

**Казань – 2018 г.**

**Министерство сельского хозяйства РФ**

**Департамент научно-технологической политики и образования**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

**Направление:** «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

**Профиль:** «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (СХ)»

**Кафедра:** «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Утверждаю

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_/Хафизов К.А./

\_\_\_\_\_  
2017 г.

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту: **Сафиуллину Рамису Талгатовичу**

Тема ВКР: **«Проект станции технического обслуживания с разработкой стенда для ремонта кузова легковых автомобилей»**

утверждена приказом по вузу от «12» января 2018 г. № 11

**2. Срок сдачи студентом законченного ВКР** 06 февраля 2018 года

**3. Исходные данные к ВКР:** Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (анализ существующих конструкций, патенты, статьи и др.).

**4. Перечень подлежащих разработке вопросов:** 1. Аналитическая часть;  
2. Технологическая часть; 3. Конструкторская часть; 4. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 5. Экономическая эффективность конструкции.

## 5. Перечень графических материалов

Лист 1 – Анализ существующих конструкций; Лист 2 Участок ремонта кузова; Лист 3 – Стенд для ремонта кузова легковых автомобилей; Лист 4 – Сборочный чертеж; Лист 5 – Деталировка; Лист 6 – Техничко-экономические показатели конструкции.

## 6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
1. Конструктивная часть	Пикмуллин Г.В.

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 10 декабря 2017 года

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Аналитическая часть	25.12.17	
2	Технологическая часть	10.01.18	
3	Конструкторская часть	18.01.18	
4	Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	25.01.18	
5	Экономическая эффективность конструкции	01.02.18	

Студент: \_\_\_\_\_ (Сафиуллин Р.Т.)

Руководитель ВКР: \_\_\_\_\_ (Хафизов Р.Н.)

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 67 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 18 рисунков, 10 таблиц, приложения и спецификации. Список использованной литературы содержит 18 наименований.

В первом разделе приведен технологический процесс ремонта кузова автомобилей, а также анализ существующих конструкций стендов по восстановлению геометрии кузова автомобиля.

Во втором разделе произведено проектирование СТО и участка ремонта кузова автомобилей, а также сделан расчет и выбор основного производственного оборудования.

В третьей части разработан стенд для ремонта кузова легкового автомобиля, произведены необходимые расчеты деталей и узлов конструкции.

В четвертом разделе спроектированы мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и физической культуре на производстве.

В пятом разделе приведена технико-экономическая оценка конструкторской разработки.

Записка завершается выводами.

## **ABSTRACT**

The final qualification work consists of an explanatory note on 67 pages of computer text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, conclusions and includes 18 figures, 10 tables, annexes and specifications. The list of used literature contains 18 names.

The first section shows the technological process of repairing the body of cars, as well as an analysis of existing structures of the stands for restoring the geometry of the car body.

In the second section, the design of the SRT and the car body repair area was carried out, as well as the calculation and selection of the main production equipment.

In the third part the stand for repair of a body of the car is developed, necessary calculations of details and knots of a design are made.

In the fourth section, measures have been designed for life safety, labor protection and physical education at work.

In the fifth section, a technical and economic assessment of design development is given.

The note concludes with conclusions.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 Технологический процесс ремонта кузова автомобилей .....	9
1.1.1 Технология устранения деформаций .....	11
1.1.2 Виды ремонтов .....	12
1.1.3 Порядок прохождения автомобиля при ремонте на кузовном участке .....	13
1.2 Анализ существующих конструкций  стендов по восстановлению геометрии кузова автомобиля.....	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	24
2.1 Расчет СТО.....	24
2.2 Расчет годового объема  работ по ТР .....	24
2.3 Расчет численности рабочих .....	26
2.4 Расчет числа постов .....	27
2.5 Определение состава и площадей помещений .....	28
2.6 Расчет площади территории .....	31
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	32
3.1 Обоснование необходимости проектирования конструкторской разработки.....	32
3.2 Назначение и устройство проектируемого стенда.....	33
3.3 Порядок работы с изделием .....	36
3.4 Расчеты элементов стенда для восстановления геометрии кузова.....	37
3.4.1 Расчет основной рамы .....	37
3.4.2 Расчет захвата.....	39
3.4.3 Расчет балки рамы на кручение.....	41
3.4.4 Расчет сварного шва оси центральной скобы.....	42
3.4.5 Расчет оси рычага силового устройства .....	43
4 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	46
4.1 Общие требования по охране труда в отрасли .....	46

4.2 Порядок проведения инструктажей по охране труда .....	47
4.3 Система мероприятий по защите окружающей среды.....	48
4.4 Система противопожарной защиты .....	48
4.5 Физическая культура на производстве.....	49
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ.....	56
5.1 Техничко-экономическая оценка конструкторской разработки.....	56
ВЫВОДЫ.....	62
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	63
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	65

## **ВВЕДЕНИЕ**

Кузовной ремонт сейчас востребован как никогда. Ничего удивительного: в Европе и Америке 2-3 машины на одну семью – уже норма, Россия и бывшие соцстраны стремительно нагоняют «лидеров» по числу личного автотранспорта.

Вообще в России, особенно в крупных городах, кузовные работы вряд ли потеряют «популярность» в ближайшие несколько десятилетий. Кузов – наиболее дорогостоящая часть легкового автомобиля, составляющая около 60 % его стоимости, кроме того, самая уязвимая.

Ремонт отечественных и зарубежных автомобилей – прибыльный вид деятельности. С каждым днем растет количество автомобилей и предприятий, которые занимаются их ремонтом. И если ремонт агрегатов и систем, техническое обслуживание автомобиля многие автолюбители производят самостоятельно, то кузовным ремонтом под силу заняться далеко не каждому, так как, кроме специфического оборудования, позволяющего восстановить первоначальную форму деталей, требуется опыт работы, знание современных материалов и особенностей их использования.

Актуальность данной работы в том, что в последнее время важной задачей является оказание качественных услуг по ремонту и восстановлению каркаса кузова легковых автомобилей или его оперения. Это объясняется увеличением и обновлением автомобильного парка, усложнением конструкции кузовов автомобилей и недостаточностью специалистов, имеющих практические навыки работы на современном оборудовании для кузовного ремонта.

Новизна данной работы заключается в применении рамного стенда для правки кузовов с компьютерной измерительной системой и набором универсальных шаблонов на всех этапах ремонта или восстановления кузовов легковых автомобилей, начиная от проверки геометрии кузова при приемке автомобиля в ремонт и заканчивая контрольным измерением при оценке качества проведенного ремонта.



## **1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Технологический процесс ремонта кузова автомобилей**

Кузовной участок предназначен для устранения дефектов и неисправностей кузовов, возникших в процессе эксплуатации. На кузовном участке восстанавливается первоначальная форма и прочность ремонтируемого кузова, а также выполняются работы по поддержанию кузова и его механизмов в технически исправном состоянии. На данном участке осуществляются жестяниcko-сварочные и арматурно-кузовные работы, которые включают операции по разборке, сборке, правке и сварке поврежденных панелей, деталей кузова и его механизмов. Обычно автомобиль доставляется на кузовной участок на колесах, а аварийные кузова на специальных тележках [16].

Жестяниckие работы – это такие работы, которые предусматривают ремонт (устранение вмятин, трещин, разрывов) крыльев, брызговиков, капотов, дверей и других частей кузова. Прогрессивным является панельный метод ремонта, предусматривающий полную замену поврежденного элемента кузова.

Разборочно-сборочные работы – включают снятие и установку дверей, отдельных панелей или частей кузова, механизмов, стекол и других съемных деталей. Частичная разборка кузова для ремонта его деталей осуществляется в объеме, необходимом для качественного выполнения всех ремонтных операций. Для сборки кузовов после ремонта, в том числе установки узлов и деталей на кузов автомобиля (дверей, крыльев, панелей), применяются различные наборы приспособлений и инструментов, а также комплект шаблонов.

Рихтовочные работы в зависимости от характера повреждений заключаются в устранении неровностей на деформированных поверхностях, а также в исправлении искажений геометрических размеров кузова (перекосов).

Сварочные работы – являются неотъемлемой частью кузовных работ.

Почти все ремонтные операции требуют применения сварки, в том или ином объеме. На кузовном участке используется газовая, дуговая и точечная

сварка. Сварку применяют при удалении поврежденного участка, установке частей или новых участков кузова и дополнительных деталей (усилительных коробок, накладок, вкладышей и др.), а также при заварке трещин, разрывов и пробоин с наложением и без наложения заплат в зависимости от площади и состояния поврежденной поверхности [1,5].

Арматурные работы – включают работы по ремонту всех механизмов кузова (замков, дверных петель, стеклоподъемников и др.), а также работы по ремонту окон и замене стекол. Отремонтированный и собранный механизм устанавливается на место с последующей регулировкой. При замене стекол должны использоваться приспособления для сборки стекол, деревянные и резиновые киянки, оправки.

В зависимости от технического состояния кузова применяют 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 её по месту;
- ремонт с использованием бывших в употреблении деталей, или блоков таких деталей, или части детали для замены повреждённого участка из выбракованных аварийных кузовов;
- ремонт кузова заменой повреждённой части ремонтными вставками, изготовленными из номенклатуры запасных частей завода – изготовителя (частичная замена);
- ремонт заменой повреждённой детали или блока деталей запасными частями из номенклатуры завода изготовителя;
- сварка кузовных элементов в зависимости от конструкции узла, которую выполняют встык, внахлестку или с использованием промежуточной вставки. При сварке встык зазор между кромками не должен превышать 1,5 диаметра сварочной проволоки. Сварку внахлестку осуществляют точечным, прерывистым или сплошным швом с перекрытием краёв 10 – 20 мм. Сварку

промежуточной сварки производят в соответствии с применяемым способом её соединения (встык или внахлёстку);

- сварные швы на лицевых поверхностях панелей кузова зачищают до уровня основного металла. Допускается наличие сварных швов на закрытых поверхностях, не мешающих монтажу деталей;

- перед установкой деталей, образующих скрытые (труднодоступные) полости, необходимо удалить коррозию и выполнить в указанных местах противокоррозионную обработку.

### **1.1.1 Технология устранения деформаций**

Технология устранения деформаций кузова зависит от вида перекоса и характера деформаций деталей. Вмятины в панелях кузова и оперения, у которых металл после удара не растянут, чаще всего выравнивают выдавливанием или вытягиванием вогнутого участка до придания ему правильной кривизны и при необходимости последующей рихтовкой выдавленной поверхности. Образующиеся в панели при большом растяжении металла выпучены нельзя выправить рихтовкой, поскольку в процессе её выполнения вершина выпучены может потерять устойчивость и переместиться на другую сторону листа. Поэтому другим технологическим процессом ремонта автомобиля является замена повреждённого элемента [16].

Состав основных технологических операций, обеспечивающих восстановление работоспособности кузовов легковых автомобилей заменой повреждённого участка включает следующие виды работ:

- разметка и отрезка повреждённой части детали;
- рихтовка деформированных кромок соединяемых деталей и изготовление или подгонка ремонтной детали с учётом 10 мм припуска на соединение;
- формование кромки на стыке восстанавливаемой детали;
- проколка или сверление отверстий диаметром 5 мм на кромке присоединяемой детали шагом аналогично заводским точкам сварки;

-зачистка с двух сторон кромки соединяемых деталей, подгонка по месту и приварка по отверстиям ремонтной детали;

-подготовка восстанавливаемого участка кузова к окраске, предусматривающая зачистку сварных швов заподлицо с основным металлом, шпаклевание и шлифование поверхности.

Способ восстановления кузовов легковых автомобилей путем замены их составных частей основан на применении только полуавтоматов для электросварки в среде углекислого газа и клещей для точечной электроконтактной сварки.

### **1.1.2 Виды ремонтов**

В зависимости от степени повреждения, деформации и коррозионного разрушения существует 6 видов ремонта кузова:

- Ремонт №1 – выправление повреждений с площадью поверхности до 20% в легкодоступных местах;

- Ремонт №2 – выправление повреждений со сваркой или «Рем.№1» на площади поверхности до 50%;

- Ремонт №3 – выправление повреждений со вскрытием и сваркой, частичным восстановлением поверхности. Частичное восстановление деталей производится путем устранения повреждений вытяжкой и правкой с усадкой металла, вырезкой участков, не подлежащих ремонту, изготовлением ремонтных вставок из выбракованных деталей кузова или листового металла с приданием ему формы восстанавливаемой детали;

- Ремонт №4 – устранение повреждений частичным восстановлением деталей на площади поверхности свыше 30%;

- Ремонт №5 – замена поврежденной части детали кузова ремонтной вставкой из номенклатуры запасных частей или изготовленной по чертежам завода – изготовителя;

- Ремонт №6 – ремонт, предусматривающий замену поврежденных частей кузова блоками деталей от выбракованных кузовов с разметкой, отрезкой, подгонкой, вытяжкой, рихтовкой, сваркой последних;

Аварийные поврежденные части кузова автомобиля можно устранять с достаточной надежностью способом замены поврежденных элементов путем установок ремонтных деталей или вставок. Данный способ предусматривает замену кузовных деталей только в том случае, если повреждение невозможно восстановить правкой, рихтовкой или частичной заменой. Состав основных технологических операций, обеспечивающих восстановление работоспособности кузовов легковых автомобилей, можно отобразить на примере структурной схемы организации технологического процесса [5].

### **1.1.3 Порядок прохождения автомобиля при ремонте на кузовном участке**

Порядок оформления осуществляется в соответствии с «Правилами оказания услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомототранспортных средств», утверждённых Правительством РФ 11 апреля 2001 года;

Технологический процесс приёма автомобиля в ремонт на СТО, можно представить в следующем виде:

- заявка заказчика;
- места ожидания;
- в случае необходимости осуществляется мойка автомобиля клиента;
- проведение диагностики

Дефектацию кузова выполняют с целью обнаружения на нём дефектов, определения вида ремонта и способов устранения имеющихся повреждений. Процесс дефектации производят как при приёмке автомобиля в ремонт, так и непосредственно при выполнении каких либо ремонтных воздействий. Приёмку автомобилей в ремонт осуществляют на посту, оснащенном контрольно измерительными инструментами, необходимыми для определения

технического состояния кузова. При необходимости используют оборудование для контроля геометрии основания кузова. Кузова, не повреждённые аварийными повреждениями, имеют, как правило, износы, которые проявляются главным образом в виде коррозии, трещин, разрывов и т.п. В соответствии с техническими требованиями кузовов в ремонт не принимают при наличии сквозной коррозии по линиям несущих элементов исключающей возможность присоединения сваркой ремонтных вставок одновременно по передним и задним лонжеронам и усилителям пола, и при условии, что пол кузова в сборе не поставляется в качестве запасной части; деформаций после пожара со смещением не менее 30 мм двух и более контрольных точек в разных зонах основания кузова. В тоже время не подлежат ремонту детали кузова, изменившие свою форму в результате обгорания или имеющие сквозную коррозию по линиям соединения с другими частями кузова [1];

- оформление заказ – наряда на предстоящую работу.

При составлении заказ – наряда обязательно осуществляют:

- проверку документов на автомобиль;
- проверку комплектности автомобиля;
- контрольный осмотр;
- определение и согласование с заказчиком объёма работ;
- ориентировочное определение стоимости и сроков выполнения работ;
- вносят в заказ – наряд предоставленные запасные части, расходные материалы, если таковые имеются.
- отправка транспортного средства на посты ТР;
- повторное диагностирование в присутствии клиента и старшего мастера;
- оплата произведённых услуг;
- выдача гарантийного талона сроком на 30 дней, при условии соблюдения клиентом технических требований по эксплуатации автомобиля;
- выдача автомобиля заказчику.

## **1.2 Анализ существующих конструкций стендов по восстановлению геометрии кузова автомобиля**

Основными тенденциями развития автосервиса в части ремонта кузовов являются:

- восстановление кузовов даже со сложными повреждениями, позволяющее иметь экономию металла (по сравнению с изготовлением нового кузова) до 75 %. Для этого необходимо применять специальное оборудование и инструмент;

- применение метода проверки геометрии кузова по контрольным точкам без разборки автомобиля, что снижает трудоемкость ремонтных работ до 45%;

широкое использование при ремонте кузовов оборудования для контактной точечной электросварки и сварки в среде защитных газов;

- более широкое внедрение панельного и крупноблочного методов ремонта кузовов;

использование специальных стендов различных конструкций с гидравлическим силовым приводом, обеспечивающих применение метода наружного вытягивания и создание силы, противоположной по направлению силе, вызвавшей повреждение;

- широкое применение механизированного инструмента с пневматическим или электрическим приводом, обеспечивающего высокое качество выполнения операций и значительное повышение производительности труда [1].

Применяемое для ремонта кузовов оборудование и инструмент можно условно классифицировать на следующие группы: для правки кузова и деталей оперения; для контроля геометрии основания кузова и его элементов; для сварки; специализированный инструмент; вспомогательное оборудование.

Следует отметить, что в современных конструкциях установок для ремонта кузовов стенды для контроля геометрии кузова и стенды для правки часто совмещены и как бы дополняют друг друга. Такие установки, кик

правило, укомплектовываются специальным инструментом и приспособлениями для ручной и механизированной правки и рихтовки панелей кузова. Отечественной промышленностью и зарубежными фирмами выпускается разнообразное оборудование для правки кузовов, начиная от универсальных наборов приспособлений инструмента для правки поврежденных участков непосредственно на автомобиле и кончая сложными системами, оснащенными устройствами для фиксации автомобиля и позволяющими создавать одновременно несколько разнонаправленных усилий правки.

Переносное оборудование для правки кузовов, устанавливаемое непосредственно на кузов ремонтируемого автомобиля, выпускается преимущественно с гидравлическим приводом и в зависимости от конструкций и назначения может развивать усилие рабочего органа от 4000 до 20000 кгс.

Основным недостатком переносного оборудования является невозможность устранения сложных перекосов кузова и, в частности, нарушений геометрических параметров их оснований из-за отсутствия возможности надежно крепить силовые элементы и ремонтируемые автомобили. Этот недостаток устраняется с применением метода наружного вытягивания, заключающегося в закреплении автомобиля и приложении силы, направленной в сторону, противоположную силе, вызвавшей повреждение. Для осуществления этого метода было создано специальное оборудование, которое может быть разделено на три основные группы:

- оборудование, не требующее специального рабочего места;
- правочное оборудование, применяемое с анкерными устройствами и требующее фундамента;
- оборудование для правки кузовов в сочетании с подъемниками.

К первой группе оборудования можно отнести недорогие мобильные установки, которые благодаря конструктивным особенностям не требуют специально оборудованного рабочего места, например стенд немецкой фирмы Blackhawk Dozer AEK 90.



Стенд Dozer AEK 90 состоит из передвижной горизонтальной балки, на одном конце которой закреплен качающийся рычаг, гидроцилиндра, ручного гидравлического насоса, упора, силовой поперечины, набора приспособлений для правки.

Устройство работает по векторному принципу приложения сил. Оно универсально и дает возможность приложить растягивающую силу в любом направлении в пределах  $360^\circ$ , просто в изготовлении и имеет небольшие размеры и массу. Общий вид стенда представлен на рисунке 1.1:



Рисунок 1.1 - Общий вид стенда Blackhawk Dozer AEK 90

Крепежная база автомобиля включает в себя специальные зажимы, крепящиеся к порогам кузова, опорные подставки с регулируемой высотой установки, поперечную трубу, усиливаемую трубой жесткости, крепежные стойки и расчалочные цепи.

Применение таких установок требует использования дополнительного подъемного оборудования для вывешивания автомобиля при установке на опорные подставки и разборкой перед правкой. Необходимо также перемещать продольную балку и в связи с этим переналаживать расчалочные цепи и приспособления для изменения направления правочного усилия. Всё это, а также неудобство работы под автомобилем снижает эффективность использования установок подобного типа.

Система для правки и контроля кузова может состоять, например, из установки для ремонта и контроля итальянской фирмы Celette Metro 2000 (рисунок 1.2) и установки для правки кузова Celette Premier (рисунок 1.3). Такая система предназначена для производства особо сложного ремонта кузовов и высокоточного контроля геометрии кузовов.

Рихтовочный стенд Celette Premier в совокупности с измерительной системой Celette Metro 2000 предназначен для ремонта кузовов и контроля геометрии кузова, и представляет собой передвижную рамную конструкцию. На верхней поверхности рамы могут монтироваться съёмные опорные кронштейны (рисунок 1.4), на которые устанавливается кузов (контрольными точками).

Совпадение отверстий кронштейнов с соответствующими точками лонжеронов и пола кузова показывает, что точки крепления шасси расположены правильно.

На боковых поверхностях рамы смонтированы регулируемые по высоте стойки с зажимными приспособлениями, закрепляемыми за пороги кузовов. Высота стоек меняется за счет изменения положения упорных гаек стоек.



Рисунок 1.2 - Установка для правки и контроля кузова

а) Измерительная система для и контроля кузова Celette Metro 2000 , б) Установка для правки кузова Celette Premier в сборе с измерительной системой для и контроля кузова Celette Metro 2000



Рисунок 1.3 - Установка для правки кузова Celette Premier

Ремонтируемый кузов автомобиля с помощью грузоподъемного механизма устанавливается на опорные приспособления или боковые стойки, закрепленные на раме. В случае несовпадения кронштейнов с установочными местами (точками) на кузове производят закрепление на одном или нескольких кронштейнах, при этом производят дополнительное закрепление кузова при помощи выдвижных боковых стоек.



Рисунок 1.4 - Съёмные опорные кронштейны

После закрепления кузова на кронштейнах или боковых стойках освобождают грузоподъемный механизм транспортируют установку с кузовом в зону ремонта.

Силовое устройство представляет собой трехшарнирный силовой рычаг с гидравлическим приводом. Он состоит из балки, соответственно силового рычага, рабочий ход которого осуществляется гидроцилиндром, поворотной балки, зажимного приспособления, набора приспособлений для правки. Техническая характеристика стенда Celette Premier приведена в таблице 1.1

Угол наклона стрелы и угол поворота балки ступенчатые с фиксацией стопором. Устройство закрепляется в требуемом месте за раму, и с помощью гидроцилиндра и набора приспособлений производится правка деформированных частей кузова и исправление геометрии основания до совпадения контрольных точек на кузове и всех кронштейнов на раме.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика стенда Celette Premier

Параметр	Единица измерения	Значение
Максимальное усилие вытяжки	т	10
Рабочий ход штока силового цилиндра	мм	120
Перемещение штока силового цилиндра за один рабочий ход насоса	мм	1,4
Максимальное усилие на рукояти насоса	кгс	20
Угол поворота поворотной балки	град.	$\pm 45^\circ$
Угол поворота стрелы	град.	$\pm 45^\circ$
Ширина	м	1,77
Длина	м	5,93
Масса	кг	1500

К группе стендов для правки кузовов, требующих фундаментальных работ относятся стенды, основу которых составляет рама, изготовленная из профилированной стали и забетонированная в полу. Примером служит правочный стенд фирмы Blackhawk Korek.

Korek - это стапельная рама, монтируемая в пол. Она предназначена для крепления и выпрямления цельнокузовных и рамных автомобилей. Korek рассчитан на выправление ударов любой сложности.

Рама Korek состоит из модулей. На одном модуле может располагаться один автомобиль. Модули можно присоединить один к другому. Количество модулей обуславливается производственной необходимостью. Размеры однопостовой рамы 3980x6522x100 мм. Рама размещается в прямке, выставляется по горизонтали заподлицо с полом и заливается бетоном плотностью 350 кг/см. Вмонтированная в пол рама KOREK совершенно не занимает места в цеху, что имеет большое значение для небольших кузовных

цехов. Установка автомобиля осуществляется подкатным домкратом высокого подъёма или встроенным подъёмником. Автомобиль крепится на раме с помощью 4 стоек, которые обеспечивают жесткую фиксацию кузова, что очень важно для эффективной работы. Стойки Power Lok жёстко крепятся к раме при помощи клиньев. На них закрепляется любой цельнокузовной автомобиль, в том числе Mercedes и BMW (стандартные зажимы можно заменить на специальные, под определённые модели). При помощи одного подкатного домкрата автомобиль легко устанавливается на них на высоте 700 мм. Стойки Power Lok не загромождают рабочее пространство вокруг а/м и оставляют свободный доступ к контрольным точкам. На рисунке 1.5 изображен правочный стенд фирмы Blackhawk Korek [1].



Рисунок 1.5 – Общий вид стенда фирмы Blackhawk Korek

К автомобилю, установленному на раме KOREK, можно прикладывать усилие в 10, 20, 30 и более тонн. К однопостовой раме поставляются комплекты векторных выпрямителей. Комплекты состоят из гидроцилиндра мощностью 10 тонн, гидropневматической помпы, удлинителей и др. аксессуаров и взаимодополняют друг друга. Выпрямители крепятся на настенных щитах, что облегчает доступ к ним и позволяет легко проверить их комплектность в любой момент. Рама, вмонтированная в пол, стойки и щиты с векторными выпрямителями на стене представляют собой полноценный стапель, который не занимает места в цеху; любой удар поддаётся выправлению на раме, так как



на ней можно применять самые разные комбинации тянущих и толкающих усилий и концентрировать их на минимальной площади.



Рисунок 1.6 – Стойки Power Lok

В качестве альтернативы стенду Blackhawk Korek можно использовать систему анкерных стаканов Blackhawk Mitek (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 - Система анкерных стаканов Mitek

Система анкерных стаканов Mitek основана на анкерных стаканах, утапливаемых на глубину 15 см в бетонный пол по периметру автомобиля в 1 - 2 кольца. Они служат для крепления автомобиля на стойках и для фиксации цепи при вытягивании-толкании. Их можно устанавливать так, как того требуют условия кузовного цеха и типы выполняемых работ. На стойках можно крепить как рамные, так и цельнокузовные а/м (необходимы соответствующие зажимы). Силовые тележки позволяют толкать и тянуть (мощность - 10 тонн) в любых направлениях на высоте до 2,4 м. Анкерные стаканы легко вынимаются из гнезд и могут быть установлены в другом месте. Преимущество Mitek перед Korek в том, что его можно переносить и устанавливать в новом месте. Однако тянуть и толкать участки кузова можно только из некоторых определённых

положений, а не в любом месте, как на раме Korek. Стандартный комплект состоит из 12 анкерных стаканов, силовой тележки, гидронасоса и аксессуаров.

К группе станков, оборудованных подъемниками (а их очень много) можно отнести подъемно-выправочный стапель Multirack 2000 (рисунок 3.8).

Подъемно-выправочный стапель Multirack 2000 - это универсальный многофункциональный стапель для выправления кузовов автомобилей. Совместим с механической и ультразвуковой измерительными системами Р-188 и Shark. Обеспечивает подъем на рабочую высоту для арматурных, измерительных и диагностических работ. Multirack 2000 может быть оснащён тяговым выпрямителем типа Dozer (специальная модель DOZER II) или векторным выпрямителем Mangusta III (UR 25), либо и тем, и другим одновременно. Предусмотрена возможность установки выпрямителя под любым углом к раме. Дополнительное оснащение: лебёдка с ручным приводом и опорная балка, оправка для приямка глубиной 205 мм.(позволяет заглубить подъёмник в пол заподлицо, что облегчит и ускорит установку а/м.), поперечная балка для подъёма подкатным домкратом, 4 подпорки, устанавливаемые на подпороговые зажимы, отбортовки для диагностических работ.

Комплектность: Подъёмник, насос, рама внутренняя и внешняя, 4 опоры с зажимом, 2 рампы для заезда автомобиля, 4 ограничителя. Технические характеристики подъемно-выправочного стапеля Multirack 2000 представлены в таблице 1.2



Рисунок 1.8 - Подъемно-выправочный стапель Multirack 2000

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет СТО

С учетом приведенных данных технологический расчет необходимо выполнять для парка условно обслуживаемых на СТО автомобилей по формуле:

(2.1)

где – парк автомобилей региона, шт;

- коэффициент обрабатываемости, учитывающий число владельцев автомобилей, пользующихся услугами СТО. По оценке экспертов, для отечественных автомобилей  $K = 0,45...0,60$ , для автомобилей иностранного производства  $K = 0,75...0,85$  [4,6]

Приняты исходные данные, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Годовое количество условно обслуживаемых на станции автомобилей, $N_{\text{СТО}}$ шт.	Среднегодовой пробег автомобиля $L_T$ км.	Число рабочих дней в году, $D_{\text{раб.г.}}$	Продолжительность смены, $T_{\text{см. ч.}}$	Число смен
300	17000	305	8	1

### 2.2 Расчет годового объема работ по ТР

Годовой объем работ СТО может включать услуги (работы) по ТР, уборочно-моечные работы, работы по приемке и выдаче автомобилей, работы по противокоррозионной обработке кузовов автомобилей и их предпродажной подготовке приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Трудоёмкости ТР автомобилей на СТО

Тип СТО и подвижного состава	Удельная трудоёмкость ТР чел.-ч/1000 км	Разовая трудоёмкость на один заезд по видам работ, чел.-ч		
		ТР	Мойка и уборка	Приёмка и выдача
Городские СТО легковых автомобилей:				
особо малого класса	2,0	—	0,15	0,15
малого класса	2,3	—	0,20	0,20
среднего класса	2,7	—	0,25	0,25



Трудоёмкости могут быть скорректированы при соответствующем обосновании.

Годовой объем работ ТР проектируемой СТО рассчитывается по формуле [10]:

$$T_{TP} = \frac{N_{СТО} \cdot L_T \cdot t}{1000}, \quad (2.1)$$

где  $N_{СТО}$  - годовое количество условно обслуживаемых на станции автомобилей, шт;

$L_T$  - среднегодовой пробег автомобиля, км;

$t$  - удельная трудоемкость ТР, чел.-ч/1000 км. (таблица 2.1).

$$T_{TP} = \frac{300 \cdot 17000 \cdot 2,3}{1000} = 10275,48 \text{ чел.ч}$$

Годовой объем уборочно-моечных работ рассчитывается по формуле:

$$, \quad (2.2)$$

где - число заездов в год на УМР;

- средняя трудоемкость УМР, чел.-ч.

Уборочно-моечные работы на СТО выполняются непосредственно перед ТР. В этом случае число заездов на УМР принимается равным числу заездов обслуживаемых в год автомобилей, т.е.

чел.-ч

Годовой объем по приемке и выдаче автомобилей рассчитывается по формуле:

где - разовая трудоемкость одного заезда на работы по приемке и выдаче автомобилей, чел.-ч;

чел.-ч

Результаты расчета годовых объемов работ приводятся в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Годовые объемы работ, чел.-ч

Виды воздействий			Общий годовой объем работ, Т
ТР, $T_{ТР}$	УМР, $T_{умр}$	Приемка и выдача авт., $T_{пв}$	
10275,48	520,56	520,56	10380,6

Годовой объем вспомогательных работ (в чел.-ч).

Кроме работ, приведенных в таблице 2.3 на СТО выполняются вспомогательные работы, в состав которых в частности входят работы по ремонту и обслуживанию технологического оборудования, оснастки и инструмента различных зон и участков, содержанию инженерного оборудования, сетей коммуникации, обслуживанию компрессорного оборудования и др. Объем этих работ составляет 10...15% от общего объема работ СТО [10]:

$$\text{чел.-ч} \quad (2.3)$$

### 2.3 Расчет численности рабочих

Технологически необходимое (явочное) число производственных рабочих  $P_T$  и штатное  $P_{ш}$ , рассчитывается по формулам:

$$\text{—} \quad (2.4)$$

$$\text{—} \quad (2.5)$$

где - годовой объем работ, чел.-ч;

$\Phi_T$  и  $\Phi_{ш}$  - соответственно годовой фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе и штатного рабочего, ч.

Для специальностей с вредными условиями труда установлены фонды  $\Phi_T=1780$  ч и  $\Phi_{ш}=1560$  ч (35 ч продолжительность недели и 24 дня отпуска). Для всех других специальностей  $\Phi_T=2020$  ч и  $\Phi_{ш}=1770$  ч (40 ч продолжительность недели и 24 дня отпуска).

Результаты расчёта общей численности, производственных рабочих СТО (ТР, УМР, приемка и выдача автомобилей) приведены в таблице 2.4 [4].

Таблица 2.4 - Результаты расчета общей численности производственных рабочих СТО по видам работ и месту выполнения

Вид работ	Объем работ ТР выполняемый		Численность производственных рабочих							
	на рабочих постах	на производств. участках	На рабочих постах				На производственных участках			
			Р <sub>т</sub>		Р <sub>ш</sub>		Р <sub>т</sub>		Р <sub>ш</sub>	
			расч.	прин.	расч.	прин.	расч.	прин.	расч.	прин.
Диагностические	2055,1		1,02	1	1,16	1	-	-	-	-
Кузовные и арматурные	3082,5	1027,6	1,52	2	1,74	2	0,5	1	0,6	1
Окрасочные	4110,2		2,3	2	2,6	3	-	-	-	-
Приемка и выдача	52,56		0,03	-	0,03	-	-	-	-	-
УМР	52,56		0,03	1	0,03	1	-	-	-	-
Итого				6		7		1		1

Принятая итоговая численность рабочих устанавливается в пределах округления расчетного значения до целого числа.

Численность вспомогательных рабочих

—

—

## 2.4 Расчет числа постов

Посты по своему технологическому назначению подразделяются на рабочие и вспомогательные.

Рабочие посты - это автомобильные места, оснащенные соответствующим технологическим оборудованием и предназначенные для технического воздействия на автомобиль, поддержания и восстановления его технически исправного состояния и внешнего вида (посты УМР, диагностирования, ТР, кузовных, окрасочных работ) определяются по следующей формуле [4,10].

где - годовой объем постовых работ, чел.-ч;

- коэффициент неравномерности загрузки постов (1,15);

- число рабочих дней в году;

- продолжительность смены, ч;

С - число смен;

- среднее число рабочих на посту (0,9... 1,1 чел.);

- коэффициент использования рабочего времени поста (0,85...0,90).

Для расчета числа рабочих постов ТР принимаем  $\alpha = 1,15$  и  $\beta = 1,0$  чел.

Результаты расчета числа постов ТР по видам работ приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Результаты расчета числа рабочих постов ТР по видам работ

Вид работ	Годовой объем работ, чел-ч	Число рабочих постов	
		Расчетное	Принятое
Диагностические	2055,1	1,05	1
Кузовные и арматурные	3082,5	1,69	2
Окрасочные	4110,2	2,13	2
Итого	9247,8	4,97	5

Диагностические работы предлагается проводить на посту по кузовному ремонту.

## 2.5 Определение состава и площадей помещений

Состав и площади помещений определяются размером станции обслуживания и видами выполняемых работ. На данном этапе площади рассчитываются ориентировочно по укрупненным удельным показателям. В последующем, при разработке вариантов планировочного решения СТО, площади помещений уточняются.

Площади СТО по своему функциональному назначению подразделяются на:

- производственные (зоны постовых работ, производственные участки);
- складские;
- технические помещения (компрессорная, трансформаторная, электрощитовая, водомерный узел, тепловой пункт, насосная и др.);
- административно-бытовые (офисные помещения, гардероб, туалеты, душевые и т.п.);
- помещения для обслуживания клиентов (клиентская, бар, кафе), помещения для продажи запчастей и автомобильных принадлежностей;
- помещения для продажи автомобилей (салон-выставка продаваемых автомобилей, зоны хранения и др.).

Производственная площадь, занимаемая рабочими и вспомогательными постами, автомобильных мест ожидания и хранения определяется следующим образом [4]:

(2.7)

где  $S_{\text{пост}}$  - площадь, занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам),  $\text{м}^2$ ;

- число постов;

- коэффициент плотности расстановки постов.

Коэффициент представляет собой отношение площади, занимаемой автомобилями, проездами, проходами, рабочими местами, к сумме площадей проекции автомобилей в плане. Значение зависит в основном от расположения постов. При одностороннем расположении постов  $K_{\text{пл}} = 6 \dots 7$ , при двухсторонней расстановке постов  $K_{\text{пл}} = 4 \dots 5$ .

Ориентировочно площадь производственных участков можно определить по площади, занимаемой оборудованием и автомобилем умноженным на коэффициент плотности его расстановки.

(2.8)

где – суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования,  $\text{м}^2$ ;

– коэффициент плотности расстановки оборудования.

Исходя из имеющегося опыта проектирования СТО площадь технических помещений может быть принята из расчета 5... 10%, а складских 7... 10% от площади производственных помещений.

Площадь административно-бытовых помещений на одного работающего зависит от размера станции и примерно составляет: для офисных помещений 6...8  $\text{м}^2$ , для бытовых - 2...4  $\text{м}^2$ .

Площадь помещений для обслуживания клиентов (клиентской, продажи автомобилей, запасных частей, и др.) устанавливается индивидуально, исходя из размера станции и конкретных условий, определяемых заказчиком (инвестором).

При прочих равных условиях площадь этих помещений будет зависеть от количества одновременно находящихся в них клиентов.

Площадь, занимаемая рабочими постами на данном этапе расчета (принимается двухстороннюю расстановку постов):

Общая производственная площадь (рабочих постов и участков):

$$\text{м}^2$$

Площадь участка по кузовному ремонту и диагностированию:

$$\text{м}^2$$

Площадь занимаемая малярным участком (пост сухой подготовки кузова к окраске и окрасочно-сушильной камеры ОСК):

$$\text{м}^2$$

Площадь занимаемая ОСК.

$$\text{м}^2$$

Площадь технических помещений:

Принимаем из расчета 7% от общей производственной площади.

$$\text{м}^2$$

Складские помещения:

Принимаем из расчета 8 % от общей производственной площади.

$\text{м}^2$

Административные помещения:

Определяем из расчета, что в них будет работать персонал в количестве 15% от общей численности производственных рабочих и площади  $8 \text{ м}^2$  на одного работающего.

$\text{м}^2$

Бытовые помещения:

Определяем исходя из общей численности работающих на СТО (производственные, вспомогательные рабочие и служащие) и площади  $4 \text{ м}^2$  на одного работающего.

$$6,9 \cdot 4 = 27,6 \text{ м}^2$$

Площадь клиентской:

Определяем из расчёта  $2,5 \text{ м}^2$  на один рабочий пост.

$\text{м}^2$

Общая расчетная площадь помещений СТО:

$\text{м}^2$

## 2.6 Расчет площади территории

На стадии технико-экономического обоснования и при предварительных расчетах, необходимая площадь участка (в гектарах) рассчитывается по формуле [4]:

(2.11)

где \_\_\_\_\_ - площадь соответственно производственно-складских помещений, административно-бытовых помещений и открытых площадок для хранения автомобилей,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  - плотность застройки территории, %.

\_\_\_\_\_

### **3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1 Обоснование необходимости проектирования конструкторской разработки**

В хорошо оборудованном автосервисе или техцентре обязательно имеется стапель для кузовного ремонта. Он необходим для выправления кузова авто, деформированного после аварии и восстановления нормального расположения основных агрегатов и узлов автомашины. Даже мастерство жестянщика высокой квалификации не сравнится эффективностью со стапельными работами, проведенными с использованием современного автосервисного стапельного оборудования. На стапеле можно выправить даже имеющий сильные деформации кузов машины после серьезных повреждений.

Основное предназначение, которое имеет стапель для кузовного ремонта, – приложение многотонных усилий в нужных точках и в нужном направлении. Детали кузова выправляются, а структура металла остается прежней. При проведении стапельных работ сила вытяжного оборудования прикладывается в направлении, обратном деформации, что приводит к выправлению кузова. Благодаря тому что стапель одновременно использует три тяговых устройства, воздействие на металл ведется вертикально и горизонтально в трех направлениях.

Наиболее частой причиной нарушения геометрии кузова является автомобильная авария, однако в ряде случаев привести к деформации может и незначительное дорожно-транспортное происшествие, например наезд автомобиля на препятствие, попадание колеса в выбоину или яму на дороге. Даже небольшое нарушение геометрии опасно для езды. Для диагностики и одновременно для контроля над ходом восстановительных работ используются специальные компьютерные системы контроля геометрии кузова. В контрольных точках особыми датчиками производятся замеры, данные о результатах которых выводятся на экран. Система производит расчеты необходимых параметров и вычисляет усилия, которые необходимо приложить, и их направление. Технология приложения силы, обратной удару, способна



восстановить геометрию детали в совершенстве, полностью устранив деформацию. Использование стапелей позволяет сохранить структуру металла и избежать возникновения коррозии в местах производства ремонтных работ. Для любого автосервиса использование надежного стапеля, оснащенного комплектом нужного для работы оборудования и современной электронной контрольно-измерительной системой, является необходимостью, без которой невозможно произвести достаточно качественный ремонт кузова, поврежденного в аварии.

### **3.2 Назначение и устройство проектируемого стапеля**

Проектируемый стапель предназначен для правки кузова легкового автомобиля при его восстановлении после аварии. Устройство стапеля позволяет достаточно точно восстанавливать правильные формы кузова.

Стапель представляет собой сложную рамную конструкцию. Он состоит из сварной рамы, силового элемента, комплекта заездных платформ и захватных приспособлений. На рисунке 3.1 изображена рама.

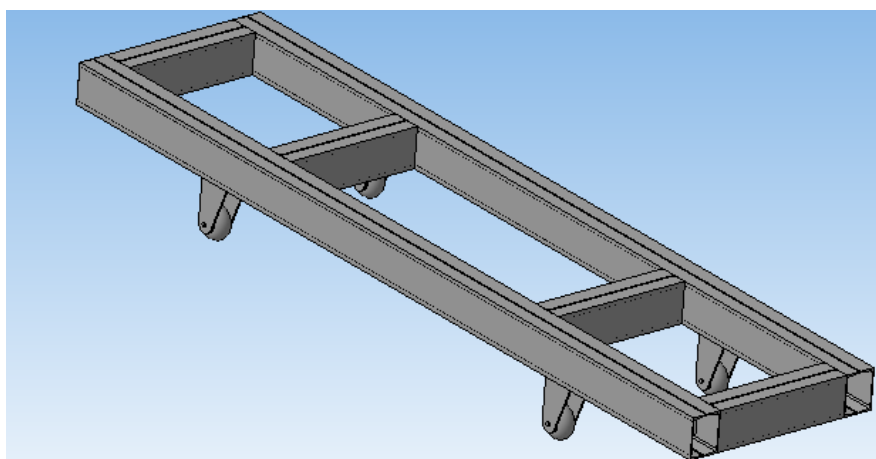


Рисунок 3.1 - Рама с поворотными колесами

Рама стапеля представляет собой сварную конструкцию, для обеспечения необходимой жесткости и в то же время компактности сваренную из двойных швеллеров. Она снабжена поворотными колесами для удобства транспортировки стапеля по кузовному цеху. Конструкция рамы позволяет

практически в любом месте устанавливать как силовой элемент, так и захватные приспособления.

На раме, для удобства эксплуатации, устанавливаются съёмные заездные платформы, которые, в принципе, позволяют устанавливать поврежденный автомобиль на стенд без использования каких бы то ни было подъёмно-транспортных механизмов. Конструкция заездных платформ позволяет устанавливать платформы на раму без использования резьбовых соединений и различных стопоров. Заездные платформы показаны на рисунке 3.2

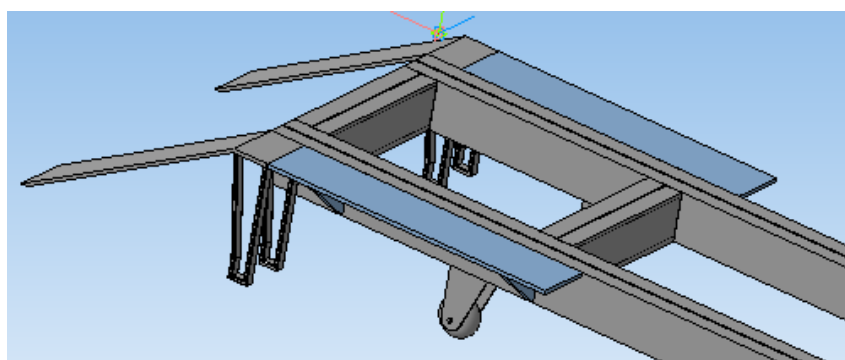


Рисунок 3.2 - Заездные платформы

Силовое устройство представляет собой трехшарнирный силовой рычаг. Рабочий ход силового рычага осуществляется под непосредственным воздействием гидравлического устройства, состоящего из гидронасоса и гидроцилиндра. Угол наклона поворотной балки (по отношению к вертикальному положению) по необходимости может быть выбран в ту или иную сторону на величину  $\pm 90^\circ$  с шагом  $15^\circ$  (13 положений). Неподвижная балка может быть при установке повернута относительно рамы на угол  $\pm 60^\circ$  с шагом  $15^\circ$  (9 положений). Всё это позволяет достаточно точно обеспечить необходимое направление приложения растягивающих усилий. Угловое перемещение рычага составляет  $30^\circ$ .

Для предотвращения выворачивания при направлениях, далеких от перпендикулярных, предусмотрен достаточно просто вставляющийся стопор, сделанный в виде вилки. Для обеспечения отсутствия сползания цепи по рычагу предусмотрена специальная гребёнка рисунок 3.3

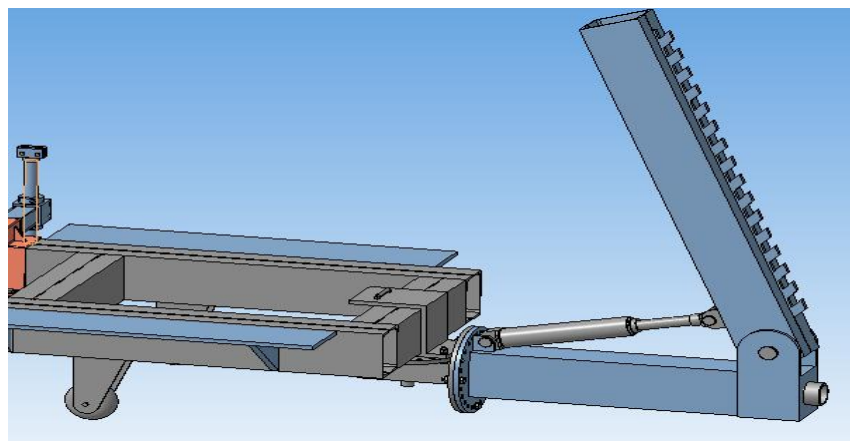


Рисунок 3.3 - Силовое устройство

Конструкция захватных приспособлений предусматривает возможность ортогональных перемещений вдоль осей XYZ, причем величина перемещения напрочь лишена дискретности возможно перемещение практически на любую величину (лишь бы хватило длины элементов или длины пролетов рамы).

Вертикальная стойка выполнена в виде винта. Упорные гайки, служащие для фиксации стойки снабжены отверстиями для воротка и могут быть использованы для установки стенда на необходимую высоту. Горизонтальная балка, как и сами скобы захвата, крепящие захват к раме, фиксируются болтами. Прижимная губа оснащена специальными шипами для продавливания порогов - для ещё более надежной фиксации автомобиля рисунок 3.4.

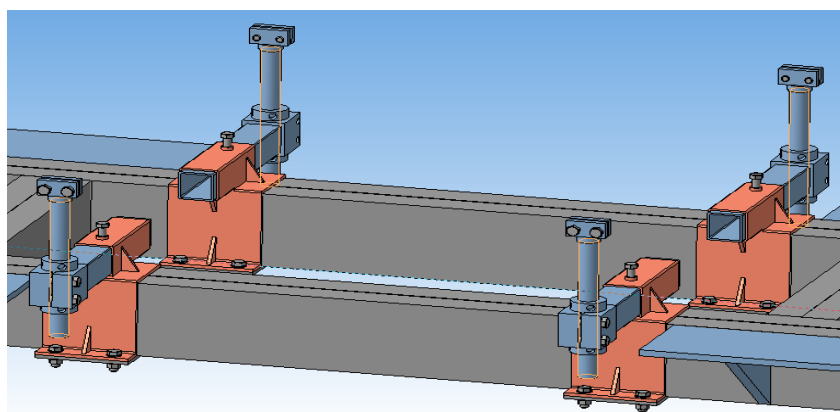


Рисунок 3.4 - Захватное приспособление

### 3.3 Порядок работы с изделием

Порядок работы с изделием приблизительно такой:

- Установить кузов на рабочий стенд, просто закатив автомобиль на него (своим ходом или с помощью лебедки). Также для этой цели можно использовать различные подъемные механизмы, например тельфер.
- Убрать промежуточные платформы для установки захватных устройств.
- Установить захватные устройства, предварительно опустив вертикальную стойку в нижнее положение.
- Затянуть стопорные болты на скобах захватов, на горизонтальной стойке и на прижимных губах моментом 100-120 Н·м
- Используя упорные гайки и специальный вороток установить кузов на требуемую высоту.
- По необходимости снять панели кузова, детали подвески, так чтобы обеспечить нормальный доступ к ремонтируемому участку.
- Определить места приложения усилия для устранения перекоса и общее направление приложения усилия (обычно это направление, противоположное направлению удара).
- Установить силовое устройство в требуемом направлении, повернув в каждом из шарниров на необходимую для обеспечения нужного направления величину. Зафиксировать положения с помощью стопоров.
- Установить стопорную пружину с помощью рычага и специального удлинителя.
- Установить ограничитель деформаций пружины.
- В требуемых местах установить захваты (зажимы).
- Закрепить цепь.
- Предварительно натянуть цепь.
- Произвести вытяжку при помощи силового устройства на необходимую величину, по возможности одновременно контролируя основные ремонтные размеры кузова.

- Снять нагрузку силового устройства.
- При необходимости произвести повторную вытяжку.
- Убрать силовое устройство, захваты, зажимы, упоры, собрать разобранные ранее элементы подвески, поставить промежуточные платформы и скатить автомобиль.

### 3.4 Расчеты элементов стенда для восстановления геометрии кузова

#### 3.4.1 Расчет основной рамы

Рама является основным элементом стенда. Именно она воспринимает основную нагрузку. От точности изготовления и жесткости рамы зависит точность измерительной системы, т. е основным требованием к раме является её жесткость. Расчет на прочность не приводится по причине того, что элементы конструкции изначально выбраны с большим запасом прочности [13].

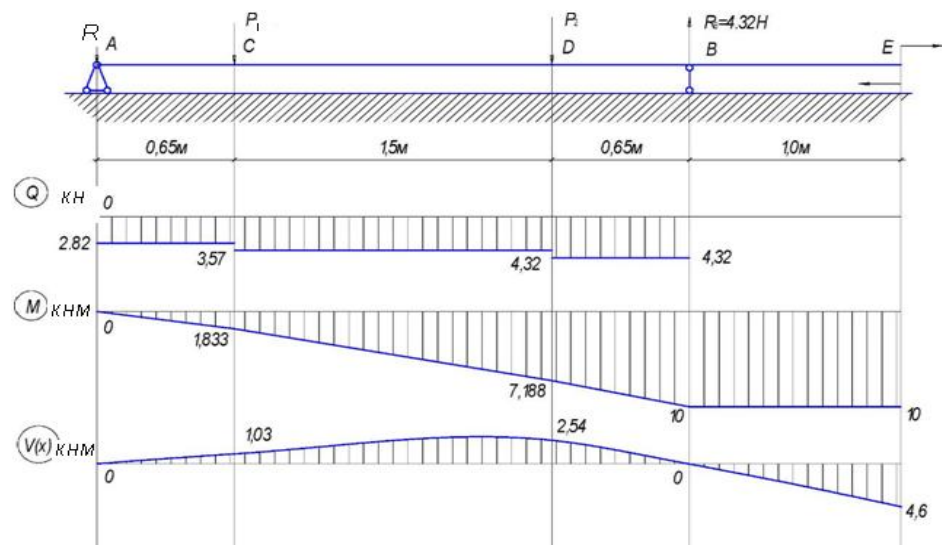


Рисунок 3.5 - Расчетная схема основной рамы и эпюры поперечных сил, изгибающих моментов и прогибов балки

На раму действуют силы:  $P_1$  и  $P_2$  - масса кузова; на консольной части рамы закреплен силовой элемент, который, вытягивая кузов создает момент  $M$ .

Определяем опорные реакции [13,15]:

$$; \quad (3.1)$$

;

$$\begin{aligned} & \text{---} \\ & \text{---} ; \quad (3.2) \\ & \text{---} ; \\ & \text{---} . \end{aligned}$$

Строим эпюру  $Q$  обычным способом по скачкам. Для построения эпюры  $M$  определяем:

(3.3)

Строим эпюру  $M$  (рисунок 3.5).

Исходя из метода начальных параметров построим диаграмму вертикальных перемещений:

Перемещение в точке  $E$  составит:

$$\begin{aligned} & \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \\ & \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \end{aligned} \quad (3.4)$$

В данной формуле начальное перемещение  $= 0$ . Определим начальный угол поворота. Учитывая, что перемещение в точке  $= 0$ , имеем:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (3.5)$$

$$\text{---} \quad \text{---}$$

Для построения диаграммы рассчитаем перемещения в некоторых точках рамы:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (3.6)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-x^2} dx = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-x^2} dx \quad (3.7)$$

необходимостью контроля размеров во время процесса вытяжки (желательно с наименьшей погрешностью). В данном разделе расчет на прочность не приводится по причине того, что элементы конструкции изначально выбраны с заведомо большим запасом прочности. Приводится только проверочный расчет на жесткость.

Расчетная схема захвата представлена на рисунке 3.6:

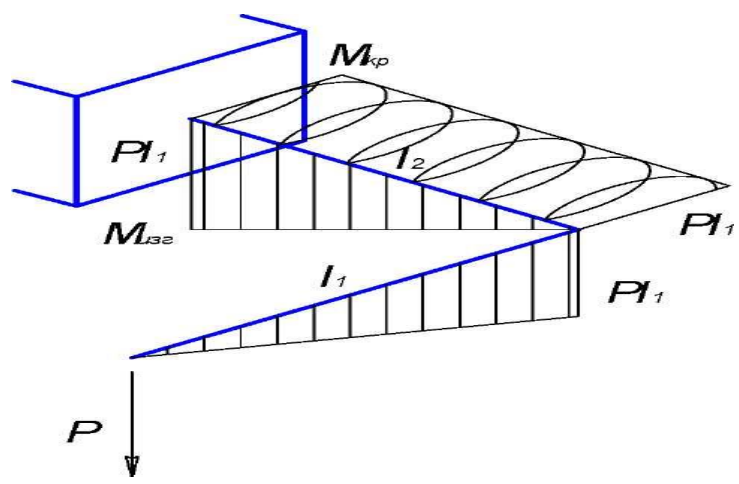


Рисунок 3.6 - Расчетная схема захвата, эпюры изгибающих и крутящих моментов

Исходные данные при расчете захвата: нагрузка на каждый захват  $P = 2500$  кг, длина вертикальной стойки  $l_1 = 24$  см, длина горизонтальной балки  $l_2 = 30$  см, диаметр вертикальной стойки  $d = 8$  см, горизонтальная балка сварена из двух швеллеров № 14 ( $I_x = 491 \text{ см}^4$ ,  $I_y = 45,4 \text{ см}^4$ ).

Определим моменты инерции сечения стойки:

(3.11)

Максимальный прогиб стойки определим по формуле:

(3.12)

Для стали модуль упругости при изгибе  $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кН/м}^2$ .  
Максимальный прогиб балки определим по формуле:

(3.13)



Максимальный угол закручивания балки определим по формуле [10]:

$$\theta_{\max} = \frac{M_{\text{кр}}}{G I_{\text{кр}}} \cdot L \quad (3.15)$$

Где полярный момент инерции определяем по формуле:

$$I_{\text{кр}} = \frac{\pi R^4}{2} \quad (3.16)$$

Для стали модуль упругости при сдвиге  $G = 8 \cdot 10^5 \text{ кН/м}^2$

Т.е. смещение на конце стойки захвата за счет кручения балки составит:

$$\Delta_{\text{кр}} = \theta_{\max} \cdot L \quad (3.17)$$

Суммарное смещение на конце стойки захвата составит:

$$\Delta_{\text{сум}} = \Delta_{\text{кр}} + \Delta_{\text{св}} \quad (3.18)$$

Т.е. данная конструкция в достаточной мере соответствует требованиям к захватным устройствам т.е. имеет достаточную жесткость для обеспечения необходимой точности измерений.

### 3.4.3 Расчет балки рамы на кручение

Необходимость проверочного расчета балки рамы на кручение обуславливается тем, что именно к ней крепится силовой элемент стенда, причем крепится консольно, а следовательно при правке балка испытывает значительные нагрузки. Для обеспечения необходимой точности измерений непосредственно во время процесса правки необходимо чтобы скручивание было минимальным. Расчет на прочность не приводится по причине того, что элементы конструкции изначально выбраны с большим запасом прочности.

Расчетная схема захвата представлена на рисунок 3.7:

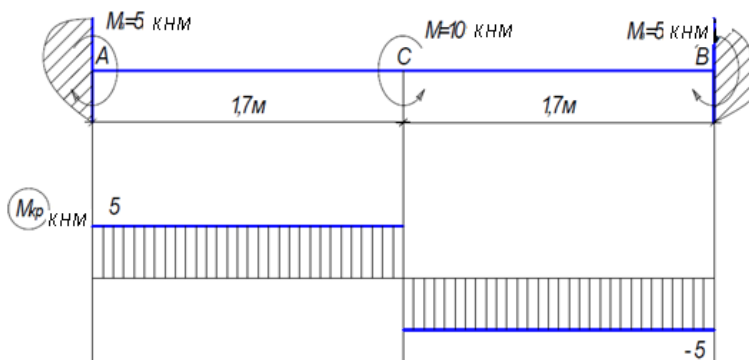


Рисунок 3.7 - Расчетная схема балки рамы, эпюра крутящего момента

Максимальный угол закручивания балки определим по формуле:

$$\text{_____} \quad \text{_____} \quad (3.19)$$

Где полярный момент инерции для швеллера №24 определяем по формуле:

$$(3.20)$$

Для стали модуль упругости при сдвиге  $G = 8 \cdot 10^5 \text{ кН/м}^2$ .

### 3.4.4 Расчет сварного шва оси центральной скобы

Необходимость расчета сварного шва оси центральной скобы на прочность обуславливается тем, что именно через неё передается основная нагрузка на раму, действующая со стороны силового элемента во время процесса вытяжки.

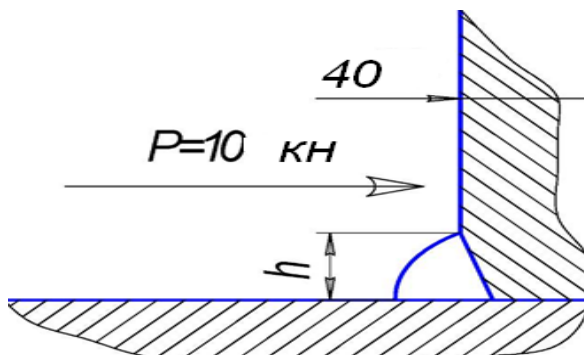


Рисунок 3.8 - Расчетная схема сварного шва.

На сварной шов с катетом  $h = 0,8 \text{ см}$  действует срезающая сила  $P=10000\text{Н}$ . Диаметр оси равен 40мм.

Рассчитаем допускаемое усилие для среза по формуле [2]:

$$(3.21)$$

где - допустимое усилие для среза, кгс;

- допускаемое напряжения для сварного шва на срез,  $\text{кН/м}^2$

- длинна сварного шва, см;

- катет сварного шва, см;

Величина допускаемое напряжение для сварного шва на срез при ручной сварке электродами АНО 4 составляет  $= 1450 \text{ кН/м}^2$  [15].

Длина сварного шва:

(3.22)

Допускаемое усилие для среза составит:

То есть условие прочности на срез выполняется.

### 3.4.5 Расчет оси рычага силового устройства

Ось изготовлена из углеродистой конструкционной стали Ст 3 ( $\sigma_{\text{т}} = 200 \text{ МПа}$ ). Размеры оси указаны на рис. 3.9. Ось нагружена силой  $P = 5 \text{ кН}$ . Коэффициент запаса прочности принимаем  $n_T = 2$ . Необходимо выполнить проверочный расчет на прочность и на жесткость [13].

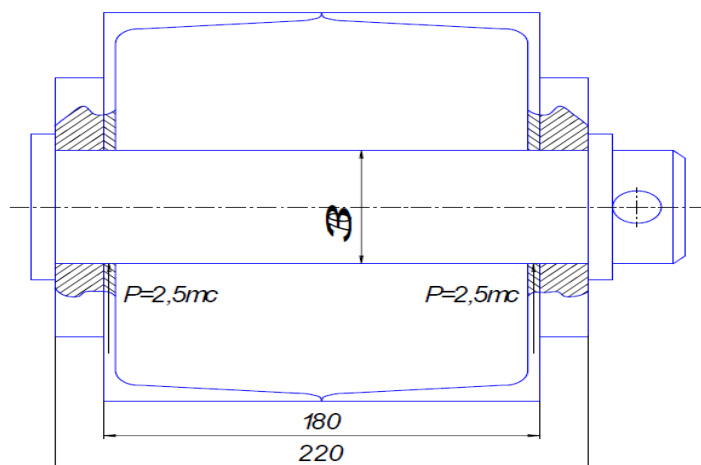


Рисунок 3.9 – Ось рычага силового устройства

Расчетная схема оси и эпюра изгибающих моментов представлены на рисунке 3.10

Момент инерции оси определяется по формуле:

(3.23)

\_\_\_\_\_

Определяем момент сопротивления для определения напряжения в точке С или D по формуле:

(3.24)

\_\_\_\_\_

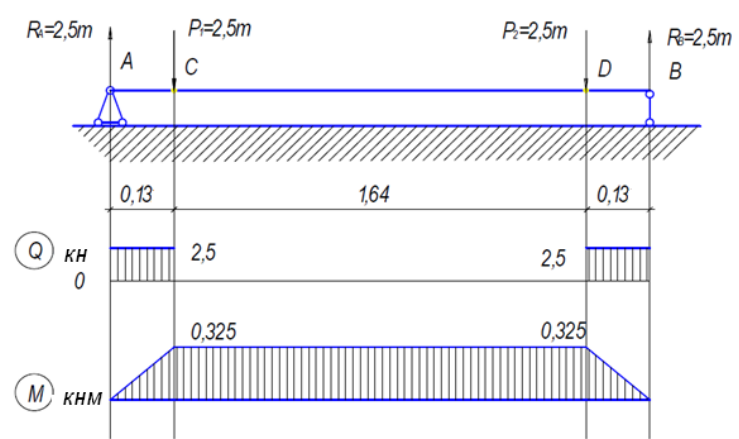


Рисунок 3.10 – Расчетная схема оси рычага и эпюра изгибающих моментов

При заданном запасе прочности допускаемое напряжение составит [2,13]:

— —

(3.25)

Номинальное напряжение в точке С или D определяем по формуле:

— —

(3.26)

Проведем проверку на прочность:

Следовательно условие прочности выполняется.

Определим прогиб. Используя для этого универсальное уравнение упругой линии для крайнего правого участка (точка В,  $x=1,1\text{м.}$ ), получаем:

— — — —

(3.27)

Из условия, что прогиб на правой и левой опорах равен нулю, получаем уравнение для определения начального угла :

— —

отсюда:

—

Для определения прогиба посередине пролета получаем выражение пролета [13]:

$$\frac{1}{48} \frac{F l^3}{E I} \quad (3.28)$$

откуда при  $E = 2 \cdot 10^7$  кн  $\text{м}^2$  и  $I = 1,1786 \cdot 10^{-6}$   $\text{м}^4$  находим прогиб оси рычага:

$$f = 0,0001 \text{ м.}, \text{ т.е. } 0,1 \text{ мм}$$

Т.е. можно сделать вывод: ось рычага силового устройства обладает достаточной жесткостью.

## **4. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

### **4.1 Общие требования по охране труда в отрасли**

Правила по охране труда на автомобильном транспорте являются межотраслевым нормативным документом, действие которого распространяется на автотранспортные предприятия независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности и частных лиц, осуществляющих перевозку грузов и пассажиров, а также на организации, предоставляющие услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств (станции технического обслуживания, авторемонтные и шиноремонтные организации, гаражи и стоянки и т.п.).

Кроме того, данные Правила распространяются на грузоотправителей и грузополучателей при перевозке автомобильным транспортом, в части требований, изложенных в подразделе настоящих Правил [11, 12].

Настоящие Правила устанавливают на территории Российской Федерации требования по охране труда обязательные для исполнения при организации и осуществлении перевозок, отдельных видов работ, при эксплуатации оборудования, подвижного состава, производственных территорий и помещений на автомобильном транспорте.

Правила определяют также меры, направленные на предупреждение воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников автомобильного транспорта.

На предприятиях, помимо настоящих правил, должны выполняться требования, установленные в нормативных актах Ростехнадзора, Госсанэпиднадзора, Госэнергонадзора, ГПС МВД России (Госпожнадзор) и других органов, осуществляющих государственный и общественный надзор.

Указанные Правила разработаны в соответствии с Основами законодательства Российской Федерации об охране труда и другими действующими нормативными и правовыми актами по охране труда [8].

## **4.2 Порядок проведения инструктажей по охране труда**

Обучение, проверка знаний и оформление допусков.

Инструктаж и обучение проводятся на основе общих и отраслевых правил и инструкций по технике безопасности с учетом конкретных условий работы.

Инструктаж проводится по следующим видам [8, 11]]:

а) Вводный инструктаж - проведение вводного инструктажа по безопасности труда со всеми принимаемыми на работу, независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, а также с командированными, учащимися и студентами прибывшими на производственное обучение или практику. Оформление вводного инструктажа производится в журнале регистрации вводного инструктажа. Он проводится при приеме на работу (производственное обучение или практику). Ответственным за проведение мероприятий назначается инженер по охране труда. Используемые руководящие документы ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ «Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

б) Первичный инструктаж - проведение первичного инструктажа на рабочем месте с каждым из работников индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда с соответствующей записью в журнале инструктажа. Он проводится перед допуском к работе. Его проводит мастер участка.

в) Повторный инструктаж - проведение повторного инструктажа работающими для закрепления знаний безопасных методов и приемов труда (индивидуально или с группой работников одной профессии) с соответствующей записью в журнале инструктажа. Он проводится один раз в три месяца. Его проводит мастер участка.

г) Внеплановый инструктаж - проведение внепланового инструктажа (индивидуально или с группой работников одной профессии) с последующей проверкой знаний. Он проводится при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда,

технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и др. факторов, влияющих на безопасность труда. При нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, отравлению. По требованию органов надзора. При перерывах в работе более чем 30 календарных дней для работающих, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования. Его проводит мастер участка.

Обучение, проверка знаний и оформление допусков к работе.

Обучение рабочих осуществляется при их подготовке, переподготовке получении второй профессии, повышении квалификации. Ответственным назначается мастер участка.

Проверка знаний рабочих, занятых на работах с повышенными требованиями безопасности, проверка знаний проводится ежегодно. Ответственным назначается мастер участка.

Оформление допуска к самостоятельной работе осуществляется по окончании стажировки. Ответственным за оформление назначается мастер участка.

#### **4.3 Система мероприятий по защите окружающей среды**

Путем применения новейших систем на кузовном участке, таких как современная окрасочно-сушильная камера, с её системой очистки и рециркуляции воздуха (высокая надежность и безопасность продукции подтверждены международным стандартом ISO9000). Позволила добиться снижения и доведения практически до нуля вредных выбросов в атмосферу.

Вывоз использованных расходных материалов, промасленной ветоши, использованной тары, и др. отходов производства. Осуществляется транспортом, с последующим сжиганием в печах [12].

#### **4.4 Система противопожарной защиты**

Организация работ, устройства, размещение и эксплуатация окрасочного оборудования должны обеспечивать пожарную безопасность в соответствии с



требованиями ППБ-01-93. Для хранения порожней тары должна быть выделена специальная площадка вне окрасочного помещения. Порожняя тара должна своевременно удаляться с территории предприятия.

Для снятия статического электричества в процессе окрашивания изделий технологическое оборудование, электрооборудование, изделия должны быть заземлены.

Запрещается:

- пользоваться для очистки камер инструментом из черных металлов и абразивным инструментом, дающим искру при трении;
- на окрасочных участках и в местах хранения красок и растворителей курить, разводить огонь, пользоваться паяльными лампами и электрическими паяльниками;

На окрасочном участке имеются следующие виды пожароопасных работ и материалов: окрасочные работы, лакокрасочные материалы, пустая тара, пары лакокрасочных материалов.

Система противопожарной защиты: окраска на малярном участке осуществляется в окрасочной камере, которая имеет свою систему противопожарной защиты. Для противопожарной защиты окрасочный пост оснащается пожарным щитом в который входят помимо других средств 2 огнетушителя ( ОУ- 8, ОП -8 ). а также один дополнительный огнетушитель( ОУ – 8) [11, 12].

#### **4.5 Физическая культура на производстве**

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость

организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д.

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая благотворное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуя устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученого и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции.

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализатора, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат.

В производственной гимнастике нужно включать специальные упражнения на разгибание туловища, наклоны, вращение в плечевых суставах, повороты, вращение туловищем и другие упражнения [17].

### **Производственная гимнастика на рабочем месте**

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих

мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности (феномен активного отдыха И.М. Сеченова). Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой

работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, длятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу [18].

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика

проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.) [17].

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше 25°C и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м<sup>3</sup>): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до

10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (гребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже чем за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками) [18].

### **Заключение**

Движение, в широком понимании этого слова, является основным биологическим раздражителем, стимулирующим процессы биологического роста и развития, поддерживающим и развивающим функциональные проявления организма. Ограниченное использование движений, характерное для режима работы людей умственного труда, нередко приводит к известной дисгармонии между нервно психическими и физическими раздражителями.

Это обстоятельство является одной из причин развития некоторых заболеваний и функциональных отклонений в системах человеческого

организма, особенно его нервной системы, что приводит к понижению общей работоспособности.

Серьезным средством предупреждения функциональных расстройств, а также устранения уже имеющихся расстройств (если они не приобрели стойкого характера) являются регулярные занятия гимнастикой.

Систематические занятия физическими упражнениями оказывают всестороннее положительное воздействие на организм человека. Основные черты этого воздействия характеризуются улучшением функциональной деятельности нервной, сердечно сосудистой и дыхательной систем и пищеварительного аппарата, стимуляцией процессов тканевого обмена и укреплением мышечной системы и приводят к повышению общей устойчивости и работоспособности организма.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

### 5.1 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки

Для оценки эффективности конструкторской разработки необходимо:

- 1) Определить затраты на изготовление предложенной конструкторской разработки;
- 2) Рассчитать себестоимость работ, выполняемых с помощью новой конструкторской разработки и существующей в производстве (или аналогом);
- 3) Определить показатели экономической эффективности конструкторской разработки.

Затраты на изготовление конструкторской разработки  $C_{\text{конст.}}$ , руб., определяются по формуле [3]:

(5.1)

- где
- стоимость покупных изделий, руб.;
  - стоимость материалов на изготовление нестандартных изделий, руб.;
  - фонд заработной платы рабочих, занятых изготовлением нестандартных изделий, руб.;
  - фонд заработной платы рабочих, занятых сборкой, руб.;
  - отчисления на социальные нужды, руб.;
  - накладные расходы, руб.

Стоимость покупных деталей, узлов  $C_{\text{пок.изд.}}$ , руб., определяется по формуле:

(5.1)

- где
- цена  $i$ -го вида покупного изделия, руб.;
  - количество единиц  $i$ -го вида изделия, руб.;
  - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы,  $k_{\text{тр}}=1,07-1,1$



Таблица 5.1– Стоимость покупных деталей, узлов

Наименование покупных изделий	Кол-во, ед.	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
1	2	3	4
Гидроцилиндр ГЦ – 160.100.1000	1	15900	15900
Швеллер №24 ГОСТ 8240-97	6	4212,2	25315,2
Болт М20 · 55 ГОСТ 15589-70	28	7,89	220,92
Болт М20 · 75 ГОСТ 15589-70	8	8,90	71,2
Шайба 20 ГОСТ 11371-78	40	2,40	96
Шайба пружинная 20 ГОСТ 13463-77	24	3,20	76,8
Ось ГОСТ 9650-80	3	45,80	137,4
Всего			41993,52

Стоимость материалов на изготовление нестандартных изделий  $C_{\text{мат.}}$ , руб., определяется по формуле:

(5.2)

- где
- вес заготовки, кг;
  - цена 1кг материала, руб.;
  - масса возвратных отходов, кг;
  - цена 1кг возвратных отходов, руб.

Таблица 5.2 – Стоимость материалов

Наименование детали	Кол-во, ед.	Марка материала	Вес, кг	Цена за 1кг, руб.	Общая стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6
Проушина вертикальной балки	2	Сталь 40	6,3	23,2	292,32

Продолжения таблицы 5.2

Проушины гидроцилиндра	4	Сталь 40	2,4	23,2	222,72
Флянец крепления	4	Сталь 40 Х	28,3	24,6	2784,72
Направляющая скоба	1	Сталь 40	41,75	23,2	968,6
Вилка стопорная	1	Сталь 40	1,7	23,2	39,44
Вилка колесная	4	Сталь 40	8,7	23,2	807,36
Пластина	4	Сталь 40	5,9	23,2	547,52
Крепление зажима	4	Сталь 45	20,1	26,5	2130,6
Балка выдвижная	4	Сталь 45	13,1	26,5	1388,6
Втулка регулировочная	4	Сталь 45	5,5	26,5	583
Винт	4	Сталь 45	8,04	26,5	852,24
Зажимы	4	Сталь 45	0,7	26,5	74,2
Заездные платформы	6	Сталь 40	81,9	23,2	11400,5
Всего					20703,2

Заработная плата рабочих, занятых на изготовлении нестандартных изделий  $ЗП_{изг}$ , руб., определяется по формуле:

(5.3)

где

- заработная плата рабочих по тарифным ставкам, руб.;
- коэффициент доплат к тарифным ставкам,  $K_{допл} = 0,3 \dots 0,4$ ;
- коэффициент, учитывающий премии,  $K_{пр} = 0,4$ ;
- коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $= 0,14$ ;
- районный коэффициент,  $K_p = 1,15$

Тарифный фонд заработной платы  $ЗП_{тар}$ , руб., определяется по формуле:

(5.4)

где – трудоемкость изготовления  $i$ -й детали, н-час;

– часовая тарифная ставка, руб.

В итоге затраты на заработную плату рабочих, занятых на изготовлении нестандартных изделий составляют

$$ЗП_{изг} = 1322,86 \cdot (1 + 0,4 + 0,4 + 0,14) \cdot 1,15 = 2951,3 \text{ руб.}$$

Определение заработной платы рабочих, занятых на сборке подъемника

Заработная плата рабочих, занятых на сборке подъемника определяется по формулам, приведенным ранее. Трудоемкость работ составит 8,2 чел-ч для рабочих 4 разряда.

Заработная плата рабочего, занятого на сборке подъемника составляет:

$$ЗП_{сб} = 8,2 \cdot 28,6 \cdot (1 + 0,4 + 0,4 + 0,14) \cdot 1,15 = 792,9 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды  $O_{соц.}$ , руб., определяются по формуле:

$$O_{соц.} = 0,262 \cdot (ЗП_{изг} + ЗП_{сб}). \quad (5.5)$$

$$O_{соц.} = 0,262 \cdot (2951,3 + 792,9) = 980,9 \text{ руб.}$$

Накладные расходы  $H_{расх.}$ , руб., определяются по формуле:

$$H_{расх.} = 1,5 \cdot (ЗП_{изг.} + ЗП_{сб.}). \quad (5.6)$$

где 1,5 – коэффициент накладных расходов.

$$H_{расх.} = 1,5 \cdot (2951,3 + 792,9) = 5616,3 \text{ руб.}$$

Смета затрат на конструкторскую разработку приведена в таблице 5.3

Таблица 5.3 - Смета затрат на конструкторскую разработку

Наименование статьи затрат	Сумма, руб.
Стоимость покупных изделий	41993,52
Затраты на материалы	20703,2
Заработная плата рабочих, занятых на изготовлении нестандартных изделий	2951,3
Заработная плата рабочих, занятых на сборке стенда	792,9
Отчисления на социальные нужды	980,9
Накладные расходы	5616,3
ВСЕГО	73038,12

Балансовая стоимость конструкторской разработки определяется:

$$C_{\text{бал}} = C_{\text{констр}} + C_{\text{м}} \quad (5.7)$$

где  $C_{\text{м}}$  – затраты на монтаж (10% от  $C_{\text{констр}}$ ), руб.

$$C_{\text{бал}} = 73038,12 \cdot 0,1 + 73038,12 = 80341,9 \text{ руб.}$$

### **Определение экономической эффективности конструкторской разработки**

Таблица 5.4 – Техничко - экономические показатели конструкции

Наименование показателей	Ед. изм.	Существ. констр.	Проект. констр.	Проект в % к аналогу
Масса конструкции	кг	1350	1612	119
Балансовая стоимость	руб	72000	80341,9	135
Кол-во обслуживающего персонала	чел	1	1	-
Норма амортизации	%	10	9	90
Норма затрат на ремонт и ТО	%	10	8	80
Срок службы	лет	4	4	100
Годовая программа	час	180	180	-
Металлоемкость	кг/ ед.	0,57	0,67	105
Фондоемкость	руб./ед.	58	95,8	165
Трудоемкость	чел.ч./ед	0,2	0,2	-
Уровень эксплуатационных затрат	руб./ед	1278,8	1174,5	91
Уровень приведенных затрат	руб./ед	4436	4350	98

Экономия эксплуатационных затрат  $\Theta_{\text{общ}}$ , руб., определяется по формуле:

$$\Theta_{\text{общ}} = Z^{\text{до}} - Z^{\text{после}} \quad (5.8)$$

$$\Theta_{\text{общ}} = 60346 - 37979,8 = 22366,2 \text{ руб.}$$

Годовая экономическая эффективность  $\Theta_{\text{год}}$ , руб., определяется по формуле [3]:

$$\Theta_{\text{год}} = \Theta_{\text{общ}} - 0,15 (K_2 - K_1), \quad (5.9)$$

где  $K_2, K_1$  – соответственно балансовая стоимость приспособления до и после внедрения, руб.

$$\Theta_{\text{год}} = 22366,2 - 0,15 \cdot 70523,1 = 11787,7 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений  $T_{\text{ок}}$ , руб., определяется по формуле:

$$\text{—} \quad (5.10)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяют по формуле [2]:

$$E_{\text{эф}} = 1 / T_{\text{ок}}$$

где  $E_{\text{эф}}$  - коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.

$$E_{\text{эф}} = 1 / 3,6 = 0,3.$$

## **ВЫВОДЫ**

В данной выпускной квалификационной работе разработана и спроектирована станция технического обслуживания автомобилей с кузовным участком.

Произведены расчеты годового объема работ, числа постов, числа основных и производственных рабочих. Выбрано наиболее рациональное оборудование для кузовного участка.

В конструкторском разделе произведен расчет стенда для восстановления геометрии кузова автомобиля .

Обоснованы мероприятия по техники безопасности на участке и правила пожарной безопасности, а также разработаны мероприятия защите окружающей среды.

Годовой экономический эффект от внедрения в производственный процесс конструкторской разработки составит 11787,7 рублей. Использование стенда в производстве позволяет снизить себестоимость ремонта, годовая экономия составляет 22366,2 рублей по сравнению с базовым вариантом. Окупаемость стенда составляет 3,6 лет.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили/ А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский - Лашков, М.Л.Насоновский, В.А. Чернышев. Под ред. А.В.Богатырева. – М.: Колос, 2001 – 496 с.: ил.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 1086 с.
3. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
4. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 340 с.
5. Диагностика электронных систем автомобиля: Практикум: Учеб. пособие для нач. проф. образования / В.Ф. Яковлев. – М.: Солон, 2005. – 272 с.: ил.
6. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
7. Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов 4-е изд., перераб. и дополн.. – М.: Наука, 2004. 535с.
8. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986.
9. Курсовое проектирование по ремонту машин. Методические указания подготовлены Жуленковым В. И., Кондратьевым Г. И., Фасхутдиновым Х.С, Муртазиным Г. Р. Казань, 1995
10. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «Колос», 2000. – 863 с.
11. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.- М.; Колос,2002. -424 с.: ил.

12. Охрана труда/Ф.М. Канарев, В.В. Бугаевский, М.А. Пережогин и др.;  
Под ред. Ф.М. Канарева. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Агропромиздат,  
1988.–351 с.: ил.
13. Федосеев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для втузов – 9-е  
изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит. 1986. –512 с.
14. Хафизов К.А. Выпускная квалификационная работа / Хафизов К.А.  
Хафизов Р.Н. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014. – 280 с.
15. Чижикова Т.В. Стандартизация, сертификация и метрология. Основы  
взаимозаменяемости. – М.: КолосС, 2003. – 240 с.: ил.
16. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / П. И.  
Шевченко – Л.: «Машиностроение», 1989. – 335 с.
17. Основы теории и методики физического воспитания: учебное пособие /  
Отв. ред. Г.В. Валеева. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010.
18. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко.  
- М.: Изд-во АСВ, 2000.- 432 с.



# СПЕЦИФИКАЦИЯ