

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления стапеля

Обучающийся	<u>И.Д. Кузнецов</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2022

Аннотация

Работа посвящается проектированию технологического процесса изготовления сборочного стапеля в рамках работы инженерно-конструкторского отдела студенческого проекта «Формула-студент».

Выполнено проектирование технологической оснастки, предназначенной для изготовления гоночного автомобиля для участия в студенческих соревнованиях по направлению «Формула-студент», что является ответственной и сложной работой.

Спроектирован сборочный стапель, как технологическая оснастка, предназначенная для пространственного ориентирования рамного каркаса гоночного болида на этапе его изготовления, которое обеспечивается сваркой. Особенностью технологии является то, что она относится к области единичного производства. Поэтому, с учетом ограниченных материальных и финансовых ресурсов, спроектирован сборочный стапель, который за счет минимальной переналадки может обеспечить изменение пространственного положения соединяемых элементов каркаса гоночного автомобиля. Выполнен инженерный анализ на жесткость конструкции стапеля. Спроектирована технология сборки стапелей разных типоразмеров. Выполнен размерный анализ конструкции стапеля и сформированы требования по точности. Разработанная конструкция стапеля отличается особенностями, которые обеспечивают необходимые требования по переналадке. Это модульность конструкции, которая дает возможность при необходимости замены только отдельных элементов. При этом обеспечивается минимальное время переналадки, а изготовление данных элементов, которые представляют из-за себя плоские пластины, имеющие определенную пространственную конфигурацию, легко изготавливается на вырезных станках. Предложены меры по защите и охране здоровья рабочих для спроектированной технологии. Также выполнен экономический расчет для обоснования предложенной технологии сборки.

Abstract

The work is devoted to the design of the technological process of manufacturing an assembly slipway as part of the work of the engineering and design department of the student project "Formula-Student".

The design of technological equipment intended for the manufacture of a racing car for participation in student competitions in the direction of "Formula Student", which is a responsible and difficult job, has been carried out.

The assembly slipway is designed as a technological equipment designed for spatial orientation of the frame frame of a racing car at the stage of its manufacture, which is provided by welding. The peculiarity of the technology is that it belongs to the field of single production. Therefore, taking into account the limited material and financial resources, an assembly slipway has been designed, which, due to minimal changeover, can provide a change in the spatial position of the connected elements of the frame of a racing car. An engineering analysis was performed on the rigidity of the slipway structure. The technology of assembling slipways of different sizes has been designed. Dimensional analysis of the construction of the slipway was performed and accuracy requirements were formed. The developed design of the slipway is characterized by features that provide the necessary readjustment requirements. This is the modularity of the design, which makes it possible, if necessary, to replace only individual elements. At the same time, the minimum changeover time is ensured, and the manufacture of these elements, which are flat plates with a certain spatial configuration, is easily made on cutting machines. Measures to protect and protect the health of workers for the designed technology are proposed. An economic calculation was also performed to substantiate the proposed assembly technology.

Содержание

Введение.....	6
1 Описание объекта сборки.....	8
1.1 Актуальность проектирования стапеля	8
1.2 Описание объекта сборки.....	10
2 Описание объекта разработки технологии - сборочного стапеля.....	17
2.1 Обзор сборочных стапелей	17
2.2 Назначение стапеля и условия его работы	20
2.3 Описание работы стапеля.....	22
3 Проектирование стапеля и технологии его изготовления	25
3.1 Проектирование сборочного стапеля.....	25
3.2 Описание стапеля для сборки рамы карта.....	30
3.3 Выбор формы сборки.....	37
3.4 Выбор схем базирования.....	37
3.5 Перечень технологических переходов.....	37
3.6 Технология изготовления деталей	39
3.7 Размерный анализ стапеля	41
3.8 Технология сборки стапеля.....	48
3.9 Расчет деформаций стапеля	53
3.10 Расчет зажима для рамы	55
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	57
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	57
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	57
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	58
4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта	59
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	59
5 Экономическая эффективность работы	61
Заключение	64
Список используемых источников.....	65

Приложение А Маршрутная карта изготовления панели	69
Приложение Б Маршрутная карта сборки большого стапеля	70
Приложение В Маршрутная карта сборки малого стапеля	77
Приложение Г Спецификация малого стапеля	85
Приложение Д Спецификация большого стапеля	87

Введение

Для повышения эффективности подготовки инженерных кадров необходимо давать им полное представление о работах, проводимых в рамках жизненного цикла существования машиностроительной продукции.

В студенческом проекте «Формула-студент» такое сквозное проектирование проводится для изготовления различных транспортных средств, включая гоночные болиды и гоночные карты. Кроме этого изготавливают электротранспорт, мотоциклы, лодки. В последнее время основным направлением является проектирование и изготовление электротранспорта с автономным управлением, что соответствует современному тренду на развитие интеллектуальных технологий.

Все эти изделия проектируются на основе несущей конструкции, в качестве которой используется рама, изготовленная из элементов трубчатой формы. Этот каркас является основой для крепления всех остальных элементов - двигателя, ходовой части, коробки скоростей, электрической системы, рулевого управления. От уровня проектирования и эффективности технологии по изготовлению каркаса во многом зависит технологический уровень всей конструкции машины. Из-за того, что происходит постоянное совершенствование конструкций, необходимо регулярно переделывать эти каркасы даже для одного и того же изделия. Тем более отличаются конструктивно каркасы различных изделий, например, гоночного болида и гоночного карта.

Правильность используемых технологических методов, и уровень оснащения, которое применяется для реализации предложенных технологий, определяет надежность работы автомобилей, их управляемость, динамичность, и самое главное, безопасность. Это относится к эксплуатационным качественным показателям спроектированных изделий.

Кроме этого, от уровня применяемых технологических решений зависит технологическая себестоимость. Здесь это задача по снижению

стоимости изготовления усложняется тем, что проектируемая технология реализуется для единичного производства. Использование современных подходов к проектируемой технологии, в том числе использование современных методов обработки, современных принципов разработки технологического оснащения, позволит частично решить данные проблемы.

Основной целью работы является разработка конструкции и технологии изготовления одного из основных технологических средств, используемых для сборки каркасов рам автомобилей - сборочного стапеля. Это приспособление обеспечивает необходимое позиционирование элементов рамы перед сборкой, которая проводится при помощи сварки. Использование дорогостоящих сварочных столов со специализированной оснасткой является неприемлемым решением с точки зрения затрат. Поэтому в предложенном проекте технологии основное внимание для используемых технологических и конструктивных решений направлено на то, чтобы для единичного производства обеспечить необходимые параметры сборочного процесса изготовления каркаса рамы с минимальными затратами.

1 Описание объекта сборки

1.1 Актуальность проектирования стапеля

Технологическое оснащение, которые необходимо спроектировать в рамках данной работы, используется в технологии изготовления гоночного автомобиля болида, который проектируется и изготавливается в рамках студенческого проекта «Формула-студент», а также гоночного карта.

Сам объект сборки на стапеле - гоночный болид, представляет из себя сложную техническую систему (рисунок 1), которая формируется из оригинальных частей, к которым относится, в первую очередь, кузов автомобиля (рисунок 2).

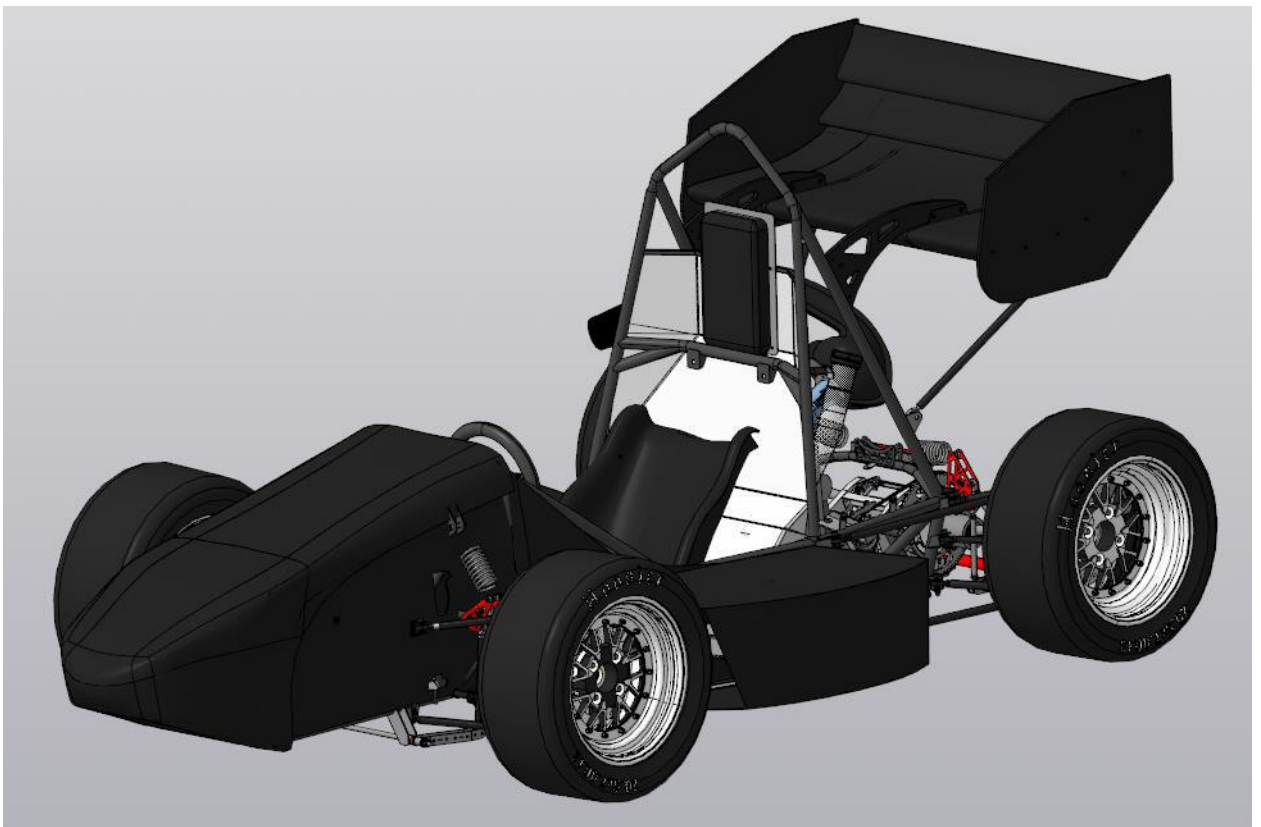


Рисунок 1 – Гоночный болид

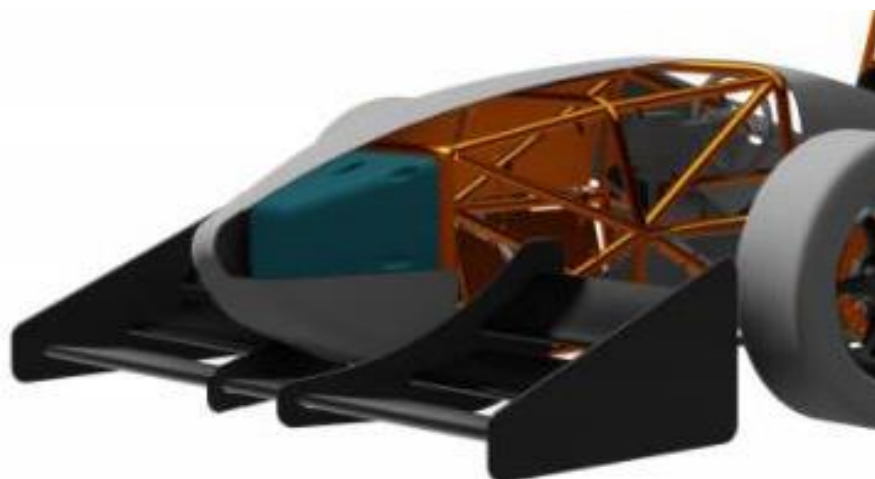


Рисунок 2 – Кузов болида

Кузов представляет собой сочетание внутреннего каркаса (рисунок 3) с внешней обшивкой, которая изготавливается из композитных материалов.

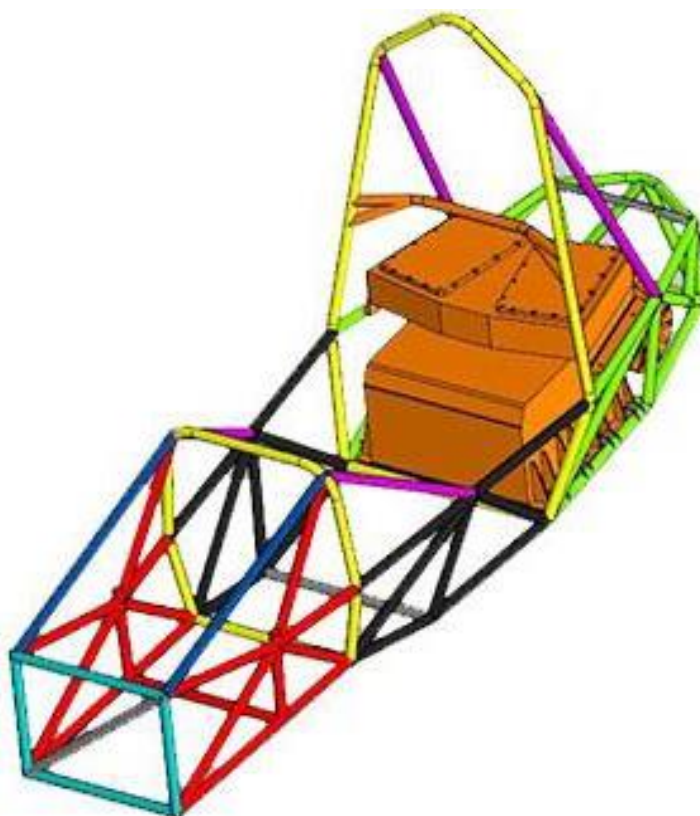


Рисунок 3 – Несущая рама болида

Форма автомобиля, которая определяется в ходе дизайнерских работ, диктует потом расположение элементов каркаса. Расположение элементов каркаса также оптимизируется в ходе прочностных расчетов и определения деформаций при его нагружении в различных направлениях (рисунок 4).

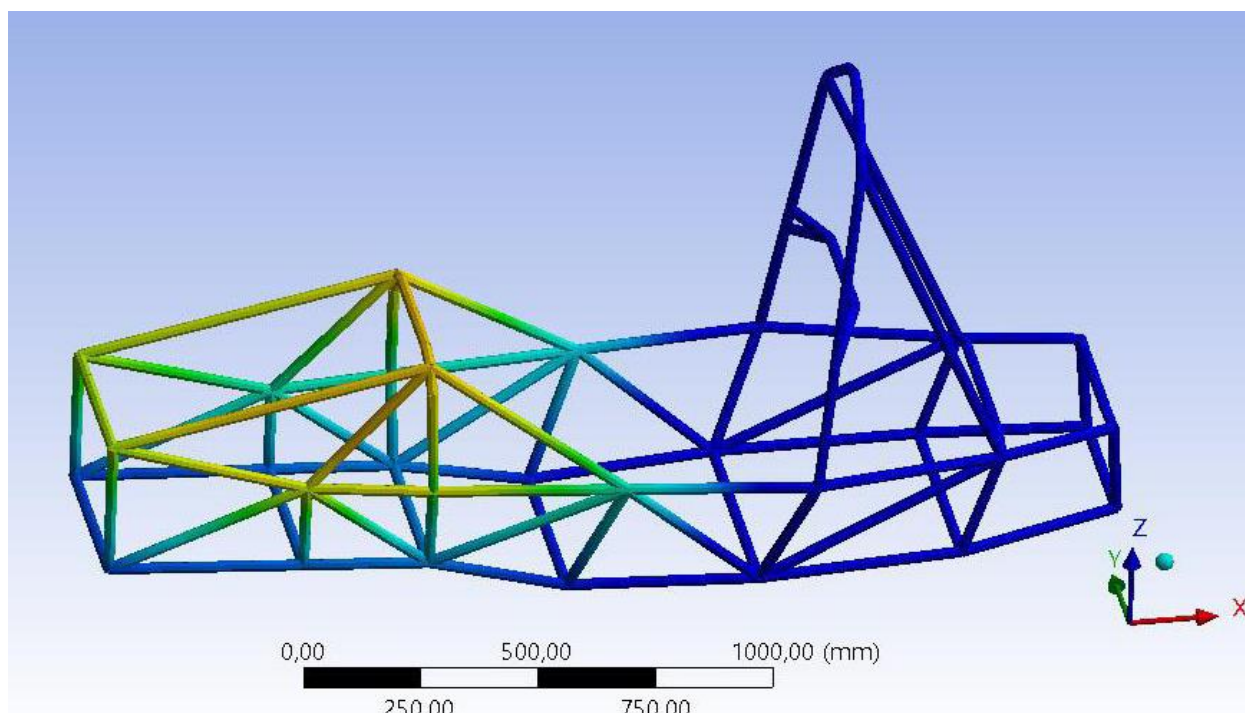


Рисунок 4 – Силовое нагружение рамы

Ниже описаны особенности промышленного дизайна гоночного автомобиля, которые влияют на пространственную конфигурацию рамного каркаса.

1.2 Описание объекта сборки

Художественно-конструкторское решение гоночного автомобиля, предназначенного для участия в инженерных студенческих соревнованиях «Формула-студент», в рамках которых подвергается статическим и динамическим испытаниям, основано на патентном обзоре. В рамках

патентного обзора производится поиск аналогичных художественно-конструкторских решений по дизайну гоночных автомобиля аналогичного класса [1].

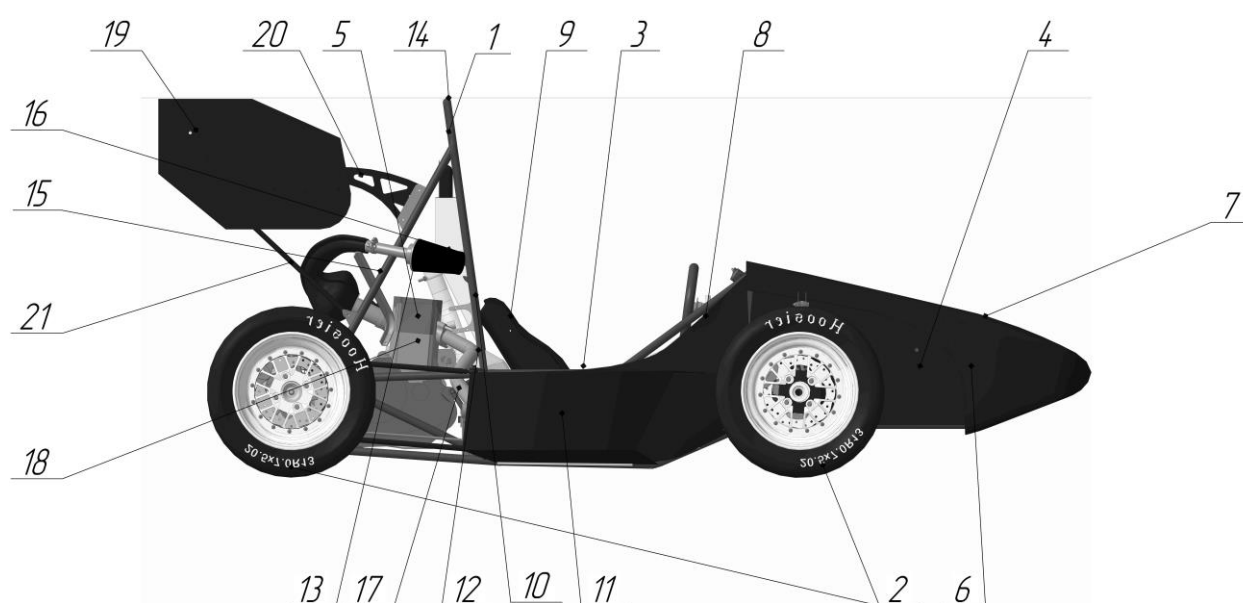
Например, наиболее близким решением к гоночному автомобилю является гоночный автомобиль «Формулы студент» по патенту РФ №102372. Он характеризуется составом композиционных элементов: силовой рамой с открытыми колесами, кокпитом, носовым обтекателем, двигательным отсеком. Также наличием основных конструктивных элементов: носового обтекателя, передних боковых и передней наклонной панелей носового обтекателя, боковых панелей кокпита, кокпитом с сиденьем с подголовником, боковых обтекателей, рамы кабины с огнеупорной стенкой, главной дуги, перегородок главной дуги, ресивера с воздушным фильтром, двигателя с дифференциалом и приводными валами, радиатором.

Формообразование носового обтекателя происходит наклонной верхней панелью с переходом в передние панели, образуя носовой обтекатель, при этом носовой обтекатель относительно кокпита и двигательного отсека равен им по длине. Боковины сиденья выполнены закругленной формы и выступают вперед за главную раму. Диффузоры имеют коробчатую форму с расширением назад. Передняя наклонная панель носового обтекателя скругляется с заостренной передней частью и плавно переходит в передние боковые панели. Главная дуга имеет треугольный профиль. Вместе с изогнутой главной дугой формируют ее вытянутую трапецидальную форму. Подголовник выполнен вытянутой прямоугольной формы. Защиты глушителя цилиндрической формы расположена сбоку справа за передним колесом по уровню по центру колеса. Радиатора прямоугольной формы расположен слева от кокпита перед задним колесом, двигательный отсек смещен вперед под сиденье, которое выполнено под наклонном.

Конструкция гоночного автомобиля по патенту РФ №102372 отличается массивностью, устойчивостью, с массивным носовым

обтекателем трапециевидальной формы, что увеличивает объем автомобиля, материалоемкость, затрудняет выход водителя из кокпита из-за наклонных боковых панелей кокпита, что сказывается на обеспечении безопасности. Несимметричность конструкции в верхней проекции ухудшает визуальное восприятие, а открытый радиатор подвержен внешнему воздействию.

Основные функциональные и формообразующие элементы предлагаемого автомобиля гоночного представлены на рисунках 5 и 6.

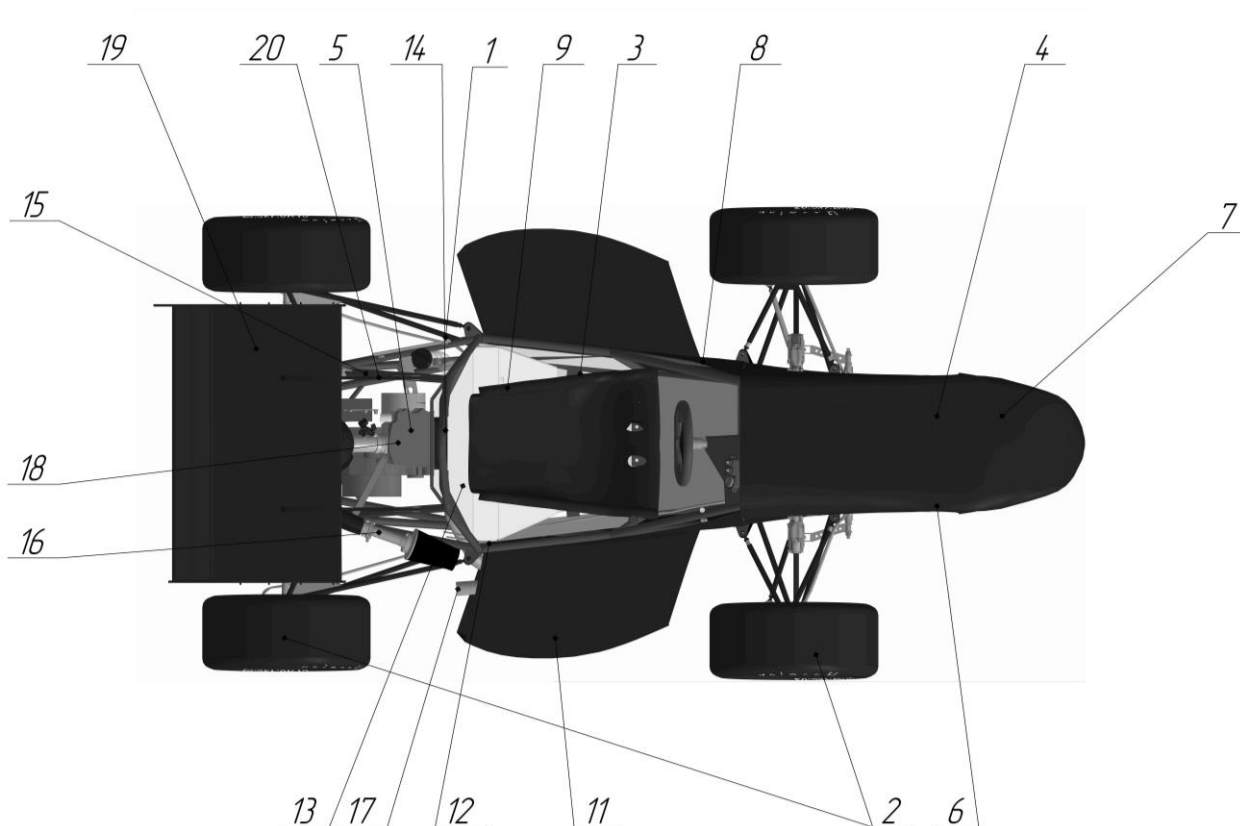


1 - силовая рама, 2 - колеса, 3 - кокпит, 4 - носовой обтекатель, 5 - двигательный отсек, 6 - передние боковые панели, 7 - передняя наклонная панель носового обтекателя, 8 - боковые панели кокпита, 9- сиденье, 10 -подголовник, 11 - боковые обтекатели, 12 - рама кабины, 13 - огнеупорная стенка, 14 - главная дуга, 15 - перегородка главной дуги, 16 - ресивер с воздушным фильтром, 17 - глушитель, 18 – двигатель, 19 - дифференциал 19, 20 - приводные валы.

Рисунок 5 – Компоновочная схема - вид сбоку

Это силовая рама 1 с открытыми колесами 2, кокпитом 3, носовым обтекателем 4, двигательным отсеком 5. Автомобиль гоночный имеет основные конструктивные элементы: носовой обтекатель 4, передние боковые панели 6 и передняя наклонная панель 7 носового обтекателя, боковые панели кокпита 8, кокпит 3 с сиденьем 9 с подголовником 10, боковые обтекатели 11, раму кабины 12 с огнеупорной стенкой 13, главную

дугу 14, перегородки 15 главной дуги 14, ресивер с воздушным фильтром 16, глушитель 17, двигатель 18 с дифференциалом 19 и приводными валами 20.



1 - силовая рама, 2 - колеса, 3 - кокпит, 4 - носовой обтекатель, 5 - двигательный отсек, 6 - передние боковые панели, 7 - передняя наклонная панель носового обтекателя, 8 - боковые панели кокпита, 9- сиденье, 10 -подголовник, 11 - боковые обтекатели, 12 - рама кабины, 13 - огнеупорная стенка, 14 - главная дуга, 15 - перегородка главной дуги, 16 - ресивер с воздушным фильтром, 17 - глушитель, 18 – двигатель, 19 - дифференциал 19, 20 - приводные валы.

Рисунок 6 – Компоновочная схема - вид сверху.

Сущностью образца является гармоничное сочетание эстетических особенностей композиционных элементов гоночного автомобиля и его эксплуатационных и гоночных характеристик.

Представленное художественно- конструкторское решение гоночного автомобиля обладает функциональной выразительностью, компактностью, технологичностью и единством стилового решения.

Функциональная выразительность достигается аэродинамической компоновкой сильно заостренной формой носового обтекателя в боковой проекции, где верхняя наклонная плоскость с малым радиусным переходом в нижнюю наклонную плоскость, причем угол наклона относительно оси симметрии одинаковый. Общий контур носового обтекателя, боковых стенок кокпита и контура боковых обтекателей, формирующих зигзагообразную форму с небольшим изломом в боковой проекции придают динамический вид. Компактная компоновка автомобиля обеспечивается вылетом носового обтекателя меньшим, чем длина кокпита, которая равна длине боковых обтекателей.

Двигательный отсек формируется главной дугой, имеющей небольшой угол наклона назад, и перегородкой главной дуги, которая относительно главной дуги имеет небольшой угол наклона. При этом ось задних колес выносится назад за продолжение линии перегородки главной дуги, что визуально укорачивает конструкцию, при этом продольная база между колесами увеличивается при общем уменьшении длины автомобиля. Это сказывается на устойчивости и управляемости автомобиля. За счет более компактной компоновки высота и ширина автомобиля уменьшаются, что делает его более маневренным при улучшении аэродинамических показателей. Плавное закругление носового обтекателя на виде сверху с переходом в параллельные боковые панели носового обтекателя, симметрично выполненные боковые обтекатели со скошенной более длиной передней кромкой, которые являются продолжением боковых панелей кокпита и короткой кромкой, расположенной под меньшим углом придают форме автомобиля стреловидный вид, имеющий ярко выраженный динамический вид.

Небольшая по площади боковая панель кокпита и сильно скошенная передняя кромка бокового обтекателя облегчает посадку и выход водителя с любой стороны автомобиля, обеспечивая удобство и безопасность эксплуатации. Трапециевидная форма сиденья водителя с выступающим

боковинами обеспечивает удобное комфортное расположение водителя, боковую устойчивость посадки водителя, а также технологичность обслуживания кокпита из-за достаточного места сбоку от спинки сиденья. Снижается также высота огнеупорной стенки относительно верхней кромки верхней панели носового обтекателя, что обеспечивает хорошие аэродинамические показатели, повышает динамичность.

Выполнение укороченного носового обтекателя сильно заостренной формы в боковой проекции, скругленной формой с переходной частью на третьей части длины носового обтекателя в верхней проекции, компактная компоновка двигательного отсека, выполнение конструктивных элементов в динамическом стиле придает всей конструкции соразмерность, визуальную устойчивость при ярко выраженном динамическом облике.

Новизна достигается выполнением укороченного носового и двигательного отсека обтекателя относительно длины кокпита. Также выполнением верхней наклонной панели носового обтекателя скругленной по небольшому радиусу в нижнюю наклонную панель, причем угол наклона панелей большой и одинаковый относительно оси симметрии, что придает носовому обтекателю сильно заостренную форму в боковой проекции. Также это достигается выполнением закругленной передней части носового обтекателя переходящей плавно в параллельные боковые панели, причем переходная зона выполнена на третьей части длины обтекателя, что придает носовому обтекателю аэродинамическую форму. Также выполнением боковых панелей кокпита в виде равнобедренного прямоугольного треугольника с катетами, равными расстоянию от верхней кромки носового обтекателя до верхней плоскости бокового обтекателя, формирующего верхний край кокпита; выполнением симметричных боковых обтекателей в передней и верхней проекции, в передней проекции имеющих призматическую форму с небольшим подъемом верхней и нижней панелей обтекателя, в верхней проекции имеющих трапециевидный профиль с сильно скошенной передней кромкой и меньше скошенной задней кромкой,

придающих вид вид автомобилю стреловидной формы; в боковой проекции боковые обтекатели имеют в передней части скошенную нижнюю кромку, совместно со скосом боковых панелей кокпита формирующих нижнюю и верхнюю параллельные линии излома, формируемого общим видом носового и бокового обтекателей; расположением главной дуги под небольшим углом назад и перегородок главной дуги под небольшим углом относительно главной дуги, формируя компактный двигательный отсек; выполнением сиденья водителя трапецидальной формы.

Выводы по разделу

В разделе выполнен анализ объекта сборки - гоночного болида студенческого проекта «Формула-студент». Аналогичные рамные конструкции имеет другой объект сборки, рассмотренный в следующих разделах - гоночный карт. Отличие пространственного расположения двух рамных конструкций не является препятствием к использованию предлагаемой технологической оснастки для сборки средств передвижения. Объясняются особенности модернизации расположения трубчатых элементов рамы, связанные с прочностными расчетами и постоянным совершенствованием автомобиля по различным критериям.

2 Описание объекта разработки технологии - сборочного стапеля

2.1 Обзор сборочных стапелей

Рассматриваемое устройство относится к машиностроению [3], в частности к средствам для базирования и закрепления трубчатых каркасных конструкций при сборке [9].

Сборочные стапели для проведения сварочных работ включают в себя установочный стол с системой фиксирующих отверстий, в которых располагаются установочные зажимные элементы для ориентирования и закрепления рамной конструкции. На рисунке 7 показан фрагмент стапеля с фиксирующими и ориентирующими элементами для обеспечения взаимной перпендикулярности свариваемых труб прямоугольного профиля, включая регулируемый по высоте прихват и систему, обеспечивающую перпендикулярность свариваемых деталей.

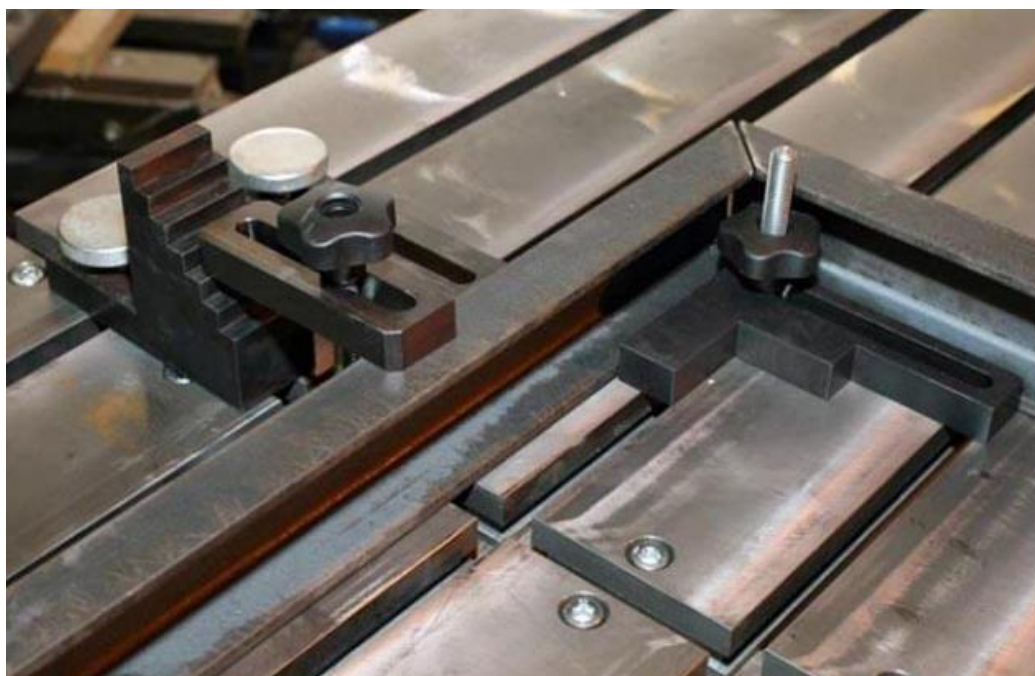


Рисунок 7 – Схема фиксации деталей при сварке

На следующем рисунке 8 показан разметочный стол, в отверстие которого установлен регулируемые по горизонтали и вертикали прижимы.

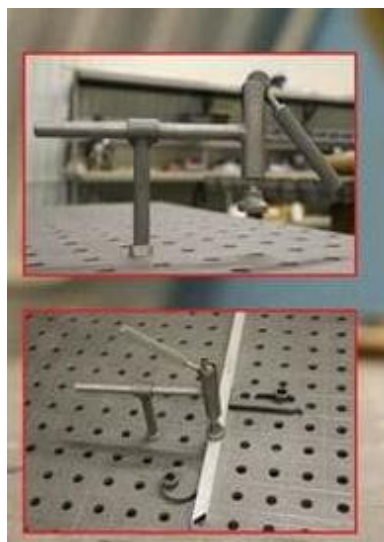


Рисунок 8 – Разметочный стол с прижимом

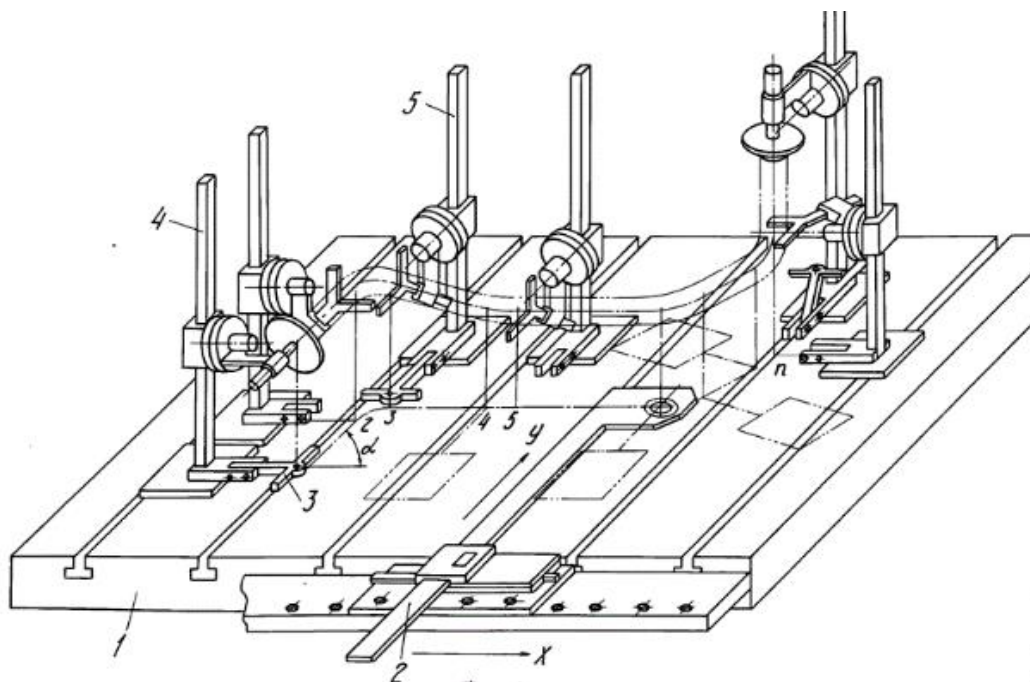
На рисунке 9 показан сборочный стапель из базовой плиты с продольными установочными пазами Т-образной формы, в которых крепятся фиксирующие прижимы с различными наконечниками рабочих элементов. Они включают в себя оправки для установки концов труб, а также кронштейны с призматическими элементами для направления этих труб.

Недостатком данной конструкции является необходимость большого количества дорогостоящих специализированных элементов, а также теснота сборочной зоны в результате использования кронштейнов с регулируемыми элементами.

На другом рисунке 10 представлен сборочный стапель для сборки аэродинамической конструкции летательного аппарата, который также характеризуется набором базовых элементов и фиксирующих прихватов разнообразной конфигурации и назначения.

Недостатком таких конструкций является необходимость в изготовлении или приобретении большого количества разнообразных

установочных, направляющих и фиксирующих устройств. Также для сложной пространственной конструкции рамы стапель такой конфигурации и компоновки требует значительных затрат, сложен в изготовлении, не технологичный и дорогостоящий.

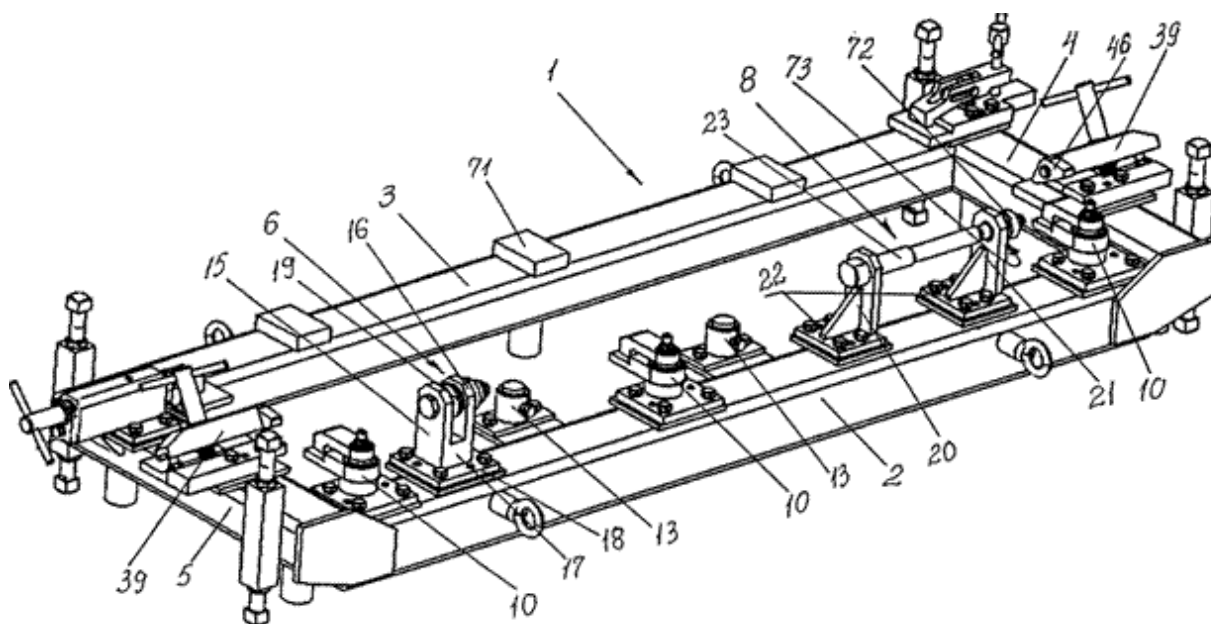


1 - монтажная плита, 2 - устройство фиксации, 3- откидывающаяся планка, 4- торец трубы, 5- поверхность трубы.

Рисунок 9 – Разметочный стол с прижимом

Проектирование сборочного стапеля для изготовления рамы гоночного болида основывается на результатах научно-технического поиска, в том числе, патентной информации для аналогичных технических решений.

Известен сборочно-сварочный стапель, содержащий раму с цилиндрическими основаниями, соединенными горизонтальными штангами на которых закрепляются парные фиксирующие вертикальные пластины. Основания опираются на поворотные ролики, которые могут вращаться на осях в кронштейнах, установленных по краям рамы, которая оснащена также водилом, домкратами и поворотными роликами.



1 - монтажная прямоугольная рама 1, 2- базовая сторона, 3 - установочная сторона, 4, 5 - боковые стороны, 6, 8 - узел базирования, 7 - малый кронштейн 7, 10 – фиксатор, 13 - опорный узел, 15, 16, 20, 21 – стойки, 17 – перемычка, 18 – платформа, 19, 20 – ось, 22 - платформа, 39 – фиксатор, 46 – рычаг, 71 - брусок, 72 - шайба гаечного узла, 73 - базовая плоскость стойки.

Рисунок 10 - Схема сборочного стапеля по патенту РФ №2509038

Недостатком данного устройства является невозможность сборки сложной трубчатой каркасной конструкции с выступающими частями, не осесимметричной конструкции, трудность перенастройки под другую конструкцию.

2.2 Назначение стапеля и условия его работы

Задача, на решение которой направлено проектируемое техническое решение, заключается в расширении технологических возможностей сборочного стапеля и снижении времени на подготовку процесса сборки [4].

Это обеспечивается за счет модульной конструкции стапеля [2], легкости сборки и разборки стапеля, а также складирования и транспортировки за счет ячеистой сборочной структуры из вертикальных и горизонтальных пластин соединенных по пазам, повышения точности и

надежности сборки за счет жесткости конструкции и точности базирования элементов [11].

Данная задача достигается за счет того, что сборочный стапель для установки трубчатого каркаса содержит раму и опоры. Он состоит из двух частей, передней и задней, каждая из которых составлена из двух модулей, базового и сменного. Рама и опоры выполнены совместно в виде ячеистой структуры из набора вертикальных и горизонтальных пластин, которые соединяются по пазам, горизонтальные пластины по краям имеют базирующие элементы или в виде вертикальных пластин или полукруглых вырезов. На вертикальных пластинах зафиксированы Г-образные кронштейны с вертикальными или горизонтальными пластинами-кондукторами на конце.

Изготовление стапеля из двух частей, передней и задней, каждая из которых составлена из двух модулей, базового и сменного обеспечивает модульность конструкции, что облегчает перенастройку для сборки каркаса другой конструкции, легкость сборки-разборки, компактность при складировании и легкость при транспортировке.

Изготовление рамы и опор совместно в виде ячеистой структуры из набора вертикальных и горизонтальных пластин, которые соединяются по пазам, обеспечивает конструктивную жесткость при сборке, за счет простоты изготовления пластин и их последующей сборки – точность и надежность при эксплуатации.

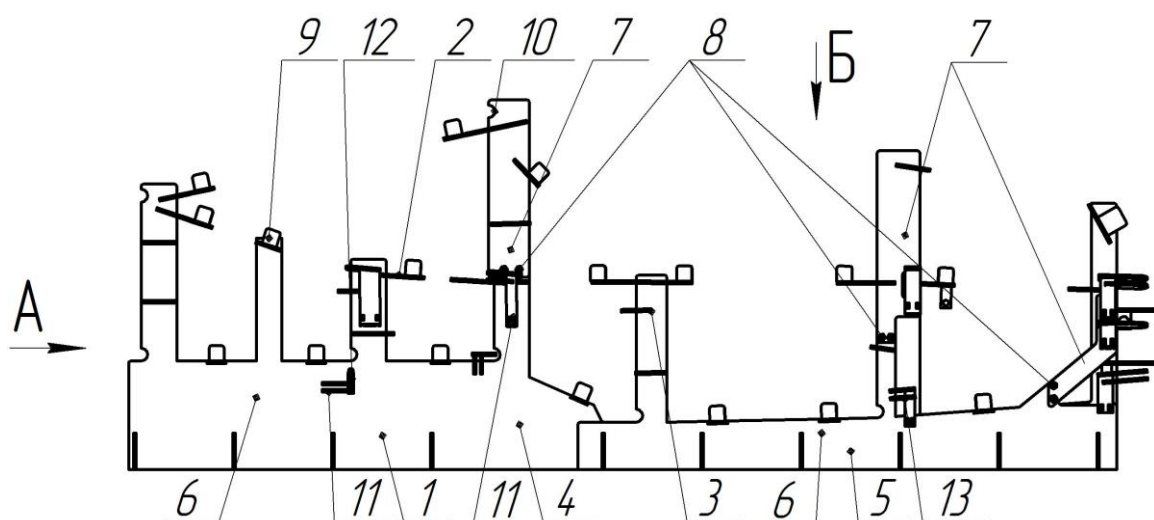
Выполнение горизонтальных пластин по краям с базирующими элементами или в виде вертикальных пластин или полукруглых вырезов обеспечивает жесткость собираемой конструкции, высокую относительную точность устанавливаемых деталей за счет многоопорной конструкции стапеля.

Фиксация на вертикальных пластинах Г-образных кронштейнов с вертикальными или горизонтальными пластинами-кондукторами на конце

обеспечивает точность позиционирования выступающих кронштейнов различной пространственной ориентации, привариваемых к каркасу.

2.3 Описание работы стапеля

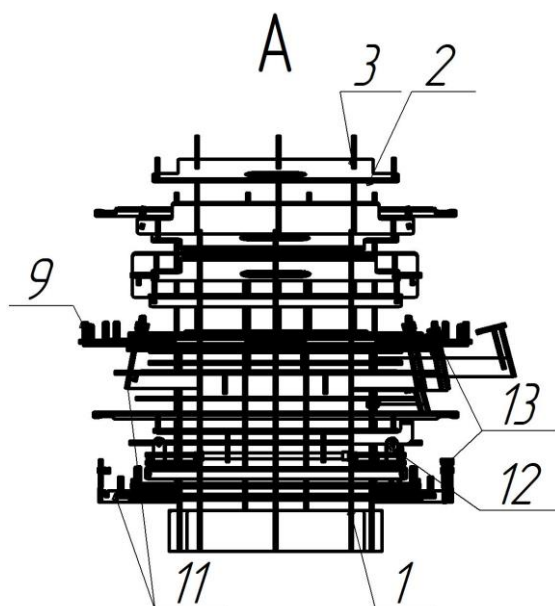
Предлагаемое устройство иллюстрировано чертежами, представленными на рисунке 11, где приведен вид спереди стапеля; на рисунке 12 – вид А рисунка 11; на рисунке 13 – вид Б рисунка 11.



1 – продольные пластины, 2,3 – поперечные горизонтальные пластины, 4 – наклонные пластины, 5 – опорные наклонные пластины, 9 – боковые ограничители, 10 – передние поперечные пластины, 11, 12, 13 – боковые наклонные пластины.

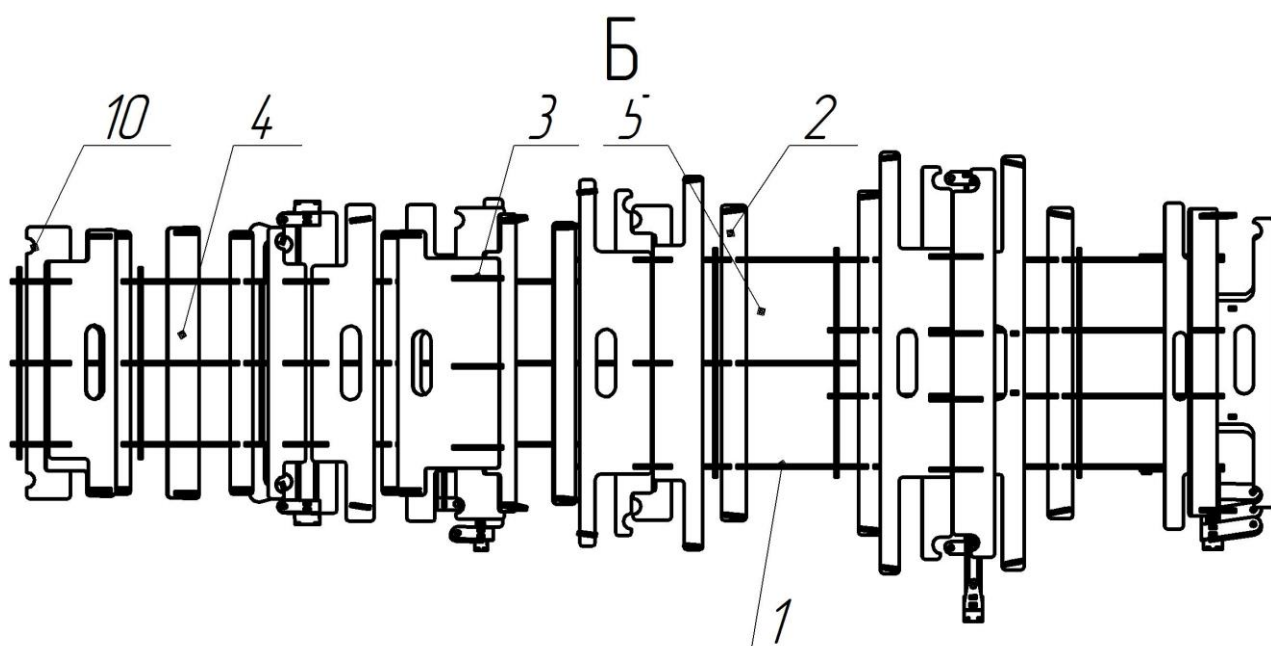
Рисунок 11 - Сборочный стапель

Сборочный стапель содержит раму и опоры из набора вертикальных 1 и горизонтальных 2 пластин, которые соединяются по пазам 3. Стапель состоит из двух частей, передней 4 и задней 5. Каждая часть составлена из двух модулей, базового 6 и сменного 7. Сменный модуль 7 фиксируется по резьбовым соединениям 8 на базовом модуле 6. Горизонтальные пластины 2 по краям имеют базирующие элементы или в виде вертикальных пластин 9 или полукруглых вырезов 10.



1 – продольные пластины, 2 – поперечные горизонтальные пластины, 4 – наклонные пластины, 5 – опорные наклонные пластины, 9 – боковые ограничители, 11, 12, 13 – боковые наклонные пластины

Рисунок 12 – Вид А сборочного стапеля



1 – продольные пластины, 2 – поперечные горизонтальные пластины, 4 – наклонные пластины, 5 – опорные наклонные пластины, 10 – передние поперечные пластины

Рисунок 13 – Вид Б сборочного стапеля

На вертикальных пластинах 1 зафиксированы Г-образные кронштейны 11 с вертикальными 12 или горизонтальными 13 пластинами-кондукторами на конце.

Устройство работает следующим образом. Для формирования необходимой конфигурации каркаса из труб komponуется стапель. Для этого вертикальные 1 и горизонтальные 2 пластины заданной конфигурации по пазам 3 соединяются между собой. Отдельно собирается передняя 4 и задняя 5 части стапеля. Каждая из них собирается из базового 6 и сменного 7 модулей, которые стягиваются резьбовым соединением 8. Далее на стапель по соответствующим базирующим направляющим элементам – вертикальным пластинами 9 или полукруглым вырезам 10 устанавливаются трубы каркаса и прихватываются зажимами (не показаны). При сварке выступающих проушин к каркасу они центрируются по пластинам - кондукторам 12 или 13.

Выводы по разделу

В разделе выполнен обзор различных видов сборочных стапелей для проведения сборочно-сварочных работ для рамных конструкций. Выявлены их недостатки. На основе данного анализа предлагается конструкция сборочного стапеля, которая отвечает современным требованиям к технологическому оснащению, которые состоят в унификации, модульности, масштабируемости, технологичности, гибкости.

3 Проектирование стапеля и технологии его изготовления

3.1 Проектирование сборочного стапеля

Для определения оптимальных параметров конструкции сборочного стапеля, предназначенного для взаимной относительной ориентации каркасных элементов кузова при их сварке, необходимо учесть несколько конструктивных параметров (рисунки 14 и 15) [10].

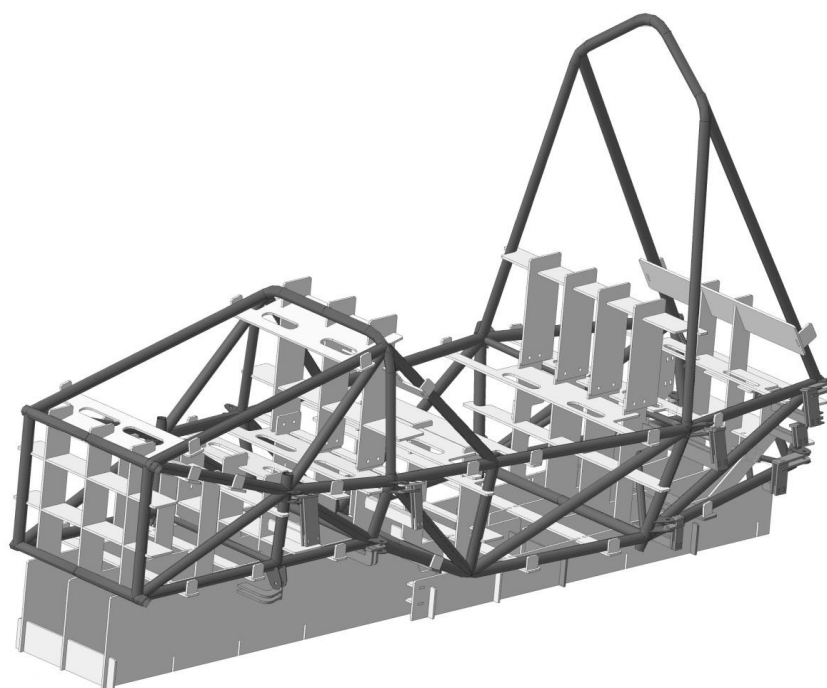


Рисунок 14 - Каркасно-сборочный стапель с рамой (схема)

Для того, чтобы деформации рамы была при сварочных работах сведена к минимуму, необходимо обеспечить максимальную жесткость конструкции стапеля [12].



Рисунок 15 – Рама на стапеле

Для сборки распределенных пространственных конструкций из трубных материалов или стержневых элементов основным способом сборки является сварочные соединения [5]. Для относительной фиксации между собой свариваемых деталей в пространственные конструкции используются различные фиксирующие приспособления. Это может быть простой слесарно-сборочный инструмент типа струбцин различного исполнения [7]. Могут использоваться сборочные стапели, которые делаются различной компоновки и могут иметь различные исполнения. Как правило, такие приспособления являются дорогостоящими и требуют значительного времени и средств на переналадку при сборке других изделий [13].

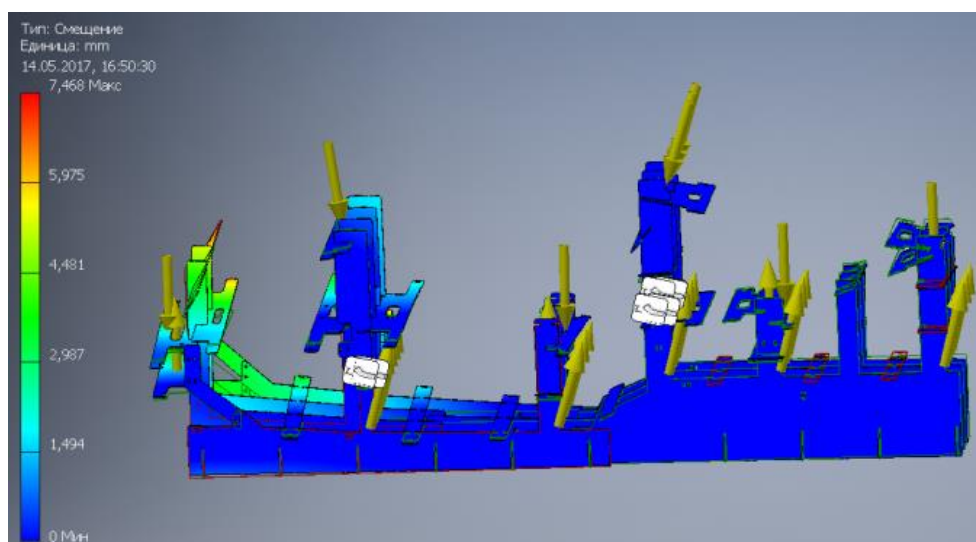


Рисунок 16 – Пример деформаций стапеля при сборке

Конструктивная жесткость определяется двумя основными характеристиками. Это толщина листа, из которого изготавливаются детали стапеля, а также частота расположения несущих элементов стапеля или их конструктивный шаг. Для существующего сортамента прокатного листа для обычной углеродистой стали можно использовать несколько вариантов с различной толщиной. Это может быть толщина равная 3, 5 или 7 мм.

Для толстого листового проката выигрыш по жесткости будет небольшой, а увеличение массы и трудности при сборке и эксплуатации такого стапеля значительно возрастают. Это помимо того, что растет и материалоемкость сама по себе и соответственно расходы на материал.

В ходе проведения сварочных работ необходимо учитывать силы, которые возникают при формировании сварочных швов. Предварительные оценки такой силы можно принять равной 500 Н.

По расчету стапеля при его нагружении такими сварочными силами на различных концах элементов конструкции могут возникать деформации для 3 мм стапеля величиной более 7 мм при общей массе стапеля 67 кг [20].

Если нагружается стапель с пластинами 5 мм с общей массой ставившей более 100 кг, максимальная деформация снижается до 0,14 мм.

Если использовать 7 мм лист с общей массой около 150 кг, то максимальная деформация приближается к величине 0,08 мм.

Видно, что последний шаг по увеличению толщины дал выигрыш в 0,04 мм при увеличении массы на треть, сразу на 50 кг. По сравнению с 3 мм листом снижение деформации было очень значительным, практически на порядок. Поэтому наиболее оптимальным по величине можно принять толщину листа равной 5 мм.

Расстояние между пластинами можно варьировать. Оно может составить 200, 300 и 450 мм. Увеличение шага приводит к более простой конструкции стапеля, меньшему числу составляющих элементов, меньше выполняется сборочных работ по сборке самого стапеля. Также меньше материала уходит на изготовление.

При увеличении шага с минимального значения до максимального деформации изменяется от 0,14 мм до 0,46 мм. При этом технологическим допуском считается значение 0,17 мм. Получается, что обеспечение технологического допуска возможно только при минимальном шаге расположения базовых элементов стапеля.

Так как конструкция рамы болида отличается пространственным распределением в пространстве, отклонение различных точек крепежных элементов стапеля будут отличаться друг от друга [21]. Максимальная деформация может наблюдаться на вынесенных элементах с максимальным вылетом, где происходит фиксация трубок для подголовника.

Для серийного производства можно использовать переналаживаемую оснастку с взаимно заменяемыми унифицированными элементами, установочными и зажимными [19]. На случай реализации малой партии выпуска или единичного производства, как в случае со студенческим проектом «Формул- студент» необходимо использовать максимально универсальное средство для сборки сварочно-сборочного стапеля [18]. Оно должно иметь возможность переворачиваться и давать возможность использовать отдельные элементы с минимальными затратами. Для этого

предлагается сделать конструкцию такого стапеля сборно-разборной на основе модульного принципа компоновки.

Необходимо разбить общую конструкцию на отдельные модули, которые отвечают за фиксацию определенной части рамы [14]. Если эта часть остается неизменной для новой конструкции гоночного болида, ее получается можно просто перенести в новую конструкцию сборочного стапеля. Для регулировки каких-то пространственных изменений в положении свариваемых труб можно заменить отдельные базирующие элементы стапеля, сохраняя общую компоновку всей конструкции.

С точки зрения общих требования к сборочному оснащению необходимо выделить несколько основных моментов.

Во-первых, конструкция стапеля должна быть максимально жесткой и обеспечивать минимальные смещения обрабатываемых или свариваемых изделий. Она должна обеспечивать высокую точность компоновки. Для этого необходимо, чтобы бы были согласованы с общими требованиями по точности соединяемых конструкций точностные параметры самого стапеля.

Для этого необходимо осуществить размерный анализ сборочной конструкции стапеля. Кроме этого необходимо, чтобы данная оснастка обеспечивала удобство обслуживания и выполнения технологических операций, была безопасной и надежной в работе.

Для сборки при помощи сварки можно использовать универсальный разметочный монтажный стол, который может оснащаться в том числе механизированными зажимами или фиксаторами. Эти фиксаторы могут иметь пневматические или гидравлические приводы. Может использоваться широкий спектр фиксирующих, базирующихся элементов для установки изделия, включая различного рода зажимные приспособления: тиски или патроны.

Привод может использоваться ручной, слесарно - сборочный инструмент, такой как струбины, треугольники, прижимы. Это при большой

гибкости в переналадке обеспечивает надежную и точную фиксацию собираемого изделия [11].

Для повышения технологических возможностей такие устройства могут оснащаться дополнительными поворотными или делительными механизмами. Однако, все это делает их дорогостоящими, что для мелкосерийного и единичного производства с очень низким коэффициентом загрузки оборудования, нерентабельно.

Для изготовления каркасно- сборочного модульного стапеля из плоских сборочных пластин применяют сварочные соединения. Между собой стыкование этих пластин производится при помощи пазовых соединений. Для дополнительной жесткости они могут между собой прихватываться точечно сварочным соединением. При разборке достаточно будет произвести отрезку в данном месте с разрушением сварочного шва и разборка стапеля может быть произведена. Удобством в данной конструкции является то, что детали могут быть взаимозаменяемы. При использовании их точность не снижается. При хранении, из-за особенностей конструкции элементов в виде плоских пластин, данный сборочный стапель в разобранном состоянии не будет занимать много места.

3.2 Описание стапеля для сборки рамы карта

Проектирование технологического процесса сборки и изготовления сборочного стапеля для проекта «Формула-студент» начинаем с анализа служебного назначения и условий работы. Далее необходимо выполнить анализ технологичности конструкции. В данном случае проводим его по двум критериям: оценка технологичности конструкции для сборочного процесса и оценка технологичности изготовления элементов сборочного стапеля [15].

Стапель предназначен для пространственного ориентирования соединяемых элементов рамы кузова или гоночного болида или карта. В

зависимости от того, какая рама собирается, зависит компоновка стапеля, но принцип работы и общий подход к проектированию одинаковый в обоих случаях.

На стапеле закрепляются вырезанные или согнутые заранее трубчатые и пластинчатые элементы рамы. Они устанавливаются на соответствующие подставки, уголки или опорные элементы. Для деталей с отверстиями могут применяться направляющие штифты.

Для обеспечения неподвижности соединяемых деталей при выполнении сварочных работ их фиксируют к несущим элементам стапеля при помощи различных фиксаторов типа струбцин или других зажимов [16].

Рама работает в условиях значительных статических нагрузок, которые возникают из-за термической деформации элементов кузова при выполнении сварочных работ.

С точки зрения обеспечения работоспособности стапеля необходимо, чтобы он обеспечивал пространственное расположение соединяемых деталей с отклонением не более 0,2 мм. Данное отклонение определяется как точностью изготовления и сборки самого стапеля, так и деформациями, которые возникают при сварке. В качестве материала используем обычную конструкционную углеродистую сталь 10, которая имеет необходимые физико-механические свойства, как по прочности, так и по жесткости. Толщина пластин принимается равной 5 мм. Это было принято на основе результатов деформационного расчета конструкции стапеля при нагрузке его силами, возникающими при сварке. Так как тип производства единичный, стоимость изготовления данной конструкции необходимо свести к минимуму. Это обеспечивается как выбором дешевого и не дефицитного материала, так и минимально возможной материалоемкостью конструкции стапеля.

Стапель предполагается изготавливать на основе проекта собственными силами. Для изготовления отдельных элементов применяется лазерная раскройка по контуру.

На основе математической модели рамы разработана конструкция стапеля. Для упрощения изготовления и сборки следующих вариантов гоночных болидов или картов необходимо, чтобы несущие элементы стапеля обеспечивали достаточно высокую долговечность. Так как предполагается однократное использование для каждой конструкции, степень износа или деформаций деталей стапеля будут минимальными. Это делает возможным использовать унифицированный подход для следующих конструкций. По необходимости использовать уже изготовленные элементы без доработки или с минимальной доработкой.

С точки зрения отделки никаких особых требований для изготовления стапеля не требуется, так как он участвует только в технологическом цикле изготовления гоночного болида или карта. Засорение или загрязнение элементов стапеля не критично. Простая форма позволяет их оперативно очищать от загрязнений. При воздействии расплавленного металла можно чистить их ручным шлифовальным инструментом.

Пример рамы, которая собирается на сборочном стапеле, приведен на рисунке 17.

На рисунке 18 приведен пример рамы установленный на сборочном стапеле.

Следующим этапом разработки технологического процесса сборки является анализ технологичности конструкции изделия [15]. По габаритам сборочный стапель является достаточно крупным изделием. Наибольший размер больше 1 м. В пространственном отношении конструкция является распределенной и решетчатой. С учетом толщины и размеров деталей будет весить около 100 кг, что делает манипуляцию с данным изделием затруднительным.

Для перемещения данной конструкции необходимо применять или дополнительное подъемно-транспортное устройство или собирать его непосредственно на рабочем месте для изготовления автомобилей [14].

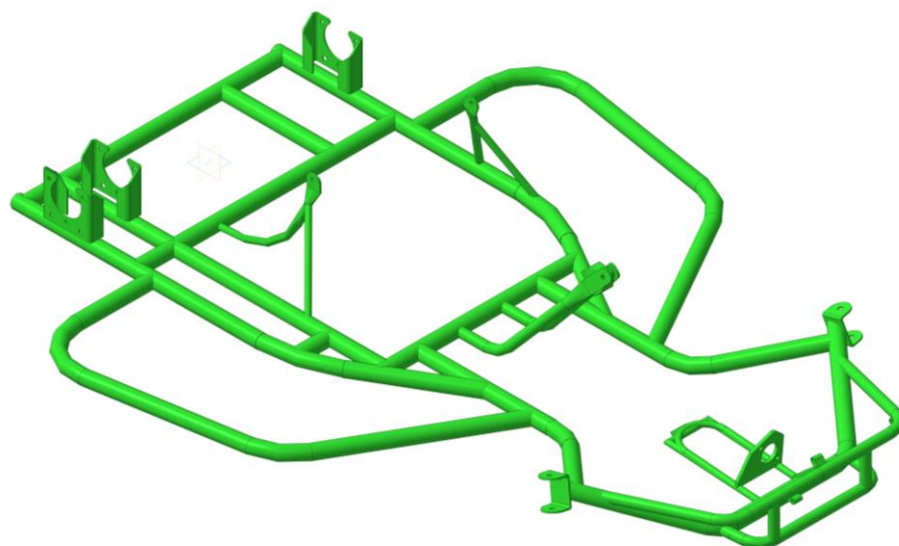


Рисунок 17 - Пример рамы гоночного карта

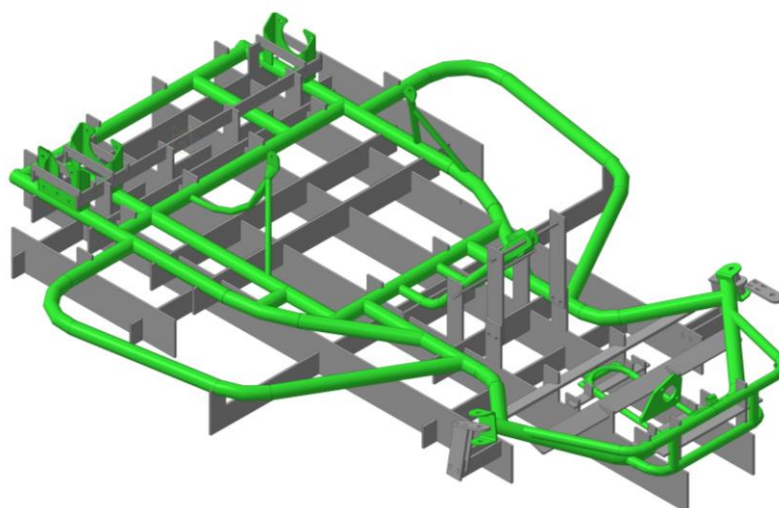


Рисунок 18 - пример рамы установленный на стапеле

С точки зрения общей компоновки стапель представляет собой набор базовых и установочных пластин. Сама конструкция разбивается на два модуля: для носовой и хвостовой части рамы гоночного болида. Даная модульность выражена в явном виде. Эти два модуля можно собирать отдельно.

Для гоночного карта стапель в среднем меньших размеров и более равномерной конструкции плоскостной формы. Рама кузова самого карта базируется на четырех основных пластинах, которые обеспечивают сборку всей рамы по длине. Поэтому для данного стапеля модульность в данном случае обеспечиваться не будет. Сборка ведется последовательно на основе четырех основных продольных пластин.

Для сборочного стапеля под гоночный болид передний и задний модули можно собирать отдельно, так как они базируются на отдельных базовых направляющих пластинах. Далее эти два модуля соединяются между собой.

С учетом того, что единичный тип производства, форма организации сборочного процесса стационарная последовательная. С точки зрения унификации конструкции, элементы конструктивно выглядят различным образом, но способ соединения этих элементов типовой - по пазам. Для повышения жесткости конструкции основные несущие элементы можно соединить между собой дополнительно с использованием прихвата сварочным соединением. В данном случае точность при сборке обеспечивается методом полной взаимозаменяемости за счет обоснованного задания присоединительных и остальных стыковочных размеров деталей. В ходе размерного анализа такая оценка произведена для сборочной размерной конструкторской цепи. При необходимости возможна ручная доработка методом пригонки или регулировки, который будет обеспечиваться подточкой паза или его смещением.

Можно изготовить новую деталь с поправками на новые размеры. Трудоемкость сборки невысокая, так как количество элементов относительно небольшое (около 30).

Сборка происходит типовая на основе одного и того же типа соединения - пазового. Механизация работ не требуется.

Для обеспечения расположения направляющих уголков необходимо их соединять с поперечными пластинами заранее при помощи сварочных

соединений. При необходимости проверка эффективности проведенных сборочных работ будет оцениваться на этапе сборки самой рамы. В случае нормального стыкования деталей это будет означать, что все элементы сделаны в допуске. Допуски назначены обоснованно, и все сборочные работы проведены в соответствии с техническими инструкциями.

В целом по оценке технологичности необходимо отметить, что стапель имеет достаточно высокую технологическую простоту, то есть удобство и не сложен в эксплуатации, то есть на этапе сборки рам. После выполнения необходимых функций, конструкция достаточно легко и быстро разбирается и в сложенном состоянии занимает немного места, так как все элементы имеют плоскую пространственную конфигурацию. С точки зрения работы на данном стапеле выполнение технологических операций по сборке рамы выполняется просто, так как особых требований и навыков по работе на данной конструкции не требуется. В случае повреждения какого-либо элемента его достаточно легко можно восстановить или продублировать. С точки зрения блочности, этот коэффициент равен нулю для стапеля для сборки карта. Для гоночного болида этот показатель будет равен практически единице, так как все детали каждого из модулей переднего и заднего входят или в первый или второй модули.

Для единичного типа производства - уровень автоматизации нулевой. Уровень унификации для соединений, выполняемых на автоматическом сборочном оборудовании равен нулю.

Число направлений сборочных движений в данном случае близко к единице, так как установка практически всех элементов производится вертикально или горизонтально за счет прямолинейного движения при установке в пазы.

Установочные базы в данном случае будут постоянные, так как сборка ведется на основе базовых направляющих пластин, которые в процессе сборки уже никуда не перемещаются и не кантуются.

Для разработки технологического процесса сборки необходимо составить вспомогательный технологический документ - технологическую схему сборки. Разработанный документ представлен в графической части.

Он отражает последовательность установки деталей в конструкцию сборочного стапеля [17].

На технологической схеме сборки в виде отдельных элементов показаны детали, которые приведены в спецификации к сборочному чертежу стапеля (приложения Г и Д).

В соответствующих обозначениях указано название детали, номер их позиции и количество однотипных элементов. Для проведения сборки необходимо выбрать базовую деталь.

В данном случае используем четыре направляющих базовых элемента - продольные пластины для сборочного карта. Для гоночного болида получается два узла переднего и заднего модулей, для которых базовыми деталями также соответственно будут продольные несущие пластины.

Показываем как базовый элемент одну из этих пластин. Далее сверху обозначаем присоединение всех остальных деталей. Но в данном случае речь идет об установке этих пластин в предварительный установочный элемент в виде деревянного бруска с прорезями для того, чтобы взаимно сориентировать и обеспечить их параллельность.

Далее производится установка поперечных пластин, в процессе которой происходит выравнивание положения продольных базовых пластин относительно друг друга. Установка производится дополнительно пластин поперечных, горизонтальных или наклонных.

Если пластина-элемент имеет на краях уголки-кронштейны, их присоединяем при помощи или пазового соединения или сварочных работ. В качестве дополнительного технического требования указываем прихват при помощи сварочного соединения основных несущих элементов продольных и поперечных пластин.

3.3 Выбор формы сборки

Для обеспечения процесса сборки выбираем стационарную форму сборки с неподвижным собираемым изделием. Форма выполнения технологических переходов последовательная. Это соответствует единичному циклу производства.

3.4 Выбор схем базирования

Для обеспечения точности при сборке, снижения трудоемкости используем стационарную форму сборки с неподвижным стапелем. Это также связано с габаритами и массой изделия, из-за которых его трудно перемещать [24].

Базирование осуществляем на торцах продольных базовых пластин. Но так как их положение в таком виде неустойчиво, для предварительной ориентации пластин применим сборочный стапель в виде деревянных брусков с соответствующими прорезями. Кроме этого данная подставка может выполнять далее функцию опоры для всей конструкции, в том числе на этапе технологической сборки самой рамы, так как приподнимает всю конструкцию над плоскостью верстака. Для выполнения, при необходимости, сварочных работ по фиксации боковых уголков к поперечным пластинам, их пространственную ориентацию производят при помощи магнитных держателей [9].

3.5 Перечень технологических переходов

Перечень технологических переходов для сборки стапеля для соединения элементов рамы гоночного карта выглядит следующим образом.

Сначала на установочные бруски по прорезям устанавливаем четыре поперечные пластины с заданным шагом. Далее устанавливаем передние

укороченные. Далее самая длинная пластина с проушинами по концам и две последние - одинаковые с прорезями под задние укороченные боковые пластины.

Далее на эти четыре поперечные вертикальные пластины устанавливаются уже продольные боковые укороченные и две центральные удлиненные пластины.

После этого на центральные продольные пластины ставим спереди две вертикальные укороченных пластины, сзади четыре удлиненных вертикальных пластины.

На поперечные нижние задние удлиненные пластины ставим две боковые с крюкообразным элементом в центральной части. В заднюю часть на центральной пластине в прорезь прямоугольного выступа вставляется направляющие поперечная вертикальная планка, которая соединяется с последней поперечной планкой при помощи шести укороченных продольных пластин

В передней части стапеля на удлиненные пластины ставим горизонтальные и наклонные укороченные поперечные пластины. В передний вырез, затем в нижний приподнятый наклонный вырез в противоположную сторону следующая аналогичная деталь.

В центре стапеля с креплением в отверстия устанавливаются дополнительно две пластины, наращивая стапель в высоту, а в верхней части в отверстия этих пластин устанавливается направляющий штифт

На следующей поперечной пластине сбоку приваривается две прямоугольной пластины в паз которой вставляются поперечные наклонные пластины.

На боковые продольные пластины в передней части навариваются кронштейны в виде уголков, состоящие из сдвоенных пластин, соединенных под небольшим углом, а в верхней части по прямоугольным отверстиям устанавливаются проушины с отверстием.

Пример детали, которую используют при сборке стапеля, приведен на рисунке 19.

3.6 Технология изготовления деталей

Технология изготовления пластин (рисунок 19) простая. Из исходной плиты по математической модели производится вырезка по заданному контуру необходимой детали при помощи лазерного станка RABBIT 1525 Flat Bed с мощностью 140 Вт.

Точность и качество вырезанной поверхности соответствует требованиям чертежа.

При необходимости края дорабатываются при помощи ручного слесарного инструмента.

Перед сборкой данные детали протираются для очистки от грязи и пыли, а также технологических сред.

Перед установкой возможна проверка ширины установочного паза для того, чтобы потом не пришлось проводить дополнительную подгонку уже в процессе выполнения сборочных операций. Проверка может выполняться при помощи контрольной плитки с двойным размером по принципу проходного и не проходного калибра.

В данном случае технологический процесс изготовления деталей стапеля заключается в одной единственной формообразующей операции.

Так как для изготовления используется листовой прокат, предварительно порезанные листы помещаются в рабочую зону вырезного лазерного станка. После фиксации в рабочей зоне разрезанного предварительно листа, происходит раскройку по заданным контурам, которые определяются из цифровой модели данного стапеля.

Погрешность раскройки составляет 0,02 мм. Этого с запасом хватает для обеспечения необходимых параметров точности, которые определены в ходе размерного анализа.

В результате выполнения вырезного перехода получаем заготовки детали, которые уже на стадии сборочного процесса соединяются в заданную конструкцию.

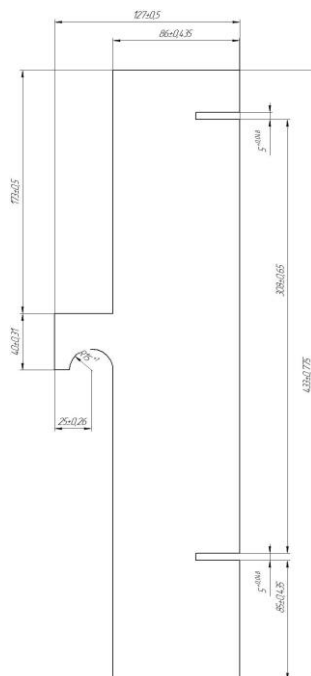


Рисунок 19 – Задняя боковая пластина

Технологические режимы для вырезки деталей на лазерном станке с типом лазера CO_2 и мощностью 800 Вт составят: скорость резания 2,5 м/мин при ширине реза 0,5 мм. При этом обеспечивается качество реза с переменной шероховатостью. На нижней кромке она значительно выше, чем для верхней кромки.

Резание проводится в режиме плавления с удалением расплава из зоны резания для исключения заплавления сквозного реза. Для этого дополнительно подают струю газа, коаксиально излучению в зону обработки. Данный способ резки является энергетически более выгодным по сравнению с резкой испарением. Для более эффективного проведения процессор резания в качестве газа, поддающегося в зону резания можно использовать струю кислорода. Это обеспечивает экзотермический характер реакции, создавая

дополнительный источник нагрева в зоне резания, а также обеспечивает за счет окисления металла снижения его отражательной способности. Перед сборочными переходами данные детали можно очистить путем протирки поверхности детали моющим средством или растворителем для удаления следов технологической среды после лазерной операции.

Кроме этого может быть проведена контрольная операция по определению ширины пазов при помощи щупа, а также можно провести контроль состояния боковых кромок вырезанных деталей. В случае необходимости, тогда на следующей слесарной операции производится доводка путем обработки заостренных неровных выступающих кромок.

Технологические режимы выставляются для материала стали 3 с толщиной листа 4 мм. Детали представлены показаны на листах графической части. План изготовления представлен на соответствующем листе. Сборочный процесс и маршрутная карта технологии изготовления детали представителя показаны в приложениях А и Б.

3.7 Размерный анализ стапеля

В конструкции стапеля есть много размерных параметров, точность относительного положения которых необходимо обеспечить. Последовательный расчет этих параметров приведен в данном подразделе.

Для обеспечения необходимой точности расположения элементов рамы гоночного болида или карта, которая определяется регламентом и, в среднем, принимается равной 0,2 мм, проведем расчет необходимых параметров сборочных стапеля гоночного болида и гоночного карта [23].

Уравнение для замыкающего звена для стапеля на рисунке 20 будет состоять из комплексной цепи.

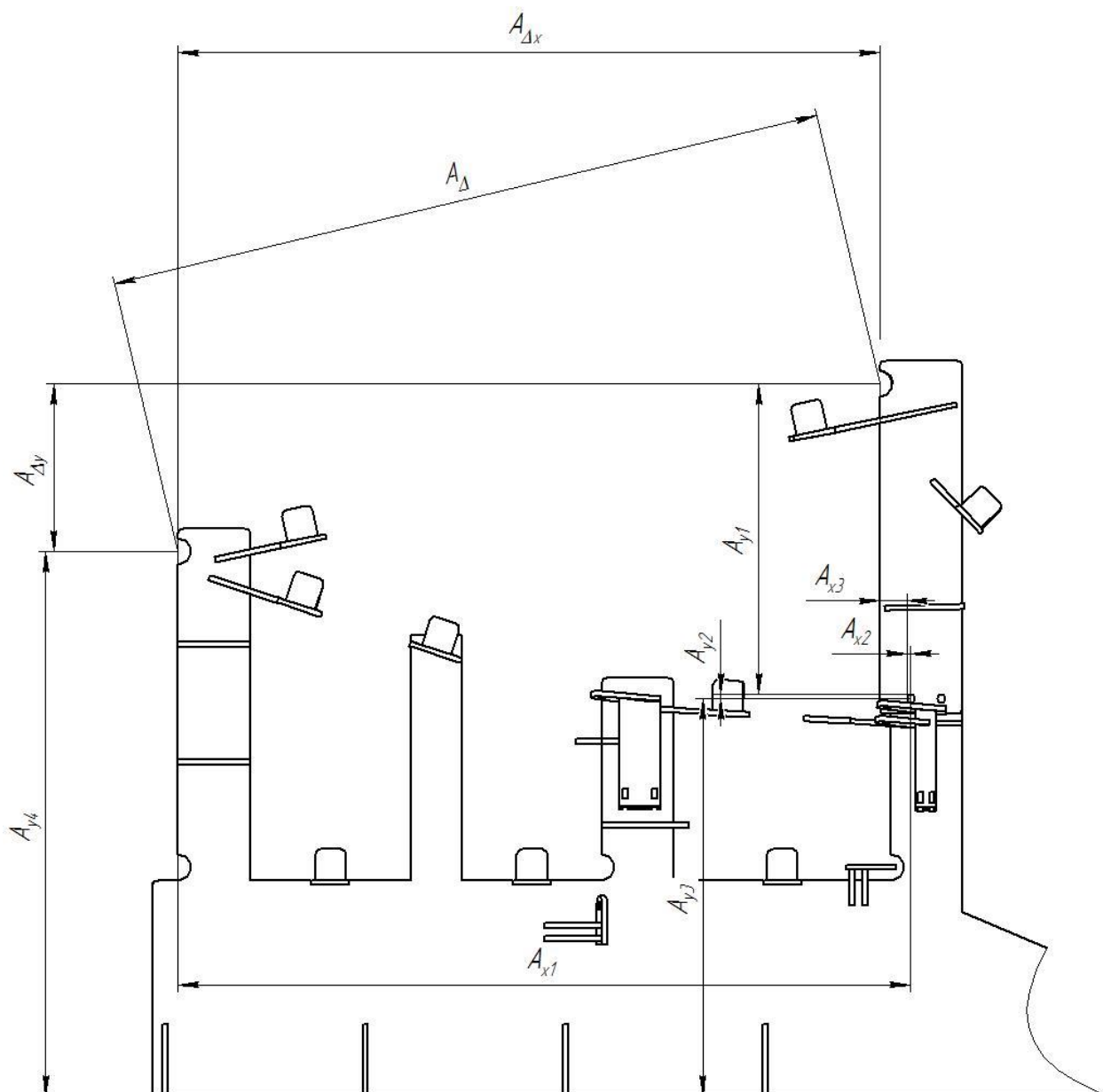


Рисунок 20 – Уравнения размерных цепей переднего модуля

Суммарная погрешность межосевого расстояния между базовыми полуотверстиями для фиксации труб рамы

$$A_{\Delta} = \sqrt{A_{\Delta y}^2 + A_{\Delta x}^2}, \quad (1)$$

где $A_{\Delta y}$ – размер межосевого расстояния по вертикали, мм;

$A_{\Delta x}$ - размер межосевого расстояния по горизонтали, мм.

Они зависят от размеров пластин, составляющих конструкцию стапеля в вертикальном и горизонтальном направлениях

$$A_{\Delta y} = A_{y1} + A_{y2} + A_{y3} + A_{y4}, \quad (2)$$

где A_{y1} – расстояние от оси базового отверстия до оси крепежных отверстий под кронштейн, мм;

A_{y2} – зазор между отверстиями и крепежными элементами в отверстия кронштейна, мм;

A_{y3} – расстояние от отверстия под кронштейн до нижнего основания плоскости, мм;

A_{y4} – расстояние от центра базового отверстия до нижней плоскости пластины, мм.

Аналогичное уравнение составляется для горизонтального направления

$$A_{\Delta x} = A_{x1} + A_{x2} + A_{x3}, \quad (3)$$

где A_{x1} – расстояние от оси базового отверстия до оси крепежных отверстий под кронштейн, мм;

A_{x2} – зазор между отверстиями и крепежными элементами в отверстия кронштейна, мм;

A_{x3} – расстояние от отверстия под кронштейн оси базового отверстия, мм.

Для размерной цепи Б. Она имеет замыкающее звено, которое определяет погрешность положения двух горизонтальных пластин в заднем модуле стапеля.

$$B_{\Delta} = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5, \quad (4)$$

где B_1 – зазор в сопряжении пластина паз, мм;

- B_2 - толщина пластины, мм;
- B_3 - высота крепежных отверстий над нижней установочной плоскостью боковой пластины, мм;
- B_4 - высота паза над крепежными отверстиями, мм.

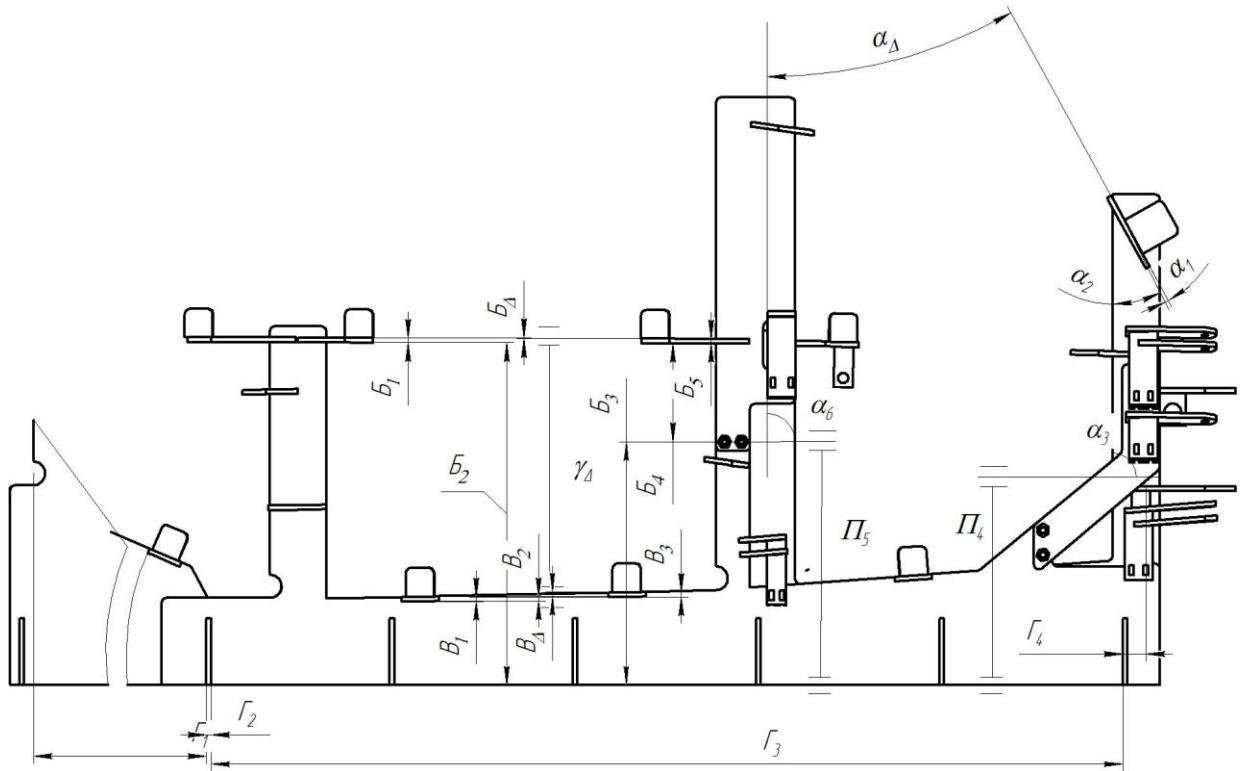


Рисунок 21- Уравнения размерных цепей переднего модуля

Уравнение допусков

$$TB_{\Delta} = \sqrt{TB_1^2 + TB_2^2 + TB_3^2 + TB_4^2 + TB_5^2}, \quad (5)$$

где TB_1 - допуск зазора в сопряжении пластина паз, мм;

TB_2 - допуск толщины пластины, мм;

TB_3 - допуск высоты крепежных отверстий над нижней установочной плоскостью боковой пластины, мм;

TB_4 - допуск высоты паза над крепежными отверстиями, мм.

Аналогичные параметры входят в размерную цепь В.

$$B_{\Delta} = B_1 + B_2 + B_3, \quad (6)$$

где B_1 - толщина пластины, мм,

B_2 - высота одного паза относительно другого паза, мм;

B_3 - толщина пластины, мм.

Погрешность

$$TB_{\Delta} = \sqrt{TB_1^2 + TB_2^2 + TB_3^2}, \quad (7)$$

где TB_1 - допуск толщины пластины, мм;

TB_2 - допуск высоты одного паза относительно другого паза, мм;

TB_3 - допуск толщины пластины, мм.

Две пары размерных цепей формируют не параллельность установочных плоскостей для направляющих трубок рамы кокпита в центральной части болида. Данная размерная цепь является составной, в которую входят производные размерные цепи Б и В, которые и формируют определяемую не параллельность γ_{Δ}

$$\gamma_{\Delta} = B_{\Delta} + B_{\Delta}, \quad (9)$$

где B_{Δ} - замыкающее звено цепи В, мм,

B_{Δ} - замыкающее звено цепи Б, мм.

Для размерной цепи Г, которая связана с формированием габаритного размера свариваемой рамы и является размером между центром установочного выреза на передней пластине 5 и центром установочного отверстия на задней пластине 18. Данный размер формируется в результате выполнения следующих размерных параметров

$$\Gamma_{\Delta} = \Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3 + \Gamma_4 + \Gamma_5 + \Gamma_6, \quad (10)$$

где Γ_1 - расстояние от центра отверстия до установочного паза, которым данная боковая пластина соединяется с поперечной, которая является общей для переднего и заднего модулей мм;

Γ_2 - ширина паза под установку поперечной пластины, мм;

Γ_3 - расстояние от установочного паза под поперечной пластиной, мм;

Γ_4 - зазор боковой базовой, мм;

Γ_5 - расстояние от паза пластины заднего модуля до установочных отверстий под задний кронштейн, на котором крепится поперечная горизонтальная пластина 18, мм;

Γ_6 - расстояние от торца стыковочного паза горизонтальной пластины до центра полу отверстия в горизонтальной пластине 18, мм;

Следующая размерная цепь определяет угловое смещение направляющих отверстий под вертикальную стойку и наклонной задней пластины 37. Данное угловое положение будет определяться

$$\alpha_{\Delta} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \Pi_4 + \Pi_5 + \alpha_6, \quad (11)$$

где α_1 - угловая погрешность положения пластины 37 в установочных продольных базовых пластинах из-за зазора в пазовом соединении, °;

α_2 - погрешности изготовления в угловом направлении самого шпоночного паза в вертикальной пластине, °;

α_3 - погрешность угловая расположения базовых отверстий для установки этой пластины, °;

Π_4 - не параллельность положения базовых отверстий относительно нижней плоскости базовой пластины, °;

Π_5 - не параллельность нижней плоскости базовой пластины относительно установочных отверстий для центральной вертикальной пластины, °;

Π_6 - не параллельность или угловое отклонение оси установочных отверстий и пазов для установки пластины 15, последнее звено в размерной цепи

α_7 – угловой зазор в пазовом соединении горизонтальной пластины 15 и вертикальной стойки, °;

Результаты расчета в таблицах 1, 2.

Таблица 1 - Параметры сборочных цепей А, Б, В

Параметр	Значение	Допуск
A ₁	0,008	S2
A ₂	0,008	S3
A ₃	0,006	S4
A ₄	0,006	E4
A ₅	0,006	E5
Б ₁	0,008	S2
Б ₂	0,008	S3
Б ₃	0,006	S4
Б ₄	0,006	E4
Б ₅	0,006	E5
В ₁	0,008	S2
В ₂	0,008	S3
В ₃	0,006	S4
В ₄	0,006	E4
В ₅	0,006	E5

Таблица 2 - Параметры сборочной цепи Г, α , γ

Параметр	Значение	Допуск
1	2	3
Г ₁	0,008	S2
Г ₂	0,008	S3
Г ₃	0,006	S4
Г ₄	0,006	E4
Г ₅	0,006	E5

Продолжение таблицы 2

1	2	3
α_1	0,008	S2
α_2	0,008	S3
α_3	0,006	S4
α_4	0,006	E4
α_5	0,006	E5
γ_1	0,008	S2
γ_2	0,008	S3
γ_3	0,006	S4
γ_4	0,006	E4
γ_5	0,006	E5

С учетом данных выражений и типовых значений параметров (не параллельности, зазоров, погрешности длин) выполнен расчет методом равных допусков вероятностным способом с перераспределением расчетных параметров для повышения технологичности.

3.8 Технология сборки стапеля

В таблицах 3 и 4 приведены технологические переходы по сборке большого и малого стапелей с указанием необходимого технологического оснащения. Так как производство является единичным, используются универсальные средства технологического оснащения. Форма организации технологического процесса стационарная не поточная.

Для упрощения проектирования операций принимаем их как два типа. Первый тип операции выполняется с использованием сварочных работ, второй включает запрессовку вручную при помощи слесарного инструмента.

Таблица 3 – Технологические операции сборки стапеля рамы болида

Операция	Переход	Оснащение
1	2	3
005	Соединение детали позиция 1 (3 штуки) и	Верстак, базирующие опоры.

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	детали позиция 34 (3 штуки).	Аккумуляторная дрель-шуруповерт Makita DDF453SYE. Сверло диаметр 8 мм P6M5 Sekira STV 33378. Клепальный молоток.
010	Соединение детали позиция 43 (2 штуки) и детали позиция 30 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды.
015	Соединение детали позиция 31 (4 штуки) и детали позиция 32 (2 штуки). Установка детали позиция 30 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды. Киянка.
020	Соединение детали позиция 27 (2 штуки) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы – для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды.
025	Соединение детали позиция 22 (1 штука) и детали позиция 28 (4 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы – комплект для углового соединения, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
030	Соединение детали позиция 25 (2 штуки) и детали позиция 26 (2 штуки). Установка детали позиция 33 (1 штука).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды. Киянка.
035	Соединение детали позиция 6 (2 штуки) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
040	Соединение детали позиция 8 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы– для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
045	Соединение детали позиция 9 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
050	Соединение детали позиция 10 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы– для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
060 055	Соединение детали позиция 12 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим

Продолжение таблицы 3

1	2	3
-	-	электродов, сварочные электроды
070 060	Соединение детали позиция 13 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы– для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
075 065	Соединение детали позиция 37 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
080 070	Соединение детали позиция 14 (1 штука) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы– для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
085 075	Соединение детали позиция 20 (2 штуки) и детали позиция 48 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды.
100 080	Соединение детали позиция 38 (5 штук) и детали позиция 30 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы– для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
-	-	электродов, сварочные электроды
105 085	Соединение детали позиция 39 (2 штуки) и детали позиция 30 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
110 090	Соединение детали позиция 32 (4 штуки) и детали позиция 36 (2 штуки). Установка детали позиция 20 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды. Киянка.
115 095	Соединение детали позиция 41 (2 штуки) и детали позиция 11 (4 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды.
120 100	Соединение детали позиция 40 (1 штука) и детали позиция 38 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы – для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды
125 105	Соединение детали позиция 16 (3 штуки) и детали позиция 26 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды.
110	Установка детали позиция 2 (2 штуки). Установка узлов в сборе позиции 20, 38,	Верстак. Киянка.

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	<p>39, 32, 41, 40, 16. Установка детали позиция 11 (2 штуки). Установка детали позиция 41 (2 штуки). Установка детали позиция 4 (1 штука). Установка детали позиция 35 (1 штука). Установка детали позиция 24 (1 штука). Установка в сборе позиций 12, 13, 37, 14. Установка детали позиция 17 (1 штука). Установка детали позиция 18 (2 штуки). Установка детали позиция 19 (2 штуки). Установка детали позиция 42 (2 штуки). Установка детали позиция 15 (1 штука).</p>	
115 Общая сборка	<p>Установка узла в сборе позиции 43,31. Установка детали позиция 3 (4 штуки). Установка узла в сборе позиции 27. Установка детали позиция 5 (2 штуки). Установка узла в сборе позиции 22. Установка детали позиция 33 (1 штука). Установка узлов в сборе позиции 6, 8, 9. Установка детали позиция 7 (1 штука). Установка детали позиция 23 (1 штука). Установка детали позиция 33 (1 штука). Установка узла в сборе позиции 2.</p>	Верстак. Киянка. Уровень.

Таблица 4 – Технологические операции сборки стапеля рамы карта

Операция	Переход	Оснащение
1	2	3
005	<p>Соединение детали позиция 6 (1 штука) и детали позиция 5 (1 штука). Установка детали позиция 12 (2 штуки). Установка детали позиция 1 (1 штука). Установка детали позиция 2 (2 штуки). Установка детали позиция 12 (2 штуки). Установка детали позиция 8 (1 штука). Установка детали позиция 9 (1 штука). Установка детали позиция 7 (2 штуки). Установка детали позиция 15 (1 штука).</p>	<p>Верстак, базирующие опоры. Аккумуляторная дрель-шуруповерт Makita DDF453SYE. Сверло диаметр 8 мм P6M5 Sekira STV 33378. Клепальный молоток.</p>
010	<p>Соединение детали позиция 11 (1 штука) и детали позиция 4 (4 штуки).</p>	<p>Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды.</p>
015	<p>Соединение детали позиция 14 (6 штук) и детали позиция 13 (2 штуки).</p>	<p>Верстак, сварочные фиксаторы, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды. Киянка.</p>
020	<p>Соединение детали позиция 16 (2 штуки)</p>	<p>Верстак, сварочные фиксаторы</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	и детали позиция 17 (2 штуки). Установка детали позиция 18 (2 штуки).	– для кронштейна, сварочный выпрямитель, зажим
025	Установка детали позиция 22 (2 штуки). Установка детали позиция 23 (2 штуки). Установка детали позиция 19 (2 штуки). Установка детали позиция 20 (1 штука). Установка детали позиция 10 (2 штуки). Установка узла в сборе позиция 16 (2 штуки).	Верстак, сварочные фиксаторы – комплект для углового соединения, сварочный выпрямитель, зажим электродов, сварочные электроды

Технологическая операция сборки стапеля будет включать в себя следующее технологические и вспомогательные переходы. Осмотр деталей перед сборкой - 0,1 мин. Установка детали без закрепления на плоскость - 0,07 мин. Случае выполнения на технологической операции сварочных работ установка деталей будет проводиться под сварку с ее креплением. Тогда данный технологический переход будет составлять из установки, закрепления и раскрепление, снятия детали - 0,14 мин. Протирка от грязи - 0,16 мин. Запрессовка деталей вручную при помощи молотка или киянки - 0,5 мин. Выполнение сварочных работ, так как проводится точно, будет занимать 3 мин.

Суммарное время по операции, где производится сварка, равно 3,4 мин. Суммарное время по технологической операции, где производится запрессовка без сварочных работ - 0,67 мин. Дополнительные время на обслуживание и отдых принимаем равным 11% от оперативного времени. Сварочные операции это будет 0,37 мин. Для сборочной операции - 0,07 мин. Тогда с точное время по операциям будет равно 3,77 мин и 0,74 мин. На общей сборки которые структурно оформляется как одна операция на самом деле выполняется 29 переходов, на узловой сборке 21 переход. Данные переходы выполняется путем запрессовки. Поэтому суммарное время общей сборки и узловой сборки заднего модуля будет равно производству штучного времени на соответствующую операцию на количество этих операций - переходов. Тогда получается для двадцати

сварочных операций общее штучное время составит 79,2 мин. Для запрессовочных операций - переходов общей и узловой сборки общее штучное время составит 21,5 мин. Время сверлильных переходов по установке кронштейнов с последующей клепкой будет равно 3,5 мин. Таких операций будет две. Тогда общее время 7 мин.

Трудоемкость сборки стапеля под раму болида будет 107,7 мин.

Аналогично будет сборка стапеля для карта. Для шести сварочных и одиннадцати установочных операций 33,7 мин.

3.9 Расчет деформаций стапеля

Для того, чтобы при сварке элементов рамы обеспечить точность их положения, необходимо проверить конструктивную жесткость сборной конструкции стапеля. До этого трехмерную модель стапеля импортировали в формат *.igs. После этого она загружена в специализированную программу для статических расчетов методом конечных элементов. Расчетная схема представлена на рисунке 22.

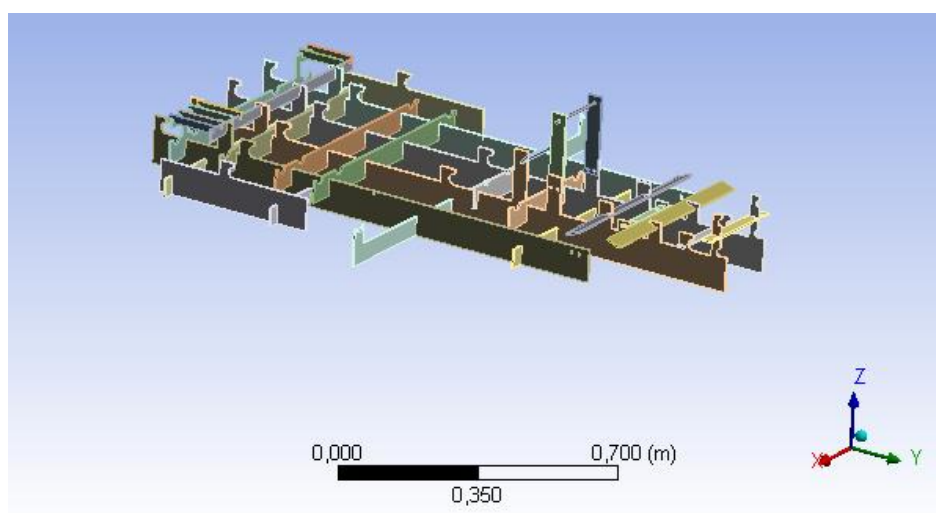


Рисунок 22 – Расчетная схема стапеля

После импорта модели производится разбивка на сетку конечных элементов. Размер элементов приметы по умолчанию. Для расчета необходимо задать начальные условия и параметры нагружения. Стапель опирается своими нижними направляющими пластинами на верстак или подставочные элементы. Поэтому выберем закрепление стапеля фиксированным по нижним кромкам этих пластин. Нагрузку будем принимать в направлении минимальной конструктивной жесткости несущих элементов стапеля. В данном случае они будут определяться силами, направленными перпендикулярно плоскости пластин. Величину силы, которая возникает от деформации при сварке, примем равной 500 Н.

Результаты расчета по принятой схеме нагружения показаны на рисунке 23.

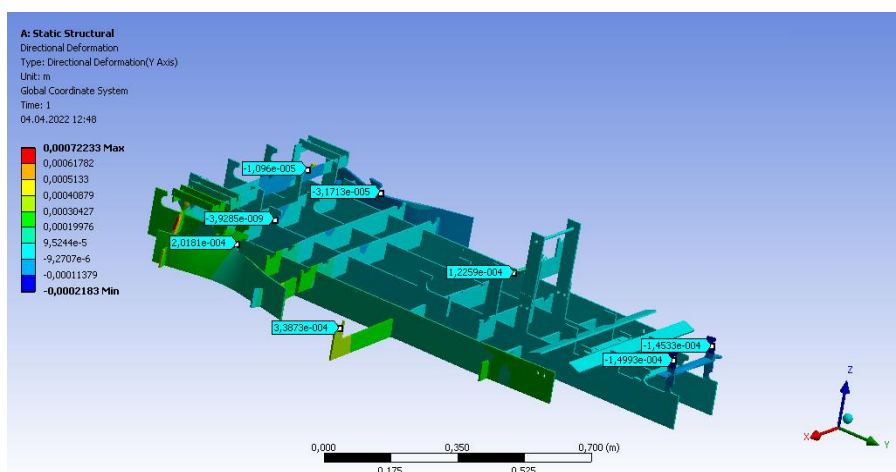


Рисунок 23 – Результат расчета нагружения стапеля

По данным условиям произведен расчет по определению компоненты деформации, напряжения, а также коэффициента безопасности (полностью показаны на листе графической части). В указанных точках даны величины деформаций по соответствующим направлениям. Как показал расчет, максимальная величина деформации находится в пределах допуска на

смещение элементов рамы, которое по регламенту определяется равной 0,17 мм.

3.10 Расчет зажима для рамы

Предлагается применить специализированные прихваты, изготовление которых является простым процессом с минимальными затратами. Необходимо учесть также, что изготовление рамных конструкций периодически повторяется в рамках проекта «Формула-студент». Поэтому использование данных прихватов будет неоднократным.

Для работы используется, во-первых, сила упругости. Форма прихвата П-образная. Методом конечных элементов подсчитаны напряжения, которые возникают при определенном сдвиге концевых пластин (рисунок 24 и лист графической части).

Для усиления величины силы режима использования дополнительной винтовой элемент.

Для этого крайние части консоли П-образного прихвата просверливаются. Получаются соосные отверстия. По краям этих отверстий навариваются втулки. С одной стороны с гладким отверстием, с другой стороны - с резьбовым отверстием. Винтовой зажим имеет канавку, в которую защелкивается упругое разъемное кольцо. Она не дает этому винтовому элементу выпасть из втулки с гладким отверстием, в котором она установлена с большим зазором 3 мм. Он дает возможность компенсировать перекося этого винта в отверстиях при деформации консольных пластин в процессе фиксации.

При зажиме трубы каркаса на стапеле при помощи данного захвата усилие может регулироваться в широком диапазоне. Это может быть за счет сил упругости самого захвата, дополнительной скобы или за счет винтового зажима. Его использование обеспечивает необходимое усилие в тех местах, где происходит сварка.

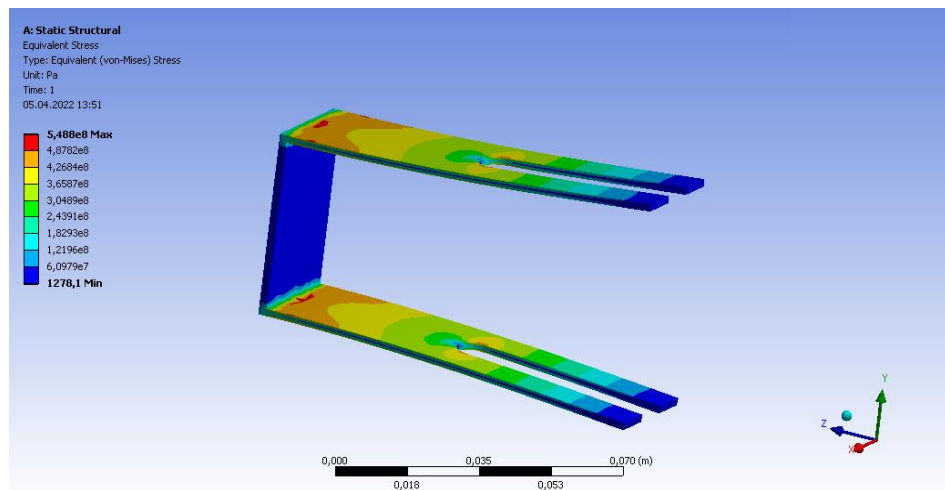


Рисунок 24 – Элемент зажима

Процесс зажима выглядит следующим образом. П-образный прихват подводится к базовой пластине, к которой необходимо прижать устанавливаемый трубу - элемент рамы. В середине одной из консолей приварена вырезанная из трубы полукруглая зажимная часть. За счет сил упругости она защелкивается на фиксируемой трубе. Можно ставить в зажим трубу и продольно. После этого вставляется зажимной винт и в его канавке защелкивается упругое разжимное кольцо. Вкручивается винт в резьбовую втулку на противоположной пластине консоли. При вращении происходит их сближение, что позволяет зафиксировать трубу на стапеле.

Вывод по разделу

В разделе выполнено проектирование технологии сборки стапеля с выбором организационной формы сборки, схем базирования элементов, проектированием технологических переходов. Выполнен размерный анализ конструкции сборочного стапеля, который позволяет назначить обоснованные требования на точность размеров изготовления отдельных элементов. Разработана технология изготовления элементов методом вырезки на лазерном оборудовании.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Для анализа опасных факторов и разработки мер безопасности выполняется описание разработанной технологии [6].

Технология изготовления предложенной конструкции сборочного стапеля включает в себя два этапа. На первом этапе производится изготовление путем лазерной вырезки отдельных деталей сборочного стапеля на лазерном станке RABBIT 1525 Flat Bed. После этого подготовленные детали прошедшие входной контроль собирается в готовое изделие с использованием сборочных соединений, включая сварочные путем электродной сварки, а также прессование, выполняемое с использованием ручного слесарного сборочного инструмента. Дополнительно на сборочных операциях используется механизированный сверлильный инструмент Makita DDF453SYE для подготовки отверстий под заклепочные соединения, выполняемые при помощи клепального молотка Airpro RH-9503X.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

К опасным и вредным производственным факторам в технологии изготовления стапеля в зависимости от выполняемой операции относятся следующие производственные риски. На операции по раскройке на лазерном станке отдельных деталей это будут факторы, связанные с высоким уровнем температуры и излучения. Раскройка производится методом плавления с подачей струи кислорода, что приводит к загрязнению воздушной среды. После вырезки возможно нанесение повреждений за счет острых кромок изготовленных деталей, что приводит к необходимости их зачистки на слесарной операции. При сборке стапеля используется ручной слесарный инструмент (молотки), что может привести к физическому повреждению.

Также используются механизированный сверлильный инструмент, что может привести также к повреждению вращающимся сверлом, а также удаляемой стружкой. При выполнении сварочных работ также возникают вредные и опасные производственные факторы, связанные с высокой температурой, загрязнением окружающего воздуха, а также связанные с электрическим током. Кроме этого вредные факторы психофизиологического воздействия, как при лазерной, так и при сварочной работе и перенапряжение анализаторов, в частности зрения.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

Для снижения указанных рисков при работе на лазерном оборудовании применяются средства индивидуальной защиты в виде специальной одежды, обуви, а также защитных очков. На самом оборудовании применяется защитный экран с местной системой вентиляции для удаления испаряемых газов. Кроме этого, во всем производственном цеху используется общая вентиляция вытяжного типа. Сборка производится в учебно-производственном цехе на территории Тольяттинского Государственного Университета, где есть оборудование системы общей вентиляции. При выполнении сборочных работ используются средства индивидуальной защиты в виде комплекта одежды и защитных очков. Исполнители - сборщики обязательно проходят инструктаж по охране труда. Выполнение сварочных работ выполняется только по допуску на проведение таких работ. Для защиты от поражения электрическим током используется заземление и изоляция токоведущих элементов, а также предохранители. В целях снижения психофизиологического воздействия используются перерывы в работе, а также правильная организация рабочего места с достаточным уровнем освещения и вентиляции.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта

Лазерная раскройка производится в производственном подразделении подрядчика, где установлено несколько единиц технологического оборудования. Соответственно класс пожарной опасности будет относиться категории В и Е, где опасными факторами при пожаре являются пламя, искры, а также неисправности электропроводки. Это может привести при пожаре к разрушению оборудования с выносом высокого напряжения на металлические части. В случае тушения пожара может оказывать вредное воздействие огнетушащие средства. Для тушения пожара рабочее подразделение оборудуется набором огнетушителей, пожарным гидрантам с напорными пожарными рукавами, средствами по пожарному оповещению с управление эвакуацией. Также автоматически используется извещатели, а для тушения пожара непосредственно исполнителями могут использоваться ручной инструмент типа лопат и топоров, а также средства индивидуальной защиты в виде противогазов и респираторов. Все исполнители обязательно проходят пожарный инструктаж на регулярной основе.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Разработанная технология с точки зрения воздействия на окружающую среду содержит следующие опасные факторы. Воздействие на воздушную среду заключается в возможных токсических испарениях, при лазерном раскрое, а также при выполнении сварочных работ. С точки зрения вредного воздействия на сточные воды опасных факторов в данной технологии не предусматривается в связи с отсутствием жидких сред, используемых в технологическом процессе. С точки зрения воздействия на литосферу здесь возможны отходы только в виде ветоши, которая может использоваться для сухой протирки деталей перед сборкой. Для снижения влияния вредных факторов на воздушную среду можно использовать фильтрационные

системы, а для снижения вредных факторов на литосферу - утилизацию полученных отходов. Также необходимо отметить, вследствие единичного объема выпуска собираемого стапеля, объем вредных воздействий на окружающую среду минимальный [22].

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела по безопасности и экологичности технологического процесса изготовления и сборки стапеля, включающего два основных этапа в виде лазерной раскройки и сборочной технологии, были получены следующие результаты. Для предложенного технологического процесса изготовления и сборки стапеля проанализированы основные операции и оборудование, а также материалы и оснащение. С учетом проведенного конструкторско-технологического описания выявлены опасные и вредные производственные факторы, характерные для соответствующих этапов технологии изготовления стапеля, к которым отнесены высокие температурные воздействия, возможные повреждения острыми кромками, поражение электрическим током, загрязнение воздушной среды. С учетом этого разработаны мероприятия по защите работников в данной технологии в виде средств индивидуальной защиты, а также мер по организации работы в виде вентиляции, освещения, режимов работы, а также мер по подготовке работника в виде различных инструктажей. Проанализирована пожарная безопасность подразделений, участвующих в технологии изготовления стапеля и предложены меры по ее обеспечению. Данные организационно-технические меры включают в себя подбор инструмента, мероприятий, а также мер, необходимых в случае пожара. Проанализированы вредные экологические факторы. Основное вредное воздействие идет на воздушную атмосферу и на литосферу. Предложены меры по снижению данных вредных воздействий путем организации общей вентиляции, а также утилизации отходов.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений [8].

Данный раздел, являются итоговым в написании бакалаврской работы, в ходе которой предлагается дополнительно внести в процесс сборки сборочного стенда стапеля лазерную резку пластин-деталей. Эти детали вырезаются из листового проката и в дальнейшем собираются в стапель по пазовым соединениям. Для жесткости конструкции детали подвергаются резьбовому соединению и прихватываются 10-тью точками сваркой.

Так как данное стенд стапеля, это единичное производство, т.е. предполагается собрать только единственный экземпляр под конкретные цели, поэтому в данном разделе будут проведены расчеты, позволяющие определить затраты на выполнение сборочного процесса. Чтобы определить полные затраты, необходимо разделить процесс на два этапа. Первый, позволить определить затраты на необходимые материалы для выполнения сборки стапеля. Второй – определит затраты на трудоемкость выполнения этого процесса.

Совокупная стоимость необходимых для сборки материалов представлена в таблице 5. Из таблицы 5 видно, что для выполнения сборочного процесса необходимо 170 000 рублей на сами материалы.

Таблица 5 – Совокупная стоимость материалов для сборки стапеля

Материалы	Стоимость, руб.
1. Стенд	100 000
2. Комплект сборочной оснастки	50 000
3. Материал (листовой прокат)	5 000
4. Оборудование для лазерной резки	15 000
Итого:	170 000

Совокупные затраты на трудоемкость выполнения процесса представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Совокупная трудоемкость выполнения процесса сборки стапеля

Виды работ, выполняемые в процессе сборки	Трудоемкость, час.
1. Сборка на сборочном стенде	2,5
2. Обновление оснащения	3
3. Лазерная резка пластин-деталей	2,5
4. Сборка пластин-деталей, включая резьбовое соединение и точечную сварку	1
Итого:	9

Как видно из таблицы 6, совокупный процесс сборки составит 9 часов или 540 минут.

Данный стенд стапеля предназначен для сборки рамы болида в рамках программы «Формула-студент», соответственно все работы, описанные в таблице 2, выполняют студенты. Поэтому основой для определения затрат на трудоемкость является величина стипендии задействованных в данном проекте студентов.

Кроме того, весь процесс сборки стапеля выполняется под чутким контролем руководителя, который вместе со студентами принимает непосредственное участие в этих работах.

Совокупные затраты на трудоемкость с учетом численности задействованных студентов, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Совокупные затраты на трудоемкость

Участник сборки	Ежемесячные выплаты, руб.	Часовая ставка, руб./час	Трудоемкость, час.	Занятая численность	Общие затраты, руб.
1. Студент	1 500	9,38	9	15	1 266,3
2. Руководитель	36 000	250	9	1	2 250
Итого:					3 476,3

Как видно из таблицы 7, совокупные затраты на трудоемкость выполнения сборки станда стапеля составят 3 476,3 руб.

Итоговые затраты на выполнение процесса сборки станда стапеля, предназначенного для сборки рамы болида «Формула-студент», представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Общие затраты на выполнение процесса сборки станда стапеля

Наименование затрат	Величина затрат, руб.
1. Совокупная стоимость материалов для сборки стапеля	170 000
2. Совокупные затраты на трудоемкость	3 476,3
Итого:	173 476,3

Как видно из таблицы 8, на внедрение дополнительных действий в процесс сборки станда стапеля потребуются затраты в размере 173 476,3 рублей. Соответственно итоговая стоимость болида из проекта «Формула-студент» увеличится на эту же сумму.

Выводы по разделу

Так как в рамках этой бакалаврской работы рассматривался только процесс сборки стапеля, поэтому расчет экономической эффективности проводить на этой стадии не целесообразно. Это связано с тем, что данные операции сборки, являются только часть процесса сборки всего болида.

Заключение

В работе спроектирован технологический процесс изготовления сборочного стапеля в рамках работы инженерно-конструкторского отдела проекта «Формула-студент». Изготавливаемый стапель относится к устройствам для сборки каркасных конструкций. Технический результат, который достигается при его использовании - расширение технологических возможностей сборочного стапеля и снижение времени на подготовку процесса сборки. Это достигается за счет того, что он состоит из двух частей, передней и задней, каждая из которых составлена из двух модулей. Рама и опоры выполнены в виде ячеистой структуры из набора вертикальных и горизонтальных пластин. Пластины имеют базирующие элементы или в виде вертикальных пластин или полукруглых вырезов, или в виде Г-образных кронштейнов с вертикальными или горизонтальными пластинами-кондукторами на конце. Данная технологическая оснастка предназначена для пространственного ориентирования рамного каркаса гоночного болида на этапе его изготовления, которое обеспечивается сваркой. Особенностью технологии является то, что она относится к области единичного производства. Разработанная технология изготовления данного стапеля обеспечивает минимальные затраты на его переналадку. Технология включает в себя изготовление отдельных комплектующих - деталей в виде пластин, которые вырезаются по определенной конфигурации. Далее за счет базовой конструкции быстро собираются в необходимую пространственную систему. Разработана технология изготовления отдельных элементов детали, а также технология их сборки. Проведен пространственный размерный анализ для определения геометрической точности собранной конструкции.

Для технологического процесса, спроектированы специализированные зажимные элементы. Предложены меры по защите и охране здоровья рабочих для спроектированной технологии. Также выполнен экономический расчет для обоснования предложенной технологии.

Список используемых источников

1. Автомобильный справочник / Б. С. Васильев, М. С. Высоцкий, К. Л. Гаврилов [и др.] ; под общ. ред. В. М. Приходько. - Москва : Машиностроение, 2004. - 704 с. : ил. - Прил.: с. 483-695. - Библиогр.: с. 696. - ISBN 5-217-03197-2 : 460-00. - Текст : непосредственный.
2. Базров Б. М. Модульная технология в машиностроении : [монография] / Б. М. Базров. - Москва : Машиностроение, 2001. - 367 с. : ил. - Прил.: с. 363-367. - Библиогр.: с. 362. - ISBN 5-217-03061-5 : 250-00. - Текст : непосредственный.
3. Базров Б. М. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / Б. М. Базров. - Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2005. - 736 с. : ил. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 736. - ISBN 5-217-03255-3 : 450-00. - Текст : непосредственный.
4. Базров, Б. М. Технология сборки машин : учебное пособие для вузов / Б. М. Базров, О. В. Таратынов, В. В. Клепиков. - Москва : Спектр, 2011. - 363, [1] с. - Библиогр.: с. 364. - ISBN 978-5-904270-54-4 : 100-00. - Текст : непосредственный.
5. Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов : учеб.-метод. пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 140 с. : ил. - Прил.: с. 104-109. - Библиогр.: с. 101-103. - CD-DVD. - ISBN 978-5-8259-1015-4 : 1-00. - Текст : электронный.
6. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.

7. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.

8. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.

9. Козулин М. Г. Технология сварочного производства и ремонта металлоконструкций : учеб. пособие для вузов / М. Г. Козулин. - ТГУ ; гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2002. - 286 с. : ил. - Предм. указ.: с. 276-283. - Библиогр.: с. 275. - ISBN 5-8259-0104-3 : 28-00. - Текст : непосредственный.

10. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

11. Михайлов А. В. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства : учеб. пособие / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Гриф МО ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2004. - 267 с. : ил. - Библиогр.: с. 264-267. - ISBN 5-8259-0172-8 : 143-64. - Текст : непосредственный.

12. Михайлов А. В. Технологические основы обеспечения качества изготовления деталей в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. В. Михайлов, О. И. Драчев, А. Г. Схиртладзе ; Министерство образования РФ ; ТГУ. - Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2004. - 164 с. : ил. - Библиогр.: с. 162-164. - ISBN 5-8259-0191-4 : 81-58. - Текст : непосредственный.

13. Проектирование технологии автоматизированного машиностроения : учеб. для вузов / И. М. Баранчукова, А. А. Гусев, Ю. Б. Крамаренко [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева. - 2-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 1999. - 416 с. : ил. - (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств / [редкол.: Ю. М. Соломенцев и др.]). -

Прил.: с. 395-410. - Предм. указ.: с. 412-415. - Библиогр.: с. 411-412. - 61-60. - Текст : непосредственный.

14. Расторгуев, Д. А. Сборка в машиностроении : электронное учебно-методическое пособие / Д. А. Расторгуев ; М-во науки и высшего образования РФ, ТГУ, Институт машиностроения. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2021. - 111 с. - Прил.: с. 38-110. - Библиогр.: с. 36-37. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1567-8. - Текст : электронный.

15. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский, А. Г. Суслов, А. Г. Косилова [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с. : ил. - Предм. указ.: с. 928-941. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - Текст : непосредственный.

17. Технология машиностроения : учеб. для вузов. В 2 т. Т. 2. Производство машин / В. М. Бурцев, А. С. Васильев, О. М. Деев [и др.] ; под общ. ред. Г. Н. Мельникова. - Изд. 2-е, стер. - Москва : Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 639 с. : ил. - Библиогр.: с. 633-6. - ISBN 5-7038-1285-2 : 62-73. - Текст : непосредственный.

18. Технологические наладки механической обработки и сборки в машиностроении : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе, В. В. Морозов, О. И. Драчев [и др.]. - Гриф УМО ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2003. - 179 с. : ил. - Библиогр.: с. 178. - ISBN 5-89368-358-7 : 171-00. - Текст : непосредственный.

19. Технология машиностроения. Специальная часть : учебник для вузов / А. С. Ямников, М. Н. Бобков, Г. В. Малахов [и др.] ; под ред. А. А. Маликова, А. С. Ямникова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. -

344 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/98478.html> (дата обращения: 21.06.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система "IPRbooks".
- ISBN 978-5-9729-0425-9. - Текст : электронный.
URL: <https://www.iprbookshop.ru/98478.html>

20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

21. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

22. Springer Handbook of Mechanical Engineering. Editors Karl-Heinrich Grote, Hamid Hefazi, Series Title// Springer Handbooks DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-47035-7>. Publisher: Springer Cham. ISBN: 978-3-030-47034-0. P. 1316

23. Springer Handbook of Materials Measurement Methods. Editors: Horst Czichos, Tetsuya Saito, Leslie Smith. Series Title: Springer Handbooks. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-30300-8>. Publisher: Springer Berlin, Heidelberg. Series ISSN: 2522-8692. P.1215.

24. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology. Editors: Andrew Y. C. Nee. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4670-4>. Publisher: Springer Berlin, Heidelberg. Series ISBN 978-1-4471-4669-8. P.3500

Приложение А

Маршрутная карта изготовления панели

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1													
Дубл.													
Взам.													
Требл.													
									22	1			
										1			
Разраб.	Кузнецов И.Д.												
Проверил	Расторгуев Д.А.												
Утвердил	Угоинов Н.Ю.												
Н. контр.	Расторгуев Д.А.												
									22				
М 01	Лист 4 ГОСТ 19904-90 / Сталь 10 ГОСТ 1050-88												
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ			
М 02		кг	1	1					1				
А	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции							Обозначение документа		
Б	Код. наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лист.
А03	005 2102 Разрезка												
Б04	1 1 1 1												
А05	010 7505 Прошивочная электрофизическая												
А06	лучевая лазерная												
Б07	1 1 1 1												
А08	015 0108 Слесарная												
Б09	1 1 1 1												
А10	020 0130 Очистка												
Б11	1 1 1 1												
А12	025 0200 Контроль												
Б13	1 1 1 1												
Т14													
15													
16													
МК	Маршрутная карта										2		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

		ГОСТ 3.1118-82 Форма															
Дубл.	Взам.																
Площ.																	
		Станция															
		Сборочная технология станция															
А	Цех	Уч.	РМ	Юлер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
Б	Код. наименование оборудования																
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код															
		ОПП															
		ЕВ															
		ЕН															
		КИ															
		Н. расх.															
Б01	Верстак													1	1	1	1
А02					040	8864	Слесарно-сборочная										
Б03	Верстак													1	1	1	1
А04					045	8864	Слесарно-сборочная										
Б05	Верстак													1	1	1	1
А06					050	8864	Слесарно-сборочная										
Б07	Верстак													1	1	1	1
А08					055	8864	Слесарно-сборочная										
Б09	Верстак													1	1	1	1
Б10	Св. трансформатор ТСК-500																
А11					060	8864	Слесарно-сборочная										
Б12	Верстак													1	1	1	1
Б13	Св. трансформатор ТСК-500																
А14					065	8864	Слесарно-сборочная										
Б15	Верстак													1	1	1	1
Б16	Св. трансформатор ТСК-500																
А17					070	8864	Слесарно-сборочная										
МК	Маршрутная карта																
3																	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

		ГОСТ 3.1118-82 Форма															
Дубл.																	
Взам.																	
Тпоол.																	
										22	3						
										Станель							
										Сборочная технология станепля							
А	Цех	Уч.	РМ	Юлер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
Б	Код. наименование оборудования																
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																
Обозначение. код																	
Б01	Верстак													1	1	1	
Б02	Св. трансформатор ТСК-500																
А03	075	8864	Слесарно-сборочная														
Б04	Верстак													1	1	1	
Б05	Св. трансформатор ТСК-500																
А06	080	8864	Слесарно-сборочная														
Б07	Верстак													1	1	1	
Б08	Св. трансформатор ТСК-500																
А09	085	8864	Слесарно-сборочная														
Б10	Верстак													1	1	1	
Б11	Св. трансформатор ТСК-500																
А12	090	8864	Слесарно-сборочная														
Б13	Верстак													1	1	1	
Б14	Св. трансформатор ТСК-500																
А15	095	8864	Слесарно-сборочная														
Б16	Верстак													1	1	1	
Б17	Св. трансформатор ТСК-500																
МК	Маршрутная карта																4

Продолжение таблицы Б.1

		ГОСТ 3.1118-82 Форма														
Дубл.	Бзам.															
Глобл.																
		Стапель														
		Сборочная технология стапеля														
А	Цех	Уч.	РМ	Юлер.	Код. наименование операции			Обозначение документа					Тшт.			
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	ЕН	КИ	Н. расх.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение. код											
Б01	Св. трансформатор ТСК-500															
А02	130 8864 Слесарно-сборочная															
Б03	Верстак												1	1	1	
Б04	Св. трансформатор ТСК-500															
А05	135 8864 Слесарно-сборочная															
Б06	Верстак												1	1	1	
Б07	Св. трансформатор ТСК-500															
А08	140 8864 Слесарно-сборочная															
Б09	Верстак												1	1	1	
Б10	Св. трансформатор ТСК-500															
А11	145 8864 Слесарно-сборочная															
Б12	Верстак												1	1	1	
Б13	Св. трансформатор ТСК-500															
А14	150 8864 Слесарно-сборочная															
Б15	Верстак												1	1	1	
Б16	Св. трансформатор ТСК-500															
А17	155 8864 Слесарно-сборочная															
МК	Маршрутная карта															
														6		

Продолжение Приложения Б

Директ. Взам. Площ.											22	7			
	I										Станция				
											Сборочная технология станция				
А	Цех	Уч.	РМ	Юпер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.
Б	Код. наименование оборудования														
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала														
Обозначение документа															
Обозначение, код															
ОПЛ															
ЕВ															
КИ															
Н. расх.															
A01	185 8864 Слесарно-сборочная														
B02	Верстак 1 1 1 1														
B03	Св. трансформатор ТСК-500														
A04	190 8864 Слесарно-сборочная														
B05	Верстак 1 1 1 1														
B06	Св. трансформатор ТСК-500														
A07	195 8864 Слесарно-сборочная														
B08	Верстак 1 1 1 1														
B09	Св. трансформатор ТСК-500														
A10	200 4216 Координатно-сверлильная														
B11	1 1 1 1														
A12	205 8821 Стопорение														
B13	Верстак 1 1 1 1														
A14	210 0200 Контроль														
B15	1 1 1 1														
T16	Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 ГОСТ 166-89														
17															
МК	Маршрутная карта										8				

Приложение В

Маршрутная карта сборки малого стапеля

Таблица В.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1										
Дубл.										
Взам.										
Площ.										
Стапель										
22										
7										
1										
Разраб.	Кузнецов И.Д.	Сборочная технология стапеля								
Проверил	Расторгуев Д.А.									
Утвердил	Лозинов Н.Ю.									
Н. контр.	Расторгуев Д.А.	22								
М 01	Лист 4 ГОСТ 19904-90 / Сталь 10 ГОСТ 1050-88									
	Код	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ		
М 02		ЕН	1				1			
А	Цех Уч. РМ	Опер.	Обозначение документа							
Б	Код. наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
А03	005 0108 Слесарная									
Б04							1	1	1	1
Т05	Надфили алмазные ГОСТ 23461-84									
А06	010 8801 Базирование									
Б07	Верстак									
Т08	Блок призматический Блок		7081- ОСТ151654-83							
О09	1. Установить 3 детали поз. 1 в приспособление по упорам									
А10	015 8864 Слесарно-сборочная									
Б11	Верстак									
Б12	Св. трансформатор ТСК-500									
О13	1. Установить 3 детали поз. 34 в приспособление с подгонкой по месту без регулировки									
А14	020 8864 Слесарно-сборочная									
Б15	Верстак									
О16	1. Установить 2 детали поз. 43 в приспособление с деталями 30 (2 штуки) по месту со сваркой									
МК	Маршрутная карта									2

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма																
Дубл.																
Взам.																
Тлооп.																
										22	2					
										Станель						
										Сборочная технология станеля						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б	Код. наименование оборудования															
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала															
Обозначение, код																
А01	025 8864 Слесарно-сборочная															
Б02	Верстак															
О03	1. Установить 4 детали поз. 31 в приспособление с деталями поз. 32 (2 штуки) по месту со сваркой															
А04	030 8864 Слесарно-сборочная															
Б05	Верстак															
О06	1. Установить 2 детали поз. 30 в приспособление с деталями поз. 31 (2 штуки) по месту со сваркой															
А07	035 8864 Слесарно-сборочная															
Б08	Верстак															
О09	1. Установить 4 детали поз. 3 в приспособление по месту															
А10	040 8864 Слесарно-сборочная															
Б11	Верстак															
О12	1. Установить 27 деталей поз. 2 в приспособление с деталями поз. 26 (2 штуки) по месту со сваркой															
А13	045 8864 Слесарно-сборочная															
Б14	Верстак															
О15	1. Установить 4 детали поз. 28 в приспособление с деталью поз. 22 (1 штуки) по месту со сваркой															
А16	050 8864 Слесарно-сборочная															
Б17	Верстак															
МК	Маршрутная карта										3					

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

		ГОСТ 3.1118-82												Форма			
Дуобл.	Бзам.																
Плол.																	
		Станель												22			
		Сборочная технология станеля															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Глз	Тшт.	
Б	Код. наименование оборудования																
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																
Обозначение документа																	
Обозначение. код																	
О01	1. Установить 2 детали поз. 25 в приспособление с деталями поз. 26 (2 штуки) по месту со сваркой																
А02	055 8864 Слесарно-сборочная																
Б03	Верстак																
														1	1	1	
Б04	Св. трансформатор ТСК-500																
О05	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки																
А06	060 8864 Слесарно-сборочная																
Б07	Верстак																
														1	1	1	
Б08	Св. трансформатор ТСК-500																
О09	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки																
А10	065 8864 Слесарно-сборочная																
Б11	Верстак																
														1	1	1	
Б12	Св. трансформатор ТСК-500																
О13	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки																
А14	070 8864 Слесарно-сборочная																
Б15	Верстак																
														1	1	1	
Б16	Св. трансформатор ТСК-500																
О17	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки																
МК	Маршрутная карта																
																	4

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

		ГОСТ 3.1118-82 Форма										
Дубл.												
Взам.												
Тпоол.												
		Станок										
		Сборочная технология станка										
А	Дет. Уч. РМ Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз
Б	Код. наименование оборудования											Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код										
Б01	Верстак										1	1
Б02	Св. трансформатор ТСК-500											
О03	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки											
А04	100 8864 Слесарно-сборочная											
Б05	Верстак										1	1
Б06	Св. трансформатор ТСК-500											
О07	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки											
А08	105 8864 Слесарно-сборочная											
Б09	Верстак										1	1
Б10	Св. трансформатор ТСК-500											
О11	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки											
А12	110 8864 Слесарно-сборочная											
Б13	Верстак										1	1
Б14	Св. трансформатор ТСК-500											
О15	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки											
А16	115 8864 Слесарно-сборочная											
Б17	Верстак										1	1
МК	Маршрутная карта										6	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

		ГОСТ 3.1118-82										Форма	
Дубл.	Взам.												
Табл.	Табл.												
		Станель										22	
		Сборочная технология станеля											
		Обозначение документа											
А	Цех Уч. РМ Юлер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б	Код. наименование оборудования												
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение. код											
		ОПП											
		ЕВ											
		КИ											
		Н. расх.											
Б01	Св. трансформатор ТСК-500												
О02	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки												
А03	120 8864 Слесарно-сборочная												
Б04	Верстак	1	1	1	1								
Б05	Св. трансформатор ТСК-500												
О06	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки												
А07	125 8864 Слесарно-сборочная												
Б08	Верстак	1	1	1	1								
Б09	Св. трансформатор ТСК-500												
О10	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки												
А11	130 8864 Слесарно-сборочная												
Б12	Верстак	1	1	1	1								
Б13	Св. трансформатор ТСК-500												
О14	1. Установить детали поз. в приспособление с подгонкой по месту без регулировки												
А15	135 4216 Координатно-сверлильная												
Б16		1	1	1	1								
А17	140 8821 Стопорение												
МК	Маршрутная карта												
													7

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

ГОСТ 3.1118-82										Форма						
Дубл.	Взам.	Площ.								22	7					
			Стол													
			Сборочная технология													
			стопеля													
			Обозначение документа													
А	Цех	Уч.	РМ	Юлер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования															
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала															
Б01	Верстак															
А02	145 0200 Контроль															
Б03	1 1 1 1															
Т04	Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 ГОСТ 166-89															
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
МК	Маршрутная карта															8

Приложение Г

Спецификация малого стапеля

Таблица Г.1 – Спецификация малого стапеля

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>					
A1		22.ВКР.ОТМП.254.71.00.000.СБ	Стапель для сборки		
<i>Детали</i>					
	1	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.001	Продольная длинная пластина	2	
	2	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.002	Короткая базовая пластина	2	
	3	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.003	Поперечная задняя пластина	2	
	4	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.004	Задняя поперечина	2	
	5	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.005	Средняя поперечная пластина	1	
	6	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.006	Наклонная поперечина	2	
	7	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.007	Наклонная средняя пластина	2	
	8	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.008	Передняя поперечная пластина	1	
	9	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.009	Малая пластина	1	
	10	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.010	Передний кронштейн	1	
	11	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.011	Малая поперечная пластина	1	
	12	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.012	Сквозная поперечная пластина	2	
	13	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.013	Укороченная пластина	2	
	14	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.014	Продольная малая пластина	2	
	15	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.015	Поперечная средняя пластина	1	
	16	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.016	Проушина	2	
	17	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.017	Кронштейн вертикальный внешний	2	
	18	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.018	Вертикальный внешний кронштейн	2	
	19	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.019	Верхняя пластина	2	
	20	22.ВКР.ОТМП.254.71.00.020	Штифт	1	
22.ВКР.ОТМП.254.71.00.000.СП					
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб. Кузнецов И.Д.					
Проб. Расторгуев Д.А.					
Н.контр. Расторгуев Д.А.					
Утв. Логинов Н.Ю.					
Стапель для сборки карта				Лит.	Лист
					1
					2
ТГУ, зр. ТМД-1801а					

Копировал

Формат А4

Приложение Д

Спецификация большого стапеля

Таблица Д.1 – Спецификация большого стапеля

		Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
		Зона						
Перв. примен.								
				<u>Документация</u>				
Справ. №	A1		22.ВКР.ОТМП.254.70.00.000.СБ	Стапель для сборки				
				<u>Детали</u>				
		1	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.001	Базовая пластина переднего модуля	3			
		2	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.002	Базовая пластина заднего модуля	2			
		3	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.003	Поперечная пластина переднего модуля	4			
		4	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.004	Поперечная пластина заднего модуля	6			
		5	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.005	Пластина передняя	2			
		6	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.006	Наклонная поперечина	1			
		7	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.007	Верхняя поперечина переднего модуля	1			
		8	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.008	Наклонная поперечина переднего модуля	1			
		9	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.009	Верхняя пластина	1			
		10	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.010	Наклонная пластина	1			
		11	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.011	Кронштейн заднего модуля	1			
		12	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.012	Передняя пластина заднего модуля	1			
		13	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.013	Верхняя пластина заднего модуля	1			
		11	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.014	Пластина передняя	1			
		12	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.015	Пластина верхняя	1			
		13	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.016	Поперечина нижняя заднего модуля	3			
		14	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.017	Нижняя поперечина	1			
		15	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.018	Задняя средняя поперечина	1			
	19	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.019	Вертикальная пластина	2				
	20	22.ВКР.ОТМП.254.70.00.020	Кронштейн вертикальный заднего модуля	3				
Подп. и дата			22.ВКР.ОТМП.254.70.00.000.СП					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разр.	Кузнецов И.Д.						
	Проб.	Расторгуев Д.А.						
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
			Стапель для сборки			Лит.	Лист	Листов
			болота				1	2
						ТГУ, гр. ТМб-1801а		

Копировал

Формат А4

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

