

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 кафедры)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка стенда для проведения сборочно-разборочных работ

спортивного болида класса "Формула-Студент". Технологическая оснастка

Студент

Д.Ф. Ярославлев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Сахаров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

В рамках выпускной квалификационной работы бакалавра предложена разработка конструкции стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» в комплектации с технологической оснасткой.

Основываясь на обширном перечне литературных источников, а также на проведенном анализе отечественного и зарубежного рынков, существующих патентов и полезных моделей, автором работы была спроектирована конструкция стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» в комплектации с технологической оснасткой. В графическом редакторе Компас-3D смоделирована 3D модель стенда, которая затем была конвертирована в сборочные чертежи конструкции стенда. Составлено руководство по эксплуатации стенда.

ВКР состоит из четырех разделов.

В первом разделе рассмотрены различные виды технологической оснастки, применяющейся при изготовлении и выполнении сборочных операций.

Во втором разделе предложено техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, составлено руководство по эксплуатации.

В третьем разделе рассмотрены меры безопасности при выполнении сварочных работ, а также представлен технологический процесс сварки деталей рамы спортивного болида.

В четвертом разделе приведен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

Общий объем работы составляет 56 страниц, включающих в себя 18 рисунков, 4 таблицы, 20 источников, 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Состояние вопроса .....	8
2 Конструкторская часть .....	15
2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент».....	15
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент».....	18
2.3 Руководство по эксплуатации стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» .....	28
3 Технологический процесс .....	36
3.1 Меры безопасности при выполнении сварочных работ .....	36
3.2 Сборочно-сварочные приспособления .....	43
3.3 Технологический процесс сварки деталей спортивного болида «Формула-Студент».....	45
4 Расчет эффективности спроектированной конструкции .....	46
4.1 Определение себестоимости изготовления.....	46
4.2 Определение затрат на заработную плату.....	47
4.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.....	48
4.4 Определение общих затрат на изготовление конструкции .....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	55

## ВВЕДЕНИЕ

Технологическая оснастка представляет собой специальные средства технологического оснащения. Они дополняют оборудование, для того чтобы стало возможным выполнять определённые задачи технологического процесса. В связи с увеличением доли сложных по конструкции, инновационных и наукоёмких изделий постоянно происходит увеличение номенклатуры используемого технологического оснащения производства. Всё это влияет на конечную стоимость, надёжность и качество готовой продукции.

Основные виды технологической оснастки:

– пресс-формы – их рационально использовать во время массового изготовления металлических деталей. Они могут быть различной формы и конфигурации. Высокая надёжность и долгий срок службы таких пресс-форм обеспечивается благодаря использованию современных высококачественных материалов, термической обработке, а также нанесению специального термического покрытия. С их помощью удаётся получить детали с высокой точностью;

– штампы – данные изделия относятся к более сложным и высокотехнологичным процессам. Штампы также применяются при массовом изготовлении продукции из металла;

– различные приспособления – ни одно современное и высокотехнологичное производство невозможно себе представить без данного оборудования. Закрепление и установка заготовок в оборудование, передвижение деталей, контроль, сборка и защита изделий. Это лишь малая часть тех операций, где используются самые различные приспособления и технологическая оснастка. С их помощью удаётся максимально оптимизировать весь технологический процесс изготовления продукции, а также гарантировать бесперебойную работу самого производства.

Всё это и многое другое производят специальные заводы технологической оснастки. Каждое такое предприятие выпускает конкретный вид оборудования либо же различные его виды.

Современная технологическая оснастка позволяет следующее:

- существенно снизить себестоимость готовой продукции;
- повысить производительность, а также уровень качества самой обработки;
- сократить число рабочих мест;
- поднять качество сборки металлических изделий;
- уменьшить число станков, а также производственной территории;
- существенно облегчить условия труда и сделать их безопасными.

Все существующие приспособления подразделяются на две основные категории: целевое назначение и уровень специализации. Обычный инструмент применяется для выполнения различных операций и получения различных изделий в установленном диапазоне размеров. Практически весь он изготавливается специализирующимися на этом компаниями. Специальный же инструмент и технологическая оснастка служит для выполнения определённого вида операций и получения конкретных изделий. В зависимости от технического и производственного оснащения его классификация может быть на:

- виды;
- подгруппы;
- классы;
- подклассы.

По степени механизации техническое оборудование и оснастка могут быть:

- ручными;
- автоматическими;
- механизированными;

– полуавтоматическими.

Основную группу всей технологической оснастки составляют приспособления механосборочного производства. При помощи же станков с ЧПУ удаётся выполнять сложные работы, связанные с формообразованием поверхности деталей.

Технологическая оснастка представляет собой специальные средства технологического оснащения. Они дополняют оборудование, для того чтобы стало возможным выполнять определённые задачи технологического процесса. В связи с увеличением доли сложных по конструкции, инновационных и наукоёмких изделий постоянно происходит увеличение номенклатуры используемого технологического оснащения производства. Всё это влияет на конечную стоимость, надёжность и качество готовой продукции.

Выбор системы технологической оснастки оценка экономической эффективности основываются на сравнении основных показателей – экономии и затрат, которые возникают при использовании. Сэкономить предприятию удаётся благодаря применению специальных приспособлений и снижению трудоёмкости получения готовой продукции. Выбор технологической оснастки, применяемой в производственном процессе, осуществляет исполнитель, обладающий высоким уровнем квалификации. Данный подход требует наличия соответствующих непростых организационных решений. При этом происходит описание не только основных и вспомогательных процессов, но и приёмов работы, чёткого закрепления выполняемых операций на рабочем месте и каждом участке производственного процесса.

Также при выборе оснастки необходимо обращать внимание на конструктивные особенности, характер всех осуществляемых технологических операций и максимальное использование возможностей применяемого оборудования. Для этого проводят следующий анализ:

– сравнение вариантов оснастки для выполнения тех либо иных задач;

- выбор вариантов применяемой информации;
- анализ затрат на изготовление технологической оснастки, а также её эксплуатацию на производстве;
- учёт всех требований, касающихся промышленной санитарии и техники безопасности.

Рентабельность использования приспособлений, опираясь на период изготовления изделия, определяется согласно установленным нормам, правилам и ГОСТам.

Целью ВКР является проектирование конструкции стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» в комплектации с технологической оснасткой.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

ознакомиться с различными видами технологической оснастки, применяющейся при изготовлении и выполнении сборочных операций.

- разработать техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию и составить руководство по эксплуатации;

- рассмотреть меры безопасности при выполнении сварочных работ, а также разработать технологический процесс сварки деталей рамы спортивного болида;

- провести расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

## 1 Состояние вопроса

Технологическая оснастка является важнейшим фактором успешного осуществления технического прогресса в машиностроении. В настоящее время в промышленной эксплуатации находятся свыше 25 миллионов единиц оборудования, инструментов. В настоящее время затраты по изготовлению технологической оснастки близки к затратам на изготовление металлорежущих станков.

Стремительное освоение новой продукции предопределяет создание новых приспособлений, так как смена выпускаемой номенклатуры каждый раз влечет за собой проектирование и изготовление новой оснастки или же модернизацию действующей.

Высокие затраты объясняются непосредственным влиянием технологической оснастки на эффективность труда, качество продукции и сокращение срока освоения производства продукции.

В машиностроении задача увеличения производительности труда обычно решается путем ввода в эксплуатацию нового современного оборудования. Срок полезного использования производственных станков составляет всего 6-8 лет, по этой причине наравне с передовыми высокопроизводительными станками эксплуатируются станки устарелых модификаций.

Использование научно-технической оснастки, в особенности переналаживаемой, гарантирует расширение технических функций многоцелевых станков с ЧПУ, гибких промышленных модулей и робототехнологических систем (РТС).

Производительность труда при использовании технологической оснастки можно повысить, акцентируя внимание на следующих факторах:

- сокращение времени установки и фиксации заготовки в устройстве;
- интенсивность процесса резки за счет повышения прочности, жёсткости и виброустойчивости оснастки;



– использование высокоточной технологической оснастки и, как следствие, снижение брака и подгоночно-слесарных работ;

– расширение многостаночного сервиса станков с ЧПУ методом обработки категории деталей, размещаемых в многоместных устройствах. Многостаночный сервис обычно используют в длинно цикловых автоматизированных операциях. При производстве деталей с коротким циклом обработки, рационально использовать многоместные приспособления на станках с ЧПУ.

Факторы сокращения времени работы вспомогательного производства:

– применение механизированных приводов фиксации заготовок деталей;

– создание комфортных условий работы персонала путем сокращения различных отвлекающих факторов;

– обеспечение оптимального срока подключения автоматизированных прижимов. Например, среднее время подключения гидравлического привода прижима соответствует 1 секунде, но вследствие воздействия различных факторов может достигать до 5 секунд;

– использование «маятникового» способа обработки, который предполагает совмещение времени установки заготовки на станок и времени съёма детали с основным технологическим временем;

– сокращение времени установки режущего инструмента при закреплении на приспособлении особых деталей – установок, которые широко применяются в крупносерийных и массовых производствах.

Продолжительность цикла производства оснастки средней сложности достигает до 75 дней.

Увеличение количества режимов работы, современных станков, их надёжность и долговечность связана с ужесточением требований к точности изготовления, сокращению допусков и припусков в обработке изготавливаемых деталей автомашин и прочих технологически сложных устройств.

Чистота обработанной поверхности заготовки, точность обработки металлов, в существенной степени зависят от выбранных режимов изготовления и используемой станочной оснастки. Обработывая заготовку применяя метод пробных проходов, точность изготовления полностью зависит от квалификационного разряда, рабочего. Внедрение в производство автоматических и полуавтоматических линий, полностью исключило человеческий фактор, устранило влияние уровня квалификационных знаний и опыта рабочего на точность изготовления деталей. Повторяемость размеров, качество деталей, в большей степени зависит от настройки и задания режимов обработки, точность, многократная повторяемость, на протяжении всего процесса обработки, скорость подачи, усилия зажима и прочие режимные установки.

Для сокращения времени на подготовку производства применяется система универсальных сборных приспособлений (далее – УСП), позволяющая изготавливать деталь на станках металлообработки. Набор взаимозаменяемых элементов, из которых, при необходимости собирается приспособление, без чертежей и проектирования, необходимое для выполнения нужной операции. Разнообразие элементов насчитывает более ста единиц, которые соединяются при помощи болтов, винтов, шпилек и т.д. Элементы комплекта постоянно находятся в обороте, как только обработано необходимое количество деталей, это приспособление разбирается и собирается другая компоновка, необходимая для обработки других деталей. Взаимозаменяемость и собираемость деталей в разнообразные комбинации обеспечивается конструкцией, отточенной длительной практикой. УСП комплект, без доработки, ремонта и подгонки служит десятками лет.

Многоразовое использование элементов УСП способствует высвобождению дорогостоящего оборудования, сокращает нагрузку на инструментальщиков, уменьшает расход материалов, урезает время подготовки производства, обеспечивает снабжение производства технологической оснасткой, используя один и тот же комплект.

Состав комплекта можно разделить на шесть основных групп:

К деталям первой группы – базовым деталям, относятся плиты квадратные, прямоугольные, круглые, угольники и кольца (рисунок 1.1). Эта группа имеет одинаковый размер шпоночных и Т-образных пазов для соединения с других элементами приспособления. Базовые детали чаще всего являются основанием, на котором строиться все остальная конструкция из составных элементов приспособления.

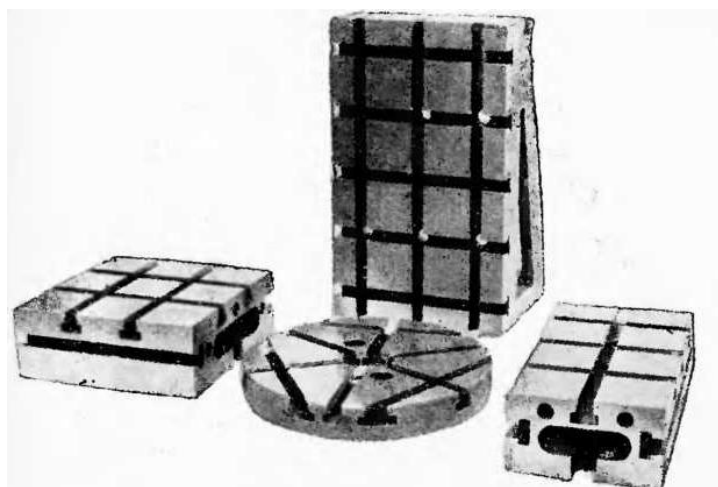


Рисунок 1.1 – Базовые детали

К деталям второй группы – корпусным или опорным, относятся элементы каркаса, подкладки, опоры, планки (рисунок 1.2). Вся группа деталей имеет крестообразно расположенный, шпоночный паз для соединения с другими элементами приспособления.

К деталям третьей группы – направляющим и установочным, относятся детали, функционально обеспечивающие требуемого позиционирования режущего инструмента и обрабатываемой детали (рисунок 1.3). Это кондукторные втулки, шпонки прямые и Т-образные, установочные диски и пальцы, фиксирующие штырьки, валики колонки.

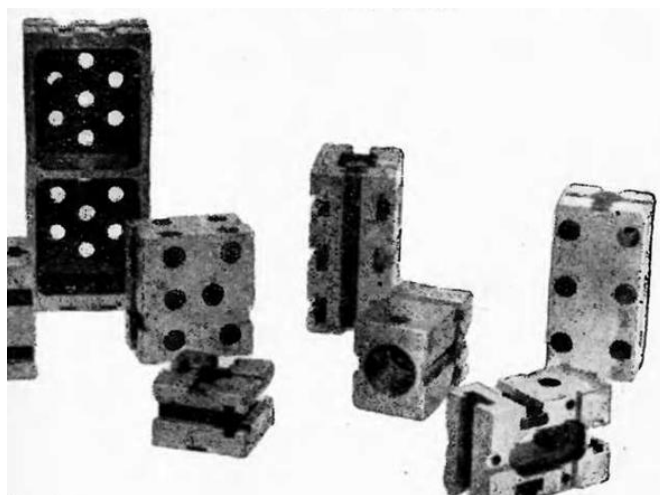


Рисунок 1.2 – Корпусные и опорные детали

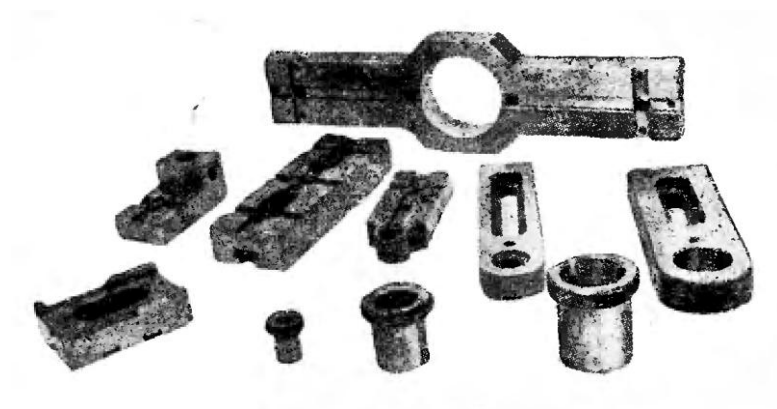


Рисунок 1.3 – Направляющие и установочные детали

К деталям четвертой группы – прижимам, прихватам, относятся детали крепления обрабатываемых деталей (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Прижим

Группа пять – соединительная функция, крепеж элементов комбинации к прижимам заготовки болты, винты, гайки, шайбы, шпонки и т.д.

Группа шесть остального назначения: планки, вилки, ушки шарнирные, центра, эксцентрики, рукоятки прижимные и т.д.

В состав комплекта УСП входят стандартизированные неразборные узлы, фиксаторы, делительные устройства, задняя бабка и т.д. (рисунок 1.5).

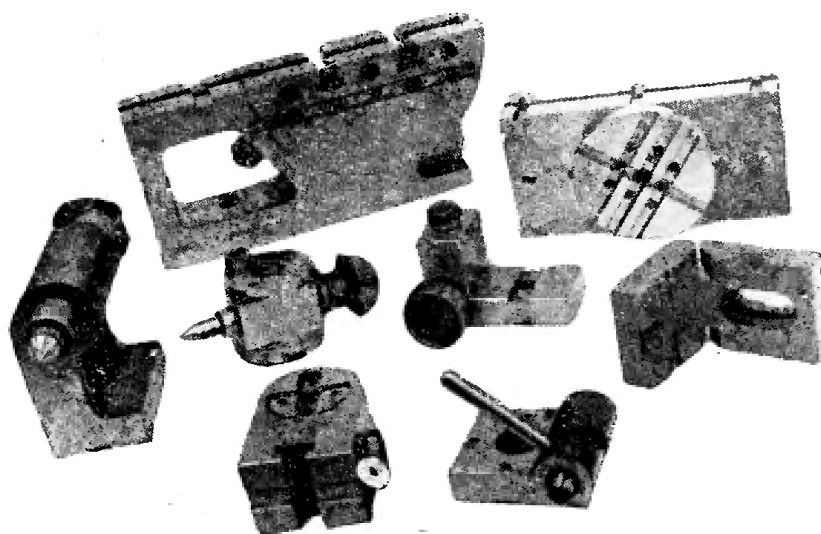


Рисунок 1.5 – Узлы стандартизированные

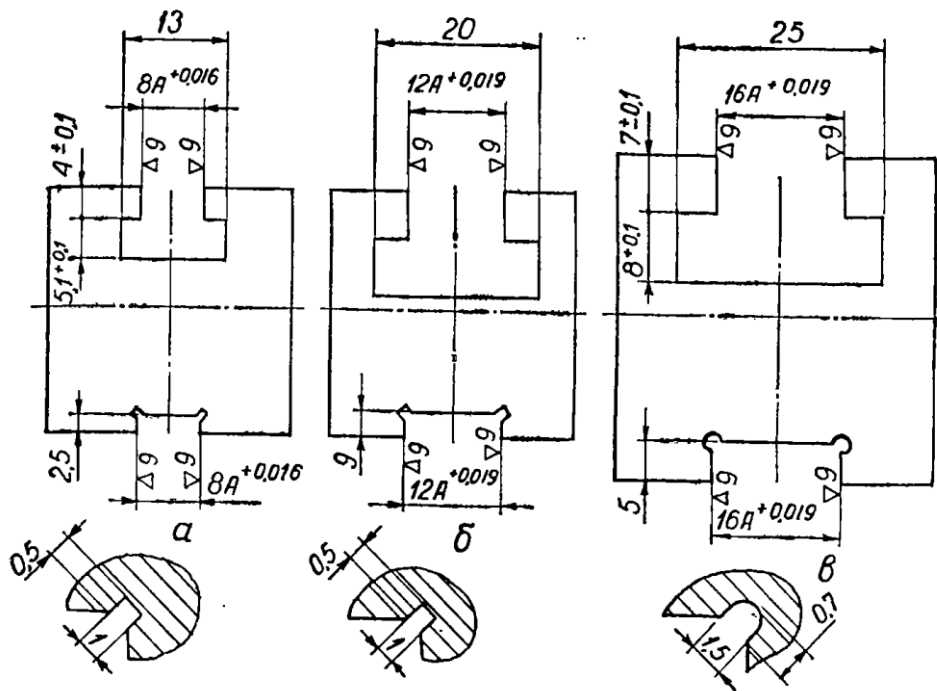
За долгие годы, опытным путем, разработаны и используются по настоящее время, три типоразмера наборов УСП, применяемых в разных направлениях производства.

Малогабаритный набор УСП, имеющий пазы шириной 8 мм (рисунок 1.6а), набор УСП среднегабаритный, пазы шириной 12 мм (рисунок 1.6б) набор УСП крупногабаритный, пазы шириной 16 мм (рисунок 1.6в).

Малогабаритный набор УСП, обработка детали размером до 200 мм, среднегабаритный набор УСП, обработка детали до 600 мм и крупногабаритный набор УСП, обработка детали до 1500 мм.

УСП применяется в радиоэлектронной и приборостроительной промышленности (малогабаритный набор), на машиностроительных

предприятиях (среднегабаритный набор) и на предприятиях тяжелого машиностроения (крупногабаритный набор).



а – малогабаритный; б – среднегабаритный; в – крупногабаритный

Рисунок 1.6 – Размеры пазов деталей УСП

Эффективность применения комплектов УСП зависит от правильности подбора дорогостоящих элементов. Количество элементов в комплекте может достигать до пятидесяти тысяч, с высоким качеством точности и чистоты.

## **2 Конструкторская часть**

### **2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент»**

Конструкция стенда для проведения сборочно-разборочных работ (далее – стапель) спортивного болида класса «Формула-Студент» должна представлять собой металлическую раму, которая позволит обеспечить подъем болида «Формула-Студент». Технологическая оснастка для стапеля должна упрощать сборку и обслуживание спортивного болида «Формула-Студент». Технологическая оснастка для стапеля функционально относится к разделу машиностроения, в частности к сборочной оснастке.

Технологическая оснастка для сборки и обслуживания спортивного болида «Формула-Студент» будет состоять из вращающейся рамки и прижимных устройств, обеспечивающих удобство при выполнении сварочных и сборочных работ.

Экспорт не рассматривается.

Задание на разработку выпускной квалификационной работы выдано, кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета.

Источниками разработки служат:

1. Испытания автомобилей, Балабин И.В., Куров Б.А., Лаптев С.А., 1988г.;
2. «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования», Бондаренко Е.В., Фаскиев Р.С. Для студентов высших учебных заведений, 2011г.;
3. Журнал «Автомобильный транспорт» 1999-2002 гг.;
4. «Справочник по сопротивлению материалов» Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В., 1988г.;
5. «Детали машин и основы конструирования», Ханов А.М., 2010г.;

6. «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», Светлов М.В., 2012г.;

7. «Ремонт машин, Технология, Оборудование, Организация», Иванов В.П., 2006г.;

Также при разработке стапеля особое внимание следует обратить на авторские свидетельства МПКG01M, B66F7/26, B60S5/00, стандарты по безопасности производства, журналы и другая техническая литература. Запуск в серийное производство не предполагается, следовательно: необязателен и поиск на патентную чистоту.

Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет.

Научно-исследовательская работа не проводилась.

К конструкции технологической оснастки предъявляются следующие условия:

– конструкция технологической оснастки не должна создавать препятствий доступа к узлам, механизмам и агрегатам болида «Формула-Студент»;

– оснастка должна быть обеспечена точностью сборки, соответствовать допускам, указанным в чертеже;

– для сокращения себестоимости изготовления конструкции, удобства и простоты возможного ремонта, необходимо максимально использовать стандартные и унифицированные крепежные элементы, узлы и агрегаты;

– оснастка должна способствовать выполнению, разработанного технологами, наиболее рационального порядка сборки и строгой последовательности нанесения сварных швов;

– конструкция не должна создавать препятствий доступа к местам прихватов и предстоящей сварки;

– обеспечить надежный контакт свариваемого изделия, силовыми зажимами;

– для обеспечения безопасной работы рабочего, конструкция не должна иметь острых кромок, заусенцев, все углы должны быть скруглены;



– конструкция оборудования и установленного болида «Формула-Студент» должна обладать достаточной устойчивостью, исключить возможность опрокидываний или смещений при выполнении любых предусмотренных монтажных и сварочных работ;

– внешний облик должен соответствовать правилам технической эстетики и подчеркивать функционал изделия. Композиционное равновесие обеспечивается симметричным расположением элементов конструкции;

– конструкция оборудования и установленного болида «Формула-Студент» должна обладать достаточной прочностью, исключающей разрушение конструкции при выполнении любых предусмотренных монтажных и сварочных работ;

– создать удобство при обслуживании и настройке внешних параметров;

– планируя эксплуатацию, включить в технологический график проведение ежемесячного обслуживания и полной проверки технического состояния оборудования;

– конструкция стенда должна быть по возможности дешева, прочна, безопасна, удобна, универсальна, технологична и проста в изготовлении;

– для ремонтпригодности стенда необходимо использовать стандартные детали автомобиля, крепёж (болты, гаки, шайбы), изготовленные в соответствии с ГОСТом.

Планируемые характеристики стенда:

- длина, мм ..... не более 6300;
- ширина, мм ..... не более 1800;
- высота, мм ..... не более 1600.

Технологическую оснастку для сборки и обслуживания спортивного болида «Формула-Студент» изготовить в единичном числе. Продажа изготовленного оборудования не рассматривается. Запуск в серийное производство не предполагается, следовательно, необязателен и поиск на патентную чистоту.

Внешний облик оснастки должен соответствовать правилам технической эстетики и подчеркивать функционал изделия. Композиционное равновесие обеспечивается симметричным расположением элементов конструкции.

К работе с оснасткой допускаются рабочие, прослушавшие специализированный инструктаж по технике безопасности и изучившие алгоритм выполнения работ.

Рабочее место, оснащенное оснасткой должно соответствовать всем нормам безопасности труда, включая пожарную безопасность и электрическую.

Для поддержания работоспособного состояния и безотказной работы оснастки, проводить обязательное техническое обслуживание не реже 1 раза в 6 месяцев.

Конструктивно оснастка должна легко разбираться и собираться для замены или ремонта вышедшего из строя узла. Транспортировка так же производится в разобранном виде: узлы и агрегаты, снимаются с рамы и упаковываются в маркированные контейнеры. Хранение должно производиться в теплом и сухом месте.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом.

## **2.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент»**

В соответствии с техническим заданием, необходимо разработать технологическую оснастку стапеля для сборки и обслуживания спортивного болида «Формула-Студент».

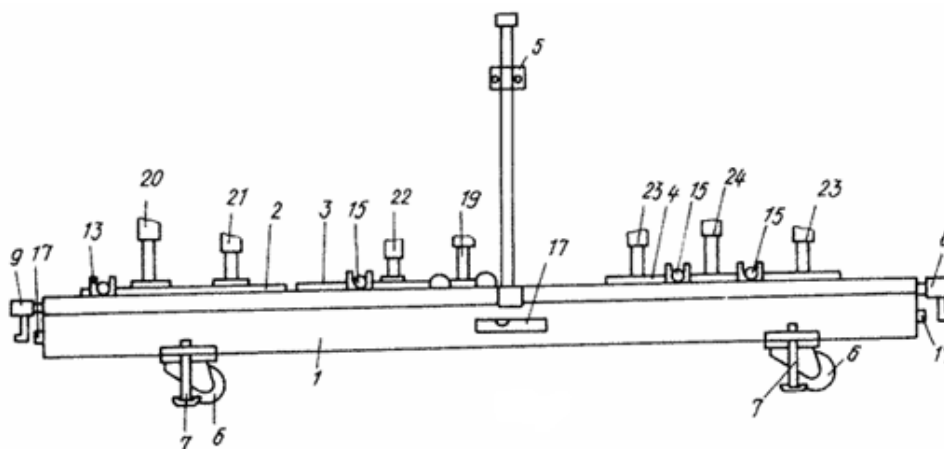
Технологическая оснастка представляет собой набор устройств, включающих в себя направляющие, зажимы, фиксаторы труб, пластин, устанавливаемых на вращающуюся рамку.

Технологическая оснастка для стапеля обеспечивает удобство при сборке и обслуживании спортивного болида «Формула-Студент».

Проведенный мониторинг аналогов показал, что имеется стапель для ремонта кузовов легковых автомобилей (патент № 1399196 СССР, МПК В60S5/00).

Ремонтный стапель для легковых автомобилей весом до 1,5 тонн (рисунок 2.1) представляет собой опорную раму 1, с подвижными вдоль рамы платформами 2, 4 и измерительной стойки 5. Опорная рама имеет колеса 6 для точного ориентирования и винтовые подъемные стойки 7. Для поступательного движения платформ 2 и 4 вдоль опорной рамы снабженной двумя рукоятками с винтовыми приводами 8 и 9. Рама 1 имеет жестко закрепленные направляющие 10, служащие для перемещения брусьев 11, с внутренней резьбой в кронштейнах 12, по которым ходят винты соответственно 8 или 9. На брусьях 11, пальцами 3 закреплены платформы 2 и 4 для перемещения вдоль опорной рамы. Для организации границ перемещения платформ есть упоры ограничители 14, для фиксации положения упоров зажимы 15, имеющие штатное место на опорной раме 1. По наружной стороне опорной рамы размечено три уровня 7, которыми контролируется установочная горизонтальность опорной рамы стапеля. Опоры 19 регулируемые по высоте, под днищем кузова, установлены на тележке 18 между платформами. На платформах 2, 3, 4 дополнительно закреплены, регулируемые по высоте шесть приспособлений (20-25) для присоединения к кузову в местах с контрольными точками. Отверстия 26 на платформах для штатной установки фиксаторов платформ 16. Мерительные шкалы, для контроля размеров кузова закреплены кронштейнами 27, на опорной раме. Комплекс мерительных шкал 5, установлен на двух горизонтально расположенных направляющих 28 и имеет П-образный вид, образованный 2-мя вертикальными 29 и 1-ой поперечной 30 шкалами, имеющие возможность перемещения каретки 31, на которых закреплены

система перпендикулярного луча 32 или шкала-щуп 33, посредством которых размечают линии реза на свариваемых частях кузова автомобиля.



1 – опорная рама; 2, 3, 4 – платформа; 5 – измерительное устройство; 6 – зажим;  
 7 – винтовая стойка; 8, 9 – винт с рукояткой; 10, 28 – направляющие; 11 – брусок;  
 12, 27 – кронштейн; 13, 14 – ограничители; 15 – зажим; 16 – фиксатор; 18 – тележка;  
 19 – опора; 20 - 25 – база; 26 – отверстия (центры); 29 – вертикальная шкала;  
 30 – горизонтальная шкала; 31 – каретка; 32 – система двойного луча; 33 – линейка щуп

Рисунок 2.1 – Стапель для кузовного ремонта легковых автомобилей

Основным недостатком устройства является его конструкционная сложность.

Следующий представитель, монтажный стенд для сборки автомобилей, имеющий одну секцию ограниченную 2-мя поперечными перегородками и 1-ой продольной, в которой размещается автомобиль. Таких сборочных постов – ячеек может быть несколько. Обслуживающий персонал располагается на площадке, соединенной с перегородками, двух стоечный подъемник, установленный в каждом сборочном посту – ячейке с электроприводом от электродвигателя.

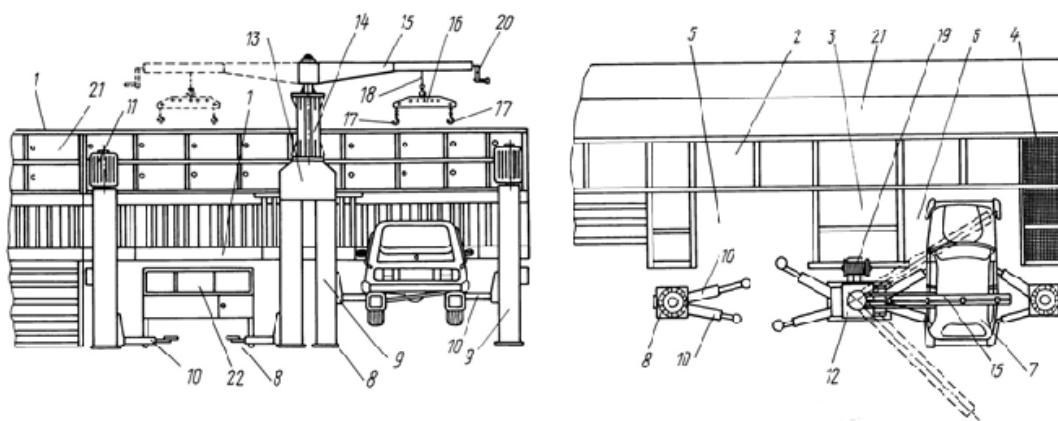
Затрудненная эксплуатация, от этого очень низкая производительность является основными недостатками этого стенда.

Описание монтажного стенда для сборки автомобилей (патент № 2023648, Российская федерация, МПК В66F7/26, В60S5/00). Монтажный стенд для сборки автомобилей (рис. 2.2), имеющий одну секцию 1, ограниченную 2-мя поперечными перегородками 2 и 1-ой продольной 3, обслуживающий персонал располагается на площадке 4, соединенной с перегородками 2 и 3 образующие два сборочного поста – ячейки 5 и 6, двух автомобилей 7. Двух стоечный подъемник 8, стойки 9 с лапами 10 для подъема автомобилей, для каждого сборочного поста – ячейки, с электроприводом от электродвигателя 11, установленного в верхней части стойки подъемника. Колонна 14, грузоподъемного устройства 12, смонтирована в перегородке 2, между сборочными постами – ячейками, соединяющие смежные стойки 9 соседних подъемников 8. Включающее в состав основание 13, стрелу 15, имевшую степень свободы в горизонтальной плоскости и обслуживая ячейку 5 и 6, образующие секцию 1. На стреле подвешена траверса 16 со сменными захватами 17, для подъема крупногабаритных агрегатов автомобиля. Ручное управление траверсой посредством троса 18 и лебедки 19, с помощью рукояти 20. Стенд оборудован двумя шкафами 21 и 22 для инструментов, установленных на разных уровнях площадки 4.

Алгоритм работы стенда.

Автомобиль, нуждающийся в ремонте или обслуживании, устанавливается в сборочный пост – ячейку 6, входящую в состав секции 1, используя двухстоечный подъемник и грузоподъемное устройство, выполняются необходимые мероприятия, применяя инструмент из разноуровневых шкафов 20 и 21.

Затрудненная эксплуатация, от этого очень низкая производительность является основными недостатками этого стенда.



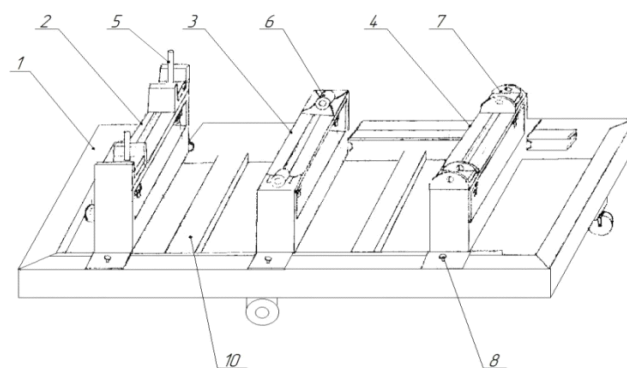
1 – Т-образная секция; 2, 3 – перегородки; 4 – верхняя горизонтальная площадка; 5, 6 – ячейки; 7 – автомобиль; 8 – подъемник; 9 – стойка; 10 – подъемные лапы; 11 – электромотор; 12 – грузоподъемное устройство; 13 – основание устройства; 14 – колонна; 15 – стрела; 16 – траверс; 17 – грузозахват; 18 – трос; 19 – лебедка; 20 – рукоятка; 21, 22 – шкаф для инструмента

Рисунок 2.2 – Монтажный стенд для сборки автомобилей

Следующий представитель, универсальный стенд-кондуктор для работ с кузовами легковых автомобилей массой до 1,5 тонн (патент на полезную модель № 70368 Российская федерация, МПКG01M) (рисунок 2.3) в составе которой пять основных элемента, рама 1, с двумя швеллерами 10, служащими направляющей для коррекции положений стоек передней 2, средней 3 и задней 4. Для обеспечения легкого и свободного перемещения, на каждой стороне стойки имеется два шарикоподшипника. Чтобы зафиксировать определенное положения стойки нужно обе лапы 9, затянуть болтами 8.

Наконечники для крепления кузова 5, 6, 7 находятся в пазах, верхних частях стоек. Выставив требуемый размер по ширине, фиксацию производим затяжкой гаек 12, 13, 15.

Первая пара наконечников 5 крепит кузов, используя отверстия подрамника, который выставляется на шпильки планок 11. Выдержка этого размера определяет точные габариты кузова для правильной установки двигателя и другого навесного оборудования.



1 – рама; 2,3,4 – стойки; 5,6,7 – наконечники крепления кузова; 8 – болт;  
9 – фиксирующие лапы; 10 – зажим; 11 – планки; 12,13,14,15 – гайки; 16,17,18 – катки.

Рисунок 2.3– Универсальный стенд-кондуктор для разборки (сборки)  
кузовов легковых автомобилей

Вторая пара наконечников 6 представляет собой расплюснутую проушину в форме цилиндра, для крепления кузова в месте крепления подобных форм проушин, задних стоек автомобиля. Для надежного крепления кузова, в наконечники 6 вставляются шкворни.

Третья пара наконечников 7 выполнена в виде опоры для крепления кузова, в точках установки верхней части серег, заднего амортизатора автомобиля. Для надежного крепления кузова, в наконечники 7 вставляются шкворни.

Для каждой марки легкового автомобиля имеется свой набор прокладок, подкладывая которые между стойками 2, 3, 4 и наконечниками крепления кузова 5, 6, 7 регулируется высота вылета стоек.

Для удобства транспортировки, универсальный стенд-кондуктор оснащен четырьмя катками: два рулевых, передний 17 и задний 16 - и два ведомых средних 18.

Алгоритм работы универсального стенда-кондуктора.

Выставляются заданные заводом внешние габаритные размеры, используя стойки 2, 3, 4, спаренные наконечники крепления кузова 5, 6, 7 и набор подкладок. Выставленное положение фиксируется затяжкой

крепёжных болтов 8 и гаек 12, 13, 15. Кран-балкой осуществляется подъем и установка кузова на стенд. Выполняются регламентные работы по ремонту или обслуживанию кузова. По окончании работ, этапы снятия кузова выполняются в обратном порядке.

Проведя всесторонний анализ выше предложенных конструкций - аналогов задания, делаем вывод: ни один из предложенных вариантов конструкции не отвечает 100%, установленным в ТЗ требованиям, следствием является необходимость разработать новую конструкцию.

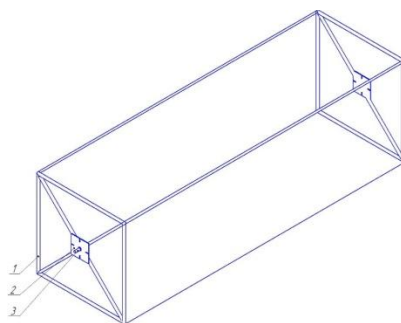
Рассмотрим некоторые варианты исполнения основных элементов технологической оснастки.

Базовая деталь технологической оснастки - вращающаяся рамка, координирует местоположение каждого элемента конструкции и обеспечивает надежную фиксацию. В техническом задании, не принципиально звучит требование к технологическому способу изготовления рамы: из прямоугольного профиля или горячекатаных уголков.

Достоинством варианта изготовления из прямоугольного профиля является, меньшая масса, как следствие меньшая себестоимость изготовления установки.

Закупаем профильную, прямоугольной формы трубу размером 20x20x2 мм в качестве базового материала для вращающейся рамки.

Составляем компоновочную схему вращающейся рамки (рисунок 2.4).

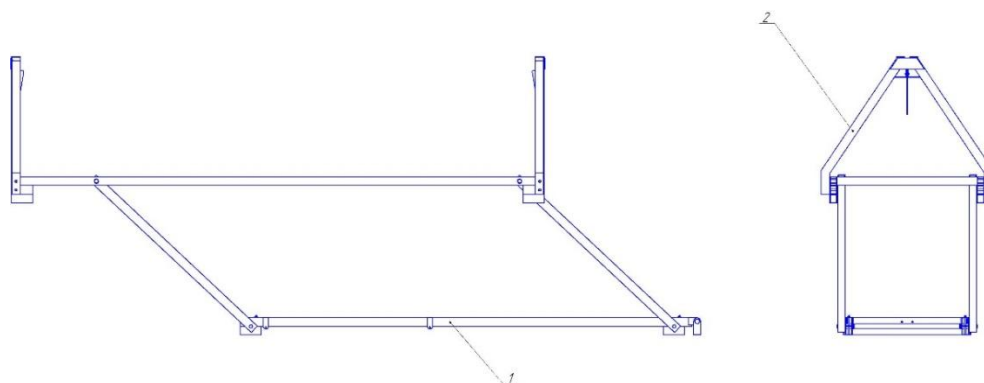


1 – рама из трубы квадратного сечения; 2 – пластина с прорезями; 3 – ось

Рисунок 2.4 – Рамка, обеспечивающая вращение



Вращающаяся рамка устанавливается на две опоры, которые в свою очередь крепятся болтами к стапелю для сборки и обслуживания спортивного болида «Формула-Студент» (рисунок 2.5). На опоре предусмотрена защелка, для фиксации вращающейся рамки.

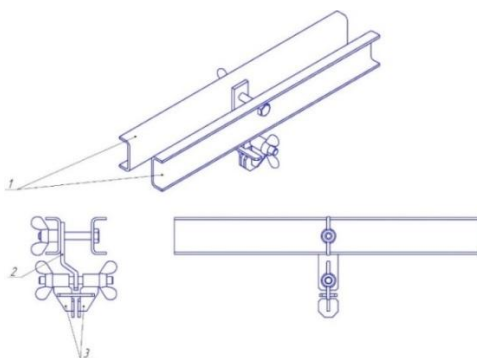


1 – стапель; 2 – опора

Рисунок 2.5 – Крепление опор для вращающейся рамки

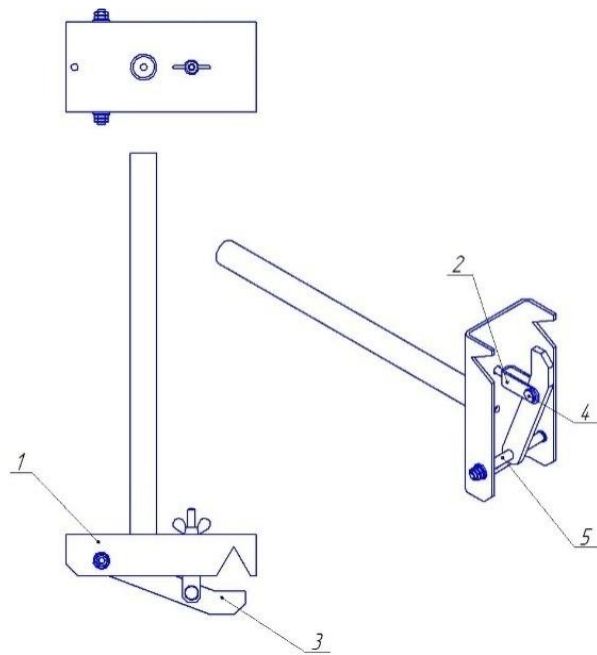
Далее рассмотрим различные приспособления, входящие в состав технологической оснастки.

На рисунках 2.6 - 2.8 показаны различные виды спроектированной технологической оснастки, применяемой в составе стапеля для сборки и обслуживания спортивного болида «Формула-Студент».



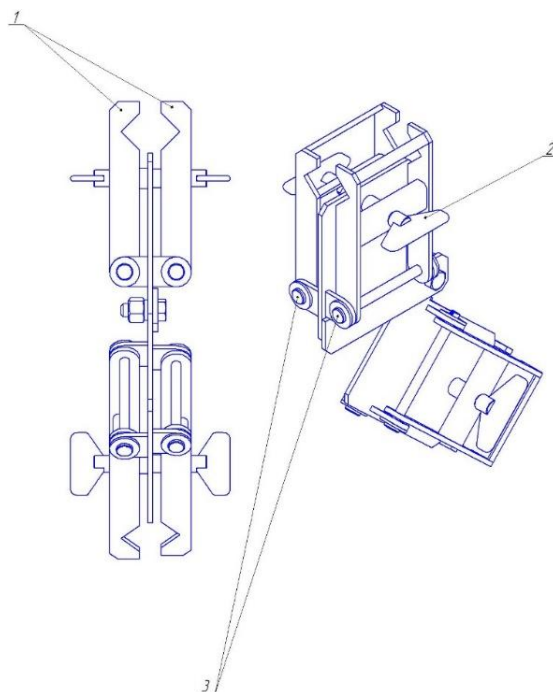
1 – П - образный профиль; 2 – лапка; 3 – губки

Рисунок 2.6 – Зажим для косынок



1 – основание; 2 – вилка; 3 – прижим; 4 – палец вилки; 5 – шпилька

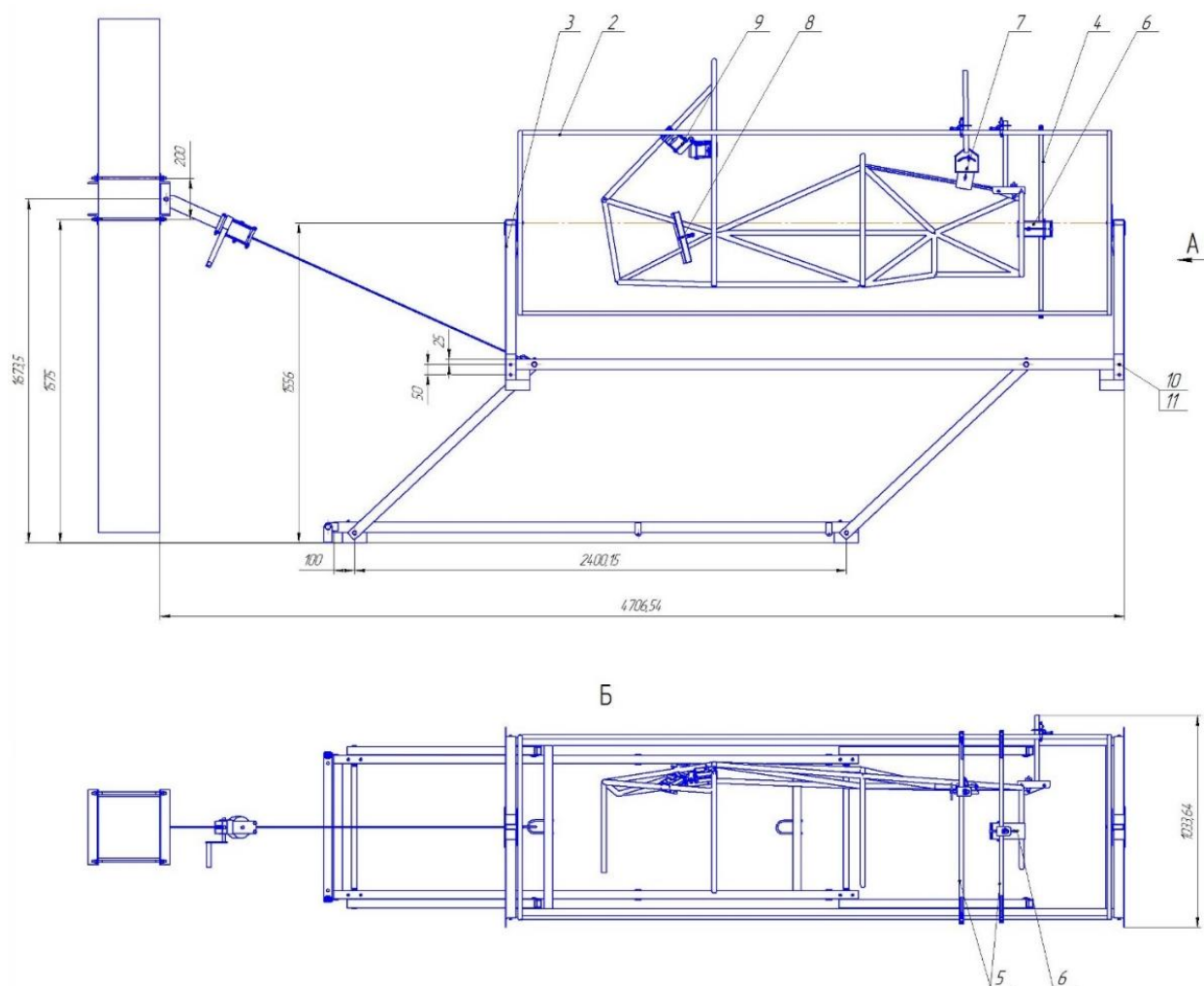
Рисунок 2.7 – Фиксатор для труб



1 – прижимы; 2 – регулировочный винт; 3 – пальцы

Рисунок 2.8 – Навесной зажим

После проектирования всех элементов технологической оснасти, составляем компоновочную схему размещения элементов конструкции на стапеле (рисунок 2.10).



1 – стапель; 2 – рамка вращающаяся; 3 – опора рамки; 4 – направляющая вертикальная; 5 – направляющая горизонтальная; 6 – фиксатор прямых труб; 7 – фиксатор наклонных труб; 8 – фиксатор пластин; 9 – фиксатор двух наклонных труб; 10, 11 – метизы

Рисунок 2.10 – Компоновочная схема

## **2.3 Руководство по эксплуатации стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент»**

Руководство по эксплуатации стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент», предназначено для ознакомления с принципом действия устройства, содержащее данные, необходимые для правильного использования и проведения сервисных работ.

Допуск к работе на стапеле получает персонал, ознакомившийся с технической документацией, выполнивший пробные работы с опытным специалистом, прослушавший общий инструктаж по тех. безопасности.

К проведению сервисных работ и мелкому ремонту стапеля, разрешается привлекать своих специалистов, знающие правила технической эксплуатации, тех. документацию и получившие, после проверки знаний специальной комиссии, квалификационную группу не ниже пятой.

Капитальный ремонт стапеля выполняется силами поставщика.

### **1 Предназначение оборудования**

Технологическая оснастка, входящая в состав стапеля предназначена для комфортного проведения работ по сборке, обслуживанию и ремонту спортивного болида «Формула-Студент. Стапель будет использоваться в гаражных условиях.

### **2 Технические данные стапеля**

- тип установки ..... стационарная;
- максимальная подъемная нагрузка, кг ..... 510;
- длина, мм ..... 6230;
- ширина, мм ..... 1750;
- высота, мм ..... 1530.

### 3 Комплектность

1) Верхняя рамка .....	1 шт.;
2) Нижняя рамка.....	1 шт.;
3) Рама опорная .....	1 шт.;
4) Направляющая .....	4 шт.;
5) Площадка подкатная.....	2 шт.;
6) Зажим для косынок .....	1 шт.;
7) Фиксатор для труб .....	2 шт.;
8) Зажим .....	3 шт.;
9) Навесной зажим .....	1 шт.;
10) Прижимное устройство.....	3 шт.;
11) Метизы .....	50 шт.;
12) Руководство по монтажу .....	1 шт.;
13) Паспорт .....	1 шт.;
14) Инструкция по эксплуатации.....	1 шт.;

Стапель должен эксплуатироваться согласно ГОСТ 15150-69 климатическое исполнение, категория размещения У5: умеренный макроклимат, эксплуатация в помещениях с навесом:

- оптимальная температура ..... от - 5 °С до +35 °С;
- атмосферное давление ..... от 570 до 800 мм.рт.ст.;
- максимальная относительная влажность ..... до 100% при +25°С.

По устойчивости к механическим воздействиям – исполнение устройств - обыкновенное по ГОСТ 12997-84.

Устройство соответствует всем требованиям, обеспечивающим безопасность потребителя согласно ГОСТ 26104, ГОСТ 12.2.007.0.

### 4 Устройство стенда

Стенд для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» состоит из следующих элементов конструкции (рисунок 2.10):

- металлической рамы, состоящей из верхней и нижней рамки;
- двух стоек с шарнирными механизмами;
- подъемного устройства;
- набора специальной технологической оснастки.

Технологическая оснастка работает следующим образом.

На вращающуюся рамку 2 устанавливаются направляющие 4 и 5, на них при помощи зажима закрепляются фиксаторы 6, 7, 8, 9 (по необходимости), служащие для правильного взаимного расположения при сборке. После закрепления деталей в оснастке, вращающаяся рамка 2 устанавливается в опоры 3 и при помощи лебедки осуществляется подъем стапеля на требуемую высоту для удобного проведения работ.

## 5 Месторасположение и установка

Стенд для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» должен использоваться в рекомендованных условиях для выполнения запланированных задач. Одно из главных требований расположения - наличие ровной горизонтальной поверхности. Стационарное место размещения под стапель, определяет покупатель, на свободные площади, учитывая нормы и правила расстановки подобного рода оборудования. Установленное оборудование необходимо заземлить проводом с сечением не менее 12 мм<sup>2</sup>.

## 6 Подготовка стенда к работе

Работа по подготовке производится в следующем порядке:

- консервационную смазку удалить с частей стапеля, при необходимости обезжирить;

- проверить надежность соединений деталей стапеля, отсутствие люфтов;

- проверить надежность соединения заземляющего провода.

## 7 Маркировка станда

Алюминиевая заводская табличка, заклёпанная на раме стапеля, несет информацию о товарном знаке и названии изготовителя, о предпочтительных технических условиях, о порядковом номере присвоенным изготовителем, о дате выпуска.

## 8 Транспортировка, хранение

Подготовка к длительному хранению и укладка разборных элементов стапеля, подшивка сопроводительной документации производится по упаковочному алгоритму. Варианты внутренней упаковки и временной противокоррозионной защиты выбирается из предложенных ГОСТ 9.014-78. Тара для транспортировки, деревянная, на экспорт, делается по стандарту ГОСТ 24634-81.

## 9 Порядок работы на станде для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент»

- установить направляющие на вращающуюся рамку;
- закрепить фиксаторы на направляющие при помощи зажима;
- закрепить детали в оснастке;
- установить вращающуюся рамку на опоры.;
- осуществить подъем стапеля на требуемую высоту для удобного проведения работ.

## 10 Безопасность при работе

1) Допуск к работе на стапеле получает персонал, ознакомившийся с технической документацией, выполнивший пробные работы с опытным специалистом, прослушавший общий инструктаж по тех. безопасности.

2) Лица, приступающие к работе на стапеле, должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты от шума (беруши).

#### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

- находится под кузовом, в процессе подъема;
- эксплуатация при отсутствующем заземлении;
- начинать работу на неисправном устройстве.

Техническое обслуживание по завершению работ:

- произвести уборку, параллельно проверив состояние болтовых соединений и состояние сварных швов;
- обязательно отключить питание стапеля.

### 11 Виды технического обслуживания стапеля

#### а) Общие рекомендации

Периодичность и порядок обслуживания деталей стапеля представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Периодичность и порядок обслуживания деталей стапеля

Сервисные периоды	Содержание методов работ	Орудия труда для обслуживания	Расходный материал
Ежедневно	Визуальная проверка состояния соединений, соответствие моменту затяжке паспортному	Гаечный, динамометрический ключи	Ветошь, моющее средство

Техническое обслуживание может быть ежедневным (раз за смену) и периодическим.

Ежедневное обслуживание стапеля проходит по ходу эксплуатации. Периодическое обслуживание подразумевает профилактику и обслуживание,



как отдельных узлов, так и целых агрегатов стапеля, с периодичностью, указанной в таблице 2.1, или в перечисленных случаях:

- после замены вышедших из строя отдельных частей и агрегатов;
- после ремонта отдельных частей и агрегатов;
- после выполнения коррекционных работ;
- после затяжных простоев в работе.

б) Ежедневное техническое обслуживание

Ежедневно силами автослесаря отработавшего на стапеле поддерживается порядок на рабочем месте, ежедневное обслуживание.

На рабочем месте всегда должен поддерживаться рабочий порядок, соблюдение этого правила, уменьшает травматизм среди персонала.

Перед началом рабочей смены, визуально проверяется состояние органов управления, надежность соединения заземляющего провода.

в) Профилактические работы

Профилактические работы для предотвращения преждевременной коррозии, проводятся ежегодно, проверяются лакокрасочные поверхности, крепления составных единиц, состояние ремней – отсутствие трещин, чистоту контактных пар и целостность изоляции, динамометром проверяется момент затяжки болтовых соединений.

Очаги начальной коррозии, следует хорошо зачистить, обезжирить и покрыть ремонтной эмалью, просушить. Визуально осмотреть ремонтный комплект стапеля и его состояние.

Соблюдать осторожность при удалении жировых масляных пятен и пыли, используя агрессивные растворители, ацетон и т.д., повреждающие приводные ремни и покрытые эмалью поверхности стенда.

Запрещается работать при температуре свыше 318°С, нагревается цепь и теряет свою паспортную прочность.

Категорически запрещено применение в работе подъемника с деформированными звеньями. Цепь должна свободно свисать, без скручивания, под собственной силой тяжести.

Фиксируя цепь на стойке силового устройства, использовать только штатный фиксатор цепи - шкворень.

## 12 Хранение узлов, механизмов и агрегатов стапеля

Разобранный стапель, еще не введенный в эксплуатацию рекомендуется хранить в транспортировочной таре отгрузившего предприятия, в закрытом хранилище с внутренней температурой воздуха 6 - 36°С и относительной влажностью до 79% (замер при температуре 20°С). В хранилище, совместно с механизмами не должны храниться агрессивные вещества: кислоты, щелочи, баллоны с газом и т.д., способствующие коррозии металлических поверхностей и повреждению изоляции.

## 13 Транспортирование узлов, механизмов и агрегатов стапеля

Важно: транспортировка производится только в транспортной таре и соответствующей требованиям:

- транспортная тара изготовлена по ГОСТ 24634-81.
- со строгим выполнением технических условий крепления и погрузки грузов;
- следуя общим специальным правилам перевозки грузов по ГОСТ 23170-78.

## 14 Гарантии фирмы-изготовителя

- стапель-стенд соответствует техническим требованиям;
- производитель, на протяжении всего гарантийного периода, при безоговорочном соблюдении режимов эксплуатации, обязуется производить бесплатный ремонт и замену, вышедших из строя деталей;
- гарантийный срок составляет, триста шестьдесят пять календарных дней;

– день вступления в гарантийный период, считается первым днем эксплуатации, или с момента приемки стапеля-стенда в пункте назначения, или с фактического получения на складе.

## **3 Технологический процесс**

### **3.1 Меры безопасности при выполнении сварочных работ**

Многие профессии на производстве, по праву считаются вредными и не безопасными, специальность газоэлектросварщик как раз относится к таким. Строжайшее соблюдение требований техники безопасности, созданных условий на производстве, может уберечь сварщика от некоторых потенциальных опасностях. Основная опасность здоровью профессии являются:

- опасное поражения электрическим током;
- опасное влияние электрической дуги на не защищенные глаза и кожу;
- получение травм от брызг расплавленного металла и раскаленного шлака;
- дыхание воздухом с ядовитыми газами, вредными окислами металлов в зоне сварных работ;
- опасность возникновения пожара от раскаленных брызг металла и шлаков;

Принимаемые меры от поражения электрическим током.

Инвертор - сварочный аппарат работает от бытовой сети, напряжением: (220В) в момент сварки, сохраняя мощность, напряжение низкое, 60-90В, а сила тока растет с увеличением частоты. Высокий ток, при низком напряжении наиболее опасное условие, для поражения током, приводящее даже к летальному исходу. Чтобы такие варианты исключить, сварочный инверторный аппарат должен быть исправен и иметь жилу заземления. Исправность проверяется визуально, состоянием изоляции токоподводящих частей аппарата: держак электрода и массы.

Технические показатели холостого хода, сварочного инверторного аппарата не безопасны от поражения током, в условиях сырого помещения, сырой обуви и сырой спецодежды. Считается безопасным напряжение 36В

для совершенно сухих помещений и от 12В и ниже - в сырости. Сварщики с недостаточным опытом и знаниями, не выполняющие меры предосторожности хоть раз да испытывали удар током, коснувшись одновременно рукой во влажных перчатках с держателем с неисправной изоляцией о свариваемую конструкцию.

Заземление вторичной обмотки, сварочного поста; отсутствие оголенных проводов, надежная защита изоляции при прокладке провода к сварочному посту; применение медных наконечников с низким показателем удельного сопротивления; сухая спецодежда, обувь, ограждение сварочного поста ширмой из негорючего материала, не при каких обстоятельствах не варить под дождем или мокрым снегом. Кратко, основные меры безопасности, выполняя которые электросварщик, может сохранить свое здоровье, и даже жизнь.

Защита функций зрения. Электрическая сварочная дуга излучает три вида лучевой энергии в процентном распределении: видимая часть спектра 15%, инфракрасная длина 70% и ультрафиолет излучает 15%.

Яркость видимого излучения, сварочной дуги  $16\ 000\ \text{кд/см}^2$ , что в десятки тысяч раз превышает безопасную дозу для глаз, даже кратковременное воздействие, может привести к серьезному заболеванию глаз.

Инфракрасное излучение повреждает сетчатку и роговую оболочку глаз, и вызвать болевые ощущения и слезотечение, последствия сходные с солнечным ожогом.

Наиболее опасное излучение ультрафиолетовое, при длительном воздействии вызывает тяжелые заболевания глаз, такие как электроофтальмия, катаракта. Первая помощь, при ожоге: промывание глаз слабым раствором несладкого чая, комнатной температуры и холодные компрессы.

Чтобы защититься от поражения световым излучением, в частности ультрафиолетовым, сварщик должен работать в защитной маске с правильно

подобранными светофильтрами, препятствующими проникновению вредного излучения.

Для работы с электродами разного диаметра, выставляется разный ток, соответственно изменяется яркость дуги, светофильтр тоже должен меняться. Чем больше ток, тем больше длина волны, тем темнее светофильтр.

Существуют светофильтры автоматического действия, так называемые маски «хамелеон», в которых экран имеет слоистую структуру из полимерных кристаллов, располагающиеся между поляризационными пленками, меняющие пропускную способность, автоматически препятствуя проникновению вредного излучения.



Рисунок 3.1 – Маска сварщика «Хамелеон»

Три параметра светофильтра маски "хамелеон" относятся настроечным.  
– степень затемнения, устанавливаемая по таблице, в зависимости от вида сварки, в интервале 9-13 DIN по европейским или С4-С8 по российским стандартам. В открытом состоянии светофильтр имеет показатель затемнения 3-4 DIN.

- чувствительность светофильтра, датчики срабатывают от излучения определенной силы, порога срабатывания маски. Их нужно настроить так, чтобы фильтр включался только от сварки, а не от свечения искр работы наждачного круга или солнечных лучей.

- временной период выдержки отключения светозащиты, необходимый, для исключения раннего открытия фильтра по окончании горения дуги сварки, когда раскаленный металл продолжает ярко светиться.

Каждую маску перед использованием нужно проверить "на свет" на наличие трещин-щелей, через которые будет проникать световой поток.

Одежда сварщика выполняется из негорючих, натуральных материалов. Синтетические ткани не могут использоваться. Наиболее распространены костюмы из брезента, спилка или замши. При варочных работах в суровых зимних условиях можно надевать суконную одежду.

Для защиты рук сварщик снабжается защитными перчатками или варежками (рисунок 3.2). Наиболее надежную защиту дают рабочие перчатки из спилка или замши. Брезент быстро прогорает, и такие перчатки нередко не выдерживают и одну смену.



Рисунок 3.2 – Краги сварщика

Обувь выполняется из различных материалов. Наиболее распространены кирзовые ботинки и сапоги. Подошва может быть резиновой или из других более современных материалов.

При выборе обуви для сварочных работ предпочтение опытные сварщики отдают подошве без сапожных гвоздей. В противном случае даже при минимальной влажности сварщик будет испытывать дискомфорт, особенно специалист с пониженным уровнем сопротивления тела.

При выполнении сварочных работ расплавленные металл и шлак разбрызгиваются, при этом брызги могут попасть на незащищенную кожу и вызвать ожог. Чтобы этого не произошло, сварщик должен быть экипирован в спецодежду, которая не тлеет, не прогорает и надежно закрывает тело от попадания брызг. Брюки должны опускаться на обувь. Нельзя работать с расстегнутым воротом или закатанными рукавами. Большое значение имеет качество рукавиц, которые должны быть изготовлены из плотного материала - спилка (вид натуральной кожи) или брезента. Лучше всего пользоваться крагами, плотно прикрывающими рукава куртки.

При проведении сварочных работ, по понятным причинам велика опасность возникновения пожара. Перед тем как начинать работать сварочным аппаратом, необходимо убедиться, что рядом нет горючих и легковоспламеняющихся веществ. На месте сварки обязательно должны находиться средства пожаротушения - вода, ящик с песком, огнетушитель. После окончания сварочных работ необходимо некоторое время (до остывания сваренной конструкции) контролировать место сварки.

Ни в коем случае нельзя варить находящиеся под давлением сосуды или трубопроводы.

Особой осторожности требует работа с емкостями, содержащими горючие и взрывоопасные вещества, или в замкнутом пространстве (металлических цистернах и т.п.). Для работы в таких условиях существуют специальные правила, которые необходимо знать и соблюдать. Например, нельзя варить, без предварительной пропарки, пустые, но когда-то



содержавшие горючие жидкости, например бензин, резервуары: баки, канистры, бочки и т.п. Применение электросварки в этих случаях чревато самыми тяжелыми последствиями в виде взрывов емкостей. Почему взрываются когда-то содержавшие, например, бензин и, казалось бы, совершенно пустые и чистые сосуды? Как известно, бензин в виде жидкости хорошо горит, взрываются же пары бензина в смеси с воздухом. Причем для взрыва достаточна очень малая концентрация паров бензина в воздухе. Внедряется же это вещество в микротрещины поверхности разных материалов очень хорошо. Если канистра когда-то содержала бензин, потом ее не раз тщательно вымыли и высушили, то это все равно не избавит ее внутреннюю часть от остатков бензина. Емкость может годами простоять пустой, а то и проваляться под всеми дождями на улице, но она все равно будет сохранять опасность взрыва. Помочь может разве что длительное выпаривание внутренности перегретым водяным паром, но делать это нужно умело. В остальных случаях взрывоопасные пары присутствуют в любых содержавших бензин емкостях, и их концентрация увеличивается при нагревании. При прогреве электрической дугой поверхности бака или канистры, молекулы бензина быстро покидают свои места в порах стенок, и концентрация горючих паров быстро возрастает, при контакте с открытым пламенем или раскаленным металлом происходит неминуемый взрыв. Опытные сварщики никогда не берутся за заваривание сомнительных емкостей, а возня с их очисткой и пропаркой многократно превосходит по трудоемкости сами сварочные работы.

#### Меры предосторожности против отравления ядовитыми газами

Многие металлы имеют в своем составе вещества, которые во время сварки образуют ядовитые газы (соединения марганца, цинка, хрома и пр.). В этом случае техника безопасности при сварке требует использования респиратора. Необходима также организация эффективной вентиляции в помещении. Существуют специальные маски с особым механизмом фильтрации, конструктивно схожие с противогазами. Есть также сварочные

шлемы с подачей воздуха извне, пригодные для выполнения работ даже под водой.

Электробезопасность при сварочных работах предписывает использование только исправного и заземленного оборудования. При таком условии поражение человека электротоком полностью исключено.

Техника безопасности требует, чтобы осветительные приборы питались от 12 В, но на практике это редко выполняется. Рабочие полностью зависят от собственников производства и выполняют их приказы, а не правила техники безопасности.

Несмотря на это, знать основные требования, обеспечивающие личную безопасность, полезно в любой ситуации. Все оборудование должно работать на холостом ходе с напряжением не более 90 В.

Смертельное напряжение немного выше – 110 В. Сила тока, величиной более 5 сотых Ампера, может стать причиной электротравмы и летального исхода.

Защитить от поражения током может применение следующих правил техники безопасности:

- все электроприборы должны иметь надежное и качественное заземление и зануление. Их выполняют из медного проводника с достаточным сечением;

- техника безопасности предписывает подключать сварочное оборудование через электрощиток к отдельному защитному автомату и прибору УЗО;

- длина проводов для подключения сварочного оборудования не должна превышать 10 м. При потребности срастить провод в месте обрыва, соединение требуется проводить с помощью специальной соединительной муфты. Провода лучше провешивать на высоте более 2,5 м, а опускать их потребителям требуется по заземленной стальной трубе. Все места прохождения проводки должны оборудоваться специальными резиновыми муфтами.

– при сварочных работах на улице или в полевых условиях техника безопасности рекомендует устанавливать сварочный аппарат под навесами или в крытых павильонах. Работы прекращаются при сильном дожде или снегопаде;

– все кабели и провода должны иметь исправную изоляцию. При значительных повреждениях и скрутках инструкция требует заменить сварочный кабель.

Своевременно принимая меры безопасности при выполнении электросварочных работ, можно полностью обезопасить себя и окружающих от удара током.

### **3.2 Сборочно-сварочные приспособления**

Сборочно-сварочные приспособления помогают решить задачу повышения производительности труда и увеличения качества сборки и сварки конструкции, а так же снизить уровень требуемой квалификации персонала, улучшить условия и безопасность труда, и понизить себестоимость конструкций (продукции).

Конструкция сварочной оснастки (приспособления) сильно зависит от ряда условий:

- тип сварки,
- габариты изделий,
- крупносерийное или мелкосерийное производство,
- необходимость дополнительного отвода тепла, создания обратного прогиба,
- механизированная или ручная сварка,
- необходимость вращения при сварке.

И это только часть пунктов, в реальности конструктор и технолог должны предусматривать ещё ряд факторов по применяемым материалам, стандартным изделиям и так далее.

Этапы разработки и подготовки документации:

- анализ свариваемого (собираемого) изделия,
- определить назначение и будущие условия эксплуатации изготавливаемой конструкции, на основании чего выбрать нормативный документ.

- определить порядок сборки деталей и способ сварки,
- разработать модель оснастки (приспособления) и определить стандартные комплектующие,

- согласовать с технологом (руководителем) и внести требуемые изменения,

- подготовить полный комплект документации.

В процессе проектирования обязательно необходимо учитывать силу тяжести собираемого изделия, и деформации, возникающие при сварке.

Все сборочно-сварочные приспособления можно разделить на три группы:

- сборка сварных конструкций и изделий: простейшие переносные сборочные приспособления (струбцины, угольники, упоры и т.д.), неповоротные сборочные и сборочно-сварочные стенды, поворотные сборочно-сварочные кондукторы.

Основное назначение: фиксация и закрепление деталей свариваемого изделия и обеспечение необходимой точности и соблюдения размеров конструкторской документации.

- установка, поворот и вращение свариваемых изделий: неповоротные устройства (плиты, столы), кантователи и позиционеры, сварочные вращатели и манипуляторы, поворотные столы.

Манипуляторы - наклон изделия в удобное положение и вращения его со сварочной скоростью.

Позиционеры - наклон, поворот и вращения изделия с маршевой скоростью.

Вращатели используются для вращения изделий вокруг одной оси.

Основное назначение: установка свариваемых изделий и поворот их в удобное для сварки положение и вращение со сварочной скоростью.

– установка и перемещение сварочных аппаратов: несущие подъёмно-поворотные колонны, сварочные тележки, специальные устройства.

Основное назначение: закрепление и перемещение только сварочной головки или аппарата. Перемещения может осуществляться с маршевой или сварочной скоростью.

### **3.3 Технологический процесс сварки деталей спортивного болида «Формула-Студент»**

В связи с ограниченностью объема пояснительной записки технологический процесс представлен на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоёмкость 78 чел.-мин. (1,3 чел.-ч.) Исполнитель – слесарь 4-го разряда.

## 4 Расчет эффективности спроектированной конструкции

### 4.1 Определение себестоимости изготовления

Для того чтобы определить затраты на покупку сырья и материалов, необходимых для изготовления конструкции воспользуемся формулой (1) [19]

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

С целью упорядочения затрат на покупку сырья и материалов сводим данные в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Затраты на покупку сырья и материалов

Материал (сырье)	Единица измерения	Необходимое кол-во материала	Цена, рублей	Сумма, рублей
Труба прямоугольная	кг	85,9	62	5325,8
Прокат трубный	кг	2,7	15,7	42,39
Уголок	кг	16	51	816
Горячекатаный лист	кг	12	34	408
Грунт	кг	4	69	276
Эмаль	кг	4	87	348
Разное:	–	–	–	750
ИТОГО:				7966,19
Расходы на транспортировку и заготовку:				557,63
ВСЕГО:				8523,82

Для того чтобы определить затраты на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (2)

$$P_{И} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (2)$$

С целью упорядочения затрат на покупные изделия сводим данные в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Затраты на покупные изделия

Наименование покупного изделия	Кол-во, шт.	Цена за ед., рублей	Сумма, рублей
1	2	3	4
Ручная барабанная лебедка	1	5100	5100
Метизы	–	–	1200
Разное	–	–	1500
ВСЕГО:			7800

#### 4.2 Определение затрат на заработную плату

Расчет затрат на заработную плату выполним по формуле (3)

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (3)$$

С целью упорядочения затрат на выплату основной заработной платы сводим данные в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Затраты на выплату заработных плат

Тип выполняемой операции	Необходимый квалификационный разряд работника	Трудоемкость, чел-ч.	Тарифная ставка, рублей/час	Заработная плата, рублей
Заготовительная	3	3	45,3	135,9
Сварочная	5	4	53,64	214,56
Токарная	5	2	53,64	107,28
Фрезерная	4	2	53,64	107,28
Сверлильная	4	5	48,17	240,85
Слесарная	4	3	48,17	144,51
Сборочная	5	5	53,64	268,2
Окрасочная	3	3	48,17	144,51
Испытательная	4	2	48,17	96,34
Итого:				1459,43
Выплата премии:				291,88
Заработная плата (основная):				1751,31

Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы выполним по формуле (4) [19]

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (4)$$

где  $K_d$  – коэффициент доплат до часового фонда,  $K_d = 1,1$  [19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (4)

$$З_д = 1751,31 \cdot 1,1 = 175,13 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на отчисления ЕСН выполним по формуле (5) [19]

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c, \quad (28)$$

где  $K_c$  – коэффициент доплат до часового фонда,  $K_c = 0,26$  [17-19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (5)

$$O_c = (1751,31 + 175,13) \cdot 0,26 = 500,87 \text{ руб.}$$

#### **4.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования**

Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования выполним по формуле (6)

$$P_{cod.ob} = З_о \cdot K_{ob}, \quad (6)$$

где  $K_{ob}$  – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, принимаем  $K_{ob} = 1,04$  [19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (6)

$$P_{cod.ob} = 1751,31 \cdot 1,04 = 1821,36 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на общепроизводственные нужды выполним по формуле (7)

$$P_{onp} = З_о \cdot K_{onp}, \quad (7)$$

где  $K_{onp}$  – коэффициент, учитывающий общепроизводственные расходы, принимаем  $K_{onp} = 1,5$ .

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (7)



$$P_{opr} = 1751,31 \cdot 1,5 = 2626,97 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на работу цеха (себестоимость цеховая) выполним по формуле (8)

$$C_{ц} = M + \Pi_{II} + Z_O + Z_D + O_C + P_{соб.об} + P_{opr}. \quad (8)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (8)

$$C_{ц} = 8523,82 + 7800 + 1751,31 + 175,13 + 500,87 + 1821,36 + 2626,97 = 23199,49 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на общехозяйственных расходы выполним по формуле (9)

$$P_{охр} = Z_O \cdot K_{охр}, \quad (32)$$

где  $K_{охр}$  – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, принимаем  $K_{охр} = 1,6$ .

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (9)

$$P_{охр} = 1751,31 \cdot 1,6 = 2802,10 \text{ руб.}$$

Расчет общих затрат выполним по формуле (10)

$$C_{ПП} = C_{ц} + P_{охр}. \quad (10)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (10)

$$C_{ПП} = 26001,59 + 2802,10 = 26001,59 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на внепроизводственные нужды выполним по формуле (11)

$$P_{ВН} = C_{ПП} \cdot K_{внепр}, \quad (34)$$

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

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (11)

$$P_{ВН} = 26001,59 \cdot 0,05 = 1300,07 \text{ руб.}$$

#### **4.4 Определение общих затрат на изготовление конструкции**

Расчет общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств выполним по формуле (12)

$$C_{Общ} = C_{ПР} + P_{ВН}. \quad (12)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (12)

$$C_{ПР} = 26001,59 + 1300,07 = 27301,66 \text{ руб.}$$

Таким образом, ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» в комплектации с технологической оснасткой составляет 27301,66 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью, в рамках выполнения ВКР был спроектирован стенд для проведения сборочно-разборочных работ спортивного болида класса «Формула-Студент» в комплектации с технологической оснасткой.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

Во-первых, рассмотрены различные виды технологической оснастки, применяющейся при изготовлении и выполнении сборочных операций.

Во-вторых, разработаны техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, составлено руководство по эксплуатации.

В-третьих, рассмотрены меры безопасности при выполнении сварочных работ, а также представлен технологический процесс сварки деталей рамы спортивного болида.

В-четвертых, проведен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

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

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

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

6 Епишкин, В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2018. – 199 с.

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

8 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 20 - . - ISSN 2587-7577. № 1. - 2018. - 236 с.

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

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

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

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

13 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

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

15 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической подготовки производства : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с.

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

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

18 Голубовский, В. И. Детали машин и подъемное оборудование / В. И. Голубовский, И. М. Ковлер. - Алма-Ата : Мектеп, 1985. - 412 с.

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

20 Амирджанова, И.Ю. Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова – Тольятти : ТГУ, 2019, - 145 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Спецификация**

