

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 стенда для проведения восстановительных кузовных работ

легкового автомобиля

Обучающийся

Д.Д. Земцов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

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

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

И.Ю. Усатова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа) выполнена на тему: «Разработка стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля».

Цель бакалаврской работы – разработка конструкции стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля.

Пояснительная записка содержит пять разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 73 страницы с приложением.

Графическая часть содержит 6 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненная бакалаврская работа полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены виды ремонта и последовательность ремонтного восстановления геометрии кузовов. Выполнен обзор различных конструкций стендов для восстановления геометрии кузова.

Во втором разделе составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля, выполнены расчеты элементов конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда.

В третьем разделе рассмотрена методика оценки стоимости кузовного ремонта, составлена технологическая карта выполнения операции правки кузова на стенде.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля.

В пятом разделе определена экономическая эффективность стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля.

Abstract

The title of the graduation project is: «The development of a stand for car restoration bodywork».

The aim of the work is to develop the stand design for car restoration bodywork.

The graduation project consists of five parts, introduction and conclusion, list of references, appendices, totally 73 pages.

The graphic part is on 6 A1 sheets, which performed in the automated system for the development and execution of design and project documentation «KOMPAS-Graph». The graduation project fully complies with the approved assignment.

In the first part, the types of maintenance and body geometry recovery sequence are reviewed. A review of various structures of stands for restoring body geometry is considered.

In the second part, we prepare the terms of reference and a technical proposal for the development the stand design for car restoration bodywork. The stand construction elements are calculated, and the operation manual is written.

The third part deals with the methodology for estimating the cost of bodywork. The flow chart for performing the body edit operation at the stand is made.

In the fourth part the safety and ecological properties of the stand for car restoration bodywork are considered.

In the fifth part of the graduation project the economic efficiency of the stand for car restoration bodywork is calculated.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 5 |
| 1 Состояние вопроса | 8 |
| 1.1 Виды ремонта и последовательность ремонтного восстановления кузовов..... | 9 |
| 1.2 Стенды для правки и контроля кузовов..... | 13 |
| 2 Конструкторская часть | 18 |
| 2.1 Техническое задание на разработку стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля | 18 |
| 2.2 Техническое предложение на разработку стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля | 20 |
| 2.3 Конструкторский расчет стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля | 31 |
| 2.4 Руководство по эксплуатации стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля | 35 |
| 3 Технологический процесс правки кузова | 38 |
| 3.1 Оценка стоимости кузовного ремонта | 38 |
| 3.2 Технологическая карта правки кузова на стенде..... | 44 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта | 45 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса правки кузова легкового автомобиля..... | 48 |
| 4.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 49 |
| 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков | 50 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта | 56 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса правки кузова легкового автомобиля..... | 58 |
| 5 Экономическая эффективность технического объекта..... | 60 |
| Заключение | 65 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 66 |
| Приложение А. Спецификации..... | 72 |

Введение

Автомобиль в процессе его изготовления на заводе-изготовителе является изделием основного производства, так как предназначен для реализации. Как продукт автомобильной промышленности он является также изделием требуемого функционального назначения, современного конструктивного исполнения и определенного уровня технологичности.

Функциональная завершенность изделия по назначению заключается в том, что каждая его составляющая должна представлять собой функционально завершенное изделие, для которого характерно выполнение заданных функций и способность выполнять эти функции отдельно от изделия в целом.

В процессе эксплуатации автомобиля появляются отказы и неисправности, устраняемые при его текущем ремонте.

«Если автомобиль соответствует всем требованиям нормативно-технической документации, он считается исправным. В отличие от исправного работоспособный автомобиль должен удовлетворять только тем требованиям, которые позволяют его эксплуатировать по назначению без угрозы безопасности движения. Он может быть исправным, имея ухудшенный внешний вид, пониженное давление в системе смазки двигателя и прочее» [1].

«Под ремонтом подразумевается комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий, а также ресурсов изделий и их составных частей. Необходимость и целесообразность ремонта автомобилей вызвана, прежде всего, неравнопрочностью их составных частей (сборочных единиц и деталей). Известно, что создать равнопрочный автомобиль, все детали которого изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, невозможно. Поэтому в процессе эксплуатации автомобили проходят периодическое техническое обслуживание и при необходимости – текущий ремонт (далее – ТР), который

путем замены отдельных деталей и агрегатов позволяет поддерживать транспортные средства в технически исправном состоянии. Основная задача текущего ремонта – привести технику в работоспособное состояние, чтобы обеспечить гарантированную ее работоспособность на пробеге до очередного планового ремонта, причем этот пробег должен быть не менее пробега до очередного планового технического обслуживания ТО-2» [16].

«Капитальный ремонт (далее – КР) обеспечивает исправность и полный ресурс автомобиля или агрегата путем восстановления и замены необходимых сборочных единиц и деталей, включая базовые. Основным источником эффективности КР транспортных средств является использование остаточного ресурса их деталей» [16].

«Основная задача, к достижению которой стремятся авторемонтные предприятия – это уменьшение стоимости ремонта автомобилей и агрегатов при гарантии послеремонтного ресурса. Поэтому главные предпосылки, главные стимулы использования новейших технических достижений в сервисе автомобилей – интересы и требования заказчика» [20].

Принимая во внимание то обстоятельство, что автомобиль это объект повышенной опасности, главное требование к ремонтным предприятиям – обеспечение гарантированного качества ремонта. Поэтому между производителями автомобилей и ремонтными организациями имеет место тесный повседневный контакт для успешного решения общей задачи.

«Анализ результатов исследований ремонтного фонда автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт на авторемонтные предприятия, показывает, что детали, полностью исчерпавшие свой ресурс и подлежащие замене, составляют в среднем около 20%. К ним относятся поршни, поршневые кольца, подшипники качения, резинотехнические изделия и др. Количество деталей, износ рабочих поверхностей которых находится в допустимых пределах, что позволяет использовать их без ремонта, достигает 30-35%. Остальные детали автомобиля (40-45%) могут быть использованы повторно только после их восстановления. Это большинство наиболее

сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля, в частности блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, головка цилиндров, картеры коробки передач и заднего моста и другие. Стоимость восстановления этих деталей не превышает 10-50% стоимости их изготовления» [8].

«По статистике значительное количество отказов деталей автомобилей обусловлено износом рабочих поверхностей (до 50%), различного рода повреждениями (в том числе и в результате аварии) – 17,1%, трещинами – 7,8%. Большинство отказов автомобилей (до 43%) приходится на долю двигателя» [16].

«Опыт показывает, что при незначительном износе (не более 0,3 мм) примерно 85% деталей может быть восстановлено нанесением покрытия незначительной толщины. Многократное использование детали возможно при нанесении металла на ее несущие поверхности с дальнейшей механической обработкой» [26].

Эффективность работ по восстановлению деталей автомобилей зависит от правильного выбора технологии, оборудования, технологической оснастки и организации контроля качества.

Целью ВКР является разработка конструкции стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля.

1 Состояние вопроса

«Конец ушедшего века и тысячелетия для России ознаменовался резким ростом автомобильного парка и прежде всего подержанных легковых автомобилей, что неизбежно привело к увеличению дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП).

Кузов автомобиля соединяет все его узлы и агрегаты в единую конструкцию и обеспечивает безопасность водителя, пассажиров и груза.

Он первым испытывает на себе последствия ДТП, поглощая и рассеивая энергию соударения. Степень его повреждения зависит от многих факторов, но два являются основополагающими – суммарная скорость соударения и место приложения воздействия» [23].

ДТП на дорогах – явление нередкое. Проведенный анализ аварий показал процентное соотношение числа и видов повреждений кузовов при различных типах столкновений по основным направлениям (секторам) полученных ударов (рисунок 1). Наибольшее число соударений приходится на переднюю и заднюю части кузова автомобиля – до 76-78 %, остальные 22-24 % распределяются практически в равных пропорциях на удары справа и слева, как фронтальные, так и под углом.

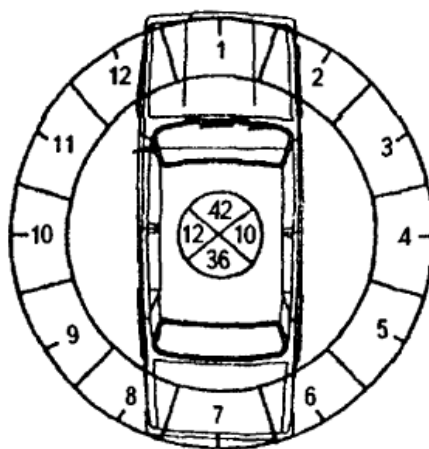


Рисунок 1 – Распределение основных столкновений (в %) по основным направлениям соударений в ДТП (внутренний круг) и сектора повреждений (наружный круг)

При авариях иногда происходит опрокидывание автомобиля и повреждение его крыши.

«Повреждения кузова, полученные в результате ДТП, можно разделить на три категории:

- очень сильные повреждения, исключающие восстановление кузова;
- сильные повреждения, при которых большая часть деталей требует замены или сложного ремонта;
- менее значительные повреждения, такие как пробоины, разрывы на лицевых панелях, вмятины, царапины, которые были получены при ударе на низких скоростях движения. Такие повреждения не представляют опасности для движения, но внешний вид кузова не отвечает эстетическим требованиям» [26].

«Восстановление аварийного автомобиля может оцениваться до 50% и более его первоначальной стоимости, где на долю кузова приходится до 70% объема всех ремонтных работ. Восстановление кузова автомобиля относится к самым дорогим видам услуг.

Одним из путей уменьшения затрат на ремонт автомобиля после ДТП является устранение аварийных повреждений с использованием лишь отдельных элементов кузова» [16].

1.1 Виды ремонта и последовательность ремонтного восстановления кузовов

На рисунке 2 наглядно представлен алгоритм выполнения операций по восстановлению кузовов автомобилей в условиях АРП.

«Перед приемкой автомобиля в кузовной ремонт производят его мойку, в том числе и снизу, чистку внутри и сушку. Для выполнения ремонтно-восстановительных работ по кузову могут приниматься как автомобиль в целом, так и кузов в отдельности. Сдача автомобиля в ремонт и приемка его представителем АРП производится на основании технических условий на

приемку, ремонт и выпуск из ремонта кузовов и кузовных деталей на предприятиях автотехобслуживания. Приемку кузова в ремонт выполняют только в присутствии заказчика с соблюдением всех юридических формальностей» [15].



Рисунок 2 – Алгоритм выполнения операций по восстановлению кузовов

«При контрольном осмотре проверяется комплектность кузова или автомобиля, определяется и согласуется с заказчиком объем работ, вид ремонта кузова (в соответствии с таблицей 1), ориентировочная стоимость работ и сроков их выполнения. Все это документально оформляется в соответствии с порядком и формой заполнения приемочных документов на основании Положения о техническом обслуживании НТС» [20].

Таблица 1 – Виды ремонта кузовов в зависимости от степени повреждения, деформации и коррозионного разрушения [20].

| Вид выполняемого ремонта | Объем ремонтных работ |
|--------------------------|--|
| «1 | Выправление повреждений с площадью поверхности до 20% в легкодоступных местах |
| 2 | Выправление повреждений со сваркой или ремонт № 1 на площади поверхности, деформированной до 50% |
| 3 | Выправление повреждений со вскрытием и сваркой, частичным восстановлением до 30% площади поверхности. Частичное восстановление деталей производят путем устранения повреждений вытяжкой и правкой с усадкой металла, вырезкой участков, не подлежащих ремонту, изготовления ремонтных вставок из выбракованных деталей кузова или листового металла с приданием ему формы восстанавливаемой детали |
| 4 | Устранение повреждений частичным восстановлением деталей на площади поверхности свыше 30% |
| 5 | Замена поврежденной части детали кузова ремонтной вставкой из номенклатуры запасных частей или изготовленных по чертежам завода-изготовителя |
| 6 | Крупноблочный ремонт, предусматривающий замену поврежденных частей кузова блоками деталей от выбракованных кулонов с разметкой, отрезкой, подгонкой, вытяжкой, рихтовкой, сваркой последних» [20]. |

«В зависимости от типа ремонта разборку кузова для ремонта выполняют частично или полностью. Если требуется ремонт только отдельных частей кузова, поврежденных в результате небольшой аварии или местного коррозионного разрушения, то производят только частичную разборку. Полная разборка выполняется, как правило, при значительных аварийных повреждениях кузова, требующих производства работ по правке на специальных стапелях.

Порядок разборки кузова строго регламентирован технологическим процессом и выполняется с соблюдением определенной технологической последовательности, исключающей повреждения деталей. Процесс разборки разрабатывают для каждого типа кузова отдельно с учетом специфики установки и закрепления деталей, свойственной для данного типа кузова» [7].

«Полная разборка кузова определяется его конструкцией, но общая последовательность разборки сводится к снятию сидений, внутреннего

оборудования и обивки салона, стекол кузова, электропроводки, дверей и оперения.

Разборка кузовов несущей конструкции тесно связана с разборкой автомобиля в целом, так как некоторые детали и узлы снимаются до отсоединения электрооборудования и агрегатов ходовой части автомобиля, а некоторые детали снимают с кузова только после снятия агрегатов» [17].

«Процесс дефектации как составная часть технологического процесса восстановления кузова производится как при приемке кузова в ремонт, так и непосредственно при выполнении каких-либо ремонтных воздействий. Дефектация кузова выполняется с целью обнаружения на нем дефектов (в том числе и скрытых), определения вида ремонта и способов устранения имеющихся повреждений. Для дефектации обычно используется пост, оснащенный подъемником и контрольно-измерительными инструментами, необходимыми для определения технического состояния кузова» [23].

«При приемке в ремонт автомобилей, имеющих аварийные повреждения лонжеронов или основания кузова, производят проверку геометрии основания кузова по контрольным точкам на правочном стенде с использованием механической или электронной контрольно-измерительной системы» [4].

«После разборки, дефектации и определения вида необходимого ремонта (с учетом технического состояния кузова) применяются следующие способы ремонта:

- правка механическим воздействием (рихтовкой, вытяжкой) в холодном состоянии или с применением местного нагрева;
- ремонт вырезкой разрушенной части детали с изготовлением ремонтной вставки и подгонкой ее по месту;
- ремонт с использованием бывших в употреблении деталей, или блоков таких деталей, или части деталей для замены поврежденного участка на выбракованных аварийных кузовах;

- ремонт кузова заменой поврежденной части ремонтными вставками, изготовленными из номенклатуры запасных частей завода-изготовителя (частичная замена);
- ремонт заменой поврежденной детали или блока деталей запасными частями из номенклатуры завода-изготовителя;
- сварка кузовных элементов в зависимости от конструкции узла, выполняемая встык, внахлестку или с использованием промежуточной вставки» [4].

«После завершения ремонтно-восстановительных работ производится контроль качества ремонта кузова перед окраской, выполняемый в соответствии с техническими требованиями по геометрическим параметрам основания кузова, линейным размерам проемов кузова, величине зазоров дверей, капота и крышки багажника, несовпадению линий штамповки дверей и крыльев, качеству заделки трещин, разрывов металла, пробоин и прочих дефектов» [24].

1.2 Стенды для правки и контроля кузовов

«Ремонт безрамных кузовов требует применения новых методов ремонта и нового оборудования. Основание автомобиля является неразъемной частью кузова и способствует повышению жесткости остова кузова, которая обеспечивается всеми листовыми деталями, составляющими кузов» [10].

Основание не отсоединяется от остова кузова, как у рамных автомобилей. Для такой конструкции требуется жесткая база, служащая для отсчета при контроле и восстановлении автомобиля после аварии. С самого начала эта база отсчета получила название поверочной плиты по аналогии с поверочной плитой, используемой в общей механике.

Первая поверочная плита появилась в 1934 г. на заводах фирмы «Ситроен» для контроля изготовления безрамного несущего кузова. Эта

плита-стенд, построенная фирмой «Фенвик», была снабжена контрольными шаблонами, которые подставляются под различные детали основания кузова согласно современной методике. Однако чугунная массивная плита даже не имела возможности перемещения. Кроме того, на плите не были выполнены отверстия, поэтому каждый раз при установке кузова новой модели нужно было выполнять дополнительные отверстия.

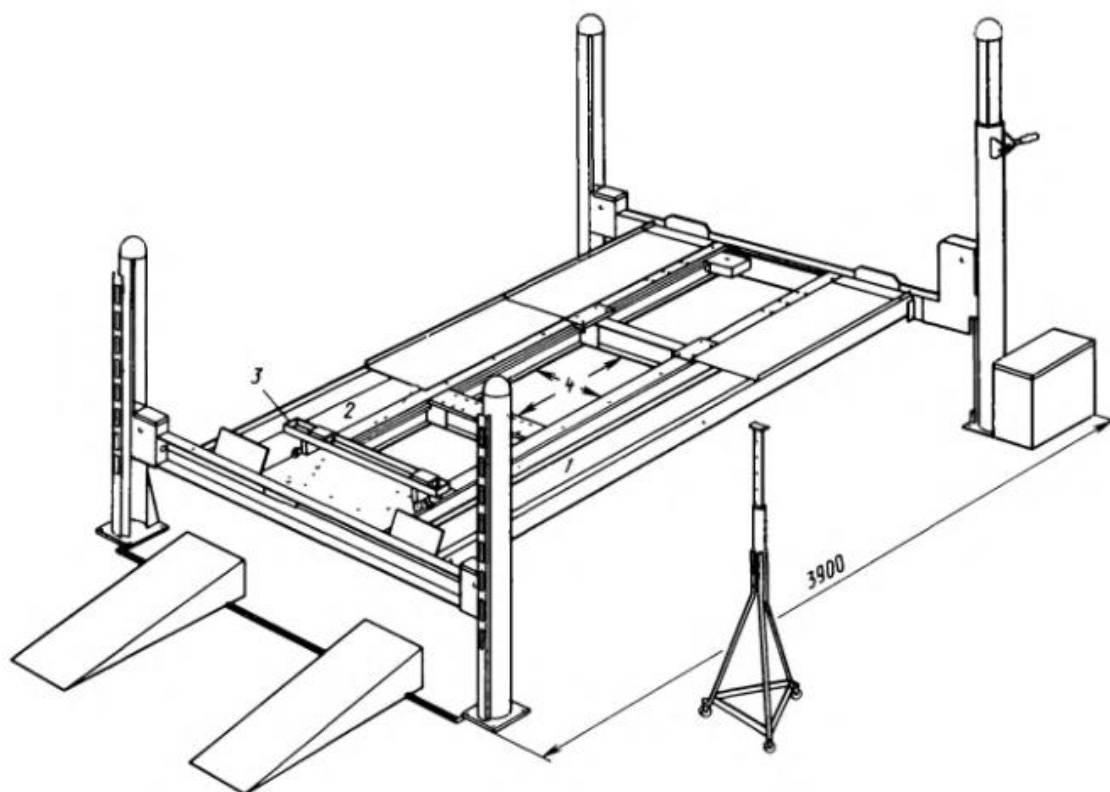
Следует сказать, что такой метод не применим сегодня. Довольно скоро поверхность поверочной плиты становится сродни притирочной машине.

Первая модель многоцелевого стенда была произведена серийно фирмой «Жермен Желетт» в 1953 г. Большим новшеством этого типа стенда является выполнение асимметрично расположенных отверстий на поверхности стенда.

На стенде устанавливаются и прикрепляются болтами шаблоны. Таким образом, каждой точке основания кузова, которая подвергается контролю на основании первоначальных данных завода-изготовителя, соответствует специальный установочный элемент. В связи с тем, что расположение отверстий на стенде вызывает трудности установки для контроля некоторых оснований автомобилей, отверстия стали располагать асимметрично.

Такой способ контроля, носящий название универсального, был впервые осуществлен в начале 1970 г. на итальянском стенде «Универсаль бенч». В дальнейшем способ был постепенно распространен на комплекс оборудования с шаблонами.

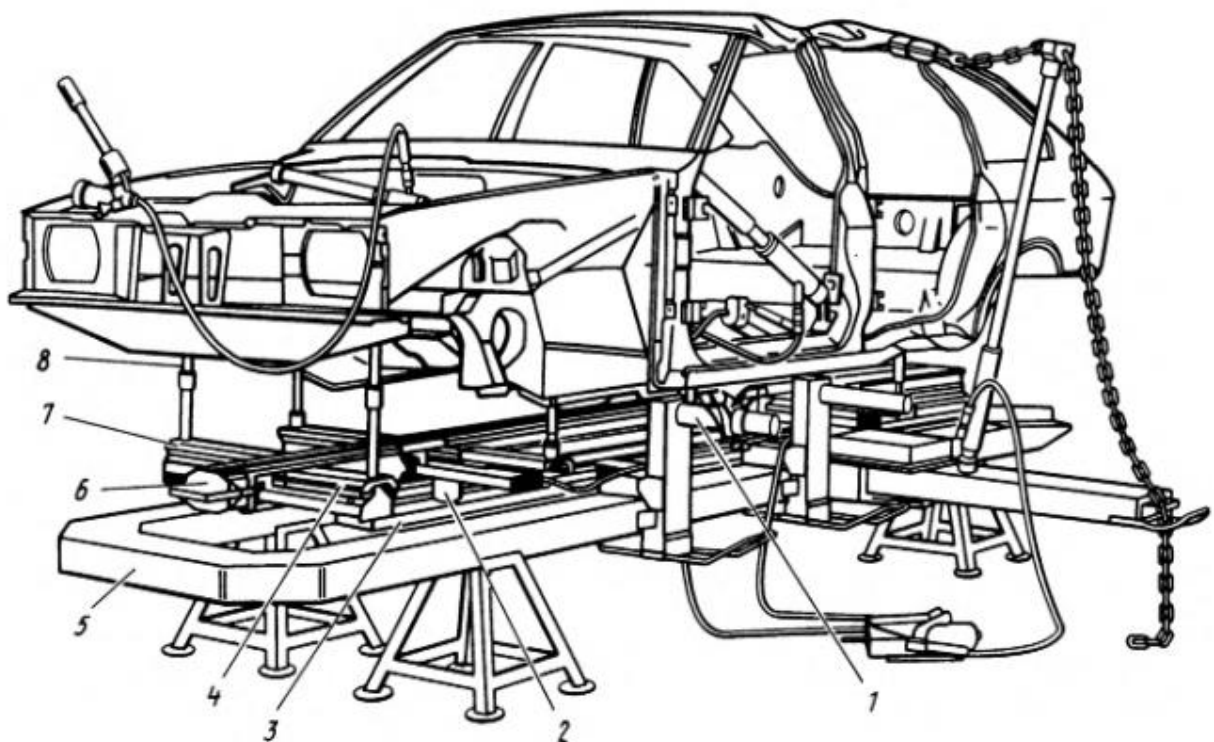
На рисунке 3 представлена конструкция стенда-подъемника модели MUF 36 фирмы «Желетт».



1 – дорожка качения; 2 – дорожка качения; 3 – салазки с подшипниками качения; 4 – стенд

Рисунок 3 – Стенд-подъемник MUF 36 фирмы «Желетт»

Стенды и плиты размерного контроля отличаются от обычных поверочных плит наличием системы измерения для проверки основания кузова. Они опираются на размерную схему, поставляемую изготовителем автомобиля. Контрольные приспособления стенда производят отсчет размеров в трех измерениях (длина, ширина и высота) большинства выпускаемых автомобилей. Успех этого нового поколения стендов заключается в практически универсальных характеристиках контрольных приспособлений для всех типов кузовов в противоположность шаблонам, которые необходимо специально устанавливать под каждый тип несущего кузова. В настоящее время существуют два вида оборудования для размерного контроля: механические системы с щупами типа «Блэкхок» Р 188 (рисунок 4), «Каролинер Фенвик», «Желетт Метро 2000» и так далее, и оптоэлектрические системы типа «Даталинер де Ник Хидролик»

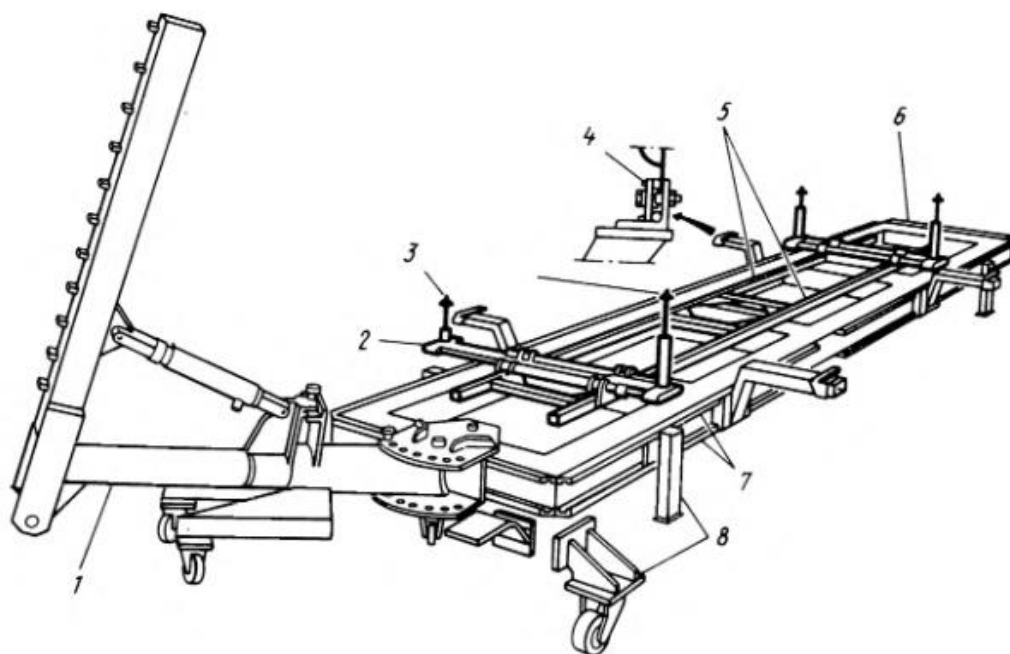


1 – губки зажима кузова; 2 – пневматический домкрат; 3 – дорожка качения измерительной платформы; 4 – поперечный суппорт; 5 – многоцелевой стенд для правки; 6 – центральная балка; 7 – держатель датчика; 8 – датчик

Рисунок 4 – Измерительная платформа «Блэкхок» Р 188, установленная на стенд для правки (многоцелевой), и закрепленный кузов

Стенд для контроля и правки шведской фирмы «Каролинер» (рисунок 5) продается во Франции фирмой «Фенвик».

«Стенд снабжен системой контроля посредством взаимозаменяемых измерительных стержней различной длины, установленных на салазки. Салазки в количестве четырех штук скользят по направляющим измерительной платформы, изготовленной из легкого сплава методом прессования и установленной на станину» [6].



1 – гидравлический угольник; 2 – траверса с держателем измерительного стержня; 3 – телескопический измерительный стержень со шкалой; 4 – губки для крепления кузова; 5 – рамка с градуированными лонжеронами; 6 – стенд для правки; 7 – направляющие, подвергнутые механической обработке; 8 – установка стенда на подставки или ролики

Рисунок 5 – Стенд для правки и контроля Каролинер Фенвик

«Продольные размеры отсчитываются по металлической линейке, прикрепленной к измерительной платформе. Салазки снабжены скользящими боковыми удлинителями с миллиметровой шкалой для измерения размеров по ширине кузова. Измерительные стержни и удлинители, позволяющие осуществить контроль заданных точек основания кузова, устанавливаются в вертикальные отверстия салазок и закрепляются в контрольном положении винтами с заостренным концом» [14].

Стенд «Каролинер» обеспечивает контроль основания кузова путем измерения с помощью системы измерительных стержней точек, указанных на карте контроля завода-изготовителя.

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» были рассмотрены виды ремонта и последовательность ремонтного восстановления геометрии кузовов. Выполнен обзор различных конструкций стендов для восстановления геометрии кузова.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля

«Стенд предназначен для ремонта автомобилей весом до 3500 кг, размером колеи от 1200 до 1600 мм и 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» [9].

«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» [12].

«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» [21].

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» [11].

«Необходимо учесть срок безотказности работы стенда в пределах до ремонтного 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, то есть выдерживать нагрузку» [4].

«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» [21].

«Попадание пыли предусмотрено и должно устраняться при техническом обслуживании» [20].

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» [2].

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.

2.2 Техническое предложение на разработку стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля

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» [12].

Поиск аналогов показал, что имеется серийно выпускаемый стенд для правки кузова автомобиля GLOBALJIG KOALA, который показан на рисунке 6.

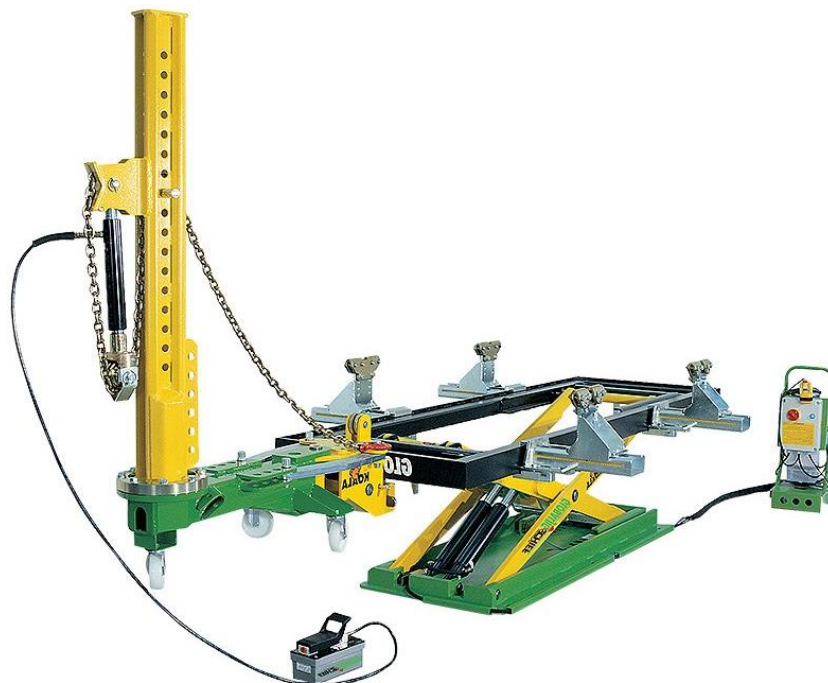


Рисунок 6 – Стенд для правки кузова GLOBALJIG KOALA

В состав стенда входят следующие компоненты:

- подъемная платформа;
- блок управления в комплекте с подвижной кнопочной панелью;
- буксирный рычаг;
- 4 автомобильных опорных и анкерных рычага;
- 4 хомута крепления автомобиля;
- 6 анкерных болтов для крепления основания к земле.

Технические характеристики стенда для правки кузова GLOBALJIG KOALA следующие:

Грузоподъемность, кг..... 2500.
Масляный бак, л..... 6.

| | |
|---|-------|
| Максимальное гидравлическое давление (при нагрузке 2500 кг), бар: | 330. |
| Электроснабжение, В..... | 220. |
| Потребление электроэнергии, кВт..... | 1,85. |
| Подача сжатого воздуха, бар..... | 6-8. |
| Время подъема, с | 55. |
| Время опускания, с..... | 50. |
| Максимальная высота подъема, мм..... | 1520. |
| Средний уровень звука, дБ (А)..... | <70. |
| Размеры лифта, мм: | |
| – длина..... | 3030; |
| – длина с тягово-сцепным устройством..... | 4065; |
| – ширина..... | 930; |
| – максимальная ширина с опорными кронштейнами..... | 1878; |
| – максимальная высота..... | 1500; |
| – максимальная высота с тягово-сцепным устройством: | 3590. |
| Размеры руки, мм: | |
| – высота (с колесами)..... | 2166; |
| – длина | 1395; |
| – ширина | 505. |
| Размеры блока управления, мм: | |
| – длина..... | 340; |
| – ширина..... | 320; |
| – высота..... | 850. |
| Масса стенда с принадлежностями, кг..... | 910. |
| Масса блока управления, кг..... | 41. |

«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» [3].

«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» [14].

Известен рамный стапель для правки кузова автомобиля SIVER B-210, (рисунок 7). Стенд SIVER B-210 предназначен для восстановления повреждённых кузовов легковых автомобилей малого и среднего класса, имеющих отбортовку порогов. Для закрепления кузовов автомобилей на стенде, не имеющих отбортовки порогов, необходимо использовать специальные адаптеры, поставляющиеся отдельно. Стапель выгодно отличается оригинальной конструкцией, обеспечивающей удобную установку автомобиля без использования дополнительных устройств.

«Стапель 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» [30].

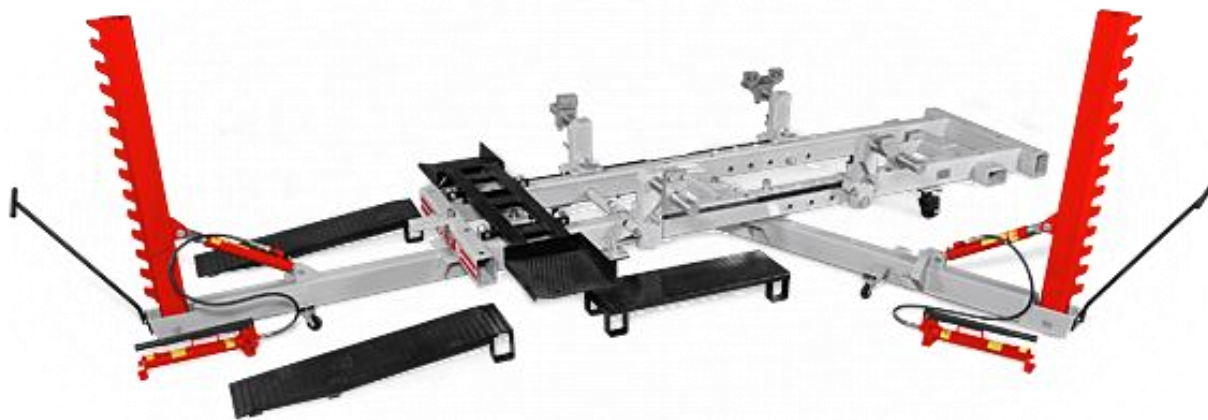


Рисунок 7 – Рамный стапель SIVER B-210

«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» [22].

«Технические характеристики стапеля SIVER B-210 следующие:

Грузоподъемность, кг 2000.

Размеры, мм

- длина рамы3800;
- максимальная длина рамы7200;
- ширина рамы.....1000;
- ширина с поворотными стойками.....1800;
- максимальная ширина с силовыми устройствами.....4400;
- высота стапеля.....1600.

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| Масса, кг | 800. |
| Количество гидроцилиндров, шт | 2. |
| Усилие гидроцилиндра, кг | 10000» [27]. |

«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» [29].

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» [9].

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» [6].

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» [3].

«Зажимы – обеспечивают быструю и требуемую установку автомобиля на стенд и жесткую его фиксацию без возможности перемещения в любом направлении» [19].

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» [11].

«Силовое устройство – это устройство, которое должно обеспечивать требуемое тянущее усилие, легко фиксироваться к автомобилю и позволять быстро монтироваться к стенду» [1].

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» [13].

Проработка всех основных элементов стенда:

«Рама состоит из двух продольных и четырех поперечных балок. Балки изготовлены из металлического прямоугольного профиля с трубчатым сечением 100×60×4 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» [21].

«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» [11].

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.

«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» [17].



Рисунок 8 – Силовое устройство D547

Подбор колес для стенда. По таблице 2 подберем колеса литые полиамидные грузоподъемностью в 4 т (рисунок 9).

Таблица 2 – 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 |

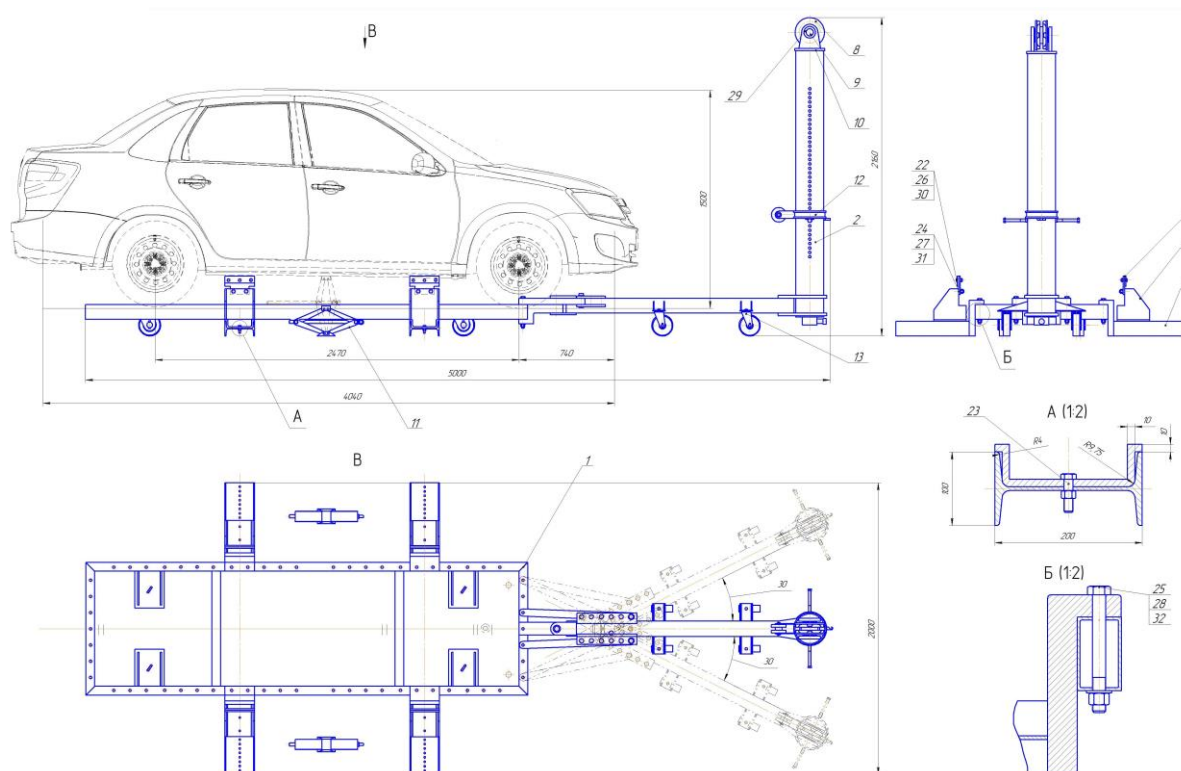
Из таблицы 2 следует, что диаметр колес должен быть 150 мм.



Рисунок 9 – Колеса литые полиамидные

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

Спецификация на стенд для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля представлена в Приложении А.



- 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

2.3 Конструкторский расчет стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля

Расчет диаметра гидроцилиндра.

«Усилие на штоке гидроцилиндра определяется по формуле:

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

где m – грузоподъемность, принимаем равным 10000 кг;

g – ускорение свободного падения, 9,81 Н» [5].

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

«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» [5].

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, 3;

p – пробное давление с которым осуществляется гидравлическое испытание цилиндра, принимаем равным 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, принимаем 0,05» [16].

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

«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» [11].

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

«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» [28].

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

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

Расчет цепи.

«Разрушающая нагрузка сварной цепи определяется по формуле:

$$S_{раз} = kS_{\max}, \quad (9)$$

где k – коэффициент запаса прочности, принимается в диапазоне от 6 до 8, принимаем $k = 8$;

S_{\max} – максимальное натяжение цепи, Н» [5].

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

«Диаметр прутка звена цепи определяется по формуле:

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

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение на растяжение, для стали Ст3 равное 160 Н/мм^2 » [10].

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

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» [18].

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

2.4 Руководство по эксплуатации станда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля

«Руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и принципа действия станда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания» [13].

Внимательно прочитайте руководство по эксплуатации перед использованием станда и постоянно сверяйтесь с ним во время использования.

Станд может использоваться только должным образом обученным и уполномоченным персоналом.

Запрещается использовать подъемник для любых целей, кроме тех, которые прямо указаны в руководстве по эксплуатации пользователя.

Ни при каких обстоятельствах никому не разрешается взбираться на груз или конструкцию подъемника.

Убедитесь, что вес поднимаемого автомобиля и распределение нагрузки соответствует допустимому указанному в руководстве по эксплуатации.

Категорически запрещается превышать максимальную грузоподъемность станда.

Проверьте устойчивость автомобиля на опорных конструкциях до и во время подъемных операций.

Внимательно следите за всеми операциями по подъему и опусканию, чтобы убедиться в отсутствии риска травм или возникновения имущественного ущерба.

Внимательно следите за всеми операциями подъема и опускания, чтобы убедиться, что движение станда не будет затруднено наличием каких-либо объектов в непосредственной близости от него.

Никто не должен находиться в непосредственной близости от станда во время его работы.

Любые вмешательства в установленные системы станда должны выполняться только квалифицированным персоналом.

Монтаж и ремонт станда выполняется предприятием-изготовителем.

Станд спроектирован и изготовлен с учетом эксплуатационных требований механиков в рабочих условиях, таких как мастерские по ремонту кузовов автомобилей

Общее устройство станда.

Станд для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля предназначен для восстановления геометрии кузова повреждённых легковых автомобилей малого и среднего класса, имеющих отбортовку порогов. Станд 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» [16].

Технические характеристики стенда сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – 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» [16] |

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» были составлены технические задание и предложение на разработку конструкции стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля, выполнены расчеты элементов конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда.

3 Технологический процесс правки кузова

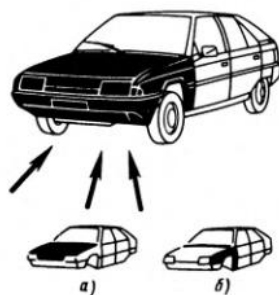
3.1 Оценка стоимости кузовного ремонта

Автомобиль, поступающий для ремонта в мастерскую, получил более или менее сильный удар. Этот удар, произведенный другим автомобилем или другим препятствием, вызвавшим их столкновение (или наезд на препятствие) воспринимается деталями кузова и вызывает их повреждение. Такой ремонт требует применения рабочей силы, запасных частей и так далее. На все это представляется счет клиенту или его страховой компании. Перед началом работы компания направляет своего эксперта для оценки общих расходов ремонта. Со своей стороны слесарь-жестянщик вначале занимается тем же самым, что и эксперт. Эксперт и слесарь-жестянщик каждый со своей стороны составляют смету расходов на ремонт. Для оценки эксперт так же, как и слесарь-жестянщик, пользуется специальным журналом экспертизы, в котором находит справочный номер запасных частей (жестяных и механических), а также время выполнения каждой операции будь то механическая, жестяная или покраска. Оплата рабочему определяется по установленному тарифу. Эксперт составляет смету расходов для страховой компании, которая его послала. Компания по всей вероятности сравнит эту смету со сметой, представленной клиентом на основании сметы, составленной слесарем-жестянщиком. Совершенно очевидно, что две эти сметы должны быть одинаковыми. Слесарь-жестянщик, составлявший смету (или начальник жестяного отделения), должен тщательно обследовать автомобиль и обозначить детали, подлежащие снятию, ремонту, замене и установке на место. С целью классификации различных операций и быстрого нахождения справок, расценок, времени, необходимого для ремонта установленной зоны (место, повергнувшееся удару), и на основе вида происшедшего происшествия в журналах экспертизы различают следующие виды ударов:

- удар лобовой или передний (рисунок 11, 12),
- удар на 3/4 передний (рисунок 13),
- боковой удар (рисунок 14),
- опрокидывание,
- удар лобовой задний (рисунки 15, 16).

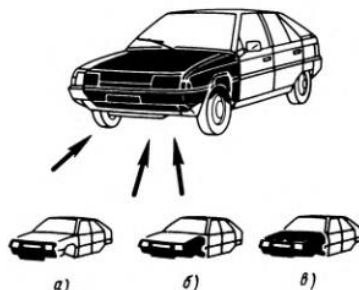
В зависимости от серьезности повреждений удары подразделяют на:

- удар первой степени, когда повреждена только наружная обшивка;
- удар второй степени повреждены наружная и внутренняя обшивка кузова;
- удар третьей степени: повреждены наружная, внутренняя обшивка кузова и механические узлы.



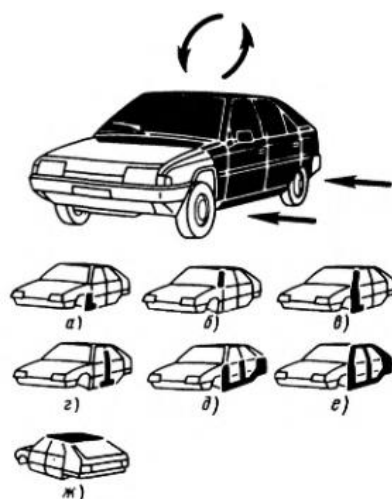
- а) повреждены бампер, решетка облицовки автомобиля, передние крылья;
- б) возможны повреждения блока оптики, капота, замка капота

Рисунок 11 – Лобовой удар первой степени



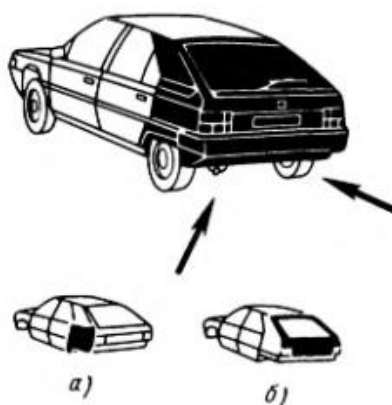
- а) повреждены бампер, решетка облицовки автомобиля, передняя панель;
- б) передние крылья, ниши колес (брызговики); в) капот, передние лонжероны, блоки оптики, замок капота

Рисунок 12 – Лобовой удар второй степени



а-г) удар третьей степени включает в себя повреждения от удара второй степени плюс повреждения колес (передний и задний мосты); д-ж) подвесок

Рисунок 13 – Боковой удар, или переворот, второй степени

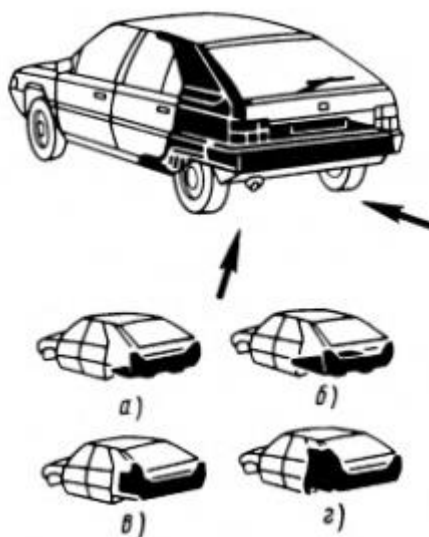


а) повреждены только элементы наружной обшивки, задние фонари, бампер, задняя юбка, планка номера, крылья, в некоторых случаях крышка багажника; б) снять и затем установить топливный бак, коврик багажника, жгуты электрических проводов, замок и скобу крышки багажника, уплотнение багажника

Рисунок 14 – Удар на 3/4 задний или центральный задний удар первой степени



Рисунок 15 – Боковой удар первой степени



а-г) местная усадка задней части автомобиля, вздутие и осадку задних крыльев, образование складок пола кузова, изгиб и смещение лонжеронов, заклинивание или уменьшение зазоров дверей; в дополнение к повреждениям от удара первой степени возникали повреждения крыльев и панели задней боковой стенки кузова, пола багажника, задних лонжеронов, ниш колес, топливного бака, крышки багажника (бортов кузова «Универсал» и двухобъемного кузова)

Рисунок 16 – Удар на 3/4 задний или центральный задний удар второй степени

Формы деталей, составляющих кузов, соответствуют своей модели, однако современные автомобили изготавливаются на одинаковом уровне надежности. Иными словами, так как передняя и задняя части кузова выполняются из более тонкого металла, чем центральная часть, то изменения форм при ударе приведет к смятию объемных элементов с образованием складок в некоторых местах (другие детали более жесткие). Согласно современной теории плавное смятие кузова вызывает амортизацию передней и задней частей кузова, которая предохраняет пассажиров. Из этих соображений кабина, т.е. центральная часть, выполнена из более толстого и более прочного металла, и пассажиры, которые должны быть пристегнуты специальными поясами, называемыми ремнями безопасности, имеют максимальную защиту. Нижняя часть кузова более или менее нетронутая принимается за базу для контроля, производимого слесарем-жестянщиком. Таким образом, при обследовании аварийной автомашины необходимо, чтобы специалист, проводящий обследование, установил последствия удара.

То есть, чтобы он составил список поврежденных деталей кузова с оценкой возможности восстановления формы или замены. Ему также следует учесть механические, электрические и кузовные детали, которые нужно снять, чтобы иметь возможность вести жестяные работы, и затем установить на место после производства жестяных работ. И, наконец, необходимо включить покраску, если мастерская ее производит. Однако ни один удар в точности не повторяет другой: либо направление удара неодинаково, либо неодинаковы силы ударов. Это в равной степени вызывает неодинаковые деформации. Случается, что автомобили, внешне малодеформированные, на самом деле получают деформацию днища кузова, которая вызвана направлением или местом приложения удара. Каждая модель автомобиля деформируется по-своему и имеет свои слабые точки, которые хорошо знает опытный в своем деле слесарь-жестянщик. Ремонт одновременно преследует и обеспечение внешнего вида и надежности автомобиля. В конце концов автомобиль, покрытый вмятинами, но с нетронутым днищем, а также механической частью или осветительными приборами может двигаться, не представляя опасности для пассажиров или других участников движения. Напротив, автомобиль (или любое другое транспортное средство) с деформированным основанием является опасным. В действительности деформация кузова приводит к изменению положения механических узлов, особенно передних и задних осей, которые быстро изнашиваются и приводят к потере устойчивости на дороге. Более важной причиной этого является перекося деталей механических узлов.

Обследование аварийного автомобиля позволяет избежать ненужной разборки механических узлов с целью установки его на поверочную плиту, контроль на которой показал бы, что, несмотря на внешний аварийный вид, основание кузова не было деформировано.

Обследование автомобиля начинается уже на земле, где на первый взгляд можно увидеть состояние пола или зазоры дверей. Однако необходимо продолжать обследование с применением оборудования,

спроектированного для этих целей различными изготовителями. Это оборудование является весьма разнообразным, начиная с различных щупов и кончая стендами контроля либо механическими способами, либо посредством луча лазера. Наиболее часто автомобиль приподнимается на подъемнике с платформой или устанавливается на контрольный стенд. В процессе контроля, а затем в процессе ремонта, ответственность за который в отношении безопасности перевозимых в дальнейшем пассажиров возлагается на мастерскую, слесарь-жестянщик должен уметь читать чертежи, восстанавливать, переносить или выдерживать размеры. Таким образом, необходимо, чтобы слесарь-жестянщик мог хорошо читать чертежи в ортогональной, в косоугольной аксонометрической или изометрической проекциях и чтобы он мог найти в них необходимые для него размеры. Для уточнения сметы расходов время, установленное для проведения ремонтных работ, иногда пересматривается слесарем-жестянщиком. Действительно, если автомобиль эксплуатировался в течение нескольких лет, то винты и болты не всегда так быстро отвинчиваются, как это предусматривается. К тому же сварка листов, покрытых ржавчиной или утоненных ржавчиной, является более длительной и трудоемкой. Существует также различие и в оценке содержания выполняемых работ: заменить ли поврежденную деталь или восстановить форму и выровнять поверхность. Некоторые запчасти иностранных или редко встречаемых марок автомобилей очень дороги при замене, что подчас надолго задерживает ремонт автомобиля. План ремонта может быть ускорен в отношении автомобиля, деталь которого, имеющая одно и то же назначение, стоит намного дешевле. Хотя смета расходов составлена, однако следует подумать, производить ремонт или отказаться от него. В самом деле, для автомобилей одной и той же марки, получивших одинаковый удар, расходы на ремонт одинаковы. Однако в зависимости от состояния автомобиля на день ремонта, если один из автомобилей имеет срок службы один год, а другой десять лет, даже если последний прошел всего несколько километров, вероятнее всего будет ремонтироваться первый

автомобиль. Действительно, расходы на ремонт для второго автомобиля будут намного выше, чем его продажная цена и, по всей вероятности, такой автомобиль ремонтировать не будут. К тому же после некоторых аварий повреждения настолько велики, что нет смысла ремонтировать автомобиль. Такое же состояние возникает после пожара, когда листового металл пережигается и в значительной степени теряет свои механические свойства.

3.2 Технологическая карта правки кузова на стенде

Технологический процесс правки кузова при помощи разработанного стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля представлен на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоемкость составляет 1,97 чел.-ч. Исполнителем является слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда.

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический процесс правки кузова» рассмотрена методика оценки стоимости кузовного ремонта, составлена технологическая карта выполнения операции правки кузова на стенде.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Рабочие в различных отраслях промышленности сталкиваются с вопросами безопасности, связанными с качеством воздуха, температурой и работой оборудования. Для обеспечения безопасности сотрудников в таких отраслях, как коммунальное хозяйство, нефть и газ, общественная безопасность, транспорт, производство и природные ресурсы, рабочие должны быть обеспечены технологиями, которые позволяют им исключить риски и максимально защититься от известных опасностей.

«Во всем мире насчитывается около 382 млн несчастных случаев на производстве и 172 млн жертв профессиональных заболеваний.

По оценкам Международной организации труда, каждый год в результате несчастных случаев на рабочем месте или болезней погибает 2,83 млн человек. Во всем мире насчитывается около 381 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн жертв профессиональных заболеваний. Международная организация труда установила, что вредные и опасные вещества вызывают более 650 тыс. смертей в год, а строительная отрасль является источником наибольшего количества несчастных случаев» [8].

В отчете говорится, что улучшение качества работы включает в себя меньшую подверженность рискам, включая такие опасности, как испарения вредных веществ, контакт с химическими веществами, небезопасные методы работы и так далее.

Эффективная программа безопасности обеспечивает возврат инвестиций в размере 200%, помогая сократить расходы на компенсацию работникам и повышая производительность. Безопасность также может помочь улучшить качество работы: в отчете, охватывающем 1,2 млрд работников во всем мире, говорится, что повышение качества работы важно как для работников, так и для работодателей.

В зарубежных компаниях, использующих системы и программное обеспечение для оценки подрядчиков, а также для отслеживания и

мониторинга безопасности сотрудников и подрядчиков еще до того, как они выйдут на объект, могут увидеть сокращение числа инцидентов, связанных с безопасностью, на 50% по сравнению со средними показателями Бюро трудовой статистики.

Большинство организаций в различных отраслях используют технологии как способ повышения производительности. Автоматизация и оптимизация процессов с использованием роботов и других технологических инноваций может помочь предприятиям делать больше с меньшими затратами, снижать затраты и повышать эффективность. Однако теперь известно, что технологии также могут помочь улучшить состояние безопасности труда.

Например, предприятия используют цифровые технологии и программное обеспечение, чтобы сотрудники могли лучше понимать обстановку на рабочем месте и опасности, с которыми они могут столкнуться. Используя технологии для повышения осведомленности о рисках и их снижения, организациям будет легче соблюдать последние правила и стандарты, применимые к отрасли в каждой конкретной стране.

Существует пять способов, которыми технологии могут помочь повысить безопасность работников:

- коммуникации. Высокоскоростная связь и информация в режиме реального времени позволяют работодателям знать о состоянии качества воздуха, тепла и конкретных рисках, чтобы они могли устранить эти опасности до того, как они нанесут травму. Если произойдет травма, сотрудникам нужна надежная связь, чтобы позвать на помощь и сообщить об этом первым;
- идентификация опасности. Мгновенное управление безопасностью с помощью мобильного устройства может помочь организациям выявлять и устранять опасности по мере их возникновения. Рабочие могут фотографировать опасности и заполнять мобильные

- контрольные списки безопасности, а также проводить инструктаж на рабочем месте, для обеспечения безопасности всех работников;
- виртуальная и дополненная реальность. Виртуальная реальность и дополненная реальность могут помочь в обучении сотрудников тому, как справляться с опасными ситуациями, не подвергая их опасности. Дополненная реальность может позволить техническим специалистам или опытным работникам обучать других таким процессам, как ремонт машин, без необходимости физического увеличения числа людей в окружающей среде. Это может быть полезно, если сама процедура ремонта опасна, опасны условия;
 - дроны. Дроны можно использовать, когда объекты слишком опасны для людей, чтобы исследовать их, например, если произошла утечка газа или другой химический разлив. Дроны могут собирать информацию и позволять командам по очистке определять наиболее безопасный план действий, не подвергаясь опасности;
 - автоматизация и робототехника. Автоматизация повышает безопасность, снимая с людей бремя тяжелой ручной работы. Роботы могут выполнять тяжелую работу, позволяя людям сосредоточиться на более творческих задачах. Это особенно полезно на складах с недоукомплектованным персоналом и других объектах, где необходимость поддерживать производительность может создать культуру, при которой некоторый риск принимается в обмен на более быстрое выполнение работы. Добавление роботов к рабочей силе может облегчить нагрузку и снизить риск. Роботы также могут помочь на производственных объектах или строительных площадках, где людям больше не нужно ходить с места на место, чтобы забрать материалы, необходимые для их части сборки или сборки. Вместо этого роботы могут доставлять им нужные детали, когда они им нужны, сокращая расстояние, которое

проходят люди, и тем самым снижая утомляемость и риск несчастных случаев.

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса правки кузова легкового автомобиля

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса правки кузова легкового автомобиля составлен технологический паспорт, представленный в таблице 4.

Таблица 4 – Технологический паспорт технологического процесса правки кузова легкового автомобиля

| Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|------------------------------------|---|--|---|----------------------|
| Правка кузова легкового автомобиля | 1 Подготовка стенда к работе. 2 Постановка автомобиля на стенд. 3 Установка силового устройства. 4 Выполнение процесса правки кузова. 5 Контроль качества правки кузова. 6 Снятие автомобиля со стенда | Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда | Стенд для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля, домкрат, гаечный ключ «на 18», «на 22», «на 27» пневмогайковерт щетка | Спецодежда, перчатки |

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

| Выполняемая работа | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|---|--|--|
| 1 Подготовка стенда к работе. 2 Постановка автомобиля на стенд. 3 Установка силового устройства. 4 Выполнение процесса правки кузова. 5 Контроль качества правки кузова. 6 Снятие автомобиля со стенда | Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования | Стенд для проведения восстановительных кузовных работ, технологическое оборудование кузовного участка |
| | Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях технологического оборудования | Детали и агрегаты стенда для проведения восстановительных кузовных работ, деформированные поверхности автомобиля |

Продолжение таблицы 5

| Выполняемая работа | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|--------------------|--|---|
| | Повышенный уровень шума | Стенд для проведения восстановительных кузовных работ, технологическое оборудование кузовного участка |
| | Запыленность и загазованность воздуха | Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта |
| | Динамические, статические нагрузки, связанные с рабочей позой | Однообразно повторяющиеся технологические операции |
| | Напряжение зрительных анализаторов | |
| | Монотонность труда, вызывающая монотонию | |

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от

установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [8].

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [8].
- 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) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;

- д) 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;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) 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;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) 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;
- к) и других мероприятий пожарной безопасности в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) Российской Федерации» [14].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|--|---|---|
| «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования» | <p>Организационно-технические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии | <p>Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [25].</p> |
| «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля» | <p>Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием | <p>Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха) » [17].</p> |
| «Повышенный уровень шума» | <p>Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров</p> | <p>Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [27].</p> |

Продолжение таблицы 6

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|--|---|--------------------------------|
| «Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой | <p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [10]. | – |
| «Монотонность труда | <ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; – чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника; – внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения | |

Продолжение таблицы 6

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|-------|--|--------------------------------|
| | <p>возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности;</p> <ul style="list-style-type: none"> – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина; – установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); – чередование пассивного отдыха с активным» [12]. | |

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 7).

Таблица 7 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара |
|-------------------|---|--------------|---|--|
| «Кузовной участок | Технологическое оборудование, применяемое на кузовном участке | В | Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения | Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [11]. |

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» представлена классификация пожарной техники:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуальной защиты органов дыхания;

- ручной, механизированный инструмент.

Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- «первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения;
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [7].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
|--|---|
| «Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности | Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия |

Продолжение таблицы 8

| | |
|---|---|
| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
| «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» [17] |
| «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 нормативно-правовыми актами РФ» [14]. |
| «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 | Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [10] |
| «Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ | 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» [8] |

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса правки кузова легкового автомобиля

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля и сведем их в таблицу 9.

Таблица 9 – Идентификация негативных экологических факторов

| Технологический процесс | Антропогенное воздействие на окружающую среду: | | |
|--------------------------------------|--|------------|--|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| «Правка кузова легкового автомобиля» | Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей. | – | Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор» [14]. |

Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля:

- атмосферу – применение фильтрующих элементов различных типов в вытяжных устройствах и своевременная их замена, использование сертифицированных растворителей, красок и лаков при выполнении кузовных работ;
- «гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и перерабатываются / сжигаются» [13].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса правки кузова легкового автомобиля (таблица 4);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля (таблица 5) и определены методы и средства их снижения (таблица 6);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля (таблицы 7, 8);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе правки кузова легкового автомобиля и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 9).

5 Экономическая эффективность технического объекта

Затраты на покупку сырья и материалов находим по формуле и для удобства заносим результаты в таблицу 10:

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

Таблица 10 – Информация по затратам на покупку СиМ

| Наименование СиМ | Единица измерения | Цена за единицу, руб. | Норма расхода | Сумма, руб. |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|-------------|
| Профиль с трубчатым сечением | м | 1020 | 16 | 16320 |
| Двугавровая балка | кг | 56,9 | 55 | 3129,5 |
| Труба 1500×180×6 | кг | 47,3 | 36 | 1702,8 |
| Труба 1300×160×5 | кг | 46,9 | 30 | 1407 |
| Листовой металл | кг | 23 | 18 | 414 |
| Цепь грузоподъемная | м | 256 | 12 | 3072 |
| Грунт-эмаль | л | 350 | 5 | 1750 |
| Краска акриловая по металлу Hammerite | л | 482 | 10 | 4820 |
| Транспортно-заготовительные расходы | – | – | – | 2283,07 |
| Итого: | – | – | – | 34898,37 |

Затраты на покупные изделия, полуфабрикаты (далее – ПИП) находим по формуле и для удобства заносим результаты в таблицу 11:

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (13)$$

Таблица 11 – Информация по затратам на ПИП

| Наименование ПИП | Единица измерения | Цена за единицу, руб. | Количество | Сумма, руб. |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------|
| Большегрузное колесо литое | шт. | 1760 | 8 | 14080 |
| Гидроцилиндр RC-1014 | шт. | 32300 | 1 | 32300 |
| Домкрат ромбический винтовой | шт. | 1025 | 2 | 2050 |
| Направляющий блок | шт. | 358 | 1 | 358 |

Продолжение таблицы 11

| Наименование ПИП | Единица измерения | Цена за единицу, руб. | Количество | Сумма, руб. |
|---|-------------------|-----------------------|------------|-------------|
| Балка жесткости | шт. | 1497 | 2 | 2994 |
| Звездочка для грузовой цепи | шт. | 2950 | 1 | 2950 |
| Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами без бортов на наружном кольце 2510А | шт. | 186 | 2 | 372 |
| Зажим направляющего блока | шт. | 536 | 1 | 536 |
| Втулка | шт. | 185 | 6 | 1110 |
| Разное (метизы, электроды, отрезные, шлифовальные круги и прочее) | – | – | – | 3205 |
| Транспортно-заготовительные расходы | – | – | – | 4196,85 |
| Итого: | – | – | – | 64151,85 |

Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ р./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.

Затраты на заработную плату находим по формуле:

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

В таблице 12 представлены затраты на выплату основной заработной платы.

Таблица 12 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

| Технологическая операция | Разряд рабочего | Трудоемкость, чел-ч. | Тарифная ставка, руб./час | Заработная плата, руб. |
|--------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| Заготовительная | 3 | 17 | 130,96 | 2226,32 |
| Сварочная | 5 | 18 | 166,30 | 2993,4 |

Продолжение таблицы 12

| Технологическая операция | Разряд рабочего | Трудоемкость, чел-ч. | Тарифная ставка, руб./час | Заработная плата, руб. |
|---|-----------------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| Токарная | 5 | 10 | 166,30 | 1663 |
| Фрезерная | 5 | 12 | 166,30 | 1995,6 |
| Сверлильная | 4 | 8 | 147,59 | 1180,72 |
| Слесарная | 4 | 8 | 147,59 | 1180,72 |
| Сборочная | 5 | 27 | 187,09 | 5051,43 |
| Премия в соответствии со ст. 129 №197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс Российской Федерации» | – | – | – | 3258,23 |
| Итого: | – | – | – | 19549,43 |

«Затраты на выплату дополнительной заработной платы находим по формуле:

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (15)$$

где K_d – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, равен 0,1» [9].

$$Z_d = 19549,43 \cdot 0,1 = 1954,94 \text{ р.}$$

«Затраты на отчисления единого социального налога находим по формуле:

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot K_c, \quad (16)$$

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, равен 0,26» [9].

$$O_c = (19549,43 + 1954,94) \cdot 0,26 = 5591,13 \text{ р.}$$

«Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования находим по формуле:

$$P_{cod.ob} = Z_O \cdot K_{ob}, \quad (17)$$

где K_{ob} – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, равен 1,04» [9].

$$P_{cod.ob} = 19549,43 \cdot 1,04 = 20331,4 \text{ р.}$$

Затраты на общепроизводственные нужды находим по формуле:

$$P_{opr} = Z_O \cdot K_{opr}, \quad (18)$$

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, равен 1,5» [9].

$$P_{opr} = 19549,43 \cdot 1,5 = 29324,14 \text{ р.}$$

Затраты на цеховую себестоимость находим по формуле:

$$C_{ц} = M + П_{и} + Z_O + Z_{д} + O_C + P_{cod.ob} + P_{opr}, \quad (19)$$

$$C_{ц} = 34898,37 + 64151,85 + 19549,43 + 1954,94 + 5591,13 + 20331,4 + 29324,14 = 175801,26 \text{ р.}$$

«Затраты на общехозяйственные расходы находим по формуле:

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

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, равен 1,6» [14].

$$P_{\text{оxp}} = 19549,43 \cdot 1,6 = 31279,08 \text{ р.}$$

Общие затраты находим по формуле:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{оxp}}, \quad (21)$$

$$C_{\text{ПР}} = 175801,26 + 31279,08 = 207080,34 \text{ р.}$$

Затраты на внепроизводственные нужды находим по формуле:

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

«где $K_{\text{внепр}}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, равен 0,05» [18].

$$P_{\text{ВН}} = 207080,34 \cdot 0,05 = 10354,01 \text{ р.}$$

Общие затраты на изготовление стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля находим по формуле:

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

$$C_{\text{ОБЩ}} = 207080,34 + 10354,01 = 217434,35 \text{ р.}$$

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 217434,35 р., что значительно дешевле вариантов стендов представленных на рынке.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра была разработана конструкция стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены виды ремонта и последовательность ремонтного восстановления геометрии кузовов. Выполнен обзор различных конструкций стендов для восстановления геометрии кузова;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля, выполнены расчеты элементов конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда. Разработанный стенд может найти широкое применение на станциях технического обслуживания, таксомоторных парках, как недорогой и эффективный стенд для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля;
- рассмотрена методика оценки стоимости кузовного ремонта, составлена технологическая карта выполнения операции правки кузова на стенде;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности технического объекта;
- определена эффективность разработки стенда для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 217434,35 р., что значительно дешевле вариантов стендов представленных на рынке.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Андросенко М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова». - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Беляев В. П. Стендовые испытания автомобилей и тракторов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. «Автомобили». - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2018. - 55, [1] с.

4 Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство») / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.

5 Халтурин Д. В. Испытание автомобилей и тракторов [Текст] : практикум для студентов 5-го курса, обучающихся по профилю "Автомобили и тракторы" направления подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / Д. В. Халтурин, Н. И. Финченко, А. В. Давыдов. - Томск : Изд-во ТГАСУ, 2017. - 171 с.

6 Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / В. И.

Васильев, А. В. Савельев, Р. А. Зиганшин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курганский государственный университет". - Курган : Курганский государственный университет, 2020. - 92 с.

7 Власов Ю. А Проектирование технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Томский гос. архитектурно-строительный ун-т. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2017. - 345 с

8 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. –22 с.

9 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

10 Дрючин Д. А. Проектирование производственно-технической базы автотранспортных предприятий на основе их кооперации с сервисными предприятиями [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Д. А. Дрючин, Г. А. Шахлевич, С. Н. Якунин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2016. - 124 с

11 Испытания машин : учебное пособие / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. С. Дьяков, П. В. Потапов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгГТУ, 2020. - 135, [1] с.

12 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», профиль «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

13 Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электронное учебно-методическое пособие / В. С. Малкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Проектирование и эксплуатация автомобилей». - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

14 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

15 Набоких В. А. Испытания автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 550100 "Автомобиле- и тракторостроение" / В. А. Набоких. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 223 с.

16 Основы расчета и проектирования технологического оборудования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» ; сост. Н. А. Андреева. -

Кемерово : Кузбасский гос. технический ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2020. - 113 с.

17 Петров В. И. Технологическое оборудование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учебное пособие / В. И. Петров, Н. В. Григорьева ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : Изд-во ТулГУ, 2012-. - 21 см. Ч. 2: Типаж, проектирование и эксплуатация технологического оборудования. - 2012. - 545 с.

18 Прейс В. В. Методологические основы проектирования технологических машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / В. В. Прейс ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования «Тульский гос. ун-т». - Тула : ТулГУ, 2015. - 103 с.

19 Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное наглядное пособие по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства : учебное наглядное электронное издание / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Кафедра механизации строительства ; составители: Д. Ю. Густов, М. А. Степанов. - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

20 Проектирование технологического оборудования : учебное пособие / И. Р. Кузеев, С. С. Хайрудинова, М. И. Баязитов [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет». - Уфа : УГНТУ, 2018. - 140 с.

21 Соломатин Н. С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений,

обучающихся по специальности 190109 «Наземные транспортно-технологические средства» / Н. С. Соломатин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский гос. ун-т, Ин-т машиностроения, Каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - 2-е изд. - Тольятти, Самарская обл. : Изд-во ТГУ, 2013. - 142 с.

22 Справочник конструктора : справочно-методическое пособие / [Б. П. Белозеров и др.] ; под ред. И. И. Матюшева. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехника, 2006 (СПб. : Техническая книга). - 1025 с.

23 Сырямин Ю. Н. Эксплуатационные испытания автомобилей : практикум / Ю. Н. Сырямин, А. Ю. Кирпичников, А. С. Алехин ; Сибирский государственный университет путей сообщения. - Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2020. - 72, [1] с.

24 Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : лабораторный практикум : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство), уровень образования - бакалавриат, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация: Автомобили и тракторы), уровень образования - специалитет / А. В. Агафонов, П. А. Табаков, Д. И. Федоров, В. В. Чегулов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский политехнический университет, Чебоксарский институт (филиал). - Чебоксары : Политех, 2019. - 162 с.

25 Яркин Е. К. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Е. К. Яркин, В. М. Зеленский, Е. В. Харченко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Российский гос. техн. ун-т (Новочеркасский политехн. ин-т). -

Новочеркасск : Южно-Российский гос. техн. ун-т, 2006 (Новочеркасск : ЦОП ЮРГТУ). - 321 с.

26 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

27 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

28 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. – New York: Springer, 2008. - 1015 p.

29 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

30 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификации

| Перв. примен. | Формат | Зна | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|------------------------------------|----------|------------|----------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------|
| | Зна | | | | | | |
| | | | | | <u>Документация</u> | | |
| | A1 | | | 22.БР.ПЭА.215.6100.000.ПЗ | Пояснительная записка | 1 | |
| | A4 | | | 22.БР.ПЭА.215.6100.000.СБ | Сборочный чертеж | 2 | |
| | | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | |
| Стр. № | | | 1 | 22.БР.ПЭА.215.6101.000 | Рама | 1 | |
| | A3 | | 2 | 22.БР.ПЭА.215.6102.000 | Башня силовая | 1 | |
| | | | 3 | 22.БР.ПЭА.215.6103.000 | Зажим | 4 | |
| | A3 | | 4 | 22.БР.ПЭА.215.6104.000 | Стойка | 4 | |
| | | | 5 | 22.БР.ПЭА.215.6105.000 | Лапа направляющая | 4 | |
| | A3 | | 6 | 22.БР.ПЭА.215.6106.000 | Корпус крепежный | 1 | |
| | A3 | | 7 | 22.БР.ПЭА.215.6107.000 | Платформа для гидроцилиндра | 1 | |
| | | | | | <u>Детали</u> | | |
| Падл. и дата | | | 8 | 22.БР.ПЭА.215.6100.008 | Звездочка | 1 | |
| | | | 9 | 22.БР.ПЭА.215.6100.009 | Палец | 1 | |
| | | | 10 | 22.БР.ПЭА.215.6100.010 | Крышка | 1 | |
| Инв. № дубл. | | | 11 | 22.БР.ПЭА.215.6100.011 | Домкрат | 2 | |
| | | | 12 | 22.БР.ПЭА.215.6100.012 | Зажим направляющего блока и цепи | 1 | |
| | | | 13 | 22.БР.ПЭА.215.6100.013 | Колесико | 8 | |
| Взам. инв. № | | | 14 | 22.БР.ПЭА.215.6100.014 | Штуцер | 1 | |
| | | | 15 | 22.БР.ПЭА.215.6100.015 | Гидроцилиндр | 1 | |
| | | | 16 | 22.БР.ПЭА.215.6100.016 | Блок направляющий | 1 | |
| Падл. и дата | | | 17 | 22.БР.ПЭА.215.6100.017 | Втулка | 1 | |
| | | | | | | | |
| | | | | 22.БР.ПЭА.215.6100.000 | | | |
| Инв. № подл. | Изм. | Лист | № докум. | Падл. | Дата | | |
| | Разраб. | Земцов | | | | Лит. | Лист |
| | Проб. | Чумаков | | | | | 1 |
| | Н.контр. | Чумаков | | | | ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1802а | |
| | Утв. | Бабрайский | | | | Листов | 2 |
| Стенд для правки кузова | | | | | | | |
| <i>Копировал</i> | | | | | | <i>Формат А4</i> | |

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля

Продолжение Приложения А

| Формат | Зона | Поз | Обозначение | Наименование | Кол | Примечание |
|--------------|--------------|--------------|------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| | | 18 | 22.БР.ПЭА.215.6100.018 | Стрела подвижная | 1 | |
| | | 19 | 22.БР.ПЭА.215.6100.019 | Втулка | 2 | |
| | | 20 | 22.БР.ПЭА.215.6100.020 | Балка жесткости | 2 | |
| | | | | Стандартные изделия | | |
| | | 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 | |
| Изм. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инд. № докл. | Подп. и дата | | |
| | | | | | | |
| | | | Земцов Чумаков | | | Лист |
| | | | Изм. Лист | № док.м. | Подп. | Дата |
| | | | 22.БР.ПЭА.215.6100.000 | | | 2 |
| | | | Копировал | | Формат А4 | |

Рисунок А.2 – Спецификация на стенд для проведения восстановительных кузовных работ легкового автомобиля