

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности*

*1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2018

УДК 621.9.07
ББК 30.606
П 79

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» «14» декабря 2017 г., протокол № 5

Составитель канд. техн. наук А. Ю. Поляков

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. Д. Камчицкая

Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Проектирование технологической оснастки» предназначены для студентов специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства».

Учебно-методическое издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Ответственный за выпуск	В. П. Куликов
Технический редактор	С. Н. Красовская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 31 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2018



Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Базирование узлов под сборку и сварку на специализированных сварочных столах	4
2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции и устройства приспособлений пневматического действия для сборки и сварки балок коробчатого сечения.....	9
3 Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции и устройства двухстоечного кантователя с крепежной рамой пневматического действия для сборки и сварки кронштейна крана...	13
4 Лабораторная работа № 4. Устройство и принцип работы сварочного манипулятора	20
5 Лабораторная работа № 5. Изучение винтовых, эксцентриковых и клиновых прижимных устройств. Определение усилий прижатия	28
6 Лабораторная работа № 6. Изучение приспособления для сборки и контактной рельефной сварки засовов замков дверных.....	34
7 Правила техники безопасности при проведении лабораторных работ.....	40
8 Действия на случай возникновения загорания, пожара.....	40
9 Действия на случай других аварийных ситуаций.....	41
Список литературы.....	41



1 Лабораторная работа № 1. Базирование узлов под сборку и сварку на специализированных сварочных столах

Цель работы: для конкретного узла под сборку и сварку, состоящего из двух-трех деталей, разработать принципиальную схему сборочно-сварочного приспособления, после чего осуществить базирование узла посредством специализированного сварочного стола в соответствии с разработанной схемой.

1.1 Общие теоретические сведения

Сборочная операция имеет целью обеспечить правильное взаимное расположение и закрепление деталей собираемого свариваемого изделия.

В зависимости от типа производства, сложности сварной конструкции, способа сварки, программы выпуска изделий и технических условий сборку выполняют:

- по разметке;
- по шаблонам или первому изделию;
- по сборочным отверстиям;
- на универсальных сборочных приспособлениях;
- при помощи шаблонов, накладываемых на детали;
- по выступам и углублениям на штампованных деталях;
- на специальных стендах;
- на специальных приспособлениях.

Сборку по разметке ведут без приспособлений. Расположение деталей определяется разметкой по чертежу. Затем их закрепляют струбцинами, фиксаторами, прихватками и т. п. Производительность способа низкая, его применяют в единичном производстве при изготовлении несложных изделий. Достижение заданной точности при сборке возможно лишь при значительных затратах высококвалифицированного труда. При наличии организационных возможностей и экономической целесообразности сборку конструкций ведут более совершенными способами.

Способ сборки по первому изделию применяют при сборке конструкций относительно простых форм в мелкосерийном производстве. Например, сборка рам из проката (швеллеры, двутавры и т. п.), сборка решетчатых ферм, если половина симметрична другой половине по вертикальной оси.

Способ сборки по шаблонам применяют в серийном и массовом производствах для базирования относительно мелких деталей на базовые детали (с помощью шаблонов). Шаблон накладывается на базовую (основную) деталь, а затем по этому шаблону устанавливается и прихватывается требуемая деталь.

Сборка узлов по сборочным отверстиям позволяет обеспечить высокие экономические показатели сборочных работ и достаточную точность. При этом способе заданное расположение частей изделия достигается путем использования отверстий в качестве сборочных баз деталей. Сборочные отверстия служат для координации и фиксации частей изделия и обычно назначаются из

числа имеющихся конструктивных отверстий. Иногда для этой цели проектируют технологические отверстия, которые впоследствии, при необходимости, заваривают.

Способ штамповки применяют для тонколистовых элементов вместо отверстий. При получении деталей штамповкой одновременно на них делаются выступы или углубления, по которым в дальнейшем и осуществляется сборка. Особенно широко применяется данный способ при применении сварки давлением.

Универсально-сборочные приспособления применяют для сборки в мелкосерийном и единичном производствах. Оснастка представляет собой набор различных элементов: универсальные плиты с продольными и поперечными пазами, типовые сменные упоры, фиксаторы, штыри, прихваты, планки, крепежные детали и т. д. Для каждой собираемой конструкции разрабатывается своя схема настройки сборного приспособления. Сборщик отбирает необходимые элементы оснастки и по схеме устанавливает и закрепляет их на плите. После окончания сборки требуемого числа изделий приспособление разбирают.

Высокое качество сборки достигается применением специальных стенов и приспособлений, которые имеют необходимые устройства для фиксирования деталей конструкции в проектном положении, а также для прижатия их друг к другу и удержания в нужном положении до окончания сборки и прихватки. С помощью специальных стенов и приспособлений производят сборку отдельных частей конструкции, а также и сборку конструкций в целом. Стенды и приспособления подразделяются на два типа: универсальные и специальные. Универсальные служат для сборки однотипных конструкций или их элементов. При переходе от сборки одного элемента к другому требуется лишь небольшая перестройка. К универсальным стендам и приспособлениям могут быть отнесены стенды: для сборки и сварки листовых полотнищ, для сборки и сварки тавровых или двутавровых балок, для сборки и сварки труб из собранных заранее обечаек и др.

Специальные стенды и приспособления применяются для сборки конструкций какого-либо одного назначения. Например, стенды для сборки лонжерона, козырька, заднего и бокового бортов автомобилей БелАЗ, МоАЗ, МАЗ, узлов комбайна и других изделий серийного и массового производства.

При выполнении сборочных работ используют один из четырех методов.

1 Метод полной взаимозаменяемости (сборка путем соединения деталей без какого-либо подбора, подгонки или других дополнительных работ с полным соблюдением при этом технических требований к изделию. Необходимая точность деталей задается соответствующими допусками на их размеры. Этот метод чаще всего применяется при серийном производстве конструкций, элементы которых подвергают предварительной механической обработке).

2 Метод неполной взаимозаменяемости (имеет место доработка одной из соединяемых деталей размерной цепи в процессе выполнения сборочных операций, при применении компенсаторов. Такой метод используется в авиационной промышленности, автомобилестроении. Доработкой одной из деталей или введением компенсирующего элемента достигается устранение отклонений

деталей от номинальных размеров размерной цепи и обеспечивается заданная точность сборки. Это позволяет повысить точность изделия, не прибегая к большому объему трудоемких ручных подгоночных и доводочных работ).

3 Метод групповой взаимозаменяемости (предусматривает сортировку собираемых деталей на группы. Поле допуска каждой группы составляет $1/n$ часть общего поля допуска сопрягаемых деталей (n – число групп). При сборке соединяют между собой детали только соответствующих групп, чтобы получаемый общий допуск на сборочные размеры удовлетворял заданной точности изделия. Это позволяет назначить более широкие допуски на изготавливаемые детали и одновременно достигать высокой точности конструкции. Метод находит применение в крупносерийном и массовом производстве).

4 Метод сборки по методу подгонки (имеет место индивидуальная доработка и подгонка каждой из соединяемых деталей. Имеет место в единичном, мелкосерийном производстве, когда экономически невыгодно иметь сложную технологическую оснастку для точного изготовления деталей. Осуществляется сборка в два этапа: предварительный (подгоночный) и окончательный (после доработки деталей и разборки с последующей повторной сборкой узла)).

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления представляет собой чертеж сварного изделия, на котором в виде условных обозначений указаны места, способы фиксирования и закрепления всех деталей, а также способы и устройства (упрощенно) для установки, поворота, подъема, съема деталей и изделий, другие механизмы.

Сварочный стол – это приспособление в виде плоского основания с установочными отверстиями или Т-образными пазами, жестко или подвижно закрепленного на неподвижных или подвижных, нерегулируемых или регулируемых жестких опорах. Данное приспособление используется для сборки и сварки различных изделий, причем как несложной конфигурации (например, рама из стандартных профилей), так и сложных (например, рама мотоцикла). Чаще всего базирование деталей узла на сварочных столах осуществляется вручную слесарем или самим сварщиком, однако на некоторых заводах базирование осуществляется вручную, а прихватку и сварку узла осуществляет робот.

Ведущий европейский производитель сварочных столов – компания Siegmund (Германия). Данные столы могут комплектоваться уголками, упорами, прижимами (эксцентриковыми, пневматическими, винтовыми), струбцинами и т. д. Примеры сборки узлов на сварочных столах данного производителя приведены на рисунке 1.1.

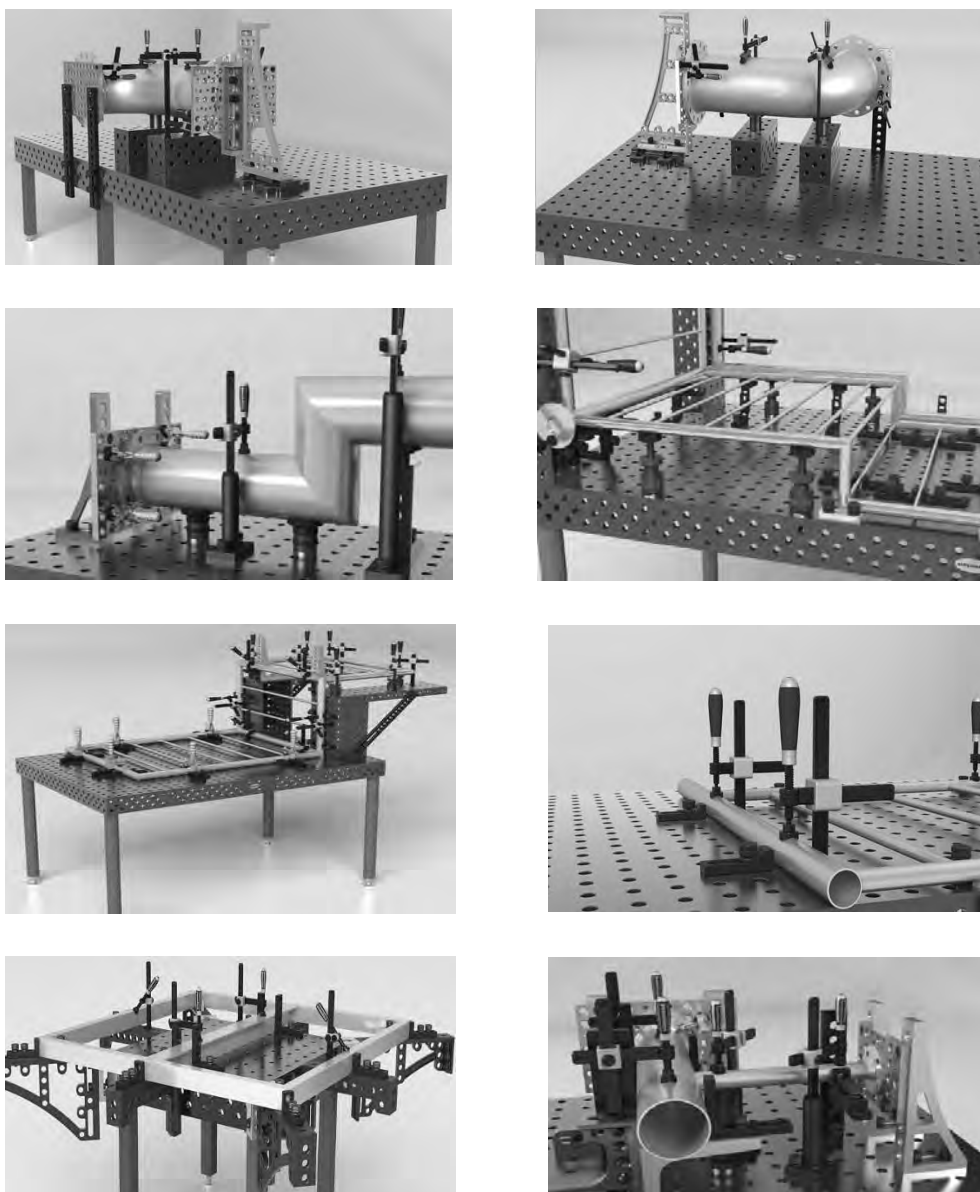


Рисунок 1.1 – Сборка узлов на сварочных столах Siegmund (Германия)

1.2 Оборудование, приборы и материалы

- 1.2.1 Сварочный стол с Т-образными пазами.
- 1.2.2 Прижимные устройства винтового и эксцентрикового типов.
- 1.2.3 Струбцины.
- 1.2.4 Штангенциркуль.
- 1.2.5 Угольник.
- 1.2.6 Транспортир.
- 1.2.7 Набор деталей для компоновки в узлы под сборку на сварочном столе.

1.3 Порядок проведения работы

1.3.1 Получить у преподавателя детали для компоновки в заданный узел под сборку на сварочном столе, а также чертеж узла с заданной точностью.

1.3.2 В тетради с помощью карандаша или ручки зарисовать схему базирования узла на сборочно-сварочном приспособлении.

1.3.3 На схеме базирования указать главную базирующую поверхность, установочные и упорные поверхности каждой из деталей.

1.3.4 Записать последовательность расположения деталей друг относительно друга при базировании узла на сборочно-сварочном приспособлении.

1.3.5 В тетради зарисовать узел в сборе и разработать (зарисовать) принципиальную схему сборочно-сварочного приспособления (с помощью условных обозначений и учитывая особенности конструкции и возможности сварочного стола).

1.3.6 Ознакомиться с конструкцией сварочного стола с Т-образными пазами.

1.3.7 На сварочном столе посредством имеющихся упоров, прижимов и т. д. осуществить сборку узла в соответствии со схемой базирования и принципиальной схемой сборочно-сварочного приспособления.

1.3.8 С помощью измерительного инструмента проверить точность сборки узла на соответствие с заданным чертежом. Зафиксировать погрешность сборки.

1.4 Содержание отчета

1.4.1 Цель работы.

1.4.2 Теоретические аспекты исследуемых вопросов.

1.4.3 Схема базирования узла.

1.4.4 Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления.

1.4.5 Зафиксированная в цифрах погрешность сборки узла на сварочном столе.

1.4.6 Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1 Что такое сборка изделия под прихватку и сварку?

2 Охарактеризуйте способы сборки узлов под прихватку и сварку.

3 Охарактеризуйте четыре метода выполнения сборочных работ.

4 Что такое схема базирования?

5 Что такое принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления?

6 Что такое степень свободы детали?

7 Назовите правило шести точек.

8 Что такое сварочный стол?

9 Какими вспомогательными приспособлениями комплектуются сварочные столы?



2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции и устройства приспособлений пневматического действия для сборки и сварки балок коробчатого сечения

Цель работы

1 Изучить конструкцию и устройство приспособления пневматического действия для сборки и сварки балок коробчатого сечения.

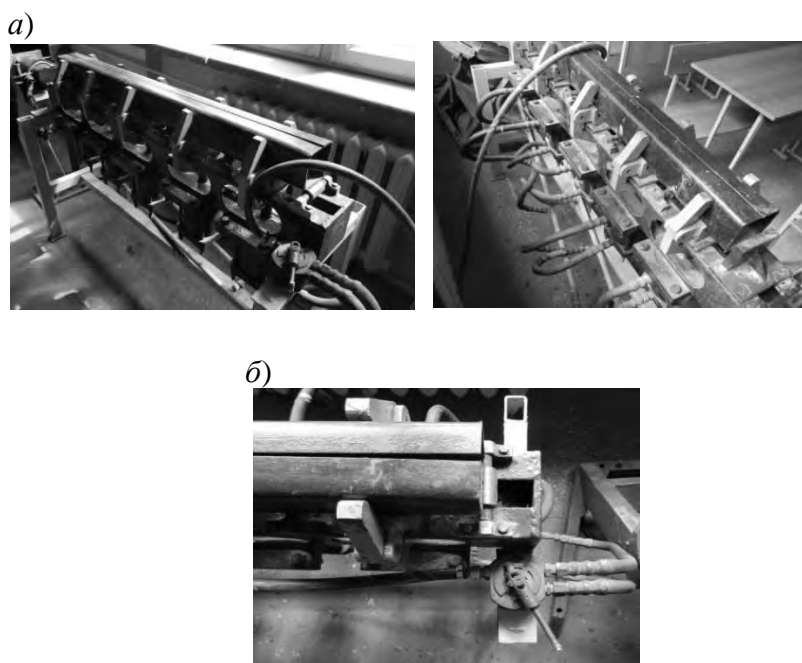
2 Изучить устройство и принцип работы пневматического цилиндра одностороннего и двустороннего действия.

3 Рассчитать усилие, развиваемое рассматриваемым приспособлением для поджатия балки коробчатого сечения по всей ее длине с целью минимизации зазора для возможности дальнейшей сварки.

2.1 Общие теоретические сведения

Приспособление пневматического действия для сборки и сварки балок коробчатого сечения представлено на рисунке 2.1.

Пневматические приводы, применяемые в технологической оснастке для сборки и сварки, состоят из пневмодвигателя (пневмоцилиндр, пневмокамера, пневмошланг или сильфон), пневматической аппаратуры и воздухопроводов. При выборе типа и исполнения цилиндра следует исходить из конкретных условий производства.



а – приспособление; *б* – кран подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндры

Рисунок 2.1 – Приспособление пневматического действия для сборки и сварки балок коробчатого сечения

Преимущества пневматического привода: быстрота действия (0,5...1,2 с); постоянство силы зажима; возможность регулирования силы зажима; простота конструкции и эксплуатации; надежность работы независимо от колебаний температуры окружающей среды.

Недостатки пневматического привода: недостаточная плавность перемещения и непостоянство срабатывания рабочих органов, особенно при переменной нагрузке; пневматический привод как рабочий орган не рекомендуется применять в подъемных и поворотных элементах технологической оснастки; низкое давление воздуха в магистрали (от 3 до 6 атм), что влечет увеличение размеров пневмоцилиндра при передаче больших усилий.

При расчете поршневых пневмоцилиндров одним из основных расчетных элементов является расчет усилий на штоке цилиндра:

– для привода одностороннего действия

$$Q = (\pi D^2 / 4) p \eta - Q_1; \quad (2.1)$$

– для привода двустороннего действия

а) толкающая сила (со стороны поршня)

$$Q = \pi D^2 p \eta / 4; \quad (2.2)$$

б) тянущая сила (со стороны штока)

$$Q = 0,25\pi(D^2 - d^2)p\eta, \quad (2.3)$$

где D – диаметр поршня цилиндра;

d – диаметр штока поршня;

p – давление сжатого воздуха;

Q_1 – сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня;

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре (принимать $\eta = 0,85...0,9$).

Время срабатывания пневмопривода

$$t = DL / (d_0^2 v), \quad (2.4)$$

где D – диаметр поршня цилиндра;

L_0 – длина хода поршня;

d_0 – диаметр воздухопровода;

v – скорость протекания воздуха (1500...2500 см/с).

Диаметр воздухопровода

$$d_0 = 2(V / (\pi v t))^{0,5}, \quad (2.5)$$

где V – объем сжатого воздуха за один рабочий ход;

t – время для заполнения полости пневмопривода.



2.2 Оборудование, приборы и материалы

2.2.1 Компрессор.

2.2.2 Приспособление пневматического действия для сборки и сварки балок коробчатого сечения.

2.2.3 Балка коробчатого сечения с односторонним разрезом боковины по всей длине.

2.2.4 Штангенциркуль.

2.2.5 Калькулятор.

2.3 Порядок проведения работы

2.3.1 Замерить ширину зазора на балке коробчатого сечения в 20 точках. Найти среднее арифметическое значение.

2.3.2 Зарисовать схему нагружения балки при поджатии (рисунок 2.2).

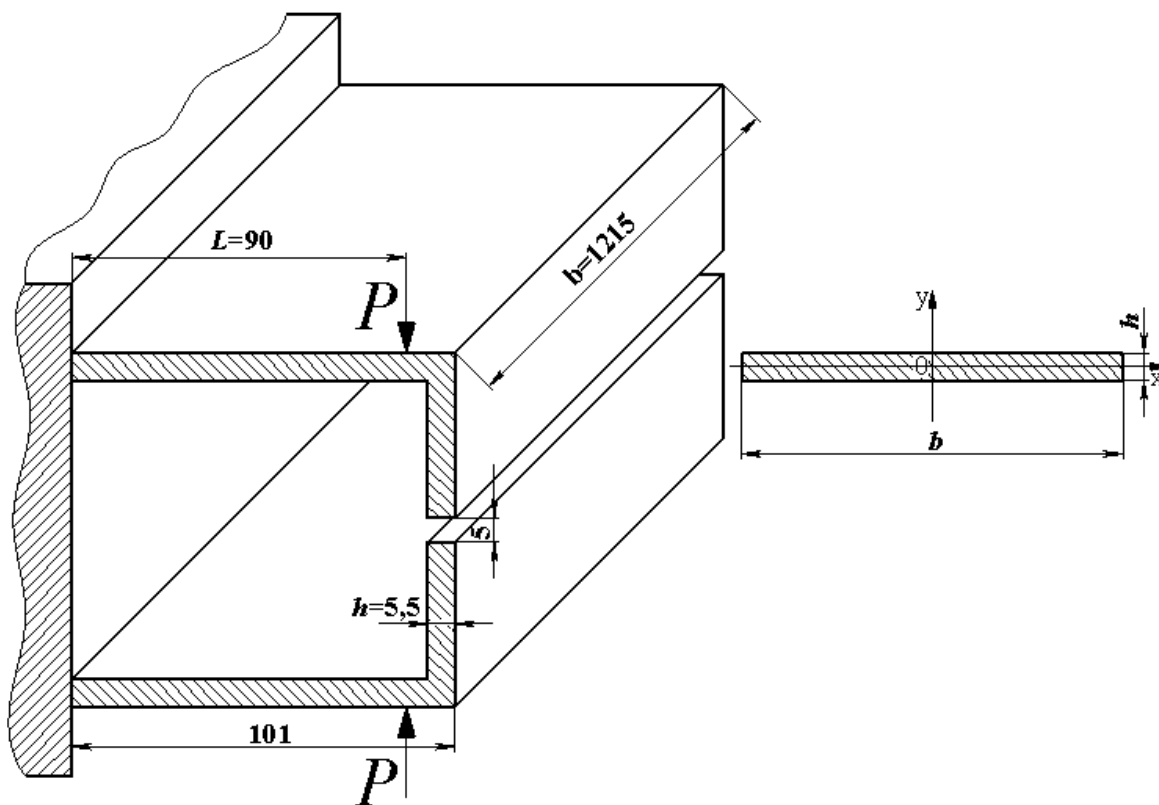


Рисунок 2.2 – Схема нагружения балки при поджатии

2.3.3 Рассчитать момент инерции сечения прямоугольника

$$J_x = bh^3/12. \quad (2.6)$$

2.3.4 При поджатии прямоугольной балки перемещение ее конца

$$\delta = PL^3/(3EJ_x), \quad (2.7)$$

где P – усилие, прикладываемое к балке;

L – длина сечения балки до точки приложения силы;

E – модуль упругости стали (для стали $E = 2,05 \cdot 10^6$ кгс/см²).

2.3.5 Таким образом, если суммарный зазор составляет 5 мм и балка поджимается приспособлением с двух сторон в одних и тех же точках, то поджатие с одной стороны должно обеспечить перемещение стенки балки на 2,5 мм.

Тогда, если подставить в вышеуказанную формулу известные и неизвестные величины, то можно выразить усилие, необходимое для поджатия балки с одной стороны,

$$P = 3EJ_x \delta / L^3. \quad (2.8)$$

2.3.6 Количество пневмоцилиндров в приспособлении равно пять. Значит расчетное усилие, которое должен обеспечить один прижим, составит 503 кгс.

2.3.7 Диаметр поршней пневмоцилиндров d_{Π} приспособления равен 120 мм.

Площадь сечения поршней в пневмоцилиндрах приспособления

$$S = 0,25\pi d_{\Pi}^2. \quad (2.9)$$

2.3.8 Таким образом, можно рассчитать давление сжатого воздуха в пневмоцилиндрах приспособления, необходимое для обеспечения расчетного усилия,

$$p = P / S. \quad (2.10)$$

2.3.9 На цокольном этаже в лаборатории включить компрессор для накачки сетевого давления. После накачки давления в 4,5 атм выключить компрессор.

2.3.10 На приспособлении проверить крепления шлангов для подвода сжатого воздуха (хомуты), после чего открыть кран подачи воздуха в пневмоцилиндры. Произойдет двустороннее поджатие балки пятью пневмоцилиндрами.

2.3.11 Замерить ширину зазора на балке в 20 точках. Найти среднее арифметическое значение.

2.4 Содержание отчета

2.4.1 Цель работы.

2.4.2 Теоретические аспекты исследуемых вопросов.

2.4.3 Схема нагружения балки при поджатии.

2.4.4 Математические расчеты давления сжатого воздуха, необходимого для поджатия балки и минимизации зазора.

2.4.5 Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1 Из чего состоит пневматический привод сжатия?

2 Перечислите основные преимущества и недостатки пневматичес-



кого привода сжатия.

3 Для чего при сборке и сварке применяются приспособления, оснащенные пневматическими приводами сжатия?

4 Перечислите основные отличия гидравлического привода сжатия от пневматического.

5 Какие величины необходимо знать (с размерностями) для того, чтобы рассчитать усилие, развиваемое пневматическим приводом сжатия поршневого типа?

3 Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции и устройства двухстоечного кантователя с крепежной рамой пневматического действия для сборки и сварки кронштейна крана

Цель работы

1 Изучить конструкцию и устройство двухстоечного кантователя с крепежной рамой пневматического действия для сборки и сварки кронштейна крана.

2 Изучить устройство и принцип работы поворотного (на 90°) пневматического прижима на раме кантователя.

3 Для кантователя рассчитать диаметр шпинделя на подшипниках качения в опасном сечении.

4 Рассчитать усилие, развиваемое поворотным пневматическим прижимом кантователя для удержания в процессе сборки и сварки кронштейна крана при его наклоне на кантователе.

3.1 Общие теоретические сведения

Кантователи на производстве служат для поворота (кантовки) и установки свариваемого изделия в удобную для сварки или сборки позицию без помощи цеховых кранов. Для этого они снабжены механизмами вращения (поворота или наклона), имеющими обычно одну установочную, нерегулируемую скорость.

Сварочные вращатели предназначены для сварки кольцевых швов и отличаются от кантователей тем, что имеют регулируемую скорость вращения, устанавливаемую с таким расчетом, чтобы окружная скорость изделия (точнее, его кольцевых швов) была равна заданной скорости сварки. Многие вращатели имеют также повышенную, маршевую скорость для быстрой установки изделия в начальную позицию.

Типы и конструкции кантователей и вращателей в значительной мере определяются конструкциями свариваемого изделия и поэтому почти так же разнообразны, как и сами изделия. Однако общим для них является наличие трех обязательных элементов, из которых и составляется каждый кантователь или вращатель:

1) несущая фундаментная конструкция в виде одной или двух опорных стоек;



- 2) механизм вращения изделия вокруг горизонтальной или наклонной оси;
- 3) узел крепления свариваемого изделия (планшайба или центровые захваты, крепежные захваты, опорные башмаки, специальный стеллаж или крепежная плита и прочее).

Кроме этих обязательных элементов некоторые кантователи и вращатели снабжаются механизмом подъема для расширения их эксплуатационных возможностей и удобства обслуживания.

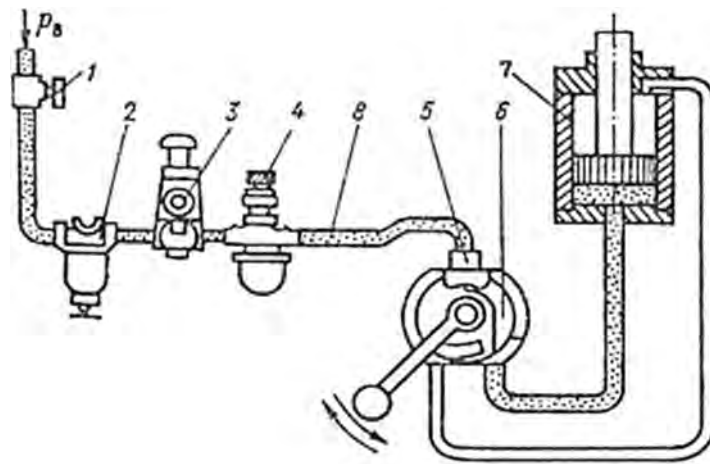
В сварочном производстве находят широкое применение двухстоечные кантователи с соединительной крепежной рамой, платформой или столом. В качестве их представителей можно назвать универсальные кантователи типа УДК

Пневматические приводы, которыми комплектуются кантователи, состоят из пневмодвигателя (обычно это пневматические цилиндры), пневматической аппаратуры и воздухопроводов. При выборе типа и исполнения цилиндра следует исходить из конкретных условий производства.

Схема силового пневматического привода представлена на рисунке 3.1.

Для автоматизации пневмоприжимов взамен трехходовых кранов ставятся электропневматические клапаны, включение которых производят путевые выключатели.

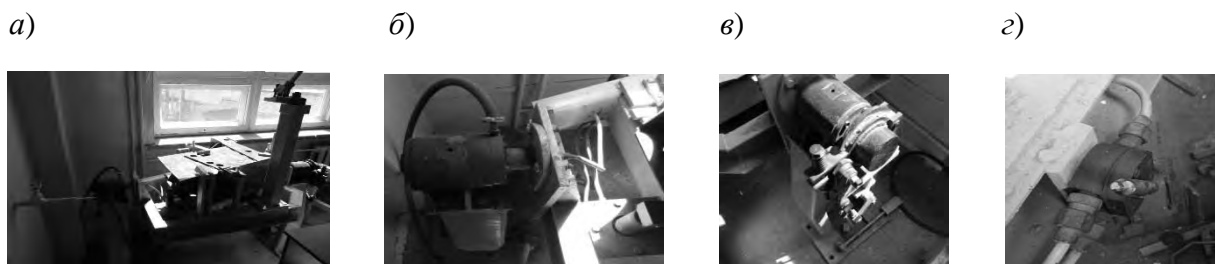
Однако в ряде случаев сжатый воздух подается в пневмоцилиндр напрямую. Например, в случае двухстоечного кантователя с крепежной рамой пневматического действия для сборки и сварки кронштейна крана (рисунок 32).



1 – вентиль воздушный; 2 – водоотделитель; 3 – клапан редукционный; 4 – лубрикатор; 5 – клапан обратный; 6 – кран управления; 7 – пневматический цилиндр; 8 – воздухопровод

Рисунок 3.1 – Схема силового пневматического привода

Преимущества пневматического привода: быстрота действия (0,5...1,2 с); постоянство силы зажима; возможность регулирования силы зажима; простота конструкции и эксплуатации; надежность работы независимо от колебаний температуры окружающей среды.



a – кантователь; *б* – передняя приводная бабка; *в* – ножной тормоз; *з* – кран подачи воздуха

Рисунок 3.2 – Двухстоечный кантователь с крепежной рамой пневматического действия для сборки и сварки кронштейна крана

Недостатки пневматического привода:

– недостаточная плавность перемещения и непостоянство срабатывания рабочих органов, особенно при переменной нагрузке; пневматический привод как рабочий орган не рекомендуется применять в подъемных и поворотных элементах технологической оснастки;

– низкое давление воздуха в магистрали (от 3 до 6 атм), что влечет увеличение размеров пневмоцилиндра при передаче больших усилий.

При расчете поршневых пневмоцилиндров одним из основных расчетных элементов является расчет усилий на штоке цилиндра (рисунок 3.3):

– для привода одностороннего действия:

$$Q = 0,25\pi D^2 p\eta - Q_1; \quad (3.1)$$

– для привода двустороннего действия:

а) толкающая сила (со стороны поршня)

$$Q = 0,25\pi D^2 p\eta; \quad (3.2)$$

б) тянущая сила (со стороны штока)

$$Q = 0,25\pi(D^2 - d^2)p\eta, \quad (3.3)$$

где D – диаметр поршня цилиндра;

d – диаметр штока поршня;

p – давление сжатого воздуха;

Q_1 – сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня;

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре (принимать $\eta = 0,85 \dots 0,9$).

Время срабатывания пневмопривода

$$t = DL/(d_0^2 v), \quad (3.4)$$

где D – диаметр поршня цилиндра;



L – длина хода поршня;

d_0 – диаметр воздухопровода;

v – скорость протекания воздуха (принимать $v = 15 \dots 25$ м/с).

а)



б)



а – пневмоцилиндр; б – поворотный прижим

Рисунок 3.3 – Поворотный пневмоприжим, закрепленный на крепежной раме кантователя

Диаметр воздухопровода

$$d_0 = 2(V/(\pi vt))^{0,5}, \quad (3.5)$$

где V – объем сжатого воздуха за один рабочий ход.

3.2 Оборудование, приборы и материалы

3.2.1 Двухстоечный кантователь с крепежной рамой и двумя поворотными (на 90°) пневмоприжимами.

3.2.2 Компрессор.

3.2.3 Собираемое и свариваемое изделие – кронштейн крана.

3.2.4 Штангенциркуль.

3.2.5 Калькулятор.

3.3 Порядок проведения работы

3.3.1 Зарисовать расчетную схему рассматриваемого двухстоечного кантователя с крепежной рамой (рисунок 3.4).

3.3.2 Сделать необходимые замеры: $h_1 = 0,67$ м; $l_1 = 0,1$ м; $\kappa = 0,1$ м; $r = 0,1$ м; $d_A = 0,11$ м (диаметр шпинделя в подшипнике в точке А); $e = 0,11$ м – эксцентриситет.

3.3.3 Исходные данные для расчета № 1: $G = 200$ кгс; $f = 0,003$ (коэффициент трения качения подшипников).

3.3.4 Необходимо определить: полное усилие реакции в подшипнике в опасном сечении кантователя (в точке А); наибольший крутящий момент в опасном сечении кантователя (в точке А), преодолеваемый приводом; окружное усилие на зубчатом колесе кантователя; наибольший изгибающий

момент в опоре А кантователя; диаметр шпинделя на подшипниках качения в опасном сечении кантователя, т. е. в опоре А.

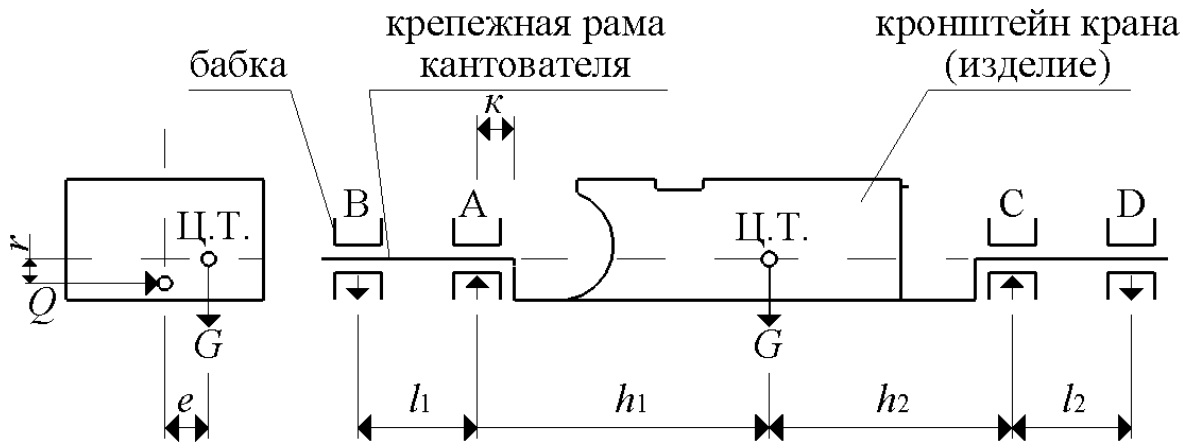


Рисунок 3.4 – Расчетная схема кантователя

3.3.5 На шпиндель передней бабки действует наибольший изгибающий момент M_{II} в опоре А. Он равен геометрической сумме двух изгибающих моментов, действующих во взаимно перпендикулярных плоскостях: грузового момента $M_1 = Gh_1$ и момента от действия окружного усилия на зубчатом колесе $M_2 = Qk$:

$$M_{II} = \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = \sqrt{G^2 h_1^2 + Q^2 k^2} = \sqrt{150^2 \cdot 0,67^2 + (M_{KP.A}/0,1)^2 \cdot 0,1^2} =$$

$$= \sqrt{10100 + M_{KP.A}^2} \quad (3.6)$$

Окружная сила

$$Q = \frac{M_{KP.A}}{r} \quad (3.7)$$

Наибольший крутящий момент $M_{KP.A}$, преодолеваемый приводом кантователя, равен сумме двух крутящих моментов: грузового крутящего момента $M_{GP.A} = Ge$ и момента сил трения в подшипниках качения шпинделя передней бабки $M_{TP.A}$ (точки А и В):

$$M_{KP.A} = Ge + M_{TP.A} = 150 \cdot 0,11 + M_{TP.A} = 16,5 + M_{TP.A} \quad (3.8)$$

Вертикальная реакция опоры А кантователя

$$A_B = G(l_1 + h_1)/l_1 \quad (3.9)$$

Горизонтальная реакция опоры, возникающая под действием окружного усилия Q на зубчатом колесе,

$$A_r = Q(l_1 + k)/l_1. \quad (3.10)$$

Полное усилие в подшипнике в точке А

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{A_B^2 + A_r^2} = \sqrt{(G(l_1 + h_1)/l_1)^2 + (Q(l_1 + k)/l_1)^2} = \\ &= \sqrt{(150 \cdot (0,1 + 0,67)/0,1)^2 + (M_{KP.A}(0,1 + 0,1)/0,1^2)^2} = \\ &= \sqrt{1334025 + 400M_{KP.A}^2}. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Момент сил трения в подшипнике в опасном сечении (в точке А)

$$\begin{aligned} M_{TP.A} &= 0,5 f A d_A = 0,5 \cdot 0,003 \cdot \sqrt{1334025 + 400M_{KP.A}^2} \cdot 0,11 = \\ &= 0,000165 \cdot \sqrt{1334025 + 400M_{KP.A}^2}, \end{aligned} \quad (3.12)$$

где d_A – диаметр шпинделя в подшипнике в опасном сечении А;
 f – коэффициент трения в подшипнике качения.

Принимаем $M_{KP.A} = x$.

Тогда

$$A = \sqrt{1334025 + 400x^2};$$

$$M_{TP.A} = 0,000165 \cdot \sqrt{1334025 + 400x^2}.$$

Перепишем формулу расчета крутящего момента $M_{KP.A} = 16,5 + M_{TP.A}$:

$$x = 16,5 + 0,000165 \cdot \sqrt{1334025 + 400x^2};$$

$$x - 16,5 = 0,000165 \cdot \sqrt{1334025 + 400x^2};$$

$$(x - 16,5)^2 = 0,000165^2 \cdot (1334025 + 400x^2);$$

$$x^2 - 33x + 272,25 = 0,000165^2 \cdot (1334025 + 400x^2);$$

$$x^2 - 33x + 272,25 = 0,036 + x^2;$$

$$x = M_{KP.A} = 8,25 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Найдем окружное усилие по формуле

$$Q = M_{KP.A}/r = 8,25/0,1 = 82,5 \text{ кгс}.$$



Найдем максимальный изгибающий момент в точке А по формуле

$$M_H = \sqrt{10100 + M_{KP.A}^2} = \sqrt{10100 + 8,25^2} = 101 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Тогда диаметр шпинделя на подшипниках качения в опасном сечении, т. е. в опоре А

$$d \approx \sqrt[3]{10M_H / [\sigma]} \approx \sqrt[3]{10 \cdot 10100 / 7000} = 2,43 \text{ см}. \quad (3.13)$$

Приняли $[\sigma] = 7000 \text{ кгс/см}^2$ для стали 40Х.

3.3.6 Для расчета усилия поджатия, которое обеспечивает поворотный пневматический прижим кантователя, необходимо замерить диаметр поршня: $D = 0,08 \text{ м}$ (8 см).

3.3.7 КПД пневмоцилиндра принимаем равным 0,8, давление сжатого воздуха в сети составляет 6 атм.

3.3.8 Таким образом, развиваемое прижимом поджимное усилие для удержания изделия

$$Q = 0,25\pi D^2 p \eta - Q_1 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 8^2 \cdot 6 \cdot 0,8 = 242 \text{ кгс}.$$

Q_1 пренебрегаем.

3.4 Содержание отчета

3.4.1 Цель работы.

3.4.2 Теоретические аспекты исследуемых вопросов.

3.4.3 Расчетная схема двухстоечного кантователя с крепежной рамой.

3.4.4 Математические расчеты диаметра шпинделя на подшипниках качения в опасном сечении (в точке А), а также усилия поджатия, развиваемого пневмоприжимом на крепежной раме кантователя.

3.4.5 Выводы по работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое «кантователь» в сварочном производстве?
- 2 Из каких основных узлов состоит сварочный кантователь?
- 3 В чем заключается суть расчета одностоечных и двухстоечных сварочных кантователей?
- 4 Какими вспомогательными приспособлениями может комплектоваться рама кантователя?
- 5 Каким образом можно рассчитать усилие поджатия пневмоприжимом изделия, собираемого и свариваемого на кантователе?



4 Лабораторная работа № 4. Устройство и принцип работы сварочного манипулятора

Цель работы

- 1 Изучить конструкцию и принцип работы сварочного манипулятора.
- 2 Построить график зависимости угла наклона шпинделя от угла поворота планшайбы манипулятора.
- 3 Рассчитать диаметр шпинделя манипулятора из условия прочности по эквивалентному изгибающему моменту.

4.1 Общие теоретические сведения

Сварочный манипулятор – это механическое устройство, с помощью которого осуществляются повороты, наклон и вращение изделия со сварочной скоростью при автоматической и механизированной сварке круговых швов или при наплавке цилиндрических и конических поверхностей. Манипулятор выполняет также функции кантователя для установки изделия в положение, удобное для сварки всех швов в лодочку, или в горизонтальное положение.

Три основных узла сварочного манипулятора:

- механизм вращения изделия относительно оси шпинделя;
- механизм наклона шпинделя;
- несущие конструкции манипулятора (поворотная и стационарная части).

Универсальные сварочные манипуляторы построены по одному принципу и поэтому их конструкции сходны между собой. Этот принцип основан на том, что манипулятор, снабженный крепежной планшайбой или плитой, имеет две взаимно перпендикулярные оси, вокруг которых планшайба с закрепленным на ней изделием может поворачиваться или наклоняться. Одна из них является осью вращения планшайбы и представляет собой шпиндель манипулятора, а другая – горизонтальная и ей перпендикулярная – является осью наклона планшайбы на угол до $90...135^\circ$. Привод планшайбы обеспечивает регулирование числа ее оборотов в необходимых для сварки пределах, т. е. обеспечивает сварочное вращение изделия при сварке круговых швов с заданной скоростью. В приводе также нередко предусматривается переключение на маршевую, установочную скорость вращения.

По своему назначению сварочные манипуляторы можно разделить на две основные группы: универсальные манипуляторы общего назначения, в которых типоразмеры свариваемого изделия ограничены лишь массой и габаритами, и специализированные, предназначенные для сварки однотипных изделий массового или серийного производства.

Универсальные манипуляторы выпускаются разных типоразмеров, отличающиеся между собой грузоподъемностью, размерами планшайбы и величиной допускаемых моментов – грузового (опрокидывающего) и вращающего, вызываемого дисбалансом изделия.



Пример сварочного манипулятора представлен на рисунке 4.1.

а)



б)



в)



а – манипулятор; б – пульт управления; в – токоподвод

Рисунок 4.1 – Сварочный манипулятор

Исходные данные для расчета манипуляторов:

- вес изделия с крепежным приспособлением G , положение его центра тяжести и размеры, в том числе диаметры свариваемых швов или направляемых поверхностей D ;
- необходимые пределы регулирования рабочей скорости сварки или наплавки v ;
- маршевая скорость v_M (если она необходима);
- угол наклона оси вращателя α или необходимый диапазон изменения угла наклона оси манипулятора.

Если выбор маршевой скорости предоставляется конструктору, то ее следует назначать исходя из допускаемой окружной скорости изделия (16...25 м/мин), так же как и для кантователей. По выбранной маршевой скорости определяется наибольшая частота вращения шпинделя, а исходя из нее – и наибольшая мощность двигателя.

Рабочий диапазон регулирования частоты вращения шпинделя n , об/мин, определяется по заданным скоростям сварки от v_{\min} до v_{\max} и при заданных диаметрах кольцевых швов от D_{\min} до D_{\max} .

Для быстрого и удобного определения числа оборотов вращателя по заданной скорости сварки v и при заданном диаметре кольцевого шва D обычно пользуются номограммами.

Они построены по известной формуле $n = v/(\pi D)$ для диапазона диаметров $D = 0,2 \dots 1,5$ м и скоростей $v = 0,3 \dots 1,3$ м/мин. Исключение составляют изделия диаметром $D_{\min} = 0,2$ м, для которых скорость сварки (или наплавки) ограничена верхним пределом 1 м/мин.

По заданным исходным величинам и предварительно выбранной схеме манипулятора (рисунок 4.2) определяется его внешняя силовая нагрузка – радиальные и аксиальные усилия, действующие на шпиндель и ось наклона, а также грузовые моменты, воспринимаемые шпинделем и механизмом наклона, – крутящий M_{KP} относительно оси вращения, опрокидывающий M_{OPP} относительно оси наклона, изгибающий M_{II} относительно ближайшей опоры шпинделя А и др.

Изгибающий момент в сечении А шпинделя

$$M_{II} = G \sqrt{h^2 (\sin \alpha)^2 + e^2 (\cos \alpha)^2 + 2 h e \sin \alpha \cos \alpha \sin \beta}. \quad (4.1)$$

Крутящий момент в сечении А шпинделя

$$M_{KP} = G e \sin \alpha \cos \beta. \quad (4.2)$$

Эквивалентный момент в сечении А шпинделя

$$\begin{aligned} M_{\text{Э}} &= \sqrt{M_{II}^2 + M_{KP}^2} = \\ &= G \sqrt{h^2 (\sin \alpha)^2 + e^2 (\cos \alpha)^2 + 2 h e \sin \alpha \cos \alpha \sin \beta + e^2 (\sin \alpha)^2 (\cos \beta)^2} = \\ &= G \sqrt{e^2 (\cos \beta)^2 + (h \sin \alpha + e \cos \alpha \sin \beta)^2}. \end{aligned} \quad (4.3)$$

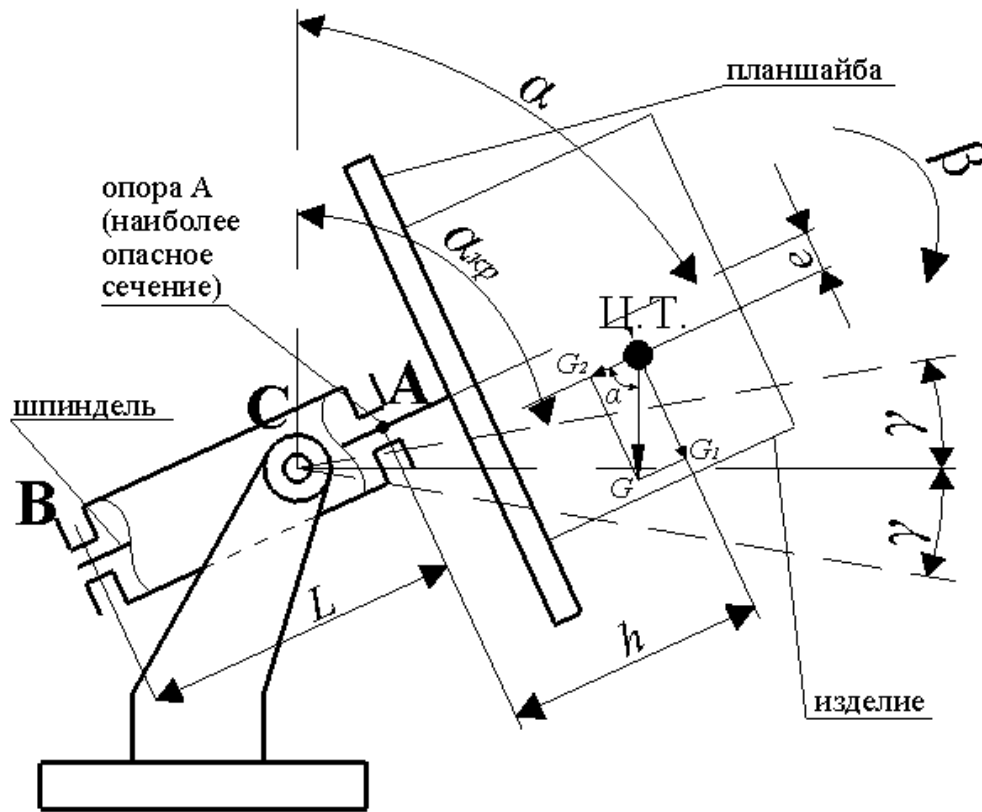
Допустимое отклонение критического угла наклона оси вращателя (шпинделя)

$$\gamma = \arctg(e / h), \quad (4.4)$$

где e – дисбаланс;

h – расстояние от опасного сечения до центра тяжести изделия.





А – точка крепления планшайбы к шпинделю; В и С – опоры шпинделя; α – угол наклона шпинделя; β – угол поворота планшайбы; γ – отклонение угла наклона шпинделя до критического значения; $\alpha_{кр}$ – критический угол наклона шпинделя; Ц.Т. – центр тяжести изделия; e – эксцентриситет центра тяжести изделия; G – вес изделия; G_1 и G_2 – составляющие веса изделия; h – расстояние от наиболее опасного сечения до центра тяжести изделия; L – расстояние между опорами шпинделя

Рисунок 4.2 – Расчетная схема манипулятора

Максимальный критический угол наклона оси вращателя

$$\alpha_{кр} = 90 - \gamma = 90 - \arctg(e/h). \quad (4.5)$$

Далее находится максимальный диапазон углов наклона оси вращателя (шпинделя) и на клеточном поле обозначаются линии, соответствующие значениям $\alpha_{кр}$ и $\alpha_{кр} + 2\gamma$ по оси ОУ (рисунок 4.3).

Затем ось ОХ разбивается на интервалы по 30° (угол поворота планшайбы β , град) (рисунок 4.4).

Соотношение углов α и $\beta_{кр}$, при котором момент M_3 максимален

$$\operatorname{ctg} \alpha = (\sin \beta_{кр}) e/h. \quad (4.6)$$

Для поиска значений α для построения графика значения $\beta = 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360^\circ$ подставляются в формулу (4.6) поочередно, что позволяет определить соответствующие значения угла наклона шпинделя (таблица 4.1).

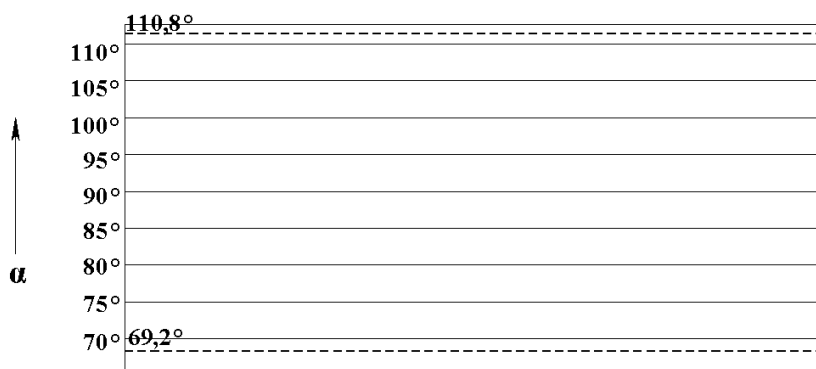


Рисунок 4.3 – Клеточное поле с обозначением диапазона углов α_{KP} и $\alpha_{KP} + 2\gamma$

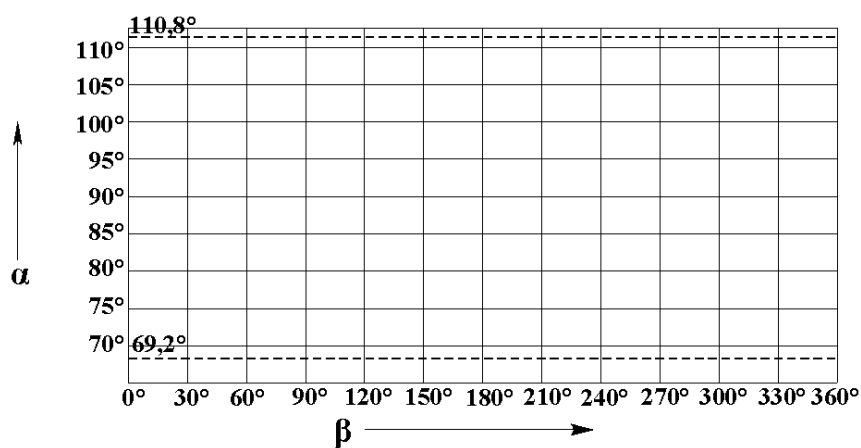


Рисунок 4.4 – Разбиение оси OX на интервалы по 30°

Таблица 4.1 – Определение ординат графика $\alpha = f(\beta)$

β , град	$\text{ctg } \alpha$	α , град
0	0	90
30	0,19	88
60
90		
120		
150		
180		
210		
240		
270		
300		
330		
360		

Например,

$$\alpha_1 = \text{arcctg}((e \sin \beta_1)/h) = \text{arcctg}((38 \sin 0)/100) = \text{arcctg}(0) = 90^\circ;$$

$$\alpha_2 = \text{arcctg}((e \sin \beta_2)/h) = \text{arcctg}((38 \sin 30)/100) = \text{arcctg}(0,19) = 88^\circ.$$

Затем полученные точки наносятся на график $\alpha = f(\beta)$ (рисунок 4.5).

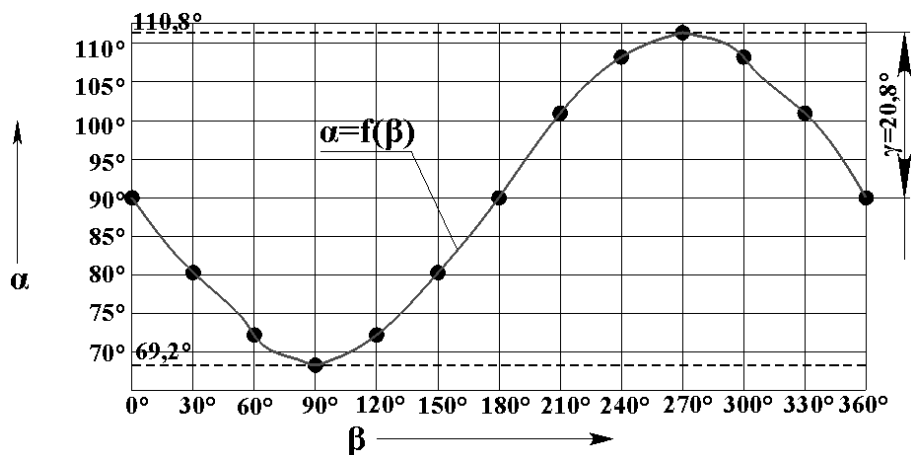


Рисунок 4.5 – Построение графика $\alpha = f(\beta)$

Далее находятся углы поворота планшайбы $\beta_{кр}$, которые будут являться критическими для заданного угла поворота шпинделя. Например, если $\alpha = 80^\circ$, то на графике проводится прямая линия с координатами $(0; 80^\circ)$ и находятся точки пересечения линии с графиком (рисунок 4.6).

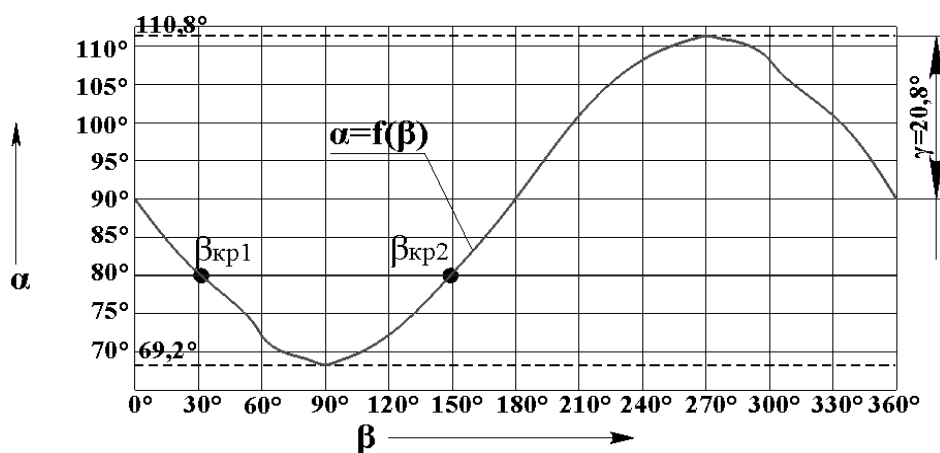


Рисунок 4.6 – Определение критических углов поворота планшайбы

При нижнем расположении ведущей шестерни и при расположении ведомого зубчатого колеса у планшайбы, т. е. на расстоянии K от нее, максимальное значение эквивалентного момента

$$M_{\text{Эmax}} = \sqrt{M_1^2} = \sqrt{(G\sqrt{e^2 + h^2})^2}. \quad (4.7)$$

Диаметр шпинделя

$$d = \sqrt[3]{100M_{\vartheta} / [\sigma]}. \quad (4.8)$$

Условие соблюдения прочности

$$\sigma = 10M_{\vartheta} / d^3 + 1,3A_{OC} / d^2 \leq [\sigma]. \quad (4.9)$$

В расчетах принимается $A_{OC} = (Ge) / \sqrt{e^2 + h^2}$.

Для валов из стали 45X принимается $[\sigma] = 8000 \text{ кгс/см}^2$.

4.2 Оборудование, приборы и материалы

4.2.1 Сварочный манипулятор.

4.2.2 Цилиндрическое изделие определенного диаметра, которое необходимо уложить на планшайбу манипулятора для последующей сборки и сварки (рисунок 4.7).

4.2.3 Измерительный инструмент и калькулятор.

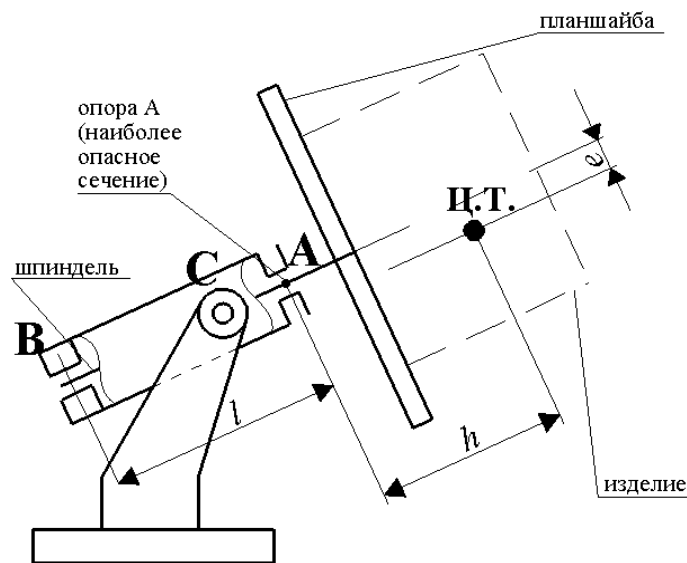


Рисунок 4.7 – Схема расположения изделия на манипуляторе

4.3 Порядок проведения работы

4.3.1 Закрепить цилиндрическое изделие весом G определенного диаметра D на планшайбе манипулятора.

4.3.2 Задать расчетную окружную скорость сварки изделия v из рекомендуемого диапазона 16...25 м/мин.

4.3.3 С помощью измерительного инструмента определить следующие размеры: плечо h (расстояние от опасного сечения до центра тяжести изделия); дисбаланс e ; угол наклона оси вращателя α ; расстояние от опоры А до

планшайбы K (от ведомого зубчатого колеса до планшайбы); радиус z зубчатого колеса R .

4.3.4 Замерить расстояние l между опорами шпинделя.

4.3.5 Для расчетов принять требуемую прочность материала шпинделя манипулятора $[\sigma] = 8000 \text{ кгс/см}^2$.

4.3.6 Расчетным путем определить следующее:

- изгибающий и крутящий моменты в опасном сечении шпинделя;
- эквивалентный момент в сечении А;
- критический угол поворота шпинделя при заданных значениях плеча h и дисбаланса e ;
- диапазон углов, больших чем критический (в пределах от α_{KP} до $\alpha_{KP} + 2\gamma$) (для этого нужно найти сначала γ);
- значения угла поворота планшайбы, соответствующие минимальной и максимальной границам диапазона от α_{KPmax} до $\alpha_{KPmax} + 2\gamma$;
- построить график зависимости угла наклона шпинделя от угла поворота планшайбы;
- критический угол (углы) поворота планшайбы, при котором (ых) эквивалентный момент достигает максимума);
- эквивалентный результирующий момент при $\alpha = \alpha_{KP}$ и $\beta = 90^\circ$ при нижнем расположении ведущей шестерни и при расположении ведомого зубчатого колеса у планшайбы, т. е. на расстоянии K от нее;
- диаметр шпинделя из условия прочности.

4.4 Содержание отчета

4.4.1 Цель работы.

4.4.2 Теоретические аспекты исследуемых вопросов.

4.4.3 Расчетная схема шпинделя сварочного манипулятора.

4.4.4 График зависимости угла наклона шпинделя α от угла поворота планшайбы β .

4.4.5 Расчет диаметра шпинделя из условия прочности по эквивалентному изгибающему моменту.

4.4.6 Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1 Что такое сварочный манипулятор?

2 Из каких основных узлов состоит сварочный манипулятор?

3 В чем заключается суть расчета сварочного манипулятора?

5 Лабораторная работа № 5. Изучение винтовых, эксцентриковых и клиновых прижимных устройств. Определение усилий прижатия

Цель работы

- 1 Изучить конструкцию и устройство клиновых, эксцентриковых и винтовых прижимных устройств.
- 2 Изучить методику расчета данных прижимных устройств.
- 3 Определить усилия прижатия, развиваемые конкретными прижимными устройствами.

5.1 Общие теоретические сведения

Силовые механизмы технологической оснастки относятся к числу основных ее элементов. От их выбора зависят:

- взаимная ориентация и сопряжение собираемых деталей и надежное их закрепление, исключающее нарушение размеров и геометрии всего свариваемого узла от действия сварочных деформаций;
- величины сварочных деформаций, т. к. через силовые механизмы отводится теплота от сварочной ванны в технологическую оснастку;
- вспомогательное время на сборку узла в технологической оснастке.

Зажим деталей в приспособлениях выполняется как ручным способом, так и механизированным управлением (от силового источника) при помощи винтовых, клиновых и рычажных элементов.

Конструктивное исполнение зажимов очень многообразно, однако по способу получения усилия зажатия их можно разделить на механические, пневматические, гидравлические и магнитные.

К механическим зажимам относятся клиновые, винтовые, рычажные и другие механизмы.

Клиновые механизмы – наиболее простые в изготовлении. Они позволяют создавать значительные усилия зажима. Их следует изготавливать самотормозящимися, т. е. угол скоса клина должен быть меньше двух углов трения. В сочетании с пневматическими приводами клиновые механизмы создают компактные и надежные в эксплуатации устройства.

Винтовые зажимы – наиболее распространенный тип механических зажимов. Они являются силовыми звеньями приспособлений и должны обладать достаточной прочностью и жесткостью. В связи с этим, основные элементы зажимов следует рассчитывать. Винты в зажимных устройствах изготавливают с треугольной, прямоугольной, трапецеидальной резьбой. При работе они испытывают напряжение сжатия, растяжения и кручения. Винт должен быть самотормозящимся. Разновидностью винтовых прижимов являются винтовые струбины (рисунок 5.1).

Рычажные зажимы – очень разнообразные по конструкции быстродействующие механизмы. Очень часто их используют в качестве элементов усиления.





Рисунок 5.1 – Винтовые струбцины

Эксцентрикые зажимы – применяют в оснастке серийного производства. Основное их достоинство – быстрота действия. В сборочно-сварочных приспособлениях используют только круглые эксцентрики, устанавливаемые в горизонтальной или вертикальной плоскостях. В силовом отношении они аналогичны клиновым зажимам. Наиболее распространены эксцентрики самотормозящего типа.

Комбинированное прижимное приспособление эксцентрикового типа представлено на рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 – Комбинированный прижим эксцентрикового типа

Пневматические и гидравлические зажимы широко применяют в сборочно-сварочной оснастке. Основное их достоинство – быстрота срабатывания, дистанционное управление, а в совокупности с другими видами зажимов они обеспечивают надежное закрепление изделия (рисунок 5.3).

В основном такие зажимы используют для закрепления крупногабаритных изделий. Их конструкция зависит от типа приспособления, характера закрепления детали, способа подачи рабочего органа и т. д.

В установках, где процесс сварки протекает под слоем флюса, гидравлический привод силовых органов использовать не рекомендуется. Масло, попадая в систему флюсоотсоса, спекается с флюсом, проходные сечения

шлангов подачи флюса забиваются, подача его в зону сварного шва прекращается. В результате нарушается нормальный цикл работы сварочной установки. В этих случаях наиболее целесообразно применять пневматические приводы с клиновыми усилителями.

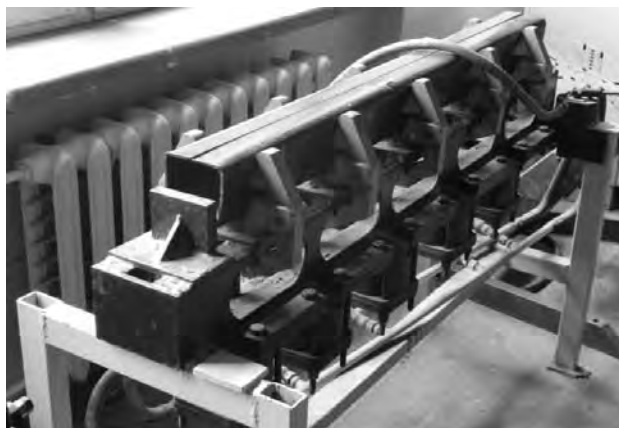


Рисунок 5.3 – Пневматическое зажимное приспособление

Правильный подбор механизмов зажима и ориентации деталей имеет большое значение для уменьшения сварочных деформаций, а также для освобождения загрузочной зоны приспособления.

Конструктору, проектирующему сборочно-сварочную оснастку, необходимо помнить, что все детали приспособлений, находящиеся в зоне сварки, а также резьба силовых элементов должны быть надежно защищены от действия сварочных брызг.

Механические зажимные механизмы должны удовлетворять следующим требованиям:

- при зажиме не должно нарушаться первоначальное положение изделия;
- зажимы не должны вызывать деформации изделия и порчи его поверхностей;
- закрепление и раскрепление изделий должно производиться с минимальной затратой сил и времени рабочего;
- при закреплении недостаточно жестких изделий усилия зажима должны располагаться над опорами или возможно ближе к ним.

Определять требуемое усилие зажима следует с учетом коэффициента запаса K применительно к конкретным условиям.

Коэффициент, на который умножается найденное значение усилия зажима:

$$K = K_0 K_1 K_2, \quad (5.1)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса для всех случаев;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности изделия (для необработанной поверхности $K_1 = 1,2$; для обработанной поверхности $K_1 = 1,0$);

K_2 – коэффициент, учитывающий постоянство усилия зажима, развиваемого силовым приводом приспособления (для механизированных силовых приводов,

т. е. пневматического, гидравлического и т. п., $K_2 = 1$; для ручного привода с удобным расположением рукояток $K_2 = 1,3$; для ручного привода с неудобным расположением рукояток, т. е. когда угол отклонения рукояток более 90° – неудобное для работы положение, $K_2 = 1,6$).

5.2 Оборудование, приборы и материалы

5.2.1 Сварочный стол с прижимами клинового, эксцентрикового и винтового типов.

5.2.2 Труба из Ст 3 массой 30 кг.

5.2.3 Пластина из стали 08кп толщиной 3 мм.

5.2.4 Два прутка из стали 08кп диаметром 4 мм и длиной 50 мм.

5.2.5 Линейка.

5.2.6 Штангенциркуль.

5.2.7 Калькулятор.

5.3 Порядок проведения работы

5.3.1 Расчет клинового прижима.

Зарисовать расчетную схему двойного клинового прижима (Ст 3) с односторонними клиньями (угол скоса клиньев $\varphi = 5^\circ$), при помощи которого необходимо осуществить в горизонтальной плоскости поджатие трубы (Ст 3) массой $Q = 30$ кг с обмасленной поверхностью на расстояние $c = 7$ мм к стальному упору на сварочном столе (рисунок 5.4). Коэффициент трения скольжения стали о сталь для обмасленной поверхности $f = 0,2$.

Расчетным путем определить следующее.

– угол трения клиньев о трубу ρ , град;

– перемещение клиньев L , см, необходимое для поджатия трубы с необходимым усилием;

– усилие заколачивания клина P_1 , кгс;

– усилие выколачивания клина P_2 , кгс;

– проверить условие самоторможения клина.

5.3.2 Расчет винтового прижима.

Винтовым прижимом, расположенным на сварочном столе, необходимо поджать стальную пластину (к столу) с усилием $Q = 1400$ Н. Зарисовать расчетную схему винтового прижима (см. рисунок 5.4).

По заданному усилию Q рассчитать винт, гайку, корпус и элементы крепления прижима к корпусу приспособления (рисунок 5.5).

Сила на рукоятке винтового прижима

$$W = Qr_{cp} / (\tan(\alpha + \varphi_1)l) \quad (5.2)$$

где r_{cp} – средний радиус резьбы;



l – длина рукоятки;
 α – угол подъема резьбы;
 φ_1 – угол трения в резьбовой паре.

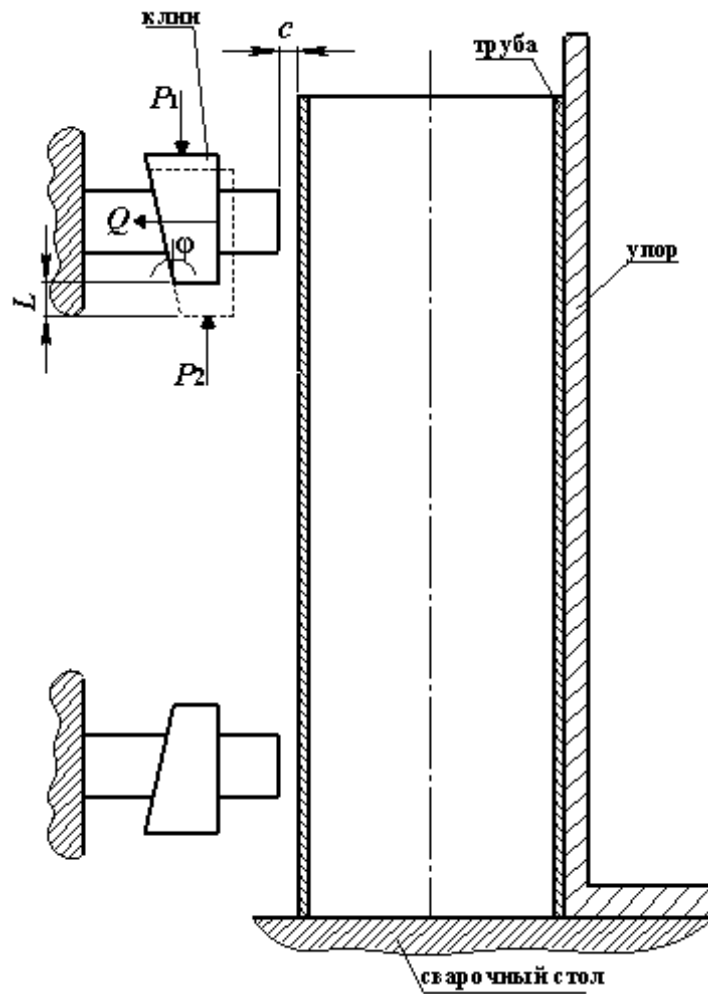
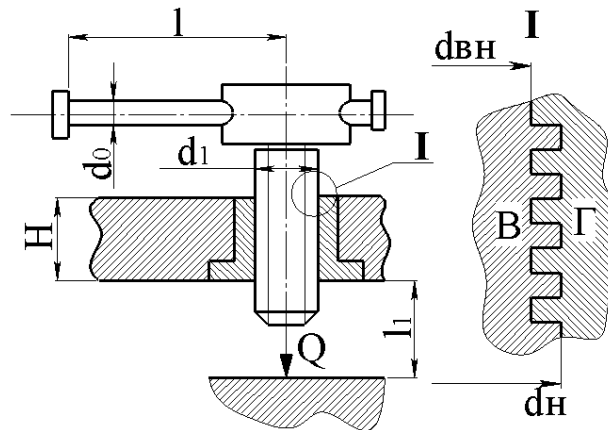


Рисунок 5.4 – Расчетная схема клинового прижима



В – винт; Г – гайка

Рисунок 5.5 – Расчетная схема винтового прижима

Количество витков резьбы в гайке

$$n = 4Q / (\pi (d_H - d_{BH})^2 \rho_0), \quad (5.3)$$

где d_H и d_{BH} – наружный и внутренний диаметры резьбы;
 ρ_0 – удельное давление на поверхности ниток резьбы.

Высота гайки

$$H = nS / m, \quad (5.4)$$

где S – шаг винта;

m – число заходов резьбы.

Наружный диаметр винта

$$d_{НАР} = \sqrt{Q / (0,5 [\sigma]_P)}, \quad (5.5)$$

где $[\sigma]_P$ – допускаемое напряжение на растяжение материала винта при переменной нагрузке.

Расчетным путем определить следующее:

- наружный диаметр винта $d_{НАР}$, мм;
- наружный d_H , мм и внутренний d_{BH} , мм диаметры резьбы гайки;
- количество витков резьбы в гайке n , шт.;
- силу на рукоятке винтового прижима W , Н.

Дополнительные данные для решения: допускаемое напряжение на растяжение материала винта при переменной нагрузке $[\sigma]_P = 60$ МПа; удельное давление на поверхности ниток резьбы для стального винта и чугунной гайки $\rho_0 = 50 \dots 60$ МПа (для стальной гайки $\rho_0 = 90 \dots 130$ МПа); коэффициент трения стали о сталь для пары винт–гайка $f_R = 0,8$; длина рукоятки винтового прижима

$l = 30$ см; угол подъема резьбы $\alpha = \arctg \left(\frac{P}{\pi d_2} \right)$ (P – шаг резьбы и d_2 – средний

диаметр резьбы); угол трения резьбовой пары $\phi_1 = \arctg(f_R)$, где f_R – коэффициент трения материалов сопрягаемых деталей; параметры резьб винта и гайки определять по соответствующему ГОСТ (например, для метрических резьб наружный диаметр резьбы, внутренний диаметр резьбы, шаг резьбы, средний радиус резьбы определяются по ГОСТ 1491–80 и ГОСТ 24705–81).

5.4 Содержание отчета

5.4.1 Цель работы.

5.4.2 Теоретические аспекты исследуемых вопросов.

5.4.3 Принцип расчета винтового прижима.



Контрольные вопросы

- 1 Какие требования предъявляются к механическим зажимным устройствам?
- 2 По какой формуле находится коэффициент запаса для прижимных устройств?
- 3 В чем заключается суть расчета клинового прижима?
- 4 В чем заключается суть расчета эксцентрикового прижима?
- 5 В чем заключается суть расчета винтового прижима?

6 Лабораторная работа № 6. Изучение приспособления для сборки и контактной рельефной сварки засовов замков дверных

Цель работы

- 1 Изучить конструкцию и устройство приспособления для контактной рельефной сварки засовов замков дверных.
- 2 Определить основные требования, предъявляемые к приспособлениям для контактной точечной и рельефной сварки.
- 3 На основании экспериментальной сварки определить годовую трудоемкость техпроцесса контактной рельефной сварки засовов замков дверных с использованием рассматриваемого приспособления, а также рассчитать заработную плату сварщика третьего разряда за изготовление годовой программы выпуска засовов.

6.1 Общие теоретические сведения

На ОАО Могилевский завод «Строммашина» способом штамповки ранее изготавливали дверные замки сувальдного типа.

Одним из основных элементов данного изделия является засов, представляющий собой соединение ригеля (пластина определенной конструктивной формы) и трех (двух) стержней, причем в разных модификациях замков используются разные варианты соединения ригеля (ригелей) со стержнями (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Сувальдные замки производства ОАО «Могилевский завод «Строммашина»

Ригели со стержнями соединяются между собой способом штамповки, причем за один цикл, т. е. с использованием составного пуансона. Материал ригеля – сталь 08кп. Материал стержня – сталь 35. Для позиционирования стержней относительно ригеля их торцы предварительно подготавливают: по центру торца стержня прорезается паз, соответствующий толщине ригеля.

Проблемой при получении указанных соединений способом штамповки являлась низкая прочность (усилие разрушения на срез для одного стержня составляет не более 4,6 кН) и точность взаимного расположения стержней засова – в ряде случаев стержни расшатывались вручную.

Это происходило по причине того, что в ригеле в местах предполагаемого соединения со стержнями предварительно выштамповывались сквозные отверстия продолговатой четырехугольной формы для уменьшения требуемого усилия пуансона при соединении ригеля со стержнями. В результате при осуществлении штамповки металл стержней под усилием пуансона продавливался в данные отверстия с образованием зазоров, которые неизбежно вызывали подвижность стержней уже после соединения с ригелем (рисунок 6.2).

В заводской лаборатории на протяжении 15 лет неоднократно предпринимались попытки замены штамповки на контактную точечную сварку (КТС) или комбинацию КТС-штамповка (рисунок 6.3).

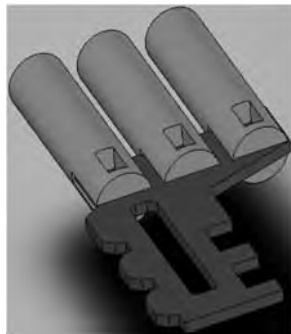


Рисунок 6.2 – Схема соединения ригеля со стержнем по вырезу в торце стержня

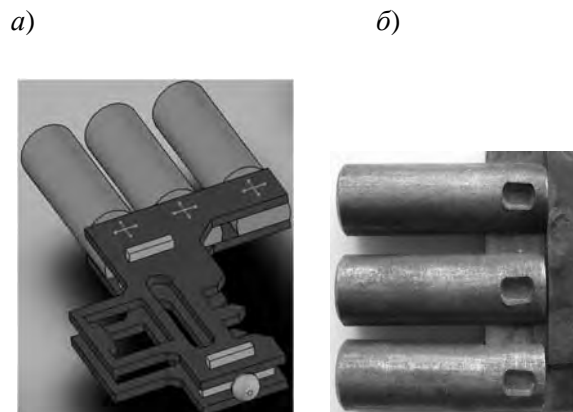


Рисунок 6.3 – Схемы получения точечного (а) и точечно-штампового (б) соединений засова замка

При КТС в лаборатории столкнулись с новыми проблемами:

- сварка одного засова производилась уже в три цикла;
- ввиду немалого шунтирования тока и нагрева при КТС нарушалась параллельность ригелей в засове, которую на заводе устраняли дополнительной операцией прихватки их между собой с обратной стороны с помощью механизированной сварки в защитном газе.

При комбинировании КТС со штамповкой в узел добавляли дополнительную деталь – промежуточную пластину (см. рисунок 6.3, б), причем сварка одного засова производилась уже в четыре цикла: цикл штамповки и три цикла КТС.

На кафедре «Оборудование и технология сварочного производства» Белорусско-Российского университета для устранения вышеуказанных заводских проблем получения неразъемного соединения засова на основании проведенных ранее результатов исследований был разработан технологический процесс контактной рельефной сварки.

Неразъемное соединение относится к пакетным, т. к. соединение четырех деталей одновременно (одного ригеля и трех стержней) происходит за один цикл сварки в результате параллельного протекания сварочного тока через детали с параллельным образованием трех литых зон.

При этом предполагалось, что вместо отверстий под штамповку на ригеле предварительно необходимо выштамповывать сферические рельефы, а с края торца каждого стержня нужно фрезеровать технологический уступ на определенную ширину S , которая не изменит конечной геометрии соединения засова, т. е. это не приведет к необходимости изменения конструкции всего замка.

Для получения пакетных рельефных соединений деталей засовов замков на кафедре были разработаны специальные составные водоохлаждаемые электродные узлы под машины контактной точечной сварки МТ-1617 и МТ-3201 (рисунок 6.4). При этом были учтены технические характеристики данных машин, т. е. возможность увеличения раствора между верхней и нижней консолями. Электроды из меди М1 с конической поверхностью устанавливались в электрододержатели. На электроды надевались насадки из бронзы БрХ. Для верхнего и нижнего электродных узлов предусматривались накладки из меди М1, обеспечивающие отсутствие залипания деталей засова к электродным узлам при сварке.



Рисунок 6.4 – Составной электродный узел для сварки засова

Общий габаритный размер двух составных электродных узлов по оси электрододержателей при креплении их на контактную машину составил примерно 220 мм. При этом также пространство для свободного хода верхнего электрода

составило 50 мм. В результате требуемое расстояние между торцами электрододержателей составило примерно 280 мм. Для обеспечения указанного размера был установлен максимальный раствор между консолями машины МТ-3201.

Далее было разработано приспособление для КРС засова замка, исходя из следующих требований:

- стержни должны быть параллельны между собой, и отклонение от параллельности составляет не более 0,2 мм (согласно заводским требованиям);
- точность взаимного расположения ригеля и стержней: рельефы ригеля должны контактировать с площадками на стержнях в определенных точках, допустимое отклонение составляет не более 0,5 мм;
- учет перемещения стержней при сварке ввиду деформирования рельефов на расстояние, равное их высоте – 1,3 мм;
- легкость взаимного позиционирования ригеля и стержней перед сваркой;
- легкость съема готового изделия из приспособления после сварки;
- высокая износостойкость элементов приспособления, обеспечивающих позиционирование стержней;
- минимальное шунтирование сварочного тока по элементам приспособления;
- минимальный нагрев приспособления при сварке (рисунок 6.5).

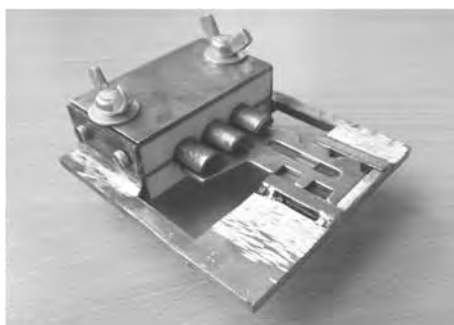


Рисунок 6.5 – Приспособление для сборки и сварки засова

Основным элементом разработанного приспособления является фторопластовый позиционер (шаблон) со шпильками, обеспечивающий высокую точность расположения стержней засова при одновременной простоте их укладки в приспособление и съема готового изделия после сварки. Фторопласт является износостойким материалом, работающим при температурах до + 250 °С, т. е. выше возможного диапазона нагрева стержней засова при сварке. Базирование ригеля засова с рельефами относительно основания приспособления обеспечивает магнитный фиксатор, встроенный с обратной стороны основания. Две направляющие планки и упорная планка, расположенные в основании приспособления, обеспечивают высокую точность расположения ригеля относительно стержней в процессе сварки.

6.2 Оборудование, приборы и материалы

- 6.2.1 Компрессор.
- 6.2.2 Машина контактной точечной сварки МТ-3201.
- 6.2.3 Электродные узлы для контактной рельефной сварки засовов.
- 6.2.4 Приспособление для сборки и контактной рельефной сварки засовов.
- 6.2.5 Стержни и ригели для засовов замков дверных.
- 6.2.6 Электродные узлы для контактной рельефной сварки засовов.
- 6.2.7 Секундомер.
- 6.2.8 Калькулятор.

6.3 Порядок проведения работы

Необходимо осуществить следующие действия:

- 1) включить рубильник, подключающий контактную машину МТ-3201 к сети 380 В, за время, равное ... с (осуществляется однократно перед началом серии сварок);
- 2) на обратной стороне машины установить ступень сварочного трансформатора № 8 за время, равное ... с (осуществляется однократно перед началом серии сварок);
- 3) настроить за время, равное ... с, на регуляторе цикла сварки РКС-801 контактной машины МТ-3201 параметры режима сварки: позиция «НАГРЕВ» № 8 ($I_{CB} \approx 25...26$ кА при ступени регулирования тока на трансформаторе № 8), длительность протекания сварочного тока $\tau_{CB} = 23$ периода (0,46 с) (осуществляется однократно перед началом серии сварок).
- 4) уложить стержни из стали 35 в отверстия фторопластовой бобышки приспособления до упора с расположением торцевого среза книзу за время, равное ... с;
- 5) уложить ригель из стали 08кп на основание приспособления с позиционированием по четырем упорам в основании за время, равное ... с;
- 6) поднести приспособление к контактной машине и зафиксировать его над нижним электродом таким образом, чтобы он касался ригеля по всей своей контактной поверхности. Время операции – ... с;
- 7) нажать на педаль контактной машины, после чего верхний электрод опустится, через паузу на предварительное сжатие (0,8 с) пропустит через детали сварочный ток (0,46 с) и поднимется в исходное положение через время, установленное на регуляторе для проковки согласно циклограмме (0,8 с). Время операции ≈ 2 с;
- 8) отнести приспособление от зоны сварки, повернуть вручную две шпильки против часовой стрелки на два оборота и, захватив клещами один из стержней, поступательным движением достать засов из приспособления за время, равное ... с.

Норма штучного времени на операцию $t_{шт}$ (КРС одного засова) составит ... с (.... мин).

Задача студента состоит в непосредственном осуществлении данной

последовательности действий с замером на секундомере их длительности в секундах или минутах.

Далее следует расчет экономических показателей.

Годовую программу выпуска засовов принять $A = 180000$ шт.

Трудоемкость сварки годовой программы выпуска

$$T = At_{шт.} = 180000 \cdot \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мин.} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ч.}$$

Таким образом, заработная плата Z_{CB} сварщика третьего разряда по данной операции (только сварка 180000 засовов)

$$Z_{CB} = C_{ЧСВ}TK_{ПСП}K_{П} = 7510 \cdot \underline{\hspace{2cm}} \cdot 1 \cdot 1,3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ р.,}$$

где $C_{ЧСВ}$ – часовая тарифная ставка сварщика третьего разряда (принять на время выполнения лабораторной работы);

$K_{ПСП}$ – коэффициент повышения сдельных расценок ($K_{СП} = 1$ для данного вида работы);

$K_{П}$ – коэффициент премирования, $K_{П} = 1,3$.

6.4 Содержание отчета

6.4.1 Цель работы.

6.4.2 Теоретические аспекты исследуемых вопросов.

6.4.3 Расчет нормы штучного времени на операцию сварки засова.

6.4.4 Расчет трудоемкости сварки годовой программы выпуска засовов.

6.4.5 Расчет заработной платы сварщика (за годовую программу выпуска засовов).

6.4.6 Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1 Что собой представляет засов замка производства ОАО «Могилевский завод «Строммашина»?

2 Какие требования предъявляются к приспособлению для сборки и контактной рельефной сварки засовов замков?

3 Охарактеризуйте конструкцию приспособления для сборки и контактной рельефной сварки засовов замков дверных.

4 Охарактеризуйте последовательность действий по сборке и контактной рельефной сварке засова замка дверного в рассматриваемом приспособлении.



7 Правила техники безопасности при проведении лабораторных работ

1 Оборудование должно быть заземлено (проверить наличие заземляющего кабеля, его сплошность, а также проверить контакт с корпусом машины мультиметром).

2 Рубильник подключения оборудования к трехфазной сети (380 В) включать только с резинового коврика, причем рубильник должен находиться при этом в закрытом состоянии (при закрытой дверце).

3 Перед включением машины необходимо визуально убедиться в отсутствии оголенных проводов в пределах рабочей зоны.

4 Открывать дверцы и крышки оборудования в процессе работы строго запрещено.

5 Располагать руки между прижимами оборудования строго запрещено!

8 Действия на случай возникновения загорания, пожара

Каждый, обнаруживший пожар или загорание, обязан:

- немедленно обесточить помещение;
- немедленно сообщить о пожаре по телефону 101;
- немедленно сообщить о пожаре администрации;
- приступить к тушению очага пожара имеющимися на рабочем месте средствами пожаротушения (огнетушитель, кошма, песок, пожарный кран и т. д.);
- при тушении электроустановок огнетушителями не подходить ближе одного метра до очага горения;
- при применении углекислотных огнетушителей не братья голый рукой за раструб;
- тушение вертикальных конструкций производить сверху вниз.

Студент, находящийся в лаборатории, при получении сообщения об эвакуации обязан:

- немедленно прекратить занятие;
- быстро и без паники в сопровождении преподавателя, проводящего занятие, покинуть здание в безопасное место, пройти переключку у данного преподавателя и ждать последующих указаний;

– сохранять выдержку и хладнокровие, не допускать паники.

Студент, оставшийся во время пожара в лаборатории, обязан:

- прежде, чем открыть дверь лаборатории, потрогать ее руками. Если она нагрелась, не открывать ее, иначе огонь проникнет в помещение;
- при возможности, покинуть помещение через окно; оказавшись на верхнем этаже, заткнуть щели подручными средствами, чтобы дым не проникнул в помещение лаборатории;
- сообщить о своем местонахождении (по телефону или привлекая внимание с помощью рук и криков о помощи).



9 Действия на случай других аварийных ситуаций

При возникновении в рабочей зоне проведения лабораторной работы опасных условий труда (появление запаха гари и дыма, повышенное тепловыделение от оборудования, повышенный уровень шума при его работе, неисправность заземления, загорание материалов и оборудования, прекращение подачи электроэнергии, появление запаха газа и т. п.) необходимо немедленно прекратить работу, выключить оборудование, сообщить о происшествии преподавателю.

При несчастном случае необходимо быстро принять меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказанию первой помощи пострадавшему, вызову на место происшествия медицинских работников или доставке потерпевшего в организацию здравоохранения. Сообщить о происшествии ответственному лицу за безопасное производство работ, обеспечить до начала расследования сохранность обстановки, если это не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

При поражении электрическим током необходимо освободить пострадавшего от действия тока (выключить рубильник, перерубить провод, оттянуть или отбросить его сухой палкой, шестом). Не прикасаться к пострадавшему, пока он находится под действием тока. Доврачебную помощь оказывать сразу после прекращения воздействия электрического тока. Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, то немедленно приступить к массажу сердца и искусственному дыханию до прибытия врача. Одновременно с этим применяется нашатырный спирт, растирание и согревание.

Список литературы

- 1 **Севбо, П. И.** Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П. И. Севбо. – Киев : Наукова думка, 1978. – 400 с.
- 2 **Рыморов, Е. В.** Новые сварочные приспособления / Е. В. Рыморов. – Ленинград : Стройиздат, 1988. – 125 с.
- 3 **Лебедев, Л. В.** Проектирование технологических схем и оснастка : учебное пособие для вузов / Л. В. Лебедев, А. А. Погонин, Н. В. Трубченко. – Москва : Академия, 2009. – 336 с.
- 4 **Медведев, С. В.** Компьютерные технологии проектирования сборочно-сварочной оснастки / С. В. Медведев. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 194 с.
- 5 **Евстифеев, Г. А.** Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчет / Г. А. Евстифеев, И. С. Веретенников. – Москва : Машиностроение, 1977. – 96 с.
- 6 **Куркин, С. А.** Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учебное пособие для вузов / С. А. Куркин, С. М. Ховов, Ю. Н. Аксенов. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 464 с.

