. Это делает возможным срабатывание как некоторых, так и всех боковых подушек.

Исследования влияния надувных подушек безопасности на вероятность гибели водителя при лобовых столкновениях показали, что таковая уменьшается на 20...25%.» [12]

«Пробраз современных подушек безопасности появился в 1951 году, когда мюнхенский изобретатель Вальтер Линдерер прикрепил к рулю надувной воздушный мешок. Позже этим способом защиты пассажиров заинтересовались многие автопроизводители, однако реализовать его на практике в серийных машинах оказалось не так-то просто. А все потому, что во время столкновения подушка безопасности должна надуваться за очень короткое время – 20 миллисекунд, обеспечивая при этом «мягкую посадку» пассажира. В результате решено было применять энергию газов, выделяющуюся при сгорании какого-либо топлива. Сначала экспериментировали с ракетным топливом, но при его использовании подчас разрывались не только подушки безопасности, но и весь автомобиль. Тогда решили применять неорганический газ, получаемый при сгорании «таблетки» азиды натрия. В связи с этим в 1981 году подушки безопасности в Германии стали подпадать под действие закона о взрывчатых веществах. Он требует, чтобы каждый покупатель автомобиля, оборудованного airbag брал на себя обязательство правильно обращаться с этим устройством и менять его через определенный срок. Согласие на эти условия скреплялось подписью покупателя.» [8]

«Компания Mercedes первой среди автопроизводителей в 1971 году получила патент на воздушную подушку безопасности (airbag).

Подушки безопасности (airbag) представляют собой систему, в которую входят газогенератор с подушкой в одном узле, датчики удара, а в самых современных и электронный блок управления. Сама подушка безопасности изготавливается из нейлона толщиной 0,45...0,55 мм, который для герметичности покрывали слоем резины или силикона.» [2]

«В газогенераторе, называемом часто пиропатроном, используется твердое топливо, при сгорании которого выделяется газ, заполняющий, а

точнее, надувающий подушку. Топливом обычно выступает ядовитый азид натрия (NaN_3), 45% массы которого при сгорании превращается в чистый азот, а остальное – в углекислый газ (CO_2), окись углерода (CO), воду (H_2O) и твердые частицы. Хотя процесс сгорания и происходит быстро, он не носит взрывного характера. Оптимальное для обеспечения «надувательства» время наполнения подушки – 30...55 миллисекунд. Газ в подушку поступает через специальный фильтр, который пропускает только азот. В развернутом состоянии подушка находится очень короткое время (до 1 с), так как азот (абсолютно безопасный для человека) через специальные отверстия быстро выходит в салон, чтобы подушка не задушила защищаемого пассажира. В качестве топлива некоторые производители подушек безопасности применяют нитроцеллюлозу. Для разворачивания airbag его требуется значительно меньше (8 г), чем азид натрия (50 г). При этом также не требуется установка фильтра.» [12]

«Сигналом для срабатывания пиропатрона airbag служит электрический импульс от датчиков удара (ускорения или давления), поступающих напрямую или через электронный блок. Устанавливаются датчики в салоне, в передней части автомобиля, или в дверях, при этом их количество может колебаться от трех до десяти. На срабатывание датчиков airbag влияет не только скорость автомобиля, но и характер столкновения (под каким углом, с каким препятствием). В то же время экстренное торможение с любой скорости не может заставить сработать датчик удара. На случай выхода из строя аккумулятора некоторые системы снабжены специальным конденсатором, который отдает накопленную энергию для открытия подушек безопасности.» [10]

«Воздушная подушка водителя имеет объем от 60 до 80 литров, а переднего пассажира – до 130 литров. Нетрудно представить, что при срабатывании системы, объем салона уменьшается на 200...250 литров в течение 0,04 сек, что даёт немалую нагрузку на барабанные перепонки. Кроме того, вылетающая со скоростью более 300 км/ч подушка, таит в себе немалую

опасность для людей, если они не пристёгнуты ремнём безопасности и ничто не задерживает инерционное движение тела навстречу подушке.

Кроме того, наполнение подушек в салоне – а их обычно от 2 до 6 – сопровождается повышенным шумом, уровень которого иногда достигает 140 дБ, что опасно для барабанных перепонки. Во избежание этих «минусов» срабатывают только нужные подушки, и то в разное время: например, через 20 миллисекунд после столкновения – водительская, еще через 17 миллисекунд – пассажирские. Причем если защищать некого, подушки безопасности не срабатывают, так как в сиденья начали устанавливать специальные датчики, фиксирующие наличие пассажиров.» [11]

«Сегодня насчитывается более десятка разновидностей подушек безопасности. Они различаются по предназначению: для защиты водителя и пассажиров – внутрисалонные, а для водителей мотоциклов и пешеходов – наружные. Внутрисалонные airbag, в свою очередь, делятся на фронтальные и боковые. Фронтальные служат для защиты головы и туловища пассажиров, а некоторые – и для ног сидящих впереди. Боковые подушки безопасности делают в виде шторки и труб, защищающих голову пассажиров, и в виде обычных надувных мешков, предохраняющих грудную клетку и голову водителя.» [12]

«Но и на этом модернизация салонных подушек безопасности не закончилась. Например, в новой «семерке» BMW боковые трубчатые подушки «работают» несколько иначе. Теперь они находятся в надутом состоянии в течение целых 7 секунд после открытия – для защиты пассажиров при многократном опрокидывании автомобиля. Кроме того, на американский рынок эти машины поступают даже с подушками для ног сидящих впереди. В свою очередь, компания Volvo ведет активную работу над созданием подушек и ремней безопасности для беременных женщин. Уже даже проведена серия виртуальных краш-тестов, в которых изучалось возможное поведение будущих матерей во время аварии.» [11]

«Над совершенствованием воздушных подушек безопасности активно работает и компания Renault совместно с производителем «аэрбегов» шведской фирмой Autoliv. Созданная ими Programmed Restraint System II (PRS-II) – запрограммированная система защиты второго поколения – включает в себя подушки безопасности, которые способны принимать на себя часть нагрузки, ранее приходившейся только на ремень безопасности. Для этого сначала раскрывается нижняя часть подушек, защищающая брюшную область, а затем бока и верхняя часть. Среди последних интересных разработок этих партнеров – подколенные 5-литровые, исключаящие проскальзывание под ремнями полулежащего переднего пассажира, и 60-литровые airbag для задних пассажиров, интегрированные в ремни безопасности. Безусловное достоинство последней новинки – то, что она всегда находится возле пассажира, и конструкторам уже не нужно ломать голову, в каком уголке салона размещать и надувать подушку при непредсказуемом перемещении головы и туловища.» [2]

Несмотря на постоянную критику подушек безопасности, они по-прежнему остаются весьма эффективными помощниками ремней безопасности. А как же пешеходы, которые никак не защищены от «железных» участников дорожного движения? Исследования специалистов компании Autoliv свидетельствуют о том, что риск гибели пешехода при ударе о капот автомобиля, движущегося со скоростью всего 40 км/ч, достигает 100%. Для решения этой проблемы компания Ford активно работает над созданием подушек безопасности для пешеходов. Эта система защиты включает две подушки – большую, охватывающую переднюю часть автомобиля (бампер, радиаторную решетку, фары и кромку капота) и маленькую, которая размещается у лобового стекла, защищая голову пешехода. Опасное приближение к пешеходам и животным будет распознаваться специальными датчиками. Открываться эти подушки будут непосредственно перед столкновением.

Разработана подушка безопасности и для мотоциклистов. Недавно компания Honda представила горизонтальную V-образную подушку, которая после разворачивания не сдувается, а некоторое время еще остается в рабочем состоянии. При этом она защищает не только голову, но и туловище и руки водителя мотоцикла. Кстати, для их защиты итальянской фирмой Dainese изобретена и запатентована специальная куртка с вшитыми в нее тремя подушками безопасности – со стороны груди и спины. Они спроектированы таким образом, чтобы защитить не только грудь и брюшную область, но и голову, шею и плечи ездока. Наполняться воздухом подушки будут по «указаниям» сигнального устройства, установленного на мотоцикле.

«Несколько лет назад появилось сообщение о создании «мобильной» универсальной подушки безопасности Challa для водителя, которую можно установить практически на любой легковой автомобиль. Ее разработчик – южнокорейская фирма New World Industries, Ltd. Комплект состоит из двух устройств. Первый – с подушкой – устанавливается на потолке автомобиля над рулевым колесом, а второй – с инерционным молотком и мини-баллоном со сжатым воздухом – над дверью водителя. В момент столкновения молоток под воздействием силы инерции пробивает капсулу баллона и сжатый газ наполняет подушку безопасности. При разворачивании airbag принимает грушеобразную плоскую форму, падая прямо перед рулевым колесом. По эффективности защиты и скорости действия она на порядок отстает от традиционных подушек, тем не менее, обзавестись ею, наверное, были бы не прочь многие владельцы отечественных машин и стареньких иномарок. Но, к сожалению, на наш рынок это изделие еще не попало.» [2]

«Защитить пассажиров автомобиля при столкновениях подушки безопасности могут только при соблюдении определенных правил. Во-первых, пассажир должен быть пристегнут ремнем безопасности, во-вторых, он должен сидеть ровно, а не оперевшись на дверь/подлокотник или положив ноги на торпеду, в-третьих, спинка сиденья должна быть отрегулирована так, чтобы пассажир находился именно в сидячем положении, а не полулежа, в-

четвертых, руки на руле должны быть сбоку, а не сверху или во время выворота – по «диагонали».» [12]

«Существует статистика, говорящая о влиянии надувных подушек безопасности на травматизм при аварии.

Если в машине имеется подушка безопасности, не стоит размещать повернутые назад детские сиденья на сиденье автомобиля, где эта подушка безопасности находится. При надувании подушка безопасности может сдвинуть сиденье и нанести травму ребенку.

Подушки безопасности на пассажирском месте повышают вероятность гибели детей до 13 лет, сидящих на этом месте. Ребёнок ниже 150 см роста может получить удар в голову воздушной подушкой, открывающейся со скоростью 322 км/ч. Существуют различные уровни защиты подушек безопасности. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) разработали «звёздную» шкалу оценки этого параметра. Так количество звёздочек означает процент получения пассажиром серьёзного ущерба при лобовом столкновении транспортных средств (под серьёзным ущербом рассматривается необходимость немедленной госпитализации с угрозой для жизни):

- пять звезд: 10% или менее вероятность серьёзного повреждения;
- четыре звезды: 11% - 20% вероятность серьёзного повреждения;
- три звезды: 21% - 35% вероятность серьёзного повреждения;
- две звезды: 36% - 45% вероятность серьёзного повреждения;
- без оценки: 46% или выше вероятность серьёзного повреждения.»

[8]

Основываясь на проведенном анализе, цель дипломного проекта можно сформулировать следующим образом. Цель – разработка системы внешней пассивной безопасности для легкового автомобиля на уровне конструкторского проекта.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда связанных между собой задач:

- выполнение тягового расчета транспортного средства, с целью определения динамики разгона и торможения при движении автомобиля;
- выявить конструктивные особенности внешней подушки безопасности;
- разработать конструкцию элементов внешней подушки безопасности на уровне технического проекта;
- разработать технологию обслуживания подушки безопасности;
- выявить опасные и вредные производственные факторы и предложить комплекс мероприятий по их нейтрализации;
- рассчитать себестоимость изготовления системы внешней безопасности.

В разделе выполнен анализ средств безопасности, применяемых на автомобиле. Проведен обзор по различным видам и типам систем безопасности, как активных, так и пассивных. Изучен вопрос развития средств пассивной безопасности, на основании чего выявлены основные тренды развития систем безопасности. В разделе рассмотрены различные типы систем внешней пассивной безопасности. Изучен опыт различных производителей в конструировании и внедрении систем внешней пассивной безопасности на автомобиле. Рассмотрен вопрос повышения безопасности для пешехода в случае ДТП при внедрении систем данного вида на автомобиль. Сформулированы цель и задачи дипломного проектирования.

2 Расчётно-технологическая проработка конструкции системы внешней пассивной безопасности

2.1 Обоснование конструкторской разработки

2.1.1 Исходные данные по разработке конструкции

Лада Гранта седан (ВАЗ 2190) – это новый автомобиль отечественного автопрома, созданный на базе Калины образца 2004 года. Серийное производство автомобиля стартовало осенью 2011 года, а первый автомобиль был продан 22 декабря. Лада Гранта седан призвана сменить в линейке АвтоВАЗа сразу несколько моделей - классику, семейство Samara и Lada Kalina седан.

По своим техническим характеристикам Лада Гранта седан превосходит перечисленные автомобили. Обосновывается это новыми материалами, улучшенным качеством сборки, а также новыми технологиями, которые впервые были применены на отечественных автомобилях.

Технические характеристики автомобиля ВАЗ – 2190:

- Максимальная скорость: 164,5 км/ч;
- Время разгона до 100 км/ч: 12,5 с;
- Объем бензобака: 50 л;
- Снаряженная масса автомобиля: 1040 кг;
- Допустимая полная масса: 1515 кг;
- Размер шин: 175/70 R13;
- Модель двигателя: ВАЗ-11183 (ВАЗ-21116 комплектации Норма и Люкс);
- Расположение: спереди, поперечно;
- Объем двигателя: 1597 см³;
- Мощность: 80 л.с.;
- Количество оборотов: 5600;

- Передние тормоза: Дисковые вентилируемые;
- Задние тормоза: Барабанные;
- Передняя полвеска: Независимая, пружинная, McPherson;
- Задняя подвеска: Полузависимая, пружинная;
- Привод: Передний;
- Количество передач: механическая коробка – 5;
- АБС: нет;
- Тип кузова: седан;
- Количество дверей: 4;
- Количество мест: 5;
- Длина машины: 4260 мм;
- Ширина машины: 1700 мм;
- Высота машины: 1500 мм;
- Колея передняя: 1430 мм;
- Колея задняя: 1410 мм;
- Объем багажника: 500 л;
- Минимальный дорожный просвет (клиренс): 160 мм.

Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля выполняется в расчетной программе, на основе пакета Excel. Результаты расчета в виде графиков тягового расчета выносятся на лист графической части.

«Пассивная безопасность – это свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП, если оно все же случилось. Пассивная безопасность проявляется в период, когда водитель, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения автомобиля и предотвратить ДТП.

Различают внутреннюю пассивную безопасность, снижающую травматизм пассажиров, водителя и обеспечивающую сохранность грузов, перевозимых автомобилем, и внешнюю безопасность, которая уменьшает возможность нанесения повреждений другим участникам движения. Иногда

применяют термин «агрессивность» автомобиля, как понятие, обратное его внешней пассивной безопасности.» [12]

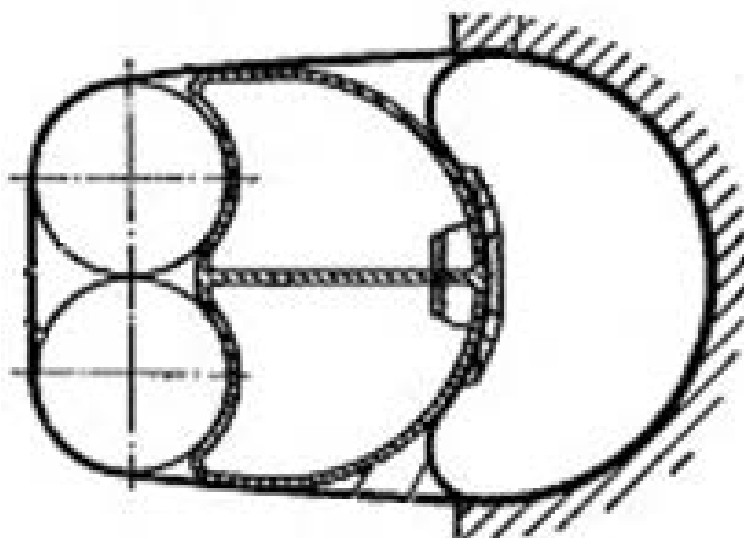
«Изучение статистических данных по аварийности показывает, что с ростом автомобильного парка и интенсивности движения уменьшается относительное число наездов на пешеходов и возрастает количество столкновений, опрокидываний и наездов автомобилей на неподвижное препятствие. Одновременно возрастает значение внутренней пассивной безопасности.

При столкновениях и наездах внешнюю пассивную безопасность обеспечивают прежде всего бамперы. Чтобы бампер поглощал большую часть кинетической энергии, развивающейся при ударе, необходимо, чтобы передние и задние бамперы всех транспортных средств и самоходных механизмов, движущихся по общей дорожной сети, находились на одной высоте от покрытия. В некоторых странах Европы установлена стандартная высота расположения бампера для легковых автомобилей 330+13 мм. В США стандартизован другой размер. Однако в некоторых странах еще не нормируются ни высота бампера, ни расстояние от его нижней кромки до покрытия. На грузовых автомобилях задний бампер и боковая защита от подката появились сравнительно недавно, благодаря Правилам № 58–01, 73 ЕЭК ООН. В результате даже у автомобилей одного класса колебания в расположении бамперов и их размерах могут быть значительными.» [12]

«При использовании бампера с двумя гидропневматическими амортизаторами (для автомобиля массой 2040 кг при $v_0 = 22,4$ м/с) удается получить перемещение в процессе удара, равное всего 0,76 м, при этом 0,3 м – ход поршня, а 0,46 м – деформация рамы. Сила, действующая на бампер, составила 80,3 кН, а среднее замедление 33,4g, что значительно ниже предельных значений.

Применение бамперов, поглощающих энергию удара, требует изменения конструкции элементов кузова.» [2]

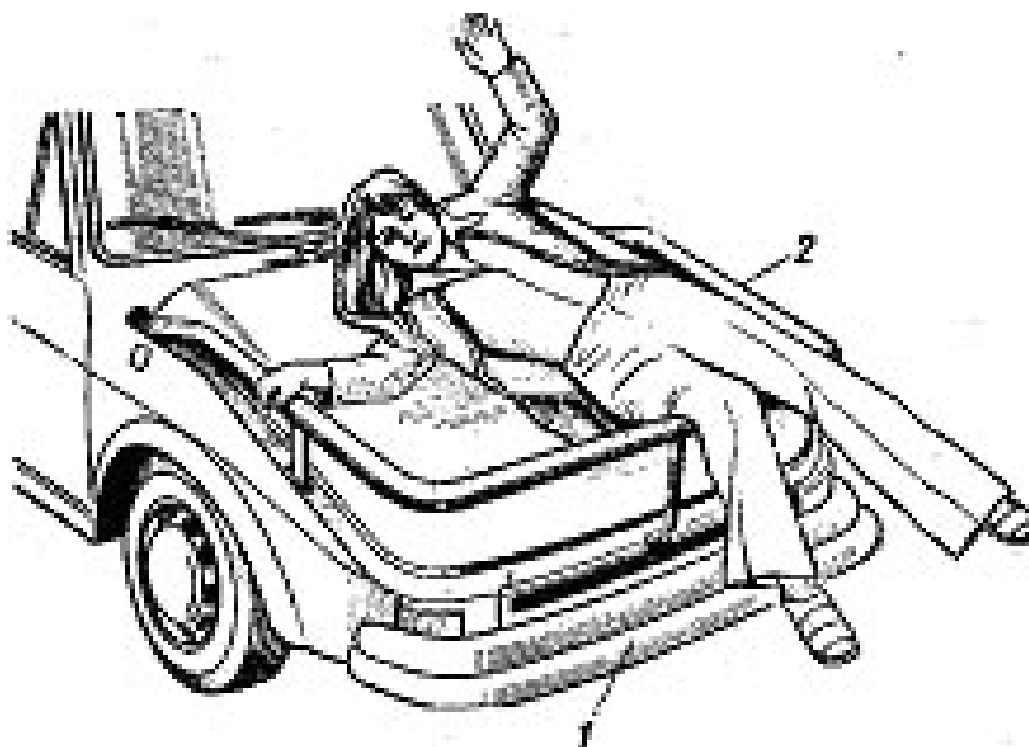
«Ныне, вместо столь дорогих и тяжелых сооружений, получили распространение двухслойные конструкции, соответствующие Правилу № 42 ЕЭК ООН. За декоративной накладкой – пористый материал или воздух. Дальше – силовой элемент, обязанный при “парковочных” (до 4 км/ч) скоростях защитить автомобиль для последующего нормального движения. Например, не должны пострадать светотехника, кузов и выпускная система. На рисунке 2 показан пневматический бампер, разработанный в Германии. Он состоит из двух рукавов 1, уложенных параллельно в выемки каркаса 5 из алюминиевого сплава. Опорный рукав 4 лежит в выемке кузова и сообщается с внутренней полостью каркаса через клапан 3. Все элементы бампера закрыты защитной оболочкой 2. При наездах и столкновениях усилие через рукава 1 и каркас передается на опорный рукав 4. Давление в рукаве 4 повышается, и воздух через клапан 3 с малым проходным сечением поступает в полость каркаса.» [8]



1-рукав; 2-защитная оболочка; 3-клапан; 4-опорный рукав; 5-каркас

Рисунок 2 – Безопасный бампер с пневматическим амортизирующим элементом

Наружные выступы автомобилей. Большое количество наездов транспортных средств на пешеходов и большая тяжесть последствий этого вида ДТП привели к изменениям внешнего оформления автомобилей. Были скруглены острые углы облицовки радиатора, устранены выступавшие предметы. Прекращена установка фигурных фирменных эмблем на передней части капота. Правила №26–01, 61 ЕЭК ООН содержат требования к травмобезопасности выступающих элементов наружной поверхности кабины, таких как декоративные детали, фары, детали стеклоочистителя и стеклоомывателя, бамперы, лебедки, ручки, кнопки замков и петли дверей, крышек, гайки крепления и декоративные колпаки колес, аэродинамические обтекатели и другие.



1 - автомобиль; 2 - защитная рамка

Рисунок 3 – Схема пассивной безопасности пешеходов

«Приспособления для защиты пешеходов. Во время наезда автобуса или грузового автомобиля пешеход отбрасывается в сторону. При наезде же

легкового автомобиля пешеход сначала падает на капот и некоторое время движется вместе с автомобилем, после чего падает на дорогу. Смертельный исход в обоих случаях наступает при скорости автомобиля около 11 м/с.

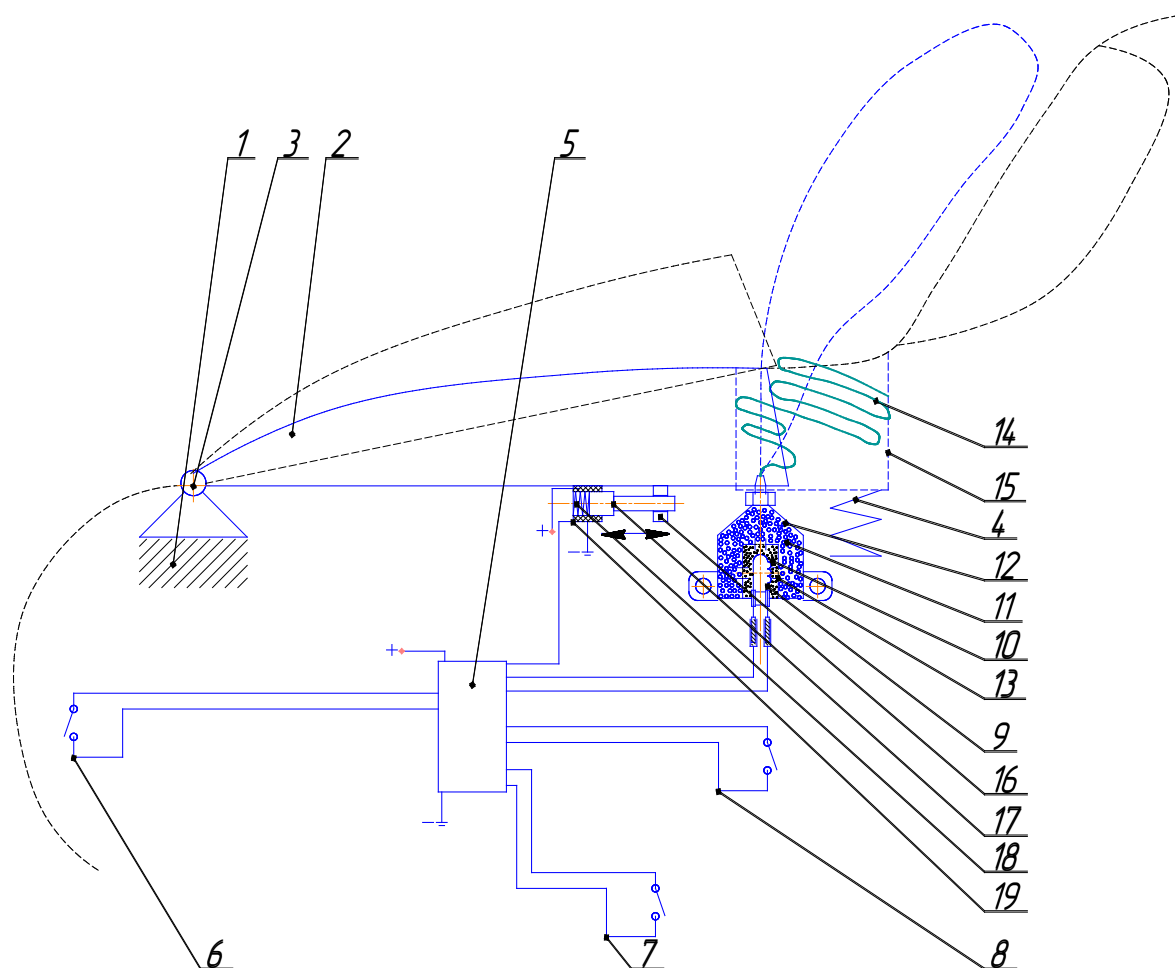
Для уменьшения травматизма предложены защитные приспособления, удерживающие пешехода после удара и предохраняющие его от падения на дорогу. При срабатывании такого приспособления в первой стадии наезда (через 0,2...0,3 с) пешеход забрасывается на капот автомобиля. После начала торможения автомобиля пешеход, продолжая двигаться с приобретенной скоростью, сползает вперед по капоту и падает вниз. Защитная рамка (сетка) начинает автоматически выдвигаться примерно спустя 0,2 с после удара. Через 1 с выдвижение ее полностью заканчивается, и сетка принимает падающего человека. На рисунке 3 показана защитная рамка, устанавливаемая на некоторых автомобилях.» [12]

«Современные автомобили все чаще оборудуют не отдельными средствами пассивной безопасности, а единой системой. Время ее функционирования исчисляется десятными долями секунды, но успевает она многое: отключить зажигание, подтянуть ремни безопасности, «укоротить» рулевую колонку, надуть и затем «сдуть» подушки, разблокировать двери, а кроме того – послать кодированное сообщение с указанием точных координат аварии (для этого машины оборудуются навигационным приемником), включить радиомаяк и, при необходимости, систему пожаротушения, да еще сохранить в памяти бортового компьютера все параметры движения за десятку секунд до аварии.» [8]

2.1.2 Разработка кинематической схемы проектируемой системы внешней пассивной безопасности

Исходя из рассмотренных вариантов систем внешней пассивной безопасности, а также учитывая тенденции в развитии систем безопасности, принимаем следующую конструктивную схему системы. Система будет представлять подушку безопасности, надуваемую в случае столкновения пиропатроном. Подушка будет располагаться под кузовной панелью,

оборудованной вышибными элементами. Раскрывающаяся подушка безопасности закрывает капот, часть лобового стекла и стойки. Подушка предотвращает столкновение пешехода с кузовными элементами, что снижает травматизм при аварии. Схема предлагаемой конструкции системы внешней пассивной безопасности представлена на рисунке 4.



1 - кузов автомобиля; 2 - капот автомобиля; 3 - шарнир; 4 - пружина; 5 - модуль управления; 6 - датчик удара; 7 - датчики преднатяжителей ремней безопасности; 8 - датчики веса; 9 - активатор запала; 10 - запал пороховой; 11 - заряд; 12 - корпус пиропатрона; 13 - сетка для фильтрации грубых частиц заряда; 14 - подушка безопасности; 15 - короб подушки; 16 - ухо капота; 17 - шток возвратный; 18 - возвратная пружина; 19 - индукционная катушка

Рисунок 4 – Схема устройства проектируемой внешней подушки безопасности

«Данная конструкция подразумевает следующее: при наезде на пешехода замыкается датчик удара 6, который расположен в бампере, далее из модуля управления 5 сигналы поступают на активатор запала 9 и индукционную катушку 19. Всем процессом управляет блок управления 5.

Далее при благоприятных условиях сигнал поступает на пиротехнический патрон. В патроне имеется (рисунок 4) активатор запала 9, он нагревается и воспламеняет запал пороховой, запал воспламеняется и зажигает заряд азид натрия 11. В данном случае выделяется азот и углекислый газ, которые наполняют подушку безопасности.

Мешок подушки изготавливаем из нейлона толщиной 0,45...0,55 мм, который для герметичности покрывается слоем резины или силикона. Объём подушки безопасности составляет 130 л. В качестве заряда будем использовать азид натрия (NaN_3), который при сгорании превращается в безвредные для человека азот и углекислый газ. Причём «таблетки» из этого кристаллического вещества получаются весьма компактными и лёгкими.» [12]

«Накачивание подушки воздухом происходит автоматически, когда сила столкновения равна силе удара автомобиля о предмет массой от 45 кг со скоростью 5...10 км/ч. Происходит смещение массы, что замыкает электрический контакт, и это дает сигнал датчикам, что произошло столкновение. Датчики получают сигнал от акселерометра (измеритель скорости), встроенного в микрочип. Подушка наполняется за 0,25 с. Для данной подушки необходимый объёмом составляет 130 л. Для заполнения его газом необходимо 400 граммов азид натрия (NaN_3).

Давление, создаваемое газогенератором в момент удара, может достигать до 4,0 бар. Что соответствует 4-м атмосферам, $4,0 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,40 \text{ МПа}$. Все последующие прочностные расчёты будем вести с запасом.

Разрабатываемая система внешней пассивной безопасности слишком обширна для дипломного проектирования (это и подушка и механизм блокировки капота и модуль управления, датчики, провода, программа управления и т.д.), для конкретности далее рассматриваем подушку

безопасности. Все последующие расчёты, чертежи и т.д. представляем именно по подушке безопасности.» [4]

Разработка конструкции системы будет основана на представленной схеме, рисунок 4. В конструкторском разделе будет произведена проработка деталей и узлов системы. Также будет произведена компоновка системы, с целью размещения в кузовных панелях автомобиля. Дальнейшая конструкторская проработка системы внешней пассивной безопасности подразумевает проведение расчётов деталей, которые будут подтверждать характеристики системы.

2.2 Конструкторские расчёты элементов системы внешней пассивной безопасности

2.2.1 Расчёт резьбового соединения корпуса газогенератора и отводящего штуцера

Расчётную схему рассчитываемых элементов можно представить в виде рисунка 5.

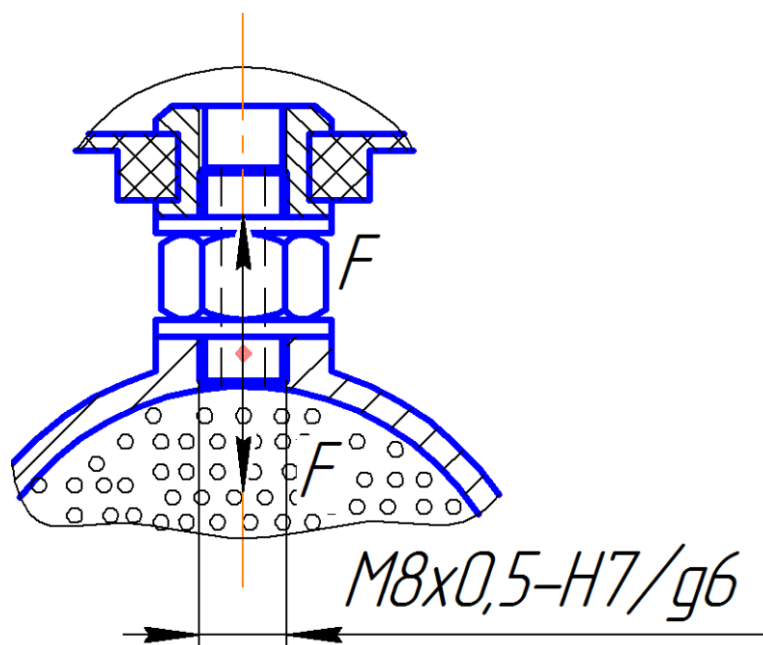


Рисунок 5 – Расчётная схема резьбового соединения корпуса газогенератора и отводящего штуцера

«Основным критерием работоспособности резьбовых соединений является прочность. Все стальные болты, винты, шпильки изготавливают равнопрочными на разрыв стержня по резьбе, на срез резьбы и на отрыв головки, поэтому расчёт на прочность резьбового соединения обычно производят только по одному основному критерию работоспособности – прочности нарезной части стержня» [13].

«Усилие затяжки резьбового соединения равно:

$$F_{зат} = \frac{K_{CL} \cdot F}{f \cdot i}, \quad (1)$$

где $F_{зат}$ – сила затяжки соединения, Н;

F – сдвигающая сила, у стали 40 при резьбе М8х0,5,

$$F = 0,40 \cdot 106 \cdot (3,14 \cdot 0,00262) = 8,50 \text{ Н [19];}$$

i – число стыков, $i = 1$.

Подставляем:

$$F_{зат} = \frac{2 \cdot 8,50}{0,20 \cdot 1} = 85,0 \text{ Н.}$$

Определяем прочность штуцера:

$$\sigma_{ЭKB} = \frac{1,3 \cdot F_{зат}}{\pi \cdot d_1^2 / 4} \leq [\sigma], \quad (2)$$

где d_1 – внутренний диаметр, мм.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3)$$

где σ_T – класс прочности, $\sigma_T = 900,0$ МПа [20];

S – запас прочности, $S = 1,5 \dots 2,5$, принимаем $S = 2,5$ » [20];

Подставляем:

$$[\sigma] = \frac{900}{2,5} = 360,0 \text{ МПа.}$$

Подставляем данные в формулу (2):

$$\sigma_{\text{ЭКВ.}} = \frac{1,3 \cdot 85,0}{3,14 \cdot 0,007^2 / 4} = 2,87 \text{ МПа} \leq [360,0] \text{ МПа.}$$

Рассчитанное соединение удовлетворяет условиям прочности материала.

2.2.2 Расчёт резьбового соединения отводящего штуцера и втулки подушки безопасности

Расчётную схему рассчитываемых элементов можно представить в виде рисунка 6.

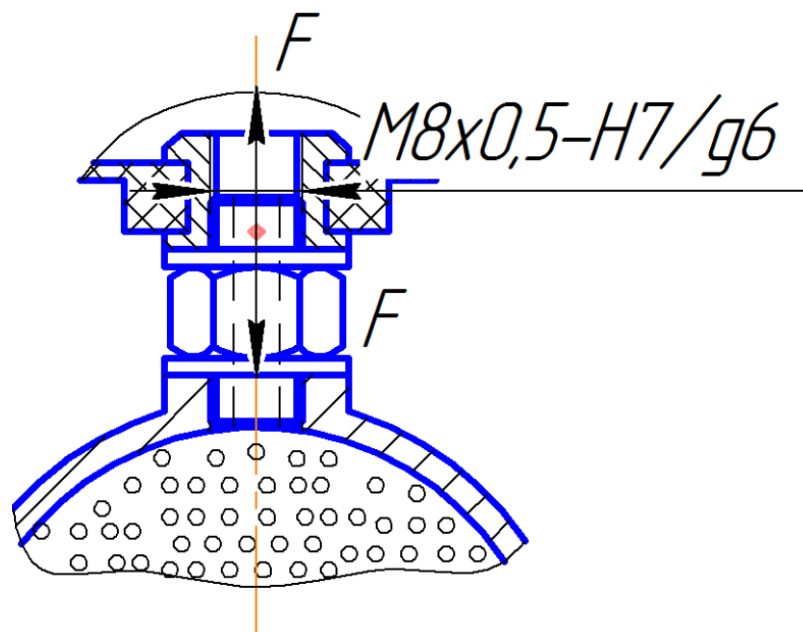


Рисунок 6 – Расчётная схема резьбового соединения

«Усилие затяжки резьбового соединения:

$$F_{\text{зат}} = \frac{K_{CL} \cdot F}{f \cdot i}, \quad (4)$$

где $F_{\text{зат}}$ – сила затяжки соединения, Н;

F – сдвигающая сила, у стали 40 при резьбе М8х0,5,

$$F = 0,40 \cdot 10^6 \cdot (3,14 \cdot 0,0026^2) = 8,50 \text{ Н};$$

i – число стыков, $i = 1$.

Подставляем:

$$F_{\text{зат}} = \frac{2 \cdot 8,5}{0,20 \cdot 1} = 85,0 \text{ Н}$$

Определяем прочность штуцера:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{1,3 \cdot F_{\text{зат}}}{\pi \cdot d_1^2 / 4} \leq [\sigma], \quad (5)$$

где d_1 – внутренний диаметр, мм.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (6)$$

где σ_T – класс прочности, $\sigma_T = 900,0$ МПа;

S – запас прочности, $S = 1,5 \dots 2,5$, принимаем $S = 2,5$ » [20];

Подставляем:

$$[\sigma] = \frac{900}{2,5} = 360,0 \text{ МПа}$$

Подставляем данные в формулу (5):

$$\sigma_{\text{ЭКВ.}} = \frac{1,3 \cdot 85,0}{3,14 \cdot 0,007^2 / 4} = 2,87 \text{ МПа} \leq [360,0] \text{ МПа}$$

Рассчитанное соединение удовлетворяет условиям прочности материала.

2.2.3 Расчёт коммуникаций для подведения сжатого газа

«Для расчета воздухопровода определяем внутренний диаметр подводящего штуцера для подачи сжатого воздуха:

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \cdot \sqrt{Q_{\text{с.ном}}/V_{\text{ж}}}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{с.ном}}$ - номинальная подача воздуха, м²/сек;

$V_{\text{ж}}$ – скорость потока воздуха, м/сек.

Принимаем: $V_{\text{ж}} = 500$ м/сек.

Внутренний диаметр воздухопровода:

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \cdot \sqrt{1,4/500} = 0,006\text{м}$$

Округляем внутренний диаметр трубопровода до ближайшего значения из ряда условных проходов. Принимаем: $d_{\text{вн}} = 6,0$ мм.

Определяем максимальное рабочее давление:

$$P_{\text{max}} = (1,1 \dots 1,15) \cdot P_{\text{ном}}. \quad (8)$$

Максимальное рабочее давление:

$$P_{\text{max}} = (1,1 \dots 1,15) \cdot 14 = 15,40 \dots 16,10 \text{ МПа}$$

Принимаем $P_{\text{max}} = 16,0$ МПа.» [14]

«Определяем толщину стенки воздухопровода:

$$\sigma_{\text{т}} = P_{\text{max}} \cdot d_{\text{вн}} / (2 \cdot [\sigma]_{\text{р}}), \quad (9)$$

где $[\sigma]_{\text{р}}$ – допускаемое напряжение растяжения, МПа.

Принимаем $[\sigma]_p = 140$ МПа [21].

Толщина стенки воздухопровода:

$$\sigma_T = 16 \cdot 0,006 / (2 \cdot 140) = 0,00034 \text{ м}$$

Полученное значение округляем до ближайшего целого из ряда размеров.

Принимаем $\sigma_T = 4,0$ мм.

Определяем наружный диаметр:

$$d_H = d_{BH} + 2 \cdot \sigma_T. \quad (10)$$

Наружный диаметр равен:

$$d_H = 6 + 2 \cdot 1 = 8,0 \text{ мм}$$

Благодаря данным расчётам и размерам чертим подводящую втулку.» [15]

2.2.4 Расчёт основной крышки газогенератора

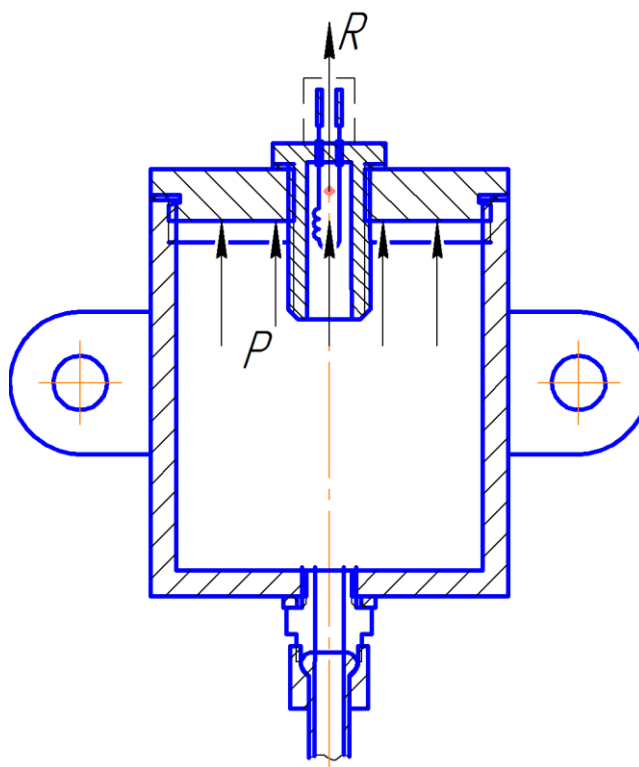
«В пиропатроне давление может достигать до 0,40 МПа (для последующих расчётов принимаем коэффициент запаса 2,5, тогда расчётное максимальное давление составит: $0,40 \cdot 2,5 = 1,0$ МПа). Данное давление воспринимается крышкой (рисунок 7).

Результирующую силу можно найти по выражению:

$$R = P \cdot F_{KR}, \quad (11)$$

где P – давление, действующее в пиропатроне, $P = 1,0$ МПа;

F_{KR} - площадь крышки пиропатрона, м^2 .» [15]



P – давление в пиропатроне; R – результирующая сила,
действующая на крышку

Рисунок 7 – Схема действия сил на крышку пиропатрона

«Площадь крышки пиропатрона находим из выражения:

$$F_{\text{кр.}} = \pi \cdot R^2, \quad (12)$$

где R – радиус крышки пиропатрона, $R = 0,026$ м

$$F_{\text{кр.}} = 3,14 \cdot 0,026^2 = 0,002123 \text{ м}^2$$

Тогда:

$$R = 1,0 \cdot 10^6 \cdot 0,002123 = 2123,0 \text{ Н}$$

Крышка имеет резьбу M52x0,5.» [15]

«При статической нагрузке прочность резьбового соединения можно оценить по формуле:

$$\sigma = \frac{4 \cdot R}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma], \quad (13)$$

где σ - напряжение, возникающее при приложении нагрузки, МПа;

$[\sigma]$ - допустимое напряжение для стали 40Х крышки, МПа;

d_1 - внутренний диаметр резьбы, $d_1 = 51,0 \text{ мм} = 0,051 \text{ м}$

Допустимое напряжение на растяжение определяют по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (14)$$

где σ_T - предел текучести, $\sigma_T = 900,0 \text{ МПа}$ [19];

S – коэффициент запаса прочности, $S = 1,5 \dots 2,5$ [19]

Тогда:

$$[\sigma] = \frac{900,0}{2,0} = 450,0 \text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 2123,0}{3,14 \cdot 0,051^2} = 5,16 \text{ МПа}.$$

$[\sigma] = 450,0 \text{ МПа} > \sigma = 5,16 \text{ МПа}$ – условие выполняется.

Далее рассчитаем прочность резьбового соединения при переменной нагрузке:

$$S = \frac{\sigma_{-1}}{K_\sigma \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} \geq [S], \quad (15)$$

где S – коэффициент запаса по пределу выносливости;

σ_{-1} - предел выносливости по материалу болта, МПа;

K_σ - коэффициент концентрации напряжений в резьбе, $K_\sigma = 4 \dots 5,5$;

σ_a - амплитуда напряжений цикла, МПа;

ψ_σ - коэффициент чувствительности к асимметрии цикла, $\psi_\sigma = 0,10$;

σ_m - среднее напряжение цикла, МПа;» [13]

[S] - регламентированный коэффициент запаса, [S] = 2,5...4 при неконтролируемой затяжке.

«Амплитуду напряжений цикла определяют по формуле:

$$\sigma_a = \frac{\chi \cdot R}{2 \cdot F_{кр}}, \quad (16)$$

где χ - коэффициент внешней нагрузки, $\chi = 0,2 \dots 0,3$

Тогда:

$$\sigma_a = \frac{0,30 \cdot 2123,0}{2 \cdot 0,002123} = 1,50 \text{ МПа.}$$

Среднее напряжение цикла:

$$\sigma_m = \sigma_{зат} + \sigma_a, \quad (17)$$

где $\sigma_{зат}$ - напряжение затяжки, МПа.

$$\sigma_{зат} = \frac{K_{зат} \cdot (1 - \chi) \cdot R}{F_{кр}}, \quad (18)$$

где $K_{зат}$ - коэффициент затяжки, $K_{зат} = 2,5 \dots 4,0$ – при переменной нагрузке» [19].

Тогда:

$$\sigma_{зат} = \frac{3,0 \cdot (1 - 0,3) \cdot 2123,0}{0,002123} = 21,0 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_m = 21,0 + 1,50 = 22,50 \text{ МПа.}$$

Предел выносливости материала болта:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B, \quad (19)$$

где σ_B - предел выносливости, $\sigma_B = 1000 \dots 1200$ МПа [21].

Тогда:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot 1000,0 = 430,0 \text{ МПа};$$

$$S = \frac{430,0}{5,0 \cdot 1,50 + 0,10 \cdot 21,0} = 44,79.$$

$S = 44,79 > [S] = 2,5 \dots 4,0$ – условие выполняется.

Результатом выполнения раздела явилось выполнение расчета тяговых характеристик автомобиля. Поскольку сам тягово-динамический расчет не является основным при разработке конструкторской части системы пассивной безопасности, а установленная система не оказывает влияния на динамику транспортного средства ввиду незначительного веса, сам расчет в записке не приводится. Результаты расчета выносятся на лист графической части. Также в разделе выполнена конструкторская проработка системы внешней пассивной безопасности. Определена компоновочная и структурная схема разрабатываемой системы. Выявлены наиболее ответственные с точки зрения эксплуатации детали. По выявленным деталям произведены прочностные расчеты, подтверждающие их характеристики.

3 Организация процесса технического обслуживания подушек безопасности

В технологическом разделе следует рассмотреть вопрос обслуживания системы внешней пассивной безопасности. Сама система представляется достаточно простой с технической точки зрения и ее установка в кузове автомобиля не требует применения специального инструмента или оборудования. Однако, поскольку данная система относится к системам, обеспечивающим безопасность транспортных средств, то ее обслуживание должно носить периодический характер. Если данное обслуживание не проводится, то существует вероятность отказа системы в момент, когда от ее работоспособности будет зависеть здоровье и жизнь человека, что недопустимо с точки зрения самой философии развития систем подобного рода.

Принято считать, что, если в машине установлены подушки безопасности, о них можно и не вспоминать. Это серьезное заблуждение. Каждый автопроизводитель рекомендует менять эти средства защиты через определенный период. До 1992 года для всех автомобилей он составлял 10 лет. Позже на моделях Mercedes, а затем и некоторых других марках интервал замены подушек увеличился до 15 лет. Есть свои особенности и в проверке работоспособности датчиков и электроцепи данной системы безопасности. Однако самостоятельно или в гараже сделать это невозможно.

Система, обеспечивающая работу воздушных подушек безопасности, включает в себя электронное диагностическое устройство. Работает оно при включенном зажигании автомобиля. При обнаружении неисправности на щитке приборов при работающем двигателе загорается сигнальная лампа в виде символа или надписи airbag, SRS и т.д.

«К работам с узлами дополнительной системы безопасности допускается только специально обученный персонал. Разборочно-сборочные и слесарно-монтажные работы являются основным видом работ при

выполнении операций ТО автомобилей. Используемое для этой цели оборудование по характеру своего использования можно классифицировать на три группы:

- слесарно-монтажный инструмент, по характеру использования является универсальным, т.е. применение его не зависит от места расположения автомобиля в ремонтной зоне;
- оборудование и приспособления для выполнения постовых ремонтных работ;
- оборудование и приспособления для выполнения участковых ремонтных работ.» [16]

Проверка состояния системы безопасности осуществляется в следующей последовательности:

«На приборной панели имеется индикатор подушек безопасности. При включении зажигания блок управления SDM проводит проверку системы. Блок заземляет цепь индикатора, в результате чего индикатор шестикратно мигает. Если в процессе диагностики никаких неисправностей не обнаружено, индикатор гаснет. При обнаружении неисправностей в контуре системы безопасности индикатор продолжает гореть. Некоторые неисправности могут помешать раскрытию подушек безопасности или вызвать их случайное раскрытие. Если разъем блока управления подсоединен неплотно или неправильно, в цепи подушки безопасности имеется короткое замыкание на цепь заземления, так как в разъем SDM вставлена закорачивающая перемычка.

Условия включения индикатор подушек безопасности: низкое напряжение аккумулятора, низкое напряжение в цепи, сброс из-за сбоя сигнальной функции, разъем не подсоединен, не работает микропроцессор, неисправность компонентов блока управления, неисправность проводки (короткое замыкание, разрыв).» [11]

«Отключение пассивной системы безопасности (SRS). Зажигание ВЫКЛ, ключ извлечен из замка зажигания. Необходимо отсоединить предохранитель подушек безопасности в монтажном блоке салона.

Подключение пассивной системы безопасности Зажигание ВЫКЛ, ключ извлечен из замка зажигания.

Необходимо вставить предохранитель подушек безопасности на место. Зажигание ВКЛ, необходимо убедиться, что индикатор подушек безопасности мигнул шесть раз. Зажигание ВЫКЛ.» [16]

«Модули подушек безопасности не должны подвергаться воздействию температуры выше 65⁰С.

Блоки и модули подушек безопасности, упавшие с высоты в 0,90 м и больше, использованию не подлежат.

При замене блока управления необходимо обратить внимание на стрелку на корпусе блока, которая должна указывать на переднюю часть автомобиля.

Следите за правильностью установки блока управления. Он должен плотно прилегать к установочной поверхности.

Чтобы избежать выставления кодов неисправностей, не подавать питание в систему до тех пор, пока все компоненты не будут подключены (если иного не требуется для проверки системы на неисправности).

Диагностика системы начинается с проверки диагностического устройства самой системы.

Диагностическая система проверяет работу индикатора подушек безопасности и позволяет провести проверку кодов безопасности. Отказ от использования этой системы приводит к увеличению времени ремонта.» [11]

«Поврежденные компоненты системы подлежат замене. Поврежденные точки крепления также должны быть заменены или отремонтированы.

Не переустанавливать компоненты системы с других автомобилей. Это правило не распространяется на модернизированные запчасти, приобретенные у официального дилера.

Нельзя разбирать и ремонтировать ВКУ, блок управления и модули подушки безопасности. Эти компоненты подлежат замене.

Проверять каталожные номера заменяемых компонентов. Некоторые пиропатроны выглядят одинаково, но состоят из разных компонентов.» [11]

«После лобового столкновения, вызвавшего раскрытие подушек безопасности, меняются все компоненты системы. После раскрытия на поверхности подушки безопасности могут обнаружиться остатки порошка. Порошок в основном состоит из кукурузного крахмала (который делает гладкой поверхность раскрывающейся подушки) и побочных продуктов химической реакции. Каустическая сода быстро вступает в реакцию с влагой в атмосфере и преобразуется в гидрокарбонат натрия (пищевая сода). Поэтому наличие каустической соды в порошке после раскрытия маловероятно.

Проверка системы проводится после любого столкновения, вне зависимости от того, раскрылись подушки безопасности или нет при этом проверяются следующие значения и параметры:

- параметры рулевой колонки;
- состояние коленного буфера и крепежных конструкций;
- проверка листов усиления панели приборов и рулевой колонки;
- проверка состояния креплений приборной панели;
- проверка ремней безопасности и точек их крепления.» [16]

Результатом выполнения технологического раздела явилась разработка технологии обслуживания подушки безопасности. Разработанная технология применима в первую очередь к подушке внешней системы безопасности. Поскольку данная система относится к системам, обеспечивающим безопасность транспортных средств, то ее обслуживание должно носить периодический характер. Если данное обслуживание не проводится, то существует вероятность отказа системы в момент, когда от ее работоспособности будет зависеть здоровье и жизнь человека, что недопустимо с точки зрения самой философии развития систем подобного рода. Определен порядок проведения обслуживания. Разработанный порядок представлен на листе графической части в виде технологической карты.

4 Охрана труда и безопасность объекта проектирования

4.1 Характеристика объекта проектирования (технологического процесса сборочных работ)

В разделе безопасности и охраны труда рассматривается технологический процесс проведения сборочных работ. В качестве технологического процесса принимается сборка и монтаж системы внешней безопасности. Работы производятся на сборочной площадке сборочного участка. Сборка ведется на подъемнике, поскольку для проведения работ необходим доступ к днищу автомобиля. В работе используется специализированный инструмент и приспособления, а также пресовое и подъемное оборудование. Все вышеописанное требует условий по охране труда, поскольку их использование может повлечь риск получения травмы или потерю трудоспособности при нарушении правил и требований к проведению работ.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков проводится в соответствии с нормативными документами и государственными стандартами. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» можно выделить следующие производственные риски, характерные для рассматриваемого участка.

«Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия;
- факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям,

поражениям) или травмам за счет кратковременного относительно высокоинтенсивного воздействия» [6]

«Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);
- факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения, на участке можно отметить:

– факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;

– факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;

– факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);

– факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абсистенции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.)» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их изменения во времени подразделяют, на участке можно отметить:

- на постоянные, в том числе квазипостоянные;
- переменные, в том числе периодические;
- импульсные, в том числе регулярные и случайные.» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их действия во времени подразделяют:

- на постоянно действующие;
- периодически действующие, в том числе интермиттирующие;
- апериодически действующие, в том числе стохастические.

Опасные и вредные производственные факторы по непосредственности своего воздействия подразделяют:

- на непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека;
- опосредованно воздействующие на организм занятого трудом человека через другие порождаемые ими и непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека факторы.

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по источнику своего происхождения подразделяют:

- на природные (включая климатические и погодные условия на рабочем месте);
- технико-технологические;
- эргономические (то есть связанные с физиологией организма человека).

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по природе их воздействия на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, воздействие которых носит физическую природу;
- факторы, воздействие которых носит химическую природу;
- факторы, воздействие которых носит биологическую природу.» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, подразделяют на следующие типичные группы:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами

и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность;

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты;

- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации; повышенным уровнем локальной вибрации;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; повышенным уровнем инфразвуковых колебаний (инфразвука);

- отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;

- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;

- повышенная яркость света;

- пониженная световая и цветовая контрастность;

- прямая и отраженная блескость;

- повышенная пульсация светового потока» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, подразделяют:

- на физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;
- нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Физические перегрузки подразделяют:

- на статические, связанные с рабочей позой;
- динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза;
- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений.

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:»

[6]

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

«Нервно-психические перегрузки подразделяют:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;
- эмоциональные перегрузки.» [6]

Выявленные профессиональные риски являются характерными для сборочного производства и тех условий труда, в которых производится работа.

Следовательно, указанные риски являются в применении средств и методов охраны труда для нейтрализации негативных последствий.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Методы снижения профессиональных рисков в целом направлены на нейтрализацию негативных последствий, вызываемых негативным воздействием.

«Для предотвращения угроз профессиональной безопасности при управлении профессиональными рисками необходимо применять ко всем видам деятельности, связанными с опасностями, средства оперативного контроля. В качестве примеров выбора дополнительных мер управления профессиональными рисками можно рассмотреть:

- модификацию конструкции, позволяющую ликвидировать опасность, например, использование механических подъемных устройств для исключения профессионального риска, связанного с ручными подъемными операциями;
- замену опасного материала на менее опасный или уменьшение энергии системы (например, снижение усилий, силы тока, давления, температуры и т.п.);
- средства коллективной защиты: сигнализации, предупредительные надписи и знаки безопасности, маркировка пешеходных дорожек и т.д.;
- административные меры управления: процедуры обеспечения безопасности, проверки оборудования, контроль доступа, системы обеспечения безопасности работы, инструктажи по охране труда и т.д.;
- обеспечение работника дополнительными средствами индивидуальной защиты: очки защитные, средства защиты органов слуха, щитки защитные лицевые, респираторы, перчатки и т.д.» [8]

«Для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональными рисками, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, заведующий обеспечивает:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;
- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.» [6]

В частности, снизить негативное воздействие профессиональных рисков или полностью устранить их воздействие можно следующими методами, для простоты восприятия сведенными в таблицу 1.

Таблица 1 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
1	2	3
Факторы, приводящие к заболеваниям	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания
Факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;	Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.) Модификация конструкции с целью снижения рисков	Применение низковольтных ламп в сетях освещения Использование спецодежды
Факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда	Не предусмотрено
Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования)	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники. Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Отсутствие или недостаток необходимого освещения	Обеспечение индивидуальных средств освещения рабочего места Разработка и прокладка осветительных сетей	Индивидуальные переносные фонари и осветительные лампы

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;	Административные меры обеспечения безопасности труда Механизация работ Внедрение в рабочий процесс машин и механизмов, заменяющих ручной труд	Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

Разработанные мероприятия по снижению негативного воздействия производственных рисков на работающих значительно снижают негативные последствия. Между тем, значительного результата можно достичь исключительно комплексным подходом к вопросу защиты рабочих в условиях сборочного цеха, когда административные и инженерные мероприятия дополняют и усиливают действия друг друга.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности является важным элементом безопасности всего предприятия. Огонь наиболее опасный фактор при проведении работ, что особенно актуально для предприятия автомобильной промышленности, где используется большое количество легковоспламеняющихся жидкостей и материалов, которые могут послужить негативным фактором возникновения пожара.

Факторы пожарной опасности приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Факторы пожарной опасности на участке и их классификация

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
<p>А – горение твердых веществ</p> <p>А1 – горение твердых материалов, сопровождаемое тлением</p> <p>А2 – горение твердых материалов, не сопровождаемое тлением</p>	<p>горючие твердые вещества, ветошь и обтирочный материал искры от режущего абразивного инструмента, открытое пламя газовых горелок, электрическая дуга и искры сварочного оборудования</p>	<p>Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения</p>	<p>Все виды огнетушащих веществ: вода, пена, порошки, хладоны</p>
<p>В – горение жидких веществ</p> <p>В2 – горение неполярных горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и плавящихся при нагреве веществ</p>	<p>топливо, мазут, консистентные смазки и технические жидкости</p>	<p>Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв</p>	<p>пена; тонкораспыленная вода; хладоны; огнетушащие порошки общего назначения; аэрозольное пожаротушение и инертные разбавители: N₂, CO₂, и т.п.</p>
<p>С - горение газообразных горючих веществ</p>	<p>сварочные газы, метан</p>	<p>Высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв</p>	<p>объемное тушение и флегматизация газовыми составами; огнетушащие порошки общего назначения; пены, вода (для охлаждения оборудования)</p>

Для обеспечения пожарной безопасности на участке, требуется принятие противопожарных мероприятий, имеющих как организационный, так и инженерный характер. К таковым мероприятиям на участке сборки будут относиться:

- разработка комплекса норм и правил по обращению с горючими веществами и правил поведения персонала при проведении огневых работ и работ, связанных с горючими материалами;
- проведение регулярного инструктажа работников, с целью доведения информации о правилах проведения работ, связанных с горючими материалами и соблюдения норм пожарной безопасности;
- организация внутрипроизводственной пожарной охраны, осуществляющей функции надзора за соблюдением норм и правил по обращению с горючими веществами, а также норм и правил соблюдения противопожарной безопасности;
- организация хранения горючих и пожароопасных материалов в соответствии с их физико-химическими и противопожарными свойствами;
- оснащение участка средствами наблюдения и сигнализации за пожарной ситуацией, проведение инструктажа персонала о поведении в случае срабатывания пожарной сигнализации;
- оснащение участков средствами первичного пожаротушения в соответствии с классом возможного пожара.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Рассматриваемый участок не относится к категории производств, представляющих повышенную антропогенную опасность для окружающей среды. Тем не менее, участок, как и любое производство производит отходы, образующиеся в результате своей деятельности, которые могут выступать в роли загрязнителей, поэтому требуется их определение. К загрязняющим отходам следует отнести следующее:

- отходы сборочного производства (обрезки листового металла, обрезки пластика);
- смыв с рук рабочих смазочных материалов и растворителей;
- металлическая и абразивная пыль, окалина, образующиеся в результате обработки элементов кузова;
- ветошь и обтирочные материалы, остающиеся после протирки деталей и очистки рук работников сборочного участка.

В качестве мероприятий, обеспечивающих требования экологической безопасности, принимаются следующие:

- утилизация отходов в соответствии с классами опасности;
- очистка сточных вод перед сливом их в канализационный коллектор от остатков ГСМ и растворителей;
- «соблюдение требований, предъявляемых к размещению, строительству и эксплуатации потенциально опасных объектов, а также к осуществлению потенциально опасной деятельности» [8]

В разделе был произведен анализ деятельности на сборочном участке предприятия, осуществляющем сборку систем пассивной безопасности легкового автомобиля. Выявлены вредные и опасные производственные факторы, произведена их классификация. В соответствии с выявленными факторами произведена разработка мероприятий по снижению их воздействия на рабочих, либо их полной нейтрализации.

Разработаны мероприятия по снижению пожарной опасности, в соответствии с выявленными классами пожарной опасности.

Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду.

5 Экономический раздел дипломного проекта

5.1 Определение технико-экономических показателей по системе внешней пассивной безопасности автомобиля

«Затраты на изготовление внешних подушек безопасности определяем по формуле:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{сб.н}} + C_{\text{о.н}}, \quad (20)$$

где $C_{\text{к.д}}$ - стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{\text{о.д}}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{п.д}}$ - цена покупных деталей, изделий, агрегатов, руб.;

$C_{\text{о.н}}$ - общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.» [9]

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (21)$$

где $Q_{\text{к}}$ - масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$ - средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.» [9]

Таблица 3 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Наименование детали	Марка металла	Масса материала, кг.	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Короб	Ст5сп1 ГОСТ 535-2005	1,50	110,0	165,0
Итого:	-	-	-	165,0

Тогда по формуле (21) стоимость корпусных деталей:

$$C_{к.д} = 1,50 \cdot 110,0 = 165,0 \text{ руб}$$

При изготовлении подушек безопасности используем оригинальные детали (таблица 4).

Таблица 4 – Данные по трудоёмкости изготовления оригинальных деталей конструкции подушки безопасности и основной заработной плате производственных рабочих

Наименование детали	Марка металла	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Трудоёмкость изготовления одной единицы, чел.-ч	Суммарная трудоёмкость изготовления, чел.-ч
Корпус газогенератора	СЧ 18 ГОСТ 1412-85	1	3,0	1,50	$1 \cdot 1,50 = 1,50$
Крышка	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,50	1,0	$1 \cdot 1,0 = 1,0$
Прокладка	Резина ГОСТ 7338-90	1	0,10	0,30	$1 \cdot 0,30 = 0,30$
Крышка малая	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,25	1,0	$1 \cdot 1,0 = 1,0$
Прокладка малая	Резина ГОСТ 7338-90	1	0,10	0,30	$1 \cdot 0,30 = 0,30$
Стакан	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,15	0,50	$1 \cdot 0,50 = 0,50$
Сетка	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	1	0,10	0,40	$1 \cdot 0,40 = 0,40$
Фиксатор	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	1	0,10	0,40	$1 \cdot 0,40 = 0,40$
Штуцер	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,30	0,50	$1 \cdot 0,50 = 0,50$
Ёмкость подушки	Полипропилен ГОСТ 26996-86	1	0,85	2,0	$1 \cdot 2,0 = 2,0$
Втулка	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	1	0,15	0,30	$1 \cdot 0,30 = 0,30$
Клеммы	Медь ГОСТ 859-2001	2	0,05	0,25	$2 \cdot 0,25 = 0,50$
Мелкие детали	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	5	0,36	0,26	$5 \cdot 0,26 = 1,30$
Итого:	-	-	-	-	10,0

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{o.d} = C_{прн} + C_m, \quad (22)$$

где $C_{прн}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.» [9]

5.2 Расчет заработной платы

Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{пр} = t \cdot C_{ч} \cdot k_t, \quad (23)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей (корпус газогенератора – 1,50 чел.-ч; крышка – 1,0 чел.-ч; прокладка – 0,3 чел.-ч; крышка малая – 1,0 чел.-ч; прокладка малая – 0,3 чел.-ч; стакан – 0,5 чел.-ч; сетка – 0,4 чел.-ч; фиксатор – 0,4 чел.-ч; штуцер – 0,5 чел.-ч; ёмкость подушки – 2,0 чел.-ч; втулка – 0,3 чел.-ч; клеммы – 0,5 чел.-ч; мелкие детали – 1,30 чел.-ч);

$$\begin{aligned} t &= 1 \cdot t_{кг} + 1 \cdot t_{кр} + 1 \cdot t_{пр} + 1 \cdot t_{кpm} + 1 \cdot t_{пpm} + 1 \cdot t_{ст} + 1 \cdot t_{сет} + 1 \cdot t_{фик} + \\ &1 \cdot t_{шт} + 1 \cdot t_{под} + 1 \cdot t_{вт} + 2 \cdot t_{кл} + 5 \cdot t_{мд} = \\ &= 1 \cdot 1,50 + 1 \cdot 1,0 + 1 \cdot 0,30 + 1 \cdot 1,0 + 1 \cdot 0,30 + 1 \cdot 0,50 + 1 \cdot 0,40 + 1 \cdot \\ &0,40 + 1 \cdot 0,50 + 1 \cdot 2,0 + 1 \cdot 0,30 + 2 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,26 = 10,0 \text{ чел.-ч.} \end{aligned}$$

$C_{ч}$ – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, руб./ч;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате,

$$k_t = 1,025 \dots 1,030.$$

Тарифную ставку считаем из расчёта размера минимальной заработной платы в промышленности по Самарской области на 2022 года, которая составляет 25 554,0 руб. (МРОТ для Самарской области с 1 января 2022 года

составляет 15 279 рублей в месяц – это официальная документированная информация).

Принимаем тарифную ставку из учета минимальной заработной платы по Самарской области для первого разряда: $25554,0 / (7 \cdot 21) = 173,84$ руб./ч.

Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80. Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $173,84 \cdot 1,42 = 246,85$ руб.

Далее расчет основной заработной платы представим в виде таблицы 5. В данной таблице указано наименование детали, марка материала из которого она изготовлена, трудоёмкость на её изготовление, часовая тарифная ставка производственных рабочих, основная заработная плата.

Из формулы (23) получим:

$$C_{\text{пр}} = 10,0 \cdot 246,85 \cdot 1,03 = 2\,542,53 \text{ руб.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{д}} = ((5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}}) / 100, \quad (24)$$

Подставив числовые значения в формулу (4.5), получим:

$$C_{\text{д}} = 10,0 \cdot 2\,542,53 / 100 = 254,25 \text{ руб.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{соц}} = (30,0 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}})) / 100, \quad (25)$$

Подставив числовые значения в формулу (4.6), получим:

$$C_{\text{соц}} = (30,0 \cdot (2543,53 + 254,25)) / 100 = 839,04 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}} = 2543,53 + 254,25 + 839,04 = 3\,636,82 \text{ руб.}$$

Таблица 5 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	2543,53
Дополнительная заработная плата	254,25
Начисления на заработную плату	839,04
Итого:	3 636,82

Как видно из таблицы 5 заработная плата на изготовление оригинальных деталей составляет 3636,82 руб.

5.3 Стоимость изготовления оригинальных деталей

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_m = C \cdot Q_3, \quad (26)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, руб./кг ;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Таблица 6 – Стоимость материалов на изготовление оригинальных деталей для полушки безопасности

Наименование детали	Марка материала	Количество, шт.	Суммарная масса материала, кг.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Корпус газогенератора	СЧ 18 ГОСТ 1412-85	1	3,0	65,0	195,0
Крышка	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,50	155,0	77,50
Прокладка	Резина ГОСТ 7338-90	1	0,10	75,0	7,50
Крышка малая	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,25	155,0	38,75
Прокладка малая	Резина ГОСТ 7338-90	1	0,10	75,0	7,50
Стакан	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,15	155,0	23,25
Сетка	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	1	0,10	110,0	11,0
Фиксатор	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	1	0,10	110,0	11,0
Штуцер	Сталь 40Х ГОСТ 1055-88	1	0,30	155,0	46,50
Ёмкость подушки	Полипропилен ГОСТ 26996-86	1	0,85	125,0	106,25
Втулка	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	1	0,15	110,0	16,50
Клеммы	Медь ГОСТ 859-2001	2	0,10	165,0	16,50
Мелкие соединения	Ст.3пс.4 ГОСТ 535-2005	5	0,36	110,0	39,60
Всего	-	-	-	-	596,85

Из таблицы 6 получим, что стоимость материалов на изготовление оригинальных деталей составляет 596,85 руб.

Подставив числовые значения в формулу (23), получим:

$$C_m = 65,0 \cdot 3,0 + 155,0 \cdot 0,50 + 75,0 \cdot 0,10 + 155,0 \cdot 0,25 + 75,0 \cdot 0,10 + 155,0 \cdot 0,15 + 110,0 \cdot 0,10 + 110,0 \cdot 0,10 + 155,0 \cdot 0,30 + 125,0 \cdot 0,85 + 110,0 \cdot 0,15 + 165,0 \cdot 0,10 + 110,0 \cdot 0,36 = 596,85 \text{ руб.}$$

Тогда затраты на изготовление оригинальных деталей составят:

$$C_{o.d} = 690,38 + 596,0 = 1286,38 \text{ руб.}$$

Таблица 7 - Затраты на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений	3 636,82
Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей	596,0
Итого:	4 232,82

Вывод: как видно из таблицы 7 затраты на изготовление оригинальных деталей составляют 4 232,82 руб.

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (27)$$

где $C_{сб}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, руб.;

$C_{д.сб}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, руб.;

$C_{соц.сб}$ – отчисления соцстраху рабочих, руб.» [9]

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot K_t, \quad (28)$$

где $T_{сб}$ - нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.» [9]

«Значение определяем по формуле:

$$T_{сб} = K_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (29)$$

где $t_{сб}$ - трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

K_c - коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы,

$K_c = 1,1 \dots 1,5$.

По справочным данным принимаем $t_{сб} = 3,50$ чел.-ч.

Подставив числовые значения в формулу (26), получим:

$$T_{сб} = 1,25 \cdot 3,50 = 4,38 \text{ чел.-ч.} \quad (30)$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{сб} = 4,38 \cdot 246,85 \cdot 1,03 = 1\,113,64 \text{ руб.};$$

$$C_{д.сб} = 0,10 \cdot 1\,113,64 = 111,36 \text{ руб.};$$

$$C_{соц.сб} = 0,30 \cdot (1\,113,64 + 111,36) = 1225,00 \text{ руб.}$$

Общую заработную плату из формулы (24) получим:

$$C_{сб.п} = 1\,113,64 + 111,36 + 1225,00 = 2450,00 \text{ руб.} \text{» [9]}$$

Таблица 8 – Полная заработная плата производственных рабочих занятых на сборке проектируемой подушки безопасности

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата рабочих	1 113,64
Дополнительная заработная плата рабочих	111,36
Отчисления на соцстрах	1225,00
Итого:	2450,00

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{он} = (C'_{пр} \cdot R_{оп}) / 100, \quad (31)$$

где $C'_{пр}$ - основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении аппарата, руб.;

$R_{оп}$ - процент общепроизводственных накладных расходов, %.

$$C'_{пр} = C_{пр} + C_{сб п.} \quad (32)$$

Подставив числовые значения в формулу (4.13), получим:

$$C'_{пр} = 3\,636,82 + 2450,00 = 6\,086,82 \text{ руб.}$$

Подставив числовые значения в формулу (28), получим:

$$C_{он} = (6\,086,82 \cdot 15) / 100 = 913,02 \text{ руб.} \gg [9]$$

5.4 Расчет затрат на конструкторскую разработку

Стоимость покупных деталей, изделий, агрегатов представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Затраты по статье «материалы» на конструкторскую разработку

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Манжета	2	60,0	120,0
Болты	4	20,0	80,0
Шайбы	4	6,0	24,0
Гайки	4	15,0	60,0
Итого:	-	-	284,0

$$C_{п.д} = 120,0 + 80,0 + 24,0 + 60,0 = 284,0 \text{ руб.}$$

По формуле (28) находим затраты на изготовление конструкции:

$$C_{кон} = 4\,232,82 + 2450,00 + 913,02 + 284,0 = 7\,879,84 \text{ руб.}$$

Как следует из расчета общие затраты на изготовление конструкции внешней подушки безопасности равны 7 879,84 руб. Это для одной подушки, стоимость комплекта с учётом монтажа на автомобиль составит:

$$7\,879,84 \cdot 1,125 = 8\,864,82 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{пр} - C_{кон}, \quad (33)$$

где $C_{пр}$ – стоимость прототипа, руб.;

T_n – среднемесячная трудоемкость при новой технологии, чел. – ч.;

Подставив числовые значения в формулу (30), получим:

$$\mathcal{E}_Г = 19755,0 - 8\,864,82 = 10890,18 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ок} = C_{кон} / \mathcal{E}_Г, \quad (34)$$

Подставив числовые значения в формулу (31), получим:

$$O_{ок} = 7879,84 / 10819,82 = 0,72 \text{ года}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{эф} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{кунь} \quad (35)$$

Подставив числовые значения в формулу (4.16), получим:

$$\mathcal{E}_{эф} = 10819,82 - 0,15 \cdot 7879,84 = 9\ 637,84 \text{ руб}$$

В разделе выполнен расчет стоимости изготовления системы внешней безопасности транспортного средства. Рассчитана себестоимость изготовления конструкции в условиях серийного производства, на основе затрат, понесенных на изготовление отдельного экземпляра. Проведен сравнительный анализ себестоимости конструкции со стоимостью узла, производимого промышленностью. Экономия, достигаемая за счёт снижения трудоёмкости на поставленные работы (на 5,0 чел. · ч.) и за счёт меньшей стоимости и составляет 4276,26 руб., а срок окупаемости равен 0,72 года, что допустимо в данной конструкции. Экономический эффект 9 637,84 руб.

Заключение

Разработка системы внешней пассивной безопасности легковых автомобилей является темой выпускной квалификационной работы – дипломного проекта. Разработка конструкции системы внешней пассивной безопасности легковых автомобилей потребовала решения комплекса задач, которое было изложено во взаимосвязанных между собой разделах проекта.

В первом разделе выпускной квалификационной работы выполнен анализ средств безопасности, применяемых на автомобиле. Проведен обзор по различным видам и типам систем безопасности, как активных, так и пассивных. Изучен вопрос развития средств пассивной безопасности, на основании чего выявлены основные тренды развития систем безопасности. В разделе рассмотрены различные типы систем внешней пассивной безопасности. Изучен опыт различных производителей в конструировании и внедрении систем внешней пассивной безопасности на автомобиле. Рассмотрен вопрос повышения безопасности для пешехода в случае ДТП при внедрении систем данного вида на автомобиль. Сформулированы цель и задачи дипломного проектирования.

Результатом выполнения конструкторского раздела явилось выполнение расчета тяговых характеристик автомобиля. Поскольку сам тягово-динамический расчет не является основным при разработке конструкторской части системы пассивной безопасности, а установленная система не оказывает влияния на динамику транспортного средства ввиду незначительного веса, сам расчет в записке не приводится. Результаты расчета выносятся на лист графической части. Также в разделе выполнена конструкторская проработка системы внешней пассивной безопасности. Определена компоновочная и структурная схема разрабатываемой системы. Выявлены наиболее ответственные с точки зрения эксплуатации детали. По выявленным деталям произведены прочностные расчеты, подтверждающие их характеристики.

Результатом выполнения технологического раздела явилась разработка технологии обслуживания подушки безопасности. Разработанная технология применима в первую очередь к подушке внешней системы безопасности. Поскольку данная система относится к системам, обеспечивающим безопасность транспортных средств, то ее обслуживание должно носить периодический характер. Если данное обслуживание не проводится, то существует вероятность отказа системы в момент, когда от ее работоспособности будет зависеть здоровье и жизнь человека, что недопустимо с точки зрения самой философии развития систем подобного рода. Определен порядок проведения обслуживания. Разработанный порядок представлен на листе графической части в виде технологической карты.

В разделе безопасности и экологичности дипломного проекта был произведен анализ деятельности на сборочном участке предприятия, осуществляющем сборку систем пассивной безопасности легкового автомобиля. Выявлены вредные и опасные производственные факторы, произведена их классификация. В соответствии с выявленными факторами произведена разработка мероприятий по снижению их воздействия на рабочих, либо их полной нейтрализации. Разработаны мероприятия по снижению пожарной опасности, в соответствии с выявленными классами пожарной опасности. Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду.

В разделе выполнен расчет стоимости изготовления системы внешней безопасности транспортного средства. Рассчитана себестоимость изготовления конструкции в условиях серийного производства, на основе затрат, понесенных на изготовление отдельного экземпляра. Проведен сравнительный анализ себестоимости конструкции со стоимостью узла, производимого промышленностью. Экономия, достигаемая за счёт снижения трудоёмкости на поставленные работы (на 5,0 чел. · ч.) и за счёт меньшей стоимости и составляет 4276,26 руб., а срок окупаемости равен 0,72 года, что допустимо в данной конструкции. Экономический эффект 9 637,84 руб.

Список используемых источников

1. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 655 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/2530. - ISBN 978-5-16-101092-1.
2. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
3. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
4. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
5. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» по технологической операции, видам работ, оборудованию, производственному цеху, участку»
7. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.
8. Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html, свободный

9. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

10. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

11. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

12. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

13. Сергеенко, В.А. Проверочный расчет зубчатых передач трансмиссии автомобилей / В.А. Сергеенко. – Минск : БНТУ, 2016. – 61 с.

14. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и мотоцикла : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

15. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

16. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

17. Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

18. G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

19. Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

20. Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.

21. Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781

22. Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019.– 350 с.