

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)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Разработка конструкции стенда для восстановления геометрии

кузова легкового автомобиля

Студент

Д.А. Данилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

д-р экон. наук, профессор Е.Г. Пипко

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

Цель работы: разработка конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

ВКР бакалавра включает в себя шесть разделов.

В первом разделе рассмотрены основные повреждения кузовов автомобилей.

Во втором разделе проведен поиск аналогов совершенствуемой конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

В третьем разделе проведена конструкторская разработка стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

В четвертом разделе технологический процесс правки кузова.

В пятом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

В шестом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

Выпускная квалификационная работа состоит из 67 страниц, и включает в себя 11 иллюстраций, 16 таблиц, 25 источников.

Abstract

The title of the graduation project is: «The development of the stand for restoring of a car body geometry».

Currently, the number of cars in Russia has risen sharply. Maintaining vehicles in working condition is possible mainly due to car service stations. Numerous service stations have been built and commissioned throughout the country, where technical maintenance and cars repair is carried out. Currently, especially at large service stations, there has been a tendency to increase bodywork in the total volume of performed services. More and more, progressive technologies based on the usage of special tools, inert gas welding, body repair stands equipped with geometry control systems, and others are increasingly being used at service stations.

The aim of the work is to develop the stand of recovering car body geometry.

The thesis of graduation project consists of 6 parts.

In the first part we review the main types of car body damages.

In the second parts we research the analogues for explored stand for restoring of a car body geometry.

In the third part we develop the construction of a stand for recovering of a vehicle body geometry.

The fourth part deals with technological process of car body reinstatement.

The fifth part deals with safety and ecological compatibility of the developed technical equipment.

The sixth part defines the economic efficiency of the designed car body recovering stand construction.

The results of the work can be used at the service stations.

The graduation work consists of 67 pages, including 11 illustrations, 16 tables, 25 sources of literature.

Содержание

Введение.....	6
1 Основные повреждения кузовов.....	8
1.1 Аварийные повреждения кузовов	8
1.2 Повреждения, образующиеся при эксплуатации кузовов	12
2 Поиск аналогов совершенствуемой конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.....	15
2.1 Обоснования необходимости поиска аналогов	15
2.2 Составление регламента информационного поиска	16
2.3 Проведение информационного поиска	19
2.4 Анализ результатов информационного поиска и разработка нового технического объекта	22
2.5 Описание усовершенствованного объекта.....	23
2.6 Исследование предложенного усовершенствованного объекта техники на наличие критерия патентоспособности	23
2.7 Исследование предложенного усовершенствованного объекта техники на наличие критерия патентоспособности – изобретательский уровень.....	23
2.8 Формула полезной модели.....	24
3 Конструкторская часть	26
3.1 Техническое задание на разработку стенда для правки кузова автомобилей.....	26
3.2 Техническое предложение	28
3.3 Конструкторский расчет проектируемого стенда	37
3.4 Руководство по эксплуатации.....	41
4 Технологический процесс правки кузова	43
4.1 Восстановление кузова.....	43
4.2 Технологическая карта правки кузова на стенде.....	45
5 Безопасность и экологичность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.....	46

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.....	46
5.2 Определение профессиональных рисков	47
5.3 Способы снижения профессиональных рисков	48
5.4 Пожарная безопасность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.....	51
5.5 Экологическая безопасность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.....	54
6 Расчет экономической эффективности стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля	56
6.1 Определение себестоимости изготовления	56
6.2 Определение затрат на выплату заработной платы.....	58
6.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	59
6.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.....	61
Заключение	62
Список используемой литературы и используемых источников.....	63
Приложение А Спецификация.....	66

Введение

Одним из резервов увеличения автомобильного парка страны является организация на должном уровне ремонта автомобилей. Необходимость и целесообразность ремонта обусловлены прежде всего тем, что при длительной эксплуатации автомобили достигают такого состояния, когда затраты средств и труда, связанные с поддержанием их в работоспособном состоянии, превосходят доходы, поступающие от их дальнейшей эксплуатации. Такое техническое состояние автомобилей считается предельным и обусловлено неравнопрочностью их деталей и агрегатов. Известно, что создать равнопрочную машину, все детали которой изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, практически невозможно. Следовательно, ремонт автомобиля даже только заменой некоторых деталей, имеющих небольшой ресурс, всегда целесообразен и с экономической точки зрения оправдан.

Основным источником экономической эффективности ремонта автомобилей является использование остаточного ресурса их деталей. Около семидесяти процентов деталей автомобиля, прошедших срок службы до ремонта, имеют остаточный ресурс и могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после небольшого ремонтного воздействия.

Одним из основных агрегатов автомобиля является кузов. Кузова легковых автомобилей и автобусов являются еще и самыми сложными в изготовлении агрегатами. Трудоемкость изготовления кузова, например легковых автомобилей, составляет 60% всей трудоемкости изготовления автомобиля. К кузову относят также оперение: облицовку радиатора, капот, крылья, крышку багажника. Жесткость и прочность кузова увеличивают срок службы автомобиля. Выход из строя кузова практически означает выход из строя автомобиля.

Для подвижного состава автомобильного транспорта государственного сектора задача поддержания его в исправном состоянии, а также ремонт

узлов и агрегатов успешно реализуется четко регламентированной системой контроля и периодических технических воздействий на предприятиях автомобильного транспорта и на авторемонтных заводах.

Проводимый в настоящее время курс на сосредоточение ремонта автомобилей в производственных объединениях автомобильной промышленности позволит укрупнить и специализировать предприятия. На крупных специализированных предприятиях по ремонту автомобилей создаются условия для широкого применения наиболее совершенных технологических процессов, современного высокопроизводительного оборудования. Это генеральное направление в развитии авторемонтного производства приведет к резкому повышению качества ремонта автомобилей и наиболее полной реализации его экономических преимуществ.

В настоящее время резко вырос парк автомобилей, принадлежащих гражданам. Поддержание этого парка в работоспособном состоянии возможно главным образом на получившей широкое развитие системе автосервиса. По всей стране построена и введена в эксплуатацию целая сеть станций технического обслуживания (СТО), на которых проводится техническое обслуживание и ремонт личных автомобилей. В настоящее время, особенно на крупных СТО, наметилась тенденция возрастания удельного веса кузовных работ в общем объеме выполняемых услуг. На СТО все шире начинает применяться прогрессивная технология, основанная на использовании специального инструмента, сварки в среде инертного газа, стендов для правки кузовов, оснащенных системами контроля геометрии, и так далее.

Целью работы является разработка конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

1 Основные повреждения кузовов

В процессе эксплуатации элементы и узлы (сборочные единицы) кузова испытывают динамические нагрузки напряжением от изгиба в вертикальной плоскости и скручивания, нагрузки от собственной массы, массы груза и пассажиров. На кузов и его узлы воздействуют также значительные напряжения, образующиеся в результате колебаний его при движении по неровностям, толчках и ударах при наезде, а также вследствие погрешностей в балансировке вращающихся узлов, смещения центра тяжести в продольном и поперечном направлениях. Эти напряжения вызывают накопление усталости и приводят к разрушениям элементов кузова.

В кузовах автомобилей, поступающих в ремонт, встречаются:

- повреждения, появившиеся в результате нарастания изменений в состоянии кузова; к ним относится естественный износ, возникающий в процессе нормальной технической эксплуатации автомобиля, вследствие постоянного воздействия на кузов таких факторов, как коррозия, трение, упругая и пластическая деформация, и другие;
- повреждения, появление которых связано с действиями человека, конструктивными недоработками, нарушением норм обслуживания кузова и правил технической эксплуатации, а также вызвано транспортными происшествиями (авариями).

1.1 Аварийные повреждения кузовов

Ниже приведены примеры аварийных повреждений кузовов при различных видах столкновений автомобилей. Наиболее сильные повреждения наносятся при фронтальных столкновениях передней частью кузова под углом 40-45° или сбоку между двумя транспортными средствами, движущимися навстречу. При таких столкновениях автомобиля особенно сильно разрушается передняя часть кузова, при этом действующие большие

нагрузки в продольном, поперечном и вертикальном направлениях передаются всем смежным деталям каркаса и особенно его силовым элементам.

При фронтальном столкновении автомобиля (рисунок 1) передней частью кузова в районе левого переднего крыла, лонжерона и левой фары деформируются панель передка, крылья, капот, брызговики, передние лонжероны, рама ветрового окна и крыша. На рисунке это видно по линиям, указанным пунктиром. Вместе с тем невидимая деформация передается на передние, центральные и задние стойки с обеих сторон, переднюю и заднюю левые двери, левое заднее крыло и даже на заднюю панель багажника.

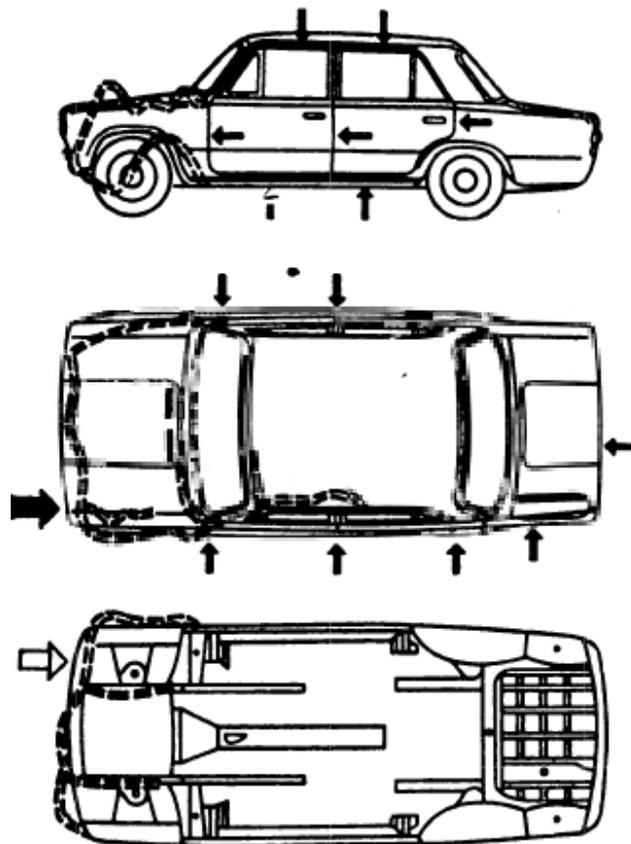


Рисунок 1 – Фронтальное столкновение передней левой частью кузова

Направления распределения нагрузок и возможные изменения геометрии силовых элементов каркаса кузова и его панелей указаны стрелками.

При ударе, нанесенном автомобилю в переднюю часть кузова под углом 40-45° (рисунок 2), повреждаются передние крылья, капот, панель передка, брызговик, передние лонжероны.

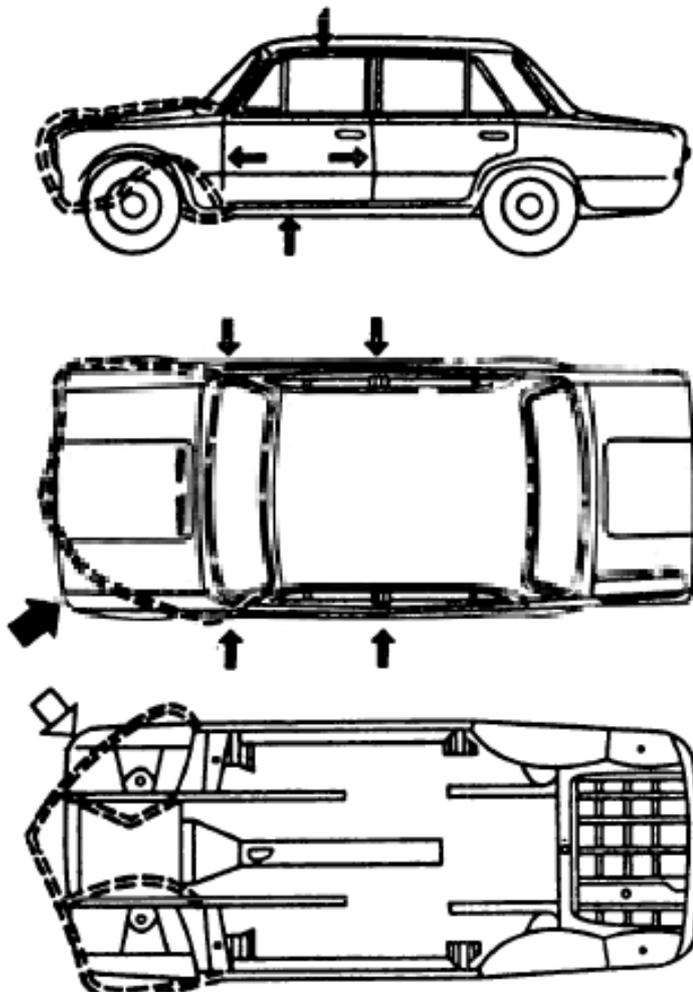


Рисунок 2 – Столкновение передней частью кузова под углом 40-45°

При ударе сбоку передней частью кузова (рисунок 3) в районе сопряжения передней панели с передней частью лонжерона и левого крыла деформируются оба передних крыла, панель передка, брызговики лонжерона, капот. Кроме того, под действием растягивающих усилий нарушается проем левой передней двери, а под воздействием сжимающих усилий деформируются проем правой двери и боковина левой передней двери. При этом на передние и центральные стойки передаются значительные силовые перегрузки, вызывающие их отклонения от первоначального положения.

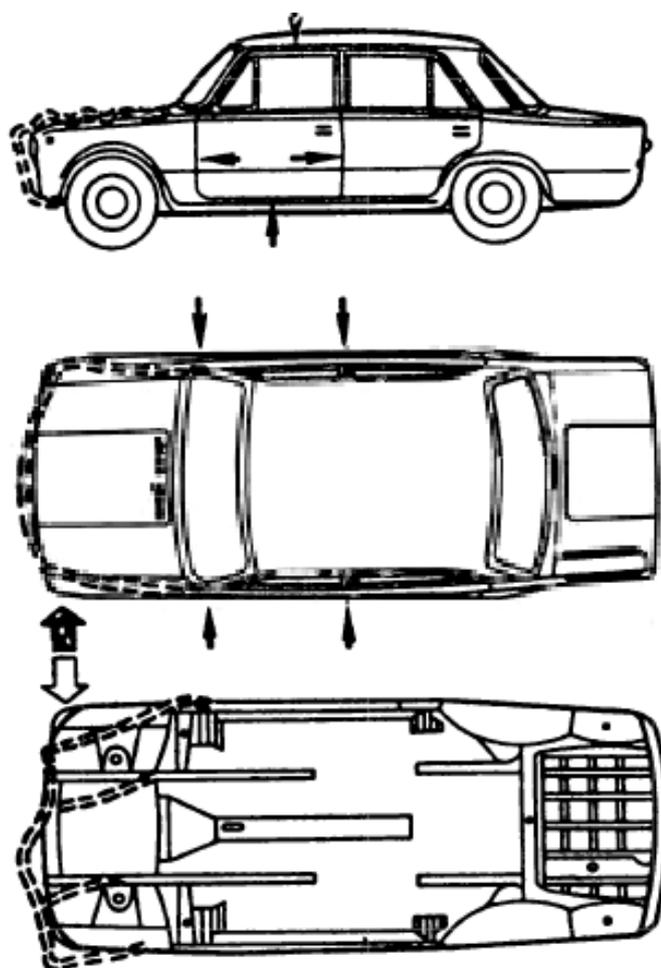


Рисунок 3 – Столкновение сбоку передней частью в районе соединения передней панели с лонжероном и левым крылом

При ударе сбоку (рисунок 4) передней стойкой кузова с левой стороны значительно деформируются левая передняя стойка, рама ветрового окна, крыша, пол и лонжероны переднего пола, панель передка, капот, крылья, брызговики, передние лонжероны. При этом передняя часть кузова уводится влево; порог и верхняя часть правой боковины воспринимают растягивающие, а центральные и задние стойки – сжимающие нагрузки.

Наличие невидимых деформаций в силовых элементах кузова можно установить проведением замеров: по наличию перекосов в лицевых деталях, выступов одной детали относительно другой, недопустимых зазоров в сопряжениях проемов с дверями, капотом, крышкой багажника.

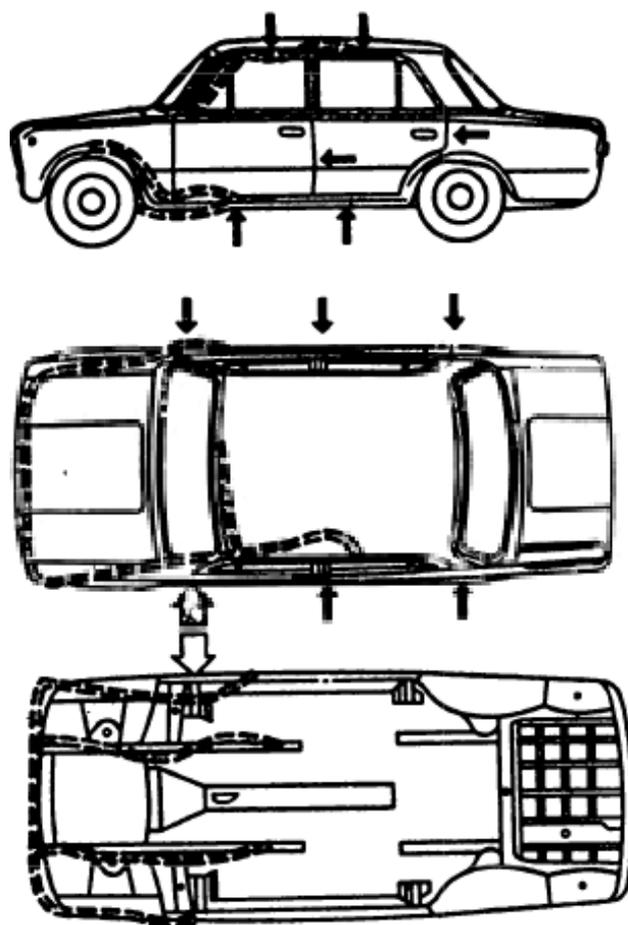


Рисунок 4 – Столкновение сбоку левой передней стойкой

Из приведенных примеров видно, что в результате аварий деформация распространяется по сопряженным элементам кузова, вызывая нарушение геометрии его проемов и базовых точек пола. Устранить такие повреждения, требующие замены большей части деталей и сложного ремонта, можно только с помощью специального оборудования, используя в ремонтных операциях методы гидравлической и ручной правки с последующим контролем геометрии кузова.

1.2 Повреждения, образующиеся при эксплуатации кузовов

В металлических кузовах встречаются также менее значительные повреждения, ухудшающие их внешний вид.

Вмятины появляются в результате остаточной деформации при ударе, неправильном ремонте, а также вследствие некачественной сборки частей кузова. Вмятины могут быть простыми, легко поддающимися ремонту, и сложными – с острыми загибами и складками, могут располагаться в труднодоступных для ремонта местах.

Трещины относятся к часто встречающимся повреждениям. Они могут появиться в любой детали кузова в результате перенапряжения металла (ударов, изгибов), а также вследствие непрочного соединения узлов и деталей и недостаточной прочности конструкции.

Разрывы и пробоины можно подразделить на простые, принимающие после правки металла вид нормальной трещины, и сложные, требующие при ремонте поврежденного места постановки заплат.

Обрывы в деталях кузова характеризуются величиной оторванной части панели или оперения. Большие обрывы часто устраняют постановкой новых вставок сложного профиля, а иногда производят полную замену детали.

Растянутые поверхности металла различают по месту их нахождения: на поверхности панели в виде бугра и в отбортовках деталей (растянуты борта и кромки).

Коррозия по своему внешнему проявлению может встречаться в виде равномерной, когда металл разрушается равномерно по всей поверхности, и местной, когда металл разрушается на отдельных участках; эта форма коррозии обнаруживается по темным пятнам или глубоким черным точкам на металле и более опасна, так как металл может в короткий срок разрушиться с образованием сквозных отверстий.

Нарушение сварных соединений встречается в узлах деталей, которые соединены точечной сваркой, и в сплошных сварных швах кузова.

Нарушение клепаных швов является результатом ослабления или среза заклепок, а также износа отверстий под болты и заклепки.

Прогибы, перекосы и скручивание обычно появляются в результате аварийной нагрузки. Перекосы бывают межузловые и в плоскости одного узла или детали (перекос в проеме кузова для двери, перекос в самой двери, прогиб в порогах пола).

Износы отверстий и стержней возникают в результате трения качения (оси и отверстия в петлях дверей) или ослабления крепления узла заклепками или болтами; износы поверхностей из-за систематической нагрузки, прилагаемой к поверхности, например при перевозке сыпучих абразивных грузов в кузовах автомобилей самосвалов.

В кузовах грузовых автомобилей с деревянными платформами наиболее часто встречаются механические повреждения (трещины, сколы, обломы, расшатанные соединения, поломка шипов, износ отверстий под болты и шурупы, расклейка склеенных соединений, прогибы брусков) и пороки (гниль, заражение грибком, солнечные и воздушные трещины) древесины.

Конструктивные недоработки узлов кузова часто приводят не только к появлению повреждений, но осложняют их ремонт, а иногда и выполнение ремонтных операций вплоть до необходимости замены поврежденного узла новым. Конструктивные недоработки в кузове, осложняющие его ремонт, имеют место главным образом потому, что на автомобильных заводах недостаточно полно учитывают требования автотранспортных и авторемонтных предприятий к конструкции кузова.

2 Поиск аналогов совершенствуемой конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

2.1 Обоснования необходимости поиска аналогов

В качестве объекта модернизации рассматривается базовая установка при проведении глобального ремонта кузова – стенд для правки кузова легкового автомобиля. Выявить передовые технические решения, которые могли бы послужить основой для модернизации стенда, возможно по результату проведенного анализа достигнутого уровня развития техники в машиностроении.

Известно, что «применять модернизированный объект техники возможно только в том случае, если доказана его патентная чистота по отношению к другим техническим решениям того же назначения как в РФ, так и в других странах, где предполагается его использование. Установить, обладает ли усовершенствованный объект патентной чистотой, можно в результате его патентной экспертизы. Для решения этих задач проведем исследования достигнутого уровня вида техники машиностроение в соответствии ГОСТ Р 15.011–96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» и экспертизу патентоспособности усовершенствованного объекта техники» [4].

Принцип работы стенда заключается в правке кузова при помощи гидравлического привода для восстановления геометрии, определения технического состояния, поиска неисправностей кузова с возможностью последующего контроля геометрических параметров.

За основу берем стенд для правки кузова GLOBALJIG KOALA (рисунок 5).



Рисунок 5 – Стенд для правки кузова GLOBALJIG KOALA

Недостатки стенда:

- сложность конструкции подъемного механизма;
- низкая грузоподъемность;
- невозможность транспортировки стенда.

Причины:

- дополнительные оборудования и механизмы;
- малая жесткость рамы и стойки, небольшие габариты стапеля;
- отсутствие передвижных колес стенда, вес стенда.

Задачей информационного исследования по выявлению технических решений является устранения ранее выявленных недостатков объекта техники (стенд для правки кузова), которыми являются:

- сложность конструкции;
- низкая грузоподъемность;
- отсутствие мобильности.

2.2 Составление регламента информационного поиска

«Регламент поиска определяет перечень исследуемых технических решений (ИТР), их рубрику по Международной патентной классификации изобретений (МПК №8) и индекс Универсальной десятичной классификации

(УДК), страны поиска, его ретроспективность (глубину), перечень источников информации, по которым предполагается провести поиск» [5].

Приводим определение объекта исследования и выбор ТС для патентно-информационного поиска.

Стенд состоит: из рамы с подъемником ножничного типа с гидравлическим приводом для подъема всей конструкции, четырех установочных зажимов, четырех подставок для колес и силовой башни с гидроприводом – устройство.

ТС для проведенного патентного поиска – конструкция в целом.

Определение ретроспективы патентно-информационного поиска.

После изучения вторичной документации можно сделать вывод о том, что за последние несколько лет стенд для правки кузова в целом и отдельные его элементы конструкции слабо подвергались модернизации, поэтому устанавливаем ретроспективность в 30 лет (1990- 2020 гг.).

В качестве стран поиска выбираем ведущие страны в области автомобилестроения: Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки и Япония (таблица 1). Источники патентно - информационного поиска: www.fips.ru, www.globaljig.it, www.technosouz.ru.

Проведя предварительный поиск по базе данных по ключевым словам «Стенд для правки кузова автомобилей» выявили классификации В60S5/00, В21D1/12, В21D1/14.

Расшифровка:

- В60S5/00 – обслуживание, содержание, ремонт и переоборудование транспортных средств;
- раздел В – различные технологические процессы, транспортирование.
- В60 – транспортные средства;
- В60S – способы и устройства для технического обслуживания, чистки, ремонта, подъема или перемещения транспортных средств, не отнесенные к другим подклассам;

- 5/00 – обслуживание, содержание, ремонт, подъем или маневрирование;
- МПК-8 B21D1/12 – правка кузовов (или их частей) транспортных средств;
- МПК-8 B21D1/14 – правка рамных конструкций;
- раздел В – различные технологические процессы, транспортирование;
- B21 – механическая обработка металлов без существенного удаления материала; обработка металлов давлением;
- B21D – Механическая обработка давлением листового, сортового, профильного материала или труб; перфорация;
- 1/12, 1/14 – правка.
- 621.7.043 – Обработка давлением, формообразование;
- 62 – инженерное дело, техника в целом;
- 621 – общее машиностроение. Ядерная техника. Электротехника. Технология машиностроения в целом.
- 621.7 – Обработка давлением. Пластическое формообразование. Формоизменяющие операции (без снятия стружки);
- 621.7.04 – Способы обработки давлением, способы формообразования и формоизменения.

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы	Источники патентно-информационного поиска
Стапель для правки кузова	Россия, США, Япония, Италия	30 лет	Открытые базы данных ФИПС, Реферативный сборник «Изобретения стран мира»	www.fips.ru, www.globaljig.it, www.technosouz.ru

2.3 Проведение информационного поиска

Результат проведенного патентно-информационного поиска заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Общедоступные сведения об уровне вида техники

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Заявитель (патентообладатель), страна, номер заявки, дата публикации	Название изобретения, сущность технического решения, технический результат	Уровень развития вида техники
Стенд для исправления геометрии кузовов и рам аварийных автомобилей	RU 74088 U1 Автор(ы): Хотянович А.В. Орлов В.В. Опубликовано: 20.06.2008	«Стенд для исправления геометрии кузовов и рам аварийных автомобилей, содержащий несущую платформу, под которой размещен узел перемещения автомобиля на заданную высоту в виде подъемника, приспособление для крепления автомобиля и оборудование для вытягивания автомобиля, отличающийся тем, что несущая платформа выполнена в виде рамы, на которой сверху, вдоль больших диаметрально противоположных сторон закреплены направляющие, каждая из которых образована из двух элементов в виде профилей, обращенных друг к другу загнутыми концами, приспособление для крепления автомобиля выполнено в виде опорно-поворотной системы, смонтированной на опорной стойке и установленной на раме, с возможностью ее перемещения вдоль рамы по направляющим, при этом опорно-поворотная система содержит пластину, на которой с помощью штифтов закреплена башня со сквозными боковыми отверстиями, на которой установлен с возможностью вращения вокруг вертикальной оси силовой поворотный барабан с опорной	Прототип

Продолжение таблицы 2

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Заявитель (патентообладатель), страна, номер заявки, дата публикации	Название изобретения, сущность технического решения, технический результат	Уровень развития вида техники
		поверхностью, расположенной сверху и со сквозным поперечным пазом, в котором установлена с возможностью возвратно-поступательного перемещения балка, на торце которой с возможностью поворота вокруг оси смонтирован на горизонтальном брусе корпус захвата, оборудование для вытягивания автомобиля выполнено в виде съемных тяговых стоек, которые снабжены гребенками, расположенными с их внешней стороны, при этом одна из стоек выполнена Г-образной, тяговые стойки в узлах их сочленения с механизмом крепления к раме и Г-образная в месте перегиба снабжены муфтовым соединением» [4].	
Стенд для правки кузовов легковых автомобилей	EN 94039150 A1 Автор(ы): Стюарт П. Опубликовано: 10.08.1996	«Стенд включает в себя раму, съемные трапы, стойки с захватами для крепления к автомобилю и устройствами фиксации стоек в рабочем (вертикальном) положении. Силовое устройство, состоящее из балки, рычага, гидроцилиндра с тягой, дает возможность поднимать автомобиль в рабочее положение и осуществлять правку кузова автомобиля. Система измерения, состоящая из трех измерительных скоб позволяет определить координаты точки кузова автомобиля, утратившей свое штатное положение, относительно трех других штатных точек кузова автомобиля» [5].	Аналог
Стенд для правки кузовов легковых автомобилей	RU 94018120 A1 Автор(ы): Федоров А.Д. Опубликовано: 20.03.1996	Стенд включает в себя раму, съемные трапы, стойки с захватами для крепления к автомобилю. Имеется возможность при помощи гидроцилиндра, рычага и тяг поднимать автомобиль в рабочее положение. Силовое устройство, состоящее из балки, рычага,	Аналог

Продолжение таблицы 2

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Заявитель (патентообладатель), страна, номер заявки, дата публикации	Название изобретения, сущность технического решения, технический результат	Уровень развития вида техники
		гидроцилиндра с тягой, устанавливается в требуемом месте рамы стенда.	

Вторичную документацию занесем в таблицу 3.

Таблица 3 – Вторичная документация

Фирма ЗАО Сивер http://www.siver.su	«Стенд для правки кузовов SIVER B производится почти 15 лет, и за это время превосходно зарекомендовал себя как оборудование для восстановления кузовов в условиях небольших СТО. Преимуществами стапеля SIVER B являются проверенное качество, мобильность и удобство хранения, доступная цена. Рамный стапель SIVER B предназначен для восстановления аварийных кузовов легковых автомобилей весом до 2000 кг. Оборудование имеет сертификат соответствия требованиям безопасности. Основа стапеля жёсткая рама с синхронно поворачиваемыми рычагами для закрепления кузова автомобилей и оригинальной системой закатки автомобиля. Стапель комплектуется 2-х и 3-х шарнирными силовыми устройствами с усилием растяжения до 10 т. Рама стапеля даёт 28 вариантов установки силовых устройств по периметру» [12].
Фирма Globaljig International S.r.l. http://www.globaljig.it	Стандартное оборудование включает 4 зажима, тянущую башню и 4 подставки для колес. Стапель Koala может быть использован с различными измерительными системами: электронными или механическими, произведенными Globaljig или другими изготовителями. Они могут легко использоваться благодаря возможности регулировки расстояния между рамой стапеля Koala и днищем транспортного средства, которая может быть установлена в соответствии с необходимостью. Koala имеет модификацию «in ground», для установки в один уровень с полом цеха. В этом случае есть возможность использовать данное место в цехе, когда стапель не работает и более удобно для маневрирования автомобиля. Koala может использоваться для всех аспектов ремонта, включая диагностику для оценки и калькуляции, арматурных работ и последующей сборки транспортных средств. Конструкция башни позволяет работать по всему периметру рамы стапеля.

2.4 Анализ результатов информационного поиска и разработка нового технического объекта

«Проектирование нового ТР возможно на основании отобранных аналогов, являющихся наиболее прогрессивными.

Для этого предварительно оцениваются технические результаты положительных эффектов и задачи, на решение которых они были направлены.

Для оценки показателей используем двоичную систему таким образом, что преимущества ТР оцениваются 0, 1, 2, а недостатки – -1, -2.

Объекту по каждому показателю выставляем оценку 0. Оценки заносим в таблицу 4. Суммируем оценки по каждому аналогу.

Аналог, имеющий наибольшую суммарную оценку, считают наиболее прогрессивным ТР и принимают его для использования в усовершенствованном объекте» [7].

Таблица 4 – Анализ результатов поиска

Задача, технический результат	Проектируемый объект	Аналоги		
		№1 Стенд для исправления геометрии кузовов и рам аварийных автомобилей	№2 Стенд для правки кузовов автомобилей	№3 Стенд для правки кузовов легковых автомобилей
Простота конструкции	0	-1	-1	-1
Высокая грузоподъемность	0	1	0	0
Возможность транспортировки стенда	0	-1	-1	-1
Итого	0	-1	-2	-2

Вывод: После проведенного анализа, выявили аналог №1, который имеет наибольшую суммарную оценку, данный аналог является наиболее прогрессивным техническим решением, поэтому принимаем это для использования в усовершенствованном объекте.

2.5 Описание усовершенствованного объекта

Данная конструкция состоит из трубчатой рамы с прямоугольным профилем с передвижными колесиками, четырех стоек с зажимами, четырех направляющих, силового устройства с гидроприводом и тянущего элемента.

Устройство работает следующим образом: автомобиль располагается над рамой, опорные стойки и направляющие выставляются под места отбортовки порогов и крепятся к раме. Зажимами автомобиль фиксируется за отбортовку порогов к стенду. Цепь через цепной и направляющий ролики подводится к кузову автомобиля и под действием выдвижения штока гидроцилиндра с цепным роликом происходит тянущее действие.

Преимущества усовершенствованного объекта:

- простая, удобная конструкция
- работа с большим спектром автомобилей
- способность передвигать стенд под автомобиль.

2.6 Исследование предложенного усовершенствованного объекта техники на наличие критерия патентоспособности

Для определения патентоспособности нового объекта, используем ранее выявленный регламент патентного поиска и сам проведённый патентно–информационный поиск.

2.7 Исследование предложенного усовершенствованного объекта техники на наличие критерия патентоспособности – изобретательский уровень

Прототип – стенд для правки кузова GLOBALJIG KOALA. Данный стенд берётся за основу, так как имеет компактную конструкцию и позволяет осуществлять правку кузова автомобиля «Лада-Калина».

Отличительные признаки заявленного изобретения от прототипа:

- простая, удобная конструкция;
- работа с большим спектром автомобилей;
- способность передвигать стенд под автомобиль.

Рассмотрим отличительные черты между усовершенствованным объектом и прототипом (таблица 5):

Таблица 5 – Сравнение усовершенствованного объекта и прототипа

Объект исследования	Усовершенствованный объект	Прототип	Аналог
Силовое устройство	+	+	+
Зажимы	+	+	+
Передвижные колеса	+	-	-
Тележка под битую часть автомобиля	+	+	-
Сварная конструкция рамы прямоугольного сечения	+	+	+
Ручной насос	+	+	+
Пневмоцилиндр	+	+	+
Облегченная конструкция	+	-	-

Как показал патентный поиск, новый объект не обладает критерием патентоспособности – изобретательский уровень, так как все технические решения, использованные в разработанном стенде общеизвестны из уровня вида техники.

Данный стенд для правки и устранения дефектов автомобиля «Лада-Калина» исполним, и должен использоваться в условиях АТП.

Новый разработанный объект «Стенд для правки, устранения дефектов и восстановления геометрии кузова» патентноспособен как полезная модель.

2.8 Формула полезной модели

Стенд для правки кузова легкового автомобиля, содержащий несущую платформу, приспособление для крепления автомобиля и оборудование для вытягивания автомобиля, отличающийся тем, что несущая платформа

выполнена в виде рамы с ребрами жесткости прямоугольного профиля, расположенными с внутренней стороны, при чем силовое устройство выполнено в виде телескопической трубы, внутри которой установлен гидроцилиндр прямого действия, в верхней части которого установлен цепной ролик с двумя роликовыми подшипниками, по бокам силового устройства установлены балки жесткости, а снизу снабжено опорной колесной парой, приспособление крепления автомобиля выполнено в виде опорной стойки, которую можно перемещать по направляющей вдоль и поперек рамы, с зажимами со сменными вставками.

Задачей создания новой конструкции стенда для правки кузова является обеспечение высокой точности восстановления геометрических размеров кузова легкового автомобиля в соответствии с размерами нижних и верхних контрольных точек автомобиля с минимальными затратами временных и трудовых ресурсов.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку стенда для правки кузова автомобилей

Стенд использовать для ремонта автомобилей весом до 3500 кг; размером колеи 1200-1600 мм; минимальным дорожным просветом 100 мм. Проектируемое оборудование будет использоваться на территориях небольших АТП, СТО, а также в пунктах автосервиса с покрытием асфальтобетон, на кузовном участке.

Участок представляет собой помещение закрытого типа. Имеется искусственное и естественное освещение в пределах нормы. Система вентиляции приточно-вытяжная. Температура воздуха в помещении в пределах 15-25 °С. Покрытие участка – бетонное. На участке имеется подвод электрической энергии 220 В и 380 В переменного тока 50 Гц и сжатого воздуха под давлением 0,6 МПа. Присоединительные элементы участка расположены на стандартной высоте.

Источником разработки является стенд для правки кузова представленный и описанный на сайте <http://www.globaljig.it>.

В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки.

Научно-исследовательские работы не проводились. Экспериментальные образцы не разрабатывались.

Стенд изготовить в 1 экземпляре. Предусмотреть возможность продажи на сторону 10 штук в год. Стенд выполнить из отдельных агрегатов. Обеспечить работу оборудования до ремонта.

Классификационный показатель стенда: ограничение по габаритным размерам автомобиля. Длина рамы (ориентировочно) 3000 мм; ширина

900 мм; рабочая высота платформы 200 мм. Вес автомобиля 3500 кг; масса стенда 1100 кг.

В силовых устройствах задействовать ручной гидропривод с усилием гидроцилиндра в 10 тонн, для восстановления геометрических размеров кузова и рамы автомобиля, имеющие большие отклонения от начальных размеров. Должна обеспечиваться быстрая и удобная установка автомобиля на стенд, а также его жесткая фиксация за специальные места на днище, чтобы избежать сдвига автомобиля при выполнении работ. Обеспечить жесткий крепеж тянущего элемента силового устройства к кузову/раме автомобиля. В качестве тянущего элемента использовать цепную передачу. При разработке в стенде должны быть применены унифицированные узлы и стандартные детали, для снижения времени и затрат на его обслуживание. Стенд выполнить пригодным для транспортирования, то есть предусмотреть наличие колесиков соответствующей грузоподъемности.

Необходимо учесть срок безотказности работы стенда в пределах доремонтного срока, то есть в течение года. Допускается обеспечение ремонтом в неустановленные ремонтные сроки в норме 1/100 от энергоемкости полного ремонта. Исправность оборудования, его целостность и состояние сварных швов проверяется непосредственно перед работой со стендом. Стенд должен обладать минимальным числом возможных соединений. Выполнять стенд полностью из металла. Сечение рамы должно обеспечивать целостность при работе стенда, т.е. выдерживать нагрузку.

Форма стенда должна иметь тектоническую ясность, то есть информативность о работе конструкции. Стенд должен гармонично вписываться в интерьер помещения. Углы рамы не скруглять. Окрасить раму в синий цвет, силовые устройства – в желтый.

Попадание пыли предусмотрено и должно устраняться при техническом обслуживании.

Себестоимость изготовления стенда не должна превышать 110 тыс. рублей.

Стадии, этапы разработки:

- выбор параметров, основных схем и типы конструкций;
- разработка компоновки, которая включает эскизный и рабочий варианты;
- разработка самого проекта; эскизный, технический и рабочий варианты.

Порядок контроля и приемки.

Разработанный стенд должен быть испытан в присутствии комиссии, которая должна убедиться в безопасности, работоспособности и готовности выпустить стенд в массовое производство.

3.2 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию стенда для правки кузова легкового автомобиля.

Стенд представляет собой раму с крепящимися к нему направляющими лапами с зажимами и силовое устройство башенного типа с ручным гидроприводом, обеспечивающее тянущее усилие. Стенд обеспечивает быструю и удобную установку автомобиля на стенд и его жесткую фиксацию, имеет жесткий крепеж тянущего элемента силового устройства к кузову/раме автомобиля, тянущий элемент обладает высоким сопротивлением на разрыв, так как используется цепная передача. Также в стенде использованы унифицированные узлы и стандартные детали, обладает мобильностью, тем самым обеспечивая его более легкую транспортировку и хранение. Стенд изготовлен полностью из металла и имеет минимальное число возможных соединений. Сечение рамы позволяет выдерживать нагрузку при работе стенда.

Проведенный поиск аналогов показал, что имеется серийно выпускаемый стенд для правки кузова автомобиля <http://www.globaljig.it>, который показан на рисунке 6 и представляет собой раму с подъемником

ножничного типа с гидравлическим приводом для подъема всей конструкции, четыре установочных зажима, четыре подставки для колес и силовую башню с гидроприводом.

Порядок установки автомобиля на стенд:

- подъем при помощи подъемника ножничного типа;
- колеса транспортного средства располагают на подставках для колес, оборудованных ограничителями, устанавливают универсальные зажимы кузова и закрепляют их;
- подъем закрепленного автомобиля: при помощи подъемника ножничного типа поднимаем кузов уже закрепленный в универсальные зажимы.



Рисунок 6 – Стенд для правки кузова GLOBALJIG KOALA

Технические характеристики:

- длина рамы, мм 3000;
- ширина рамы, мм 930;
- рабочая высота платформы, мм 150-1600;
- грузоподъемность, кг 2500;

- усилие гидроцилиндра, т 10;
- масса, кг 1425;
- количество силовых устройств, шт 1;
- привод подъемного и силового устройства гидравлический.

Преимущества стенда:

- конструкция башни позволяет работать по всему периметру рамы стапеля;
- прикладывать усилие без изменения вектора приложения силы;
- быстрая и легкая постановка на стенд автомобиля;
- возможность подъема автомобиля для более тщательного осмотра повреждений.

Недостатки стенда:

- сложность конструкции подъемного механизма;
- низкая грузоподъемность;
- невозможность транспортировки стенда;
- малое число векторов приложения усилия.

Известен также стенд для правки кузова автомобиля <http://www.siver.su>, который представлен на рисунке 7 и представляет собой жесткую раму с синхронно поднимаемыми рычагами с зажимами для закрепления кузова в четырех точках, силового устройства с гидроцилиндром, подкаткой тележки и трапов для установки автомобиля на стенд.

Порядок установки автомобиля на стенд:

- установка трапов к стенду;
- автомобиль загоняется передними колесами на подкатную тележку;
- за переднюю часть автомобиля цепляется трос с крюком и вращениями рукоятки лебедки автомобиль полностью устанавливается на стенд;
- зажимами автомобиль крепится за отбортовку порогов;
- гидронасосом поворотные рычаги приподнимают автомобиль.

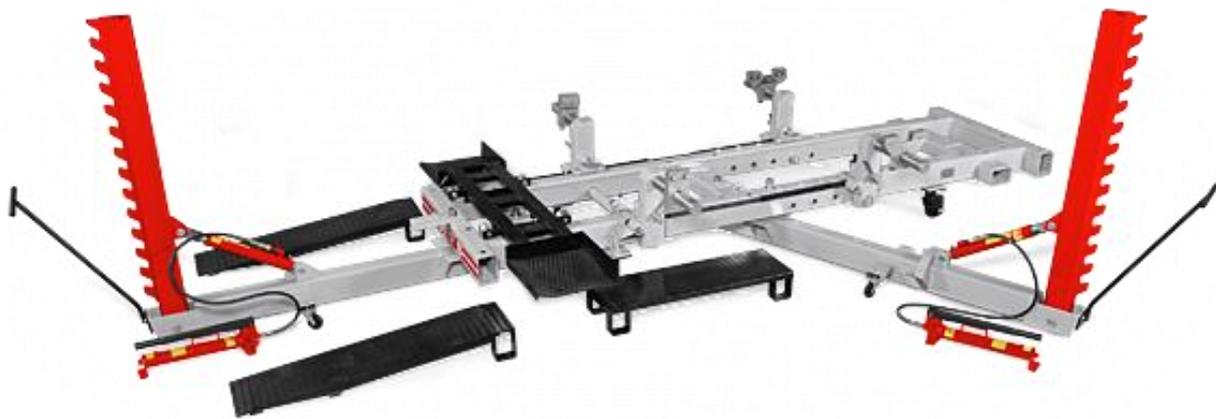


Рисунок 7 – Стенд для правки кузова SIVER B (ЭКСПЕРТ 2000)

Технические характеристики:

- длина рамы, мм 3800;
- ширина рамы, мм 1000;
- ширина с поворотными стойками, мм 1800;
- высота стапеля, мм 1600;
- масса стенда, кг 1000;
- грузоподъемность, кг 2000;
- усилие гидроцилиндра, т 10;
- количество силовых устройств, шт 2.

Преимущества стенда:

- мобильность стенда;
- два вектора приложения усилия;
- возможность установки на стенд автомобиля в аварийном состоянии.

Недостатки стенда:

- изменение угла вытягивания при выполнении тянущего действия;
- малый спектр обслуживаемых автомобилей;
- малая грузоподъемность.

Анализ конструктивных особенностей стендов-аналогов показал, что ни один из них не отвечает в полной мере установленным в техническом

задании требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

Предполагается два варианта компоновки стенда: изготовление стенда с возможностью подъема автомобиля на высоту и без подъема. По первому варианту рама размещается на неподвижном основании и поднимается с помощью подъемника ножничного типа с гидроцилиндром. По второму варианту рама устанавливается на колесики.

Преимуществом первого варианта является возможность более детального осмотра повреждения, однако, металлоемкость стенда увеличится, усложнится конструкция и уменьшится грузоподъемность. На основании этого более приемлемым вариантом можно считать исполнение стенда без подъема автомобиля на высоту.

Предлагаются следующие варианты исполнения элементов стенда:

Рама – это базовая деталь стенда, которая должна обеспечивать требуемую координацию всех элементов конструкции и надежное их крепление, позволять легко монтировать и демонтировать агрегаты и узлы стенда.

Предлагается два варианта исполнения рамы:

- конструкция типа «платформа»,
- лонжеронная конструкция из труб прямоугольного профиля.

Достоинством первого варианта является возможность заезда автомобиля непосредственно на стенд, что позволяет быстрее приступить к его ремонту.

К недостаткам следует отнести сложность конструкции и технологии ее изготовления, что приведет к удорожанию стенда, ограничение по габаритам ремонтируемых автомобилей, невозможность установки автомобиля в аварийном состоянии.

Второй вариант конструкции в основном лишен указанных недостатков первого варианта. К дополнительным преимуществам можно отнести: малая металлоемкость, соответственно малая масса, компактность стенда, высокая

мобильность. К недостаткам конструкции следует отнести медленную установку автомобиля на стенд.

По совокупности свойств, второй вариант конструкции рамы является предпочтительным и может быть рекомендован для эскизного проекта и дальнейшего проектирования.

Зажимы – обеспечивают быструю и требуемую установку автомобиля на стенд и жесткую его фиксацию без возможности перемещения в любом направлении.

Предлагается два варианта исполнения зажимов:

- зажимы, имеющие принцип работы тисков, установленные на цилиндрические направляющие;
- зажимы, имеющие принцип работы тисков, зафиксированы на стойках.

Достоинством первого варианта является возможность быстрой установки и фиксации автомобиля на стенде.

К недостаткам следует отнести: использование однотипных автомобилей из-за не возможности переустановки направляющих и фиксации самих зажимов на них.

Второй вариант исполнения лишен недостатков первого, тем самым является более предпочтительным и может быть рекомендован для эскизного проекта и дальнейшего проектирования.

Силовое устройство – это устройство, которое должно обеспечивать требуемое тянущее усилие, легко фиксироваться к автомобилю и позволять быстро монтироваться к стенду.

Предлагается два варианта исполнения силового устройства:

- конструкция с отклоняющимися стойками;
- конструкция в виде башни.

Достоинствами первого варианта является простота конструкции и его эксплуатации, малая металлоемкость, быстрая перенастройка вектора приложения тянущей силы.

К недостаткам варианта можно отнести: низкая надежность конструкции, отклонение направления тянущей силы при выполнении ремонта.

Второй вариант конструкции в основном лишен указанных недостатков первого варианта. Дополнительным преимуществом является возможность установки силового устройства по всему периметру рамы, что позволяет более полно произвести ремонт всего автомобиля без лишних его переустановок.

По совокупности свойств, второй вариант конструкции силового устройства является более предпочтительным и может быть рекомендован для эскизного проекта и дальнейшего проектирования.

Проработка всех основных элементов стенда:

Рама состоит из двух продольных и четырех поперечных балок. Балки изготовлены из металлического прямоугольного профиля с трубчатым сечением 100x60x4 из стали Ст3, соединенные между собой сварным швом. Две продольные и две поперечные балки образуют контур рамы. Остальные две устанавливаются внутри контура, придавая тем самым жесткость конструкции. По периметру рамы вертикально просверлены отверстия для крепления направляющих лап с зажимами и силового устройства. Для удобства перемещения и хранения рамы, конструкция размещается на колесиках. Лапы изготавливаются из двутавра №20 и крепятся к раме двумя болтами. Лапы представлены в виде направляющих, вдоль которых перемещаются стойки с зажимами. На одну лапу устанавливается одна стойка и фиксируется двумя болтами. На лапе по направляющей просверлены отверстия. Это позволяет зафиксировать стойку в разных положениях, тем самым, увеличивая модельный ряд обслуживаемых автомобилей.

Зажимы и стойки. Зажимы и стойки выполняются из стали Ст3. Зажимы состоят из двух пластин толщиной 10 мм и прижимающиеся друг к другу тремя болтами. Одна из пластин крепится к задней стенке стойки

двумя болтами. Конструкция стоек представляет собой пластины толщиной 10 мм соединенные между собой сварным швом. Нижняя часть стойки имеет форму направляющей лапы для перемещения в продольном направлении по ней.

Силовое устройство. В качестве силового устройства используем аналог D547 (рисунок 8). Силовое устройство представляет собой конструкцию телескопической трубы, внутри которой установлен гидроцилиндр одностороннего действия с усилием 10 тонн.

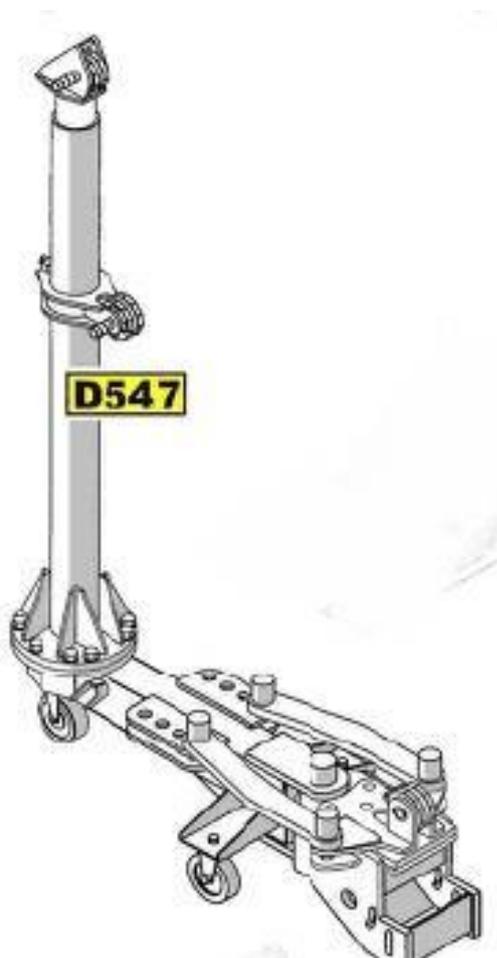


Рисунок 8 – Силовое устройство D547

Нижняя часть гидроцилиндра располагается в специальном отверстии под цилиндр во внутренней части трубы. Над штоком цилиндра находится выдвигающаяся труба, на конце которой расположена площадка с установленной звездочкой для укладки цепи с двумя роликовыми

подшипниками. При работе шток гидроцилиндра выдвигается, создавая движение трубы, тем самым создается натяжение цепи. Силовое устройство в конструкции со стрелой подвижной и корпусом крепежным крепится к раме и фиксируется тремя болтами. Силовая башня способна перемещаться в горизонтальной плоскости относительно места крепления к раме. Для обеспечения жесткости конструкции при отклонении силовой башни по бокам силового устройства установлены балки. Для быстроты установки и мобильности, устройство имеет колесики.

Подбор колес для стенда. По таблице 6 подберем колеса литые полиамидные грузоподъемностью в 4 т (рисунок 9).

Таблица 6 – Основные параметры колесных опор

 Диаметр колеса, мм	 Ширина колеса, мм	 Высота, мм	 Размер панели, мм.	 Крепежные отверстия, мм	 Диаметр отверстий, мм	 Грузоподъемность, кг
150	45	235	200x250	160x210	17	1200
200	50	280	200x250	160x210	17	2000
250	60	334	200x250	160x210	17	2400
270	70	362	200x250	160x210	17	2500

Из таблицы 6 следует, что диаметр колес должен быть 150 мм.

6702-RPR

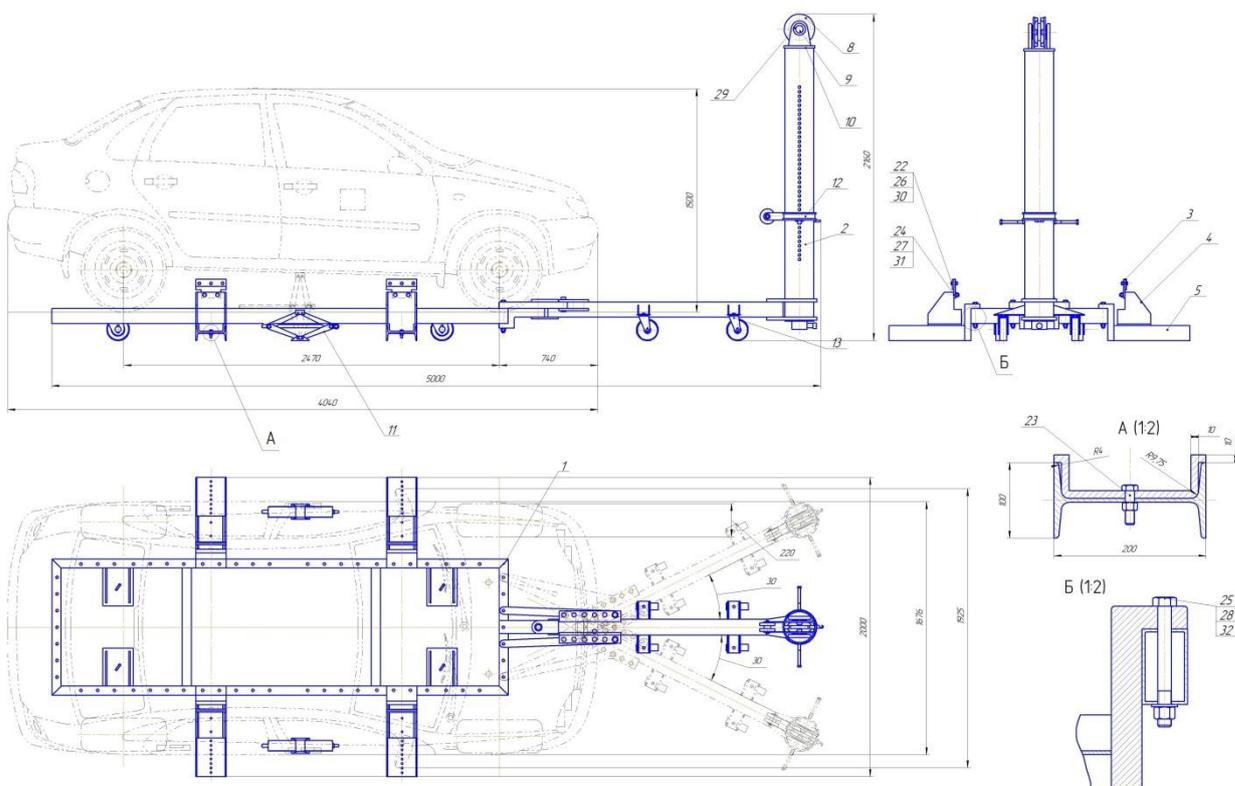


6707-RPR



Рисунок 9 – Колеса литые полиамидные

После подбора всех составляющих элементов конструкции стенда для правки кузова автомобилей составляем компоновочную схему размещения элементов конструкции (рисунок 10).



1 – рама; 2 – башня силовая; 3 – зажим; 4 – стойка; 5 – лапа направляющая; 6 – корпус крепежный; 7 – платформа для гидроцилиндра; 8 – звездочка; 9 – палец; 10 – крышка; 11 – домкрат; 12 – зажим направляющего блока и цепи; 13 – колесико; 14 – штуцер; 15 – гидроцилиндр; 16 – блок направляющий; 17 – втулка; 18 – стрела подвижная; 19 – втулка; 20 – балка жесткости; 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32 – метизы; 29 – подшипник

Рисунок 10 – Схема компоновочная стенда для правки кузовов автомобиля

3.3 Конструкторский расчет проектируемого стенда

Расчет диаметра гидроцилиндра.

Усилие на штоке гидроцилиндра определяется по формуле:

$$F_n = m \cdot g \quad (1)$$

где m – грузоподъемность, $m = 10000$ кг ;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^2$.

$$F_n = 10000 \cdot 9,81 = 98100 \text{ Н.}$$

Эффективное движущее усилие определяется по формуле:

$$F_n = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot P \cdot \eta_{мех}, \quad (2)$$

где D – диаметр, мм;

d – диаметр штока, который равен 0,3-0,7 D , принимаем 0,7 D ;

P – номинальное рабочее давление гидроцилиндра, принимаем 28 Мпа;

$\eta_{мех}$ – механический КПД гидроцилиндра, равен 0,95.

Диаметр цилиндра определяется по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{F_n \cdot 4 \cdot 1,42}{P \cdot \eta_{мех} \cdot \pi}}, \quad (3)$$

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{98100 \cdot 4 \cdot 1,42}{28 \cdot 0,95 \cdot 3,14}} = 81 \text{ мм.}$$

Из стандартных размеров гидроцилиндров выбираем ближайшее значение диаметра, которое составляет 80 мм.

Расчет толщины стенок цилиндра:

Толщина стенок силового гидроцилиндра определяется по формуле:

$$F_n = \frac{p \cdot D}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sigma_s}{n} - p \right) \cdot \varphi} + C, \quad (4)$$

где σ_s – предел текучести материала, для стали 30ХГС предел текучести равен 60 кг/мм²;

n – коэффициент запаса прочности, $n=3$;

p – пробное давление с которым осуществляется гидравлическое испытание цилиндра, равное 28 МПа;

φ – коэффициент прочности при изготовлении из цельнотянутой трубы, равняется 1;

C – прибавка к расчетной толщине стенки, включающая минусовым допуск на толщину стенки и прибавку на коррозию, мм, $C=0,05$.

$$F_n = \frac{2,85 \cdot 80}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{60}{3} - 2,85\right) \cdot 1} + 0,05 = 5,31 \text{ мм.}$$

Толщина плоского доньшка определяется по формуле:

$$S = 0,405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (5)$$

где σ – предел текучести материала доньшка, доньшко изготовлено из стали 30 для которого предел текучести равен 30 кг/мм².

$$S = 0,405 \cdot 80 \cdot \sqrt{\frac{2,85}{30}} = 10 \text{ мм.} \quad (6)$$

Работа цилиндра осуществляется при работе жидкости подающейся в подпоршневую полость поршня, поэтому расход рассчитывается для поршневой полости.

Расход рабочей жидкости для поршневой полости определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot \eta_{об}} \cdot V, \quad (7)$$

где $\eta_{об}$ – объемный КПД гидроцилиндра, равный 0,98;

V – скорость штока при подъеме платформы (формула 8).

$$V = \frac{S}{t}, \quad (8)$$

где S – ход штока, равный 300 мм;

t – время подъема, равное 30 сек.

$$V = \frac{0,3}{30} = 0,01 \text{ м/с},$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4 \cdot 0,98} \cdot 0,01 = 0,000051 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Расчет цепи.

Разрушающая нагрузка сварной цепи определяется по формуле:

$$S_{\text{раз}} = k S_{\text{max}}, \quad (9)$$

где k – коэффициент запаса прочности, принимается в диапазоне от 6

до 8, принимаем $k = 8$;

S_{max} – максимальное натяжение цепи, Н.

$$S_{\text{раз}} = 8 \cdot 100000 = 800000 \text{ Н}.$$

Диаметр прутка звена цепи определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot S_{\text{max}}}{\pi \cdot [\sigma]}}, \quad (10)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение на растяжение, для стали Ст3 равное

160 Н/мм².

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 100000}{3,14 \cdot 160}} = 19,9 \text{ мм.}$$

По данным параметрам выбираем сварную цепь калиброванную 16x49 (диаметр равен 16 мм, внутренняя длина звена цепи равняется 49 мм, ширина звена 53 мм, масса 1 п.м. цепи составляет 5,8 кг).

Для сварных цепей звездочки, как правило, выполняются литыми из чугуна или стали. Звенья сварной цепи ложатся на звездочке в специальные гнезда, выполненные по форме звена, поэтому звездочка получается многогранной.

«Диаметр начальной окружности звездочки определяется по формуле:

$$D_{H.O.} = \sqrt{\left[\frac{t}{\sin\left(\frac{90}{z}\right)} \right]^2 + \left[\frac{d}{\cos\left(\frac{90}{z}\right)} \right]^2}, \quad (11)$$

где t – внутренняя длина звена цепи;

d – диаметр прутка, из которого сварена цепь;

z – число гнезд на звездочке, принимаем равным 5» [17].

$$D_{H.O.} = \sqrt{\left[\frac{45}{\sin\left(\frac{90}{5}\right)} \right]^2 + \left[\frac{16}{\cos\left(\frac{90}{5}\right)} \right]^2} = 146,6 \text{ мм,}$$

3.4 Руководство по эксплуатации

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и принципа действия стенда для правки кузова и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

К обслуживанию, проведению профилактических работ и ремонту стенда допускается персонал, изучивший техническую документацию и имеющий квалификационную группу по технике безопасности.

Монтаж и ремонт стенда выполняется предприятием-изготовителем.

Общее устройство стенда.

Стенд предназначен для восстановления геометрии кузова повреждённых легковых автомобилей малого и среднего класса, имеющих отбортовку порогов. Стенд состоит из рамы, направляющих лап, стоек, зажимов, силового устройства с гидроприводом, тянущего элемента.

Рама представляет собой сварную конструкцию из труб прямоугольного профиля, состоящую из двух продольных и четырех поперечных балок. Две продольные и две поперечные балки образуют контур рамы. Две другие поперечины располагаются внутри рамы, обеспечивая жесткость конструкции. Рама снабжена колесными парами. Направляющие лапы и силовое устройство крепятся к раме при помощи болтов. Работа силового устройства осуществляется за счет хода штока гидроцилиндра, создающего движение трубы, которая осуществляет натяжение цепи. На конце выдвигающейся трубы располагается звездочка для укладки сварной цепи. Силовое устройство снизу снабжено опорной колесной парой. На лапы устанавливаются стойки и фиксируются болтами. При помощи болтов зажимы крепятся к стойкам. Технические характеристики стенда сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Техническая характеристика стенда

Параметр	Значение
Длина рамы, мм	3000
Длина рамы с силовым устройством, мм	5000
Ширина рамы, мм	900
Ширина рамы с силовым устройством, мм	2900
Высота стапеля с силовым устройством, мм	2000
Масса в сборе, кг	1100
Грузоподъемность, кг	3500
Усилие гидроцилиндра, т	10

4 Технологический процесс правки кузова

4.1 Восстановление кузова

Реставрация формы кузова после дорожно-транспортного происшествия достаточно непростая и трудоемкая работа, которая осуществляется по холодному металлу методом силовой правки.

Технология геометрической правки в состоянии обеспечить первоначальные геометрические параметры кузова, которые конечно же зависят от вида дорожно-транспортного происшествия и характера полученных повреждений. После силовой вытяжки на стендах всегда остаются места со складками, резкими переходами и остаточными деформациями. Доводка кузова в дальнейшем осуществляется местной вытяжкой, выколоткой отдельных участков и их тонкой рихтовкой, которые требуют наличия винтовых и гидравлических устройств и специального рихтовочного инструмента.

Стапель – это специальный стенд, который применяется при ремонте кузовов легковых и грузовых автомобилей. При его отсутствии затрудняется работа по восстановлению кузовов.

Виды стапелей различаются в зависимости от сложности процедур, в которых они будут применяться, но в целом их задача основывается на восстановлении геометрии кузова. Автомобиль фиксируется на раме и подвергается воздействию силового агрегата, который может воздействовать на автомобиль растягивающей и (или) сжимающей силой, при этом, используется комбинация них, а усилие может составлять десятки тонн. Результат работы во многом зависит от того, что был ли автомобиль достаточно жестко закреплен на раме.

Перед тем, как перейти к работе, проводят контрольные измерения.

Виды выполняемых работ:

- 1) жестяницкие работы – это такие работы, которые предусматривают ремонт (устранение вмятин, трещин, разрывов) крыльев, брызговиков, капотов, дверей и других частей кузова. Прогрессивным является панельный метод ремонта, предусматривающий полную замену поврежденного элемента кузова;
- 2) разборочно-сборочные работы включают в себя снятие и установку дверей, отдельных панелей или частей кузова, механизмов, стекол и других съемных деталей. Частичная разборка кузова для ремонта его деталей осуществляется в объеме, необходимом для качественного выполнения всех ремонтных операций. Для сборки кузовов после ремонта, в том числе установки узлов и деталей на кузов автомобиля (дверей, крыльев, панелей), применяются различные наборы приспособлений и инструментов, а также комплект шаблонов;
- 3) рихтовочные работы в зависимости от характера повреждений заключаются в устранении неровностей на деформированных поверхностях, а также в исправлении искажений геометрических размеров кузова (перекосов).
- 4) сварочные работы являются неотъемлемой частью кузовных работ. Почти все ремонтные операции требуют применения сварки, в том или ином объеме. На кузовном участке используется газовая, дуговая и точечная сварка. Сварку применяют при удалении поврежденного участка, установке частей или новых участков кузова и дополнительных деталей (усилительных коробок, накладок, вкладышей), а также при заварке трещин, разрывов и пробоин с наложением и без наложения заплат в зависимости от площади и состояния поврежденной поверхности;

5) арматурные работы – включают работы по ремонту всех механизмов кузова (замков, дверных петель, стеклоподъемников), а также работы по ремонту окон и замене стекол.

Отремонтированный и собранный механизм устанавливается на место с последующей регулировкой.

4.2 Технологическая карта правки кузова на стенде

Технологический процесс представлен на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоемкость составляет 1,97 чел.-ч. Исполнителем является слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда.

5 Безопасность и экологичность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 8 представлен паспорт безопасности на стенд для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

Таблица 8 – Паспорт безопасности на стенд для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Правка кузова автомобиля	1 Проверка готовности стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля. 2 Установка автомобиля на стенд. 3 Установка	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля, гаечные ключи, молоток	Перчатки, защитные очки

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
	силового устройства. 4 Правка кузова. 5 Снятие автомобиля со стенда			

5.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Проверка готовности стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Поверхности стенда
2 Установка автомобиля на стенд	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Поверхности стенда, деформированный кузов автомобиля
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	
3 Установка силового устройства	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Поверхности стенда, деформированный кузов автомобиля
	Динамические нагрузки	Силовое устройство

Продолжение таблицы 9

1	2	3
4 Правка кузова	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Процесс правки кузова
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	
	Напряжение зрительных анализаторов	

5.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;

- разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) Обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- в) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.
- ж) Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений.
- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.

- и) Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда.
- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи.
- м) Организация и проведение производственного контроля.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем техническом состоянии,	Оборудование стенда защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок,	– выполнять на регулярной основе планово-предупредительное обслуживание;	Спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)

Продолжение таблицы 10

1	2	3
оборудования	– эксплуатация инструмента, приспособлений в соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования, знаки безопасности по ГОСТ, дистанционное управление оборудованием	
Физические перегрузки. Напряжение зрительных анализаторов	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; – занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия	–

5.4 Пожарная безопасность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской

Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

На рисунке 11 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе правки кузова представлена в таблице 11.



Рисунок 11 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Таблица 11 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе правки кузова

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с

Продолжение таблицы 11

1	2
	нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

5.5 Экологическая безопасность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса правки кузова представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация экологических факторов технологического процесса правки кузова

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Стенд для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля	Мелкодисперсная пыль	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение

негативного антропогенного воздействия технологического процесса правки кузова представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса правки кузова

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса правки кузова на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Изнюшенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля»:

- составлен паспорт безопасности на стенд для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля (таблица 8);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля (таблица 9) и способы их снижения (таблица 10);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе правки кузова (таблица 11, 12);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса правки кузова (таблица 13).

6 Расчет экономической эффективности стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

6.1 Определение себестоимости изготовления

Определение затрат на покупку сырья и материалов, выполняется по формуле (12):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (12)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 14.

Таблица 14 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Балка прямоугольного профиля с трубчатым сечением 100x60x4, СТЗ	14 м	850	11900	самовывоз
Двутавровая балка, СТЗ	53,3 кг	45,7	2435,81	самовывоз
Труба круглого сечения 1500x180x6, ст.20	34 кг	35,9	1220,6	самовывоз
Труба круглого сечения 1300x160x5, ст.20	28 кг	35,6	996,8	самовывоз
Краска	4 л	170	680	самовывоз
Листовой металл, СТЗ	15 кг	18,4	276	самовывоз
Грунтовка	5 л	86	430	самовывоз
Цепь грузоподъемная 8 класс прочности 16x49	10 м	192	1920	самовывоз
Итого:	–	–	7959,21	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	557,14	–
Всего:	–	–	8874,51	–

Определение затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (13):

$$P_{и} = C_{i} \cdot \eta_{i} \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100} \right). \quad (13)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Колесики полиамидное литое, большегрузное	8 шт.	1580	12640	самовывоз
Звездочка для грузовой цепи	1 шт.	2600	2600	самовывоз
Втулка	6 шт.	167	1002	самовывоз
Блок направляющий	1 шт.	268	268	самовывоз
Балка жесткости	2 шт.	1200	2400	самовывоз
Гидроцилиндр РС- 1014	1 шт.	26500	26500	самовывоз
Домкрат ромбический винтовой	2 шт.	760	1520	самовывоз
Зажим направляющего блока	1 шт.	370	370	самовывоз
Подшипник 2510А	2 шт.	120	240	самовывоз
Болт М22	1 шт.	24	24	самовывоз
Болт М12х35	12 шт.	9,5	114	самовывоз
Болт М12х45	8 шт.	10	80	самовывоз
Болт М16х35	8 шт.	9	150	самовывоз
Болт М18х160	11 шт.	12,9	141,9	самовывоз
Гайка М12	20 шт.	2,8	56	самовывоз
Гайка М16	8 шт.	4,3	950	самовывоз
Гайка М18	11 шт.	6	950	самовывоз
Шайба плоская 12	20 шт.	2	950	самовывоз
Шайба плоская 16	8 шт.	2,4	950	самовывоз
Итого:	–	–	51905,9	–
Транспортно- заготовительные расходы	–	–	3633,41	–
Всего:	–	–	55539,31	–

6.2 Определение затрат на выплату заработной платы

Для определения затрат на заработную плату воспользуемся формулой (14):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (14)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 16.

Таблица 16 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
1 Заготовительная	3	15	52,8	792
2 Сварочная	5	16	61,2	979,2
3 Токарная	5	8	61,2	489,6
4 Фрезерная	5	10	61,2	612
5 Сверлильная	4	6	55,74	334,44
6 Слесарная	4	6	55,74	334,44
7 Сборочная	5	24	61,2	1468,8
8 Окрасочная	4	2	55,74	111,48
9 Испытательная	4	0,5	55,74	27,87
Итого:	–	–	–	5149,83
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	1029,96
Основная заработная плата:	–	–	–	6179,79

Для определения затрат на выплату дополнительной заработной платы воспользуемся формулой (15):

$$З_{д} = З_{о} \cdot K_{д}, \quad (15)$$

где $K_{д}$ – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_{д} = 1,1 \text{ [20]}.$$

$$З_{д} = 6179,79 \cdot 1,1 = 617,97 \text{ р.}$$

Для определения затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (16):

$$O_{с} = (З_{о} + З_{д}) \cdot K_{с}, \quad (16)$$

где $K_{с}$ – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_{с} = 0,26 \text{ [19]}.$$

$$O_{с} = (6179,79 + 617,97) \cdot 0,26 = 1767,42 \text{ р.}$$

6.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Для определения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования воспользуемся формулой (17):

$$P_{сод.об} = З_{о} \cdot K_{об}, \quad (17)$$

где $K_{об}$ – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и

эксплуатацию оборудования, $K_{об} = 1,04$ [20].

$$P_{сод.об} = 6179,79 \cdot 1,04 = 6426,98 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой (18):

$$P_{онп} = З_{о} \cdot K_{онп}, \quad (18)$$

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, $K_{opr} = 1,5$.

$$P_{opr} = 6179,79 \cdot 1,5 = 9269,69 \text{ р.}$$

Для определения цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости воспользуемся формулой (19):

$$C_{ц} = M + П_{И} + З_{O} + З_{Д} + O_{C} + P_{соб.об} + P_{opr}, \quad (19)$$

$$C_{ц} = 8874,51 + 55539,31 + 6179,79 + 617,79 + 1767,42 + 6426,98 + 9269,69 = 88675,71 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общехозяйственные (общезаводские) расходы воспользуемся формулой (20):

$$P_{охр} = З_{O} \cdot K_{охр}, \quad (20)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы,

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 6179,79 \cdot 1,6 = 9887,67 \text{ р.}$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (21):

$$C_{ПП} = C_{ц} + P_{охр}, \quad (21)$$

$$C_{ПП} = 88675,71 + 9887,67 = 98563,38 \text{ р.}$$

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (22):

$$P_{ВН} = C_{ПП} \cdot K_{внепр}, \quad (22)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, $K_{внепр} = 0,05$.

$$P_{ВН} = 98563,38 \cdot 0,05 = 4928,16 \text{ р.}$$

6.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля

Для определения общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств воспользуемся формулой (23):

$$C_{ОБЩ} = C_{ПР} + P_{ВН}, \quad (23)$$

$$C_{ОБЩ} = 98563,38 + 4928,16 = 103491,6 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля составляет 103491,6 р.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрены основные повреждения кузовов автомобилей;
- проведен поиск аналогов совершенствуемой конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля;
- выполнена конструкторская разработка стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля, составлены техническое задание и предложение, проведен конструкторский расчет стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля, разработано руководство по эксплуатации;
- рассмотрен технологический процесс правки кузова, виды выполняемых работ;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля. Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля составляет 103491,6 р. Изготовление стенда для восстановления геометрии кузова легкового автомобиля силами СТО, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия. Все затраты связаны лишь с закупками материалов, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с.

2 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

3 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

4 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А., Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

5 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

6 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

7 Детали машин : учеб. для вузов / Л. А. Андриенко [и др.] ; под ред. О. А. Ряховского. - 2-е изд., перераб. ; Гриф МО. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 519 с.

8 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

9 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

10 Краткий каталог современного оборудования для обслуживания автомобилей / Всесоюз. объединение "Союзсельхозтехника" Совета Министров СССР. Гос. всесоюз. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка "ГосНИТИ". - Москва : [б. и.], 1975. - 118 с.

11 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

12 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

13 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

14 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

15 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

16 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С.

Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

17 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

18 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

19 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

20 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

21 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.

22 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

23 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1963. – p.164.

24 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1976. – p. 134.

25 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А
Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<u>Документация</u>		
	A1			20.БР.ПЭА.194.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A4			20.БР.ПЭА.194.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	2	
Справ. №					<u>Сборочные единицы</u>		
			1	20.БР.ПЭА.194.6101.000	Рама	1	
	A3		2	20.БР.ПЭА.194.6102.000	Башня силовая	1	
			3	20.БР.ПЭА.194.6103.000	Зажим	4	
	A3		4	20.БР.ПЭА.194.6104.000	Стойка	4	
			5	20.БР.ПЭА.194.6105.000	Лапа направляющая	4	
	A3		6	20.БР.ПЭА.194.6106.000	Корпус крепежный	1	
	A3		7	20.БР.ПЭА.194.6107.000	Платформа для гидроцилиндра	1	
Подл. и дата					<u>Детали</u>		
			8	20.БР.ПЭА.194.6100.008	Звездочка	1	
			9	20.БР.ПЭА.194.6100.009	Палец	1	
			10	20.БР.ПЭА.194.6100.010	Крышка	1	
			11	20.БР.ПЭА.194.6100.011	Домкрат	2	
			12	20.БР.ПЭА.194.6100.012	Зажим направляющего блока и цепи	1	
			13	20.БР.ПЭА.194.6100.013	Колесико	8	
			14	20.БР.ПЭА.194.6100.014	Штуцер	1	
			15	20.БР.ПЭА.194.6100.015	Гидроцилиндр	1	
			16	20.БР.ПЭА.194.6100.016	Блок направляющий	1	
		17	20.БР.ПЭА.194.6100.017	Втулка	1		
Подл. и дата	20.БР.ПЭА.194.6100.000						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата		
	Разраб.		Данилов Д.А.			Лит	Лист
	Пров.		Доранкин В.Г.				1
	Н.контр.		Доранкин В.Г.			ТГУ, ИМ,	
Утв.		Бодровский А.В.			гр. ЭТКп-1601а		
Стенд для правки кузова							
Копировал						Формат А4	

Продолжение Приложения А

Формат	Экз	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		18	20.БР.ПЭА.194.61.00.018	Стрела подвижная	1	
		19	20.БР.ПЭА.194.61.00.019	Втулка	2	
		20	20.БР.ПЭА.194.61.00.020	Балка жесткости	2	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		21		Болт М18х150 ГОСТ 7798-70	2	
		22		Болт М12х35 ГОСТ 7798-70	12	
		23		Болт М12х45 ГОСТ 7798-70	8	
		24		Болт М16х35 ГОСТ 7798-70	8	
		25		Болт М18х160 ГОСТ 7798-70	10	
		26		Гайка М12 ГОСТ 5915-70	20	
		27		Гайка М16 ГОСТ 5915-70	8	
		28		Гайка М18 ГОСТ 5915-70	8	
		29		Подшипник 2510А ГОСТ 8328-75	2	
		30		Шайба плоская 12 ГОСТ 11371-78	12	
		31		Шайба плоская 16 ГОСТ 11371-78	8	
		32		Шайба плоская 18 ГОСТ 11371-78	8	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № д.д.д.	Подп. и дата	20.БР.ПЭА.194.61.00.000	
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист 2	
				Копировал	Формат	А4