

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА"
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) (СГАУ)

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА
ПОГРЕШНОСТЬ ЗАКРЕПЛЕНИЯ**

Методические указания к лабораторной работе

САМАРА 2011 г.

Составители: *А.В. Мещеряков, А.П. Шулепов*

УДК 621.9.06 (075.8)

Изучение конструкций зажимных элементов приспособлений и их влияния на погрешность закрепления: Метод. указания к лабораторным работам / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. *А.В. Мещеряков, А.П. Шулепов*. Самара, 2011.- 17 с.

Методические указания содержат описания конструкций зажимных устройств приспособлений и области их применения. Приведена методика расчёта погрешности закрепления, а также методики экспериментального определения погрешностей закрепления для различных конструкций приспособлений. Даны рекомендации по содержанию, порядку выполнения и оформлению лабораторной работы.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 160301 и выполняющих лабораторные, курсовые и дипломные проекты по технологической тематике. Разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева

Рецензент: д.т.н., профессор Скуратов Д.Л.

Цель работы: 1. Изучить конструкцию и область применения зажимных элементов приспособлений.

2. Экспериментально определить погрешности закрепления при использовании различных элементов.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Зажимные элементы приспособлений (зажимы) предназначены для обеспечения контакта заготовки с установочными элементами и создания надежного закрепления её в процессе обработки. При этом заготовке придаётся повышенная жёсткость и виброустойчивость, что позволяет вести обработку с заданной точностью и производительностью.

К зажимным элементам приспособлений предъявляются следующие требования:

- при закреплении не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое при её базировании;
- закрепление должно быть надёжным, чтобы во время обработки положение заготовки оставалось неизменным;
- возникающее при закреплении смятие поверхностей заготовки, а также её деформация должны быть минимальными;
- зажим заготовки должен быть равномерным, особенно в многоместных приспособлениях;
- закрепление и раскрепление заготовок должно быть с минимальной затратой сил и времени;
- зажимные элементы должны быть надёжными в работе, простыми по конструкции, удобными и безопасными в обслуживании.

Несоблюдение этих требований закрепления может привести к возникновению погрешностей обработки, а изменение положения заготовки в процессе резания – к поломке режущего инструмента и к травмированию рабочего.

Зажимы приспособлений делят на **простые** и **комбинированные**.

Простые - это зажимы, у которых сила от определённого источника передаётся закрепляемой заготовке непосредственно через одно звено.

Комбинированные - состоят из нескольких сблокированных последовательно простых зажимов.

По числу точек приложения силы закрепления зажимные элементы делят на единичные и многократные. Многократные зажимные устройства закрепляют одновременно одну заготовку в нескольких точках или несколько заготовок с равными силами.

2. ПРОСТЫЕ ЗАЖИМНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

К простым зажимам относятся: винтовая пара, клин, эксцентрик, пружина.

Винтовые зажимы имеют широкое распространение, они просты по конструкции и позволяют создать большую силу закрепления. Существенным недостатком является то, что при закреплении затрачивается сравнительно большое вспомогательное время. Закрепление осуществляется болтом или гайкой.

Непосредственное закрепление болтом осуществляется для грубо обработанных заготовок (Рисунок 1, а). Зажимные болты изготавливаются из стали 45 с закалкой головки и рабочего конца до HRC₃ 35...40. Применение промежуточной резьбовой втулки облегчает ремонт после износа соединения. Обточка рабочего конца болта выполняется для удобства его вывинчивания из втулки.

В тех случаях, когда на зажимной поверхности заготовки вмятины от действия винта недопустимы, применяют опорные пяты (Рисунок 1, б). Опорная пята прикрепляется шарнирно к рабочему концу зажимного болта и дает возможность передать давление на большую площадь, уменьшив тем самым удельное давление. Шарнирное закрепление пяты предохраняет зажимной болт от изгиба даже при наклонном положении зажимной поверхности заготовки.

Гайками для закрепления заготовок в приспособлениях пользуются при базировке по отверстию (Рисунок 1, в). Зажимные гайки приспособлений работают в сочетании с разрезными (быстросменными) шайбами, которые дают возможность производить установку и снятие заготовки при небольшом отвинчивании гайки.

Зажим заготовок непосредственно клином используется очень редко. Однако клин в сочетании с другими звеньями механизма зажима получил широкое распространение, благодаря простоте и компактности конструкции, надёжности в работе. Применение в зажимном механизме клина обеспечивает увеличение исходной силы и перемену её направления, самоторможение

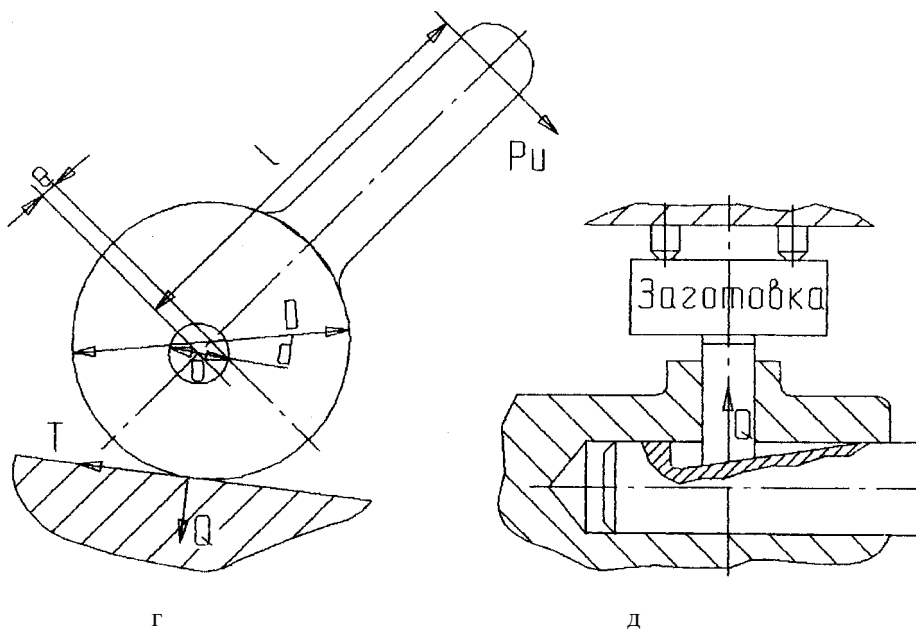
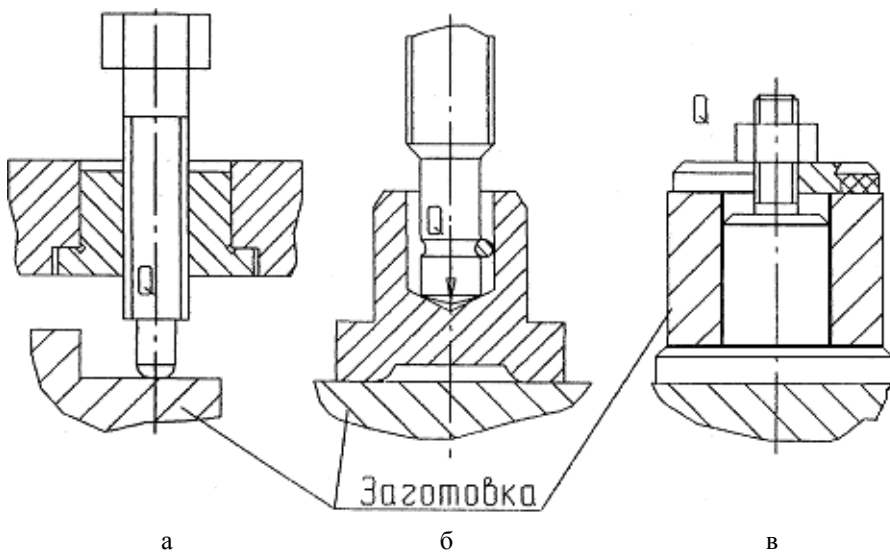


Рисунок 1 - Конструкция зажимных элементов:

а -винтовой зажим; б - то же с опорной пятой; в - зажим гайкой с быстросменной шайбой; г - эксцентриковый зажим; д - клино-плунжерный зажимной механизм.

механизма. Если клиновой механизм применяют для перемены направления силы зажима, то угол клина обычно равен 45° , а если для увеличения силы зажима или повышения надёжности закрепления, то угол клина принимают равным $6^\circ \dots 15^\circ$.

Действие клина непосредственно на поверхность заготовки допускать не рекомендуется во избежание повреждений последней. Для этого используют промежуточное звено механизма (Рисунок 1, д). Перемещение клина происходит с помощью пневматики, гидравлики или вручную - винтом.

Эксцентрики являются распространённым средством зажима заготовок в приспособлениях. Это объясняется относительной простотой их изготовления, удобством в использовании и быстротой действия. Имея преимущество перед винтовыми зажимами в скорости действия, эксцентриковые зажимы уступают им в универсальности, силе зажатия и надёжности закрепления. Лучшими условиями для работы эксцентриковых зажимов является отсутствие значительных толчков и вибраций в процессе обработки заготовки.

Эксцентрик представляет собой соединение в одной детали двух элементов - круглого диска радиуса $(D/2-L)$ и плоского одноосного клина (Рисунок 1, г). При повороте эксцентрика вокруг оси вращения диска O клин входит в зазор между диском и заготовкой и развивает силу зажима Q .

Рабочая поверхность эксцентриков может быть окружностью (круговые) или спиральные (криволинейные). Различие их заключается в том, что в развёртке круговых эксцентриков плоский клин получается криволинейным с переменным углом подъема клина α в зависимости от угла поворота эксцентрика β , а у криволинейных эксцентриков α не зависит от β . Это означает, что криволинейные эксцентрики создают стабильную силу зажима в партии заготовок, а круговые - нет. При зажиме круговыми эксцентриками в зависимости от колебания размера заготовок в партии изменяется рабочий угол поворота β , а следовательно, угол α и сила зажима Q . В то же время технология изготовления круговых эксцентриков значительно проще, чем криволинейных. Материалом для изготовления эксцентриков служат стали марки 20 или У7А. В первом случае эксцентрик подвергается цементации и закалке до твёрдости HRCэ 55...60, во втором случае производится закалка до HRCэ 48...52.

3. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАЖИМНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Сложные зажимные устройства состоят из двух или нескольких простых механизмов. Зажимы, состоящие из рычага в сочетании с винтовым, эксцентриковым или клиновым механизмом, называют прихватами. Конструкции прихватов изображены на рисунке 2. Прихват представляет собой механизм, состоящий из рычага в

сочетании с одним из простых зажимов. Отодвигаемый винтовой прихват (Рисунок 2, а) находит более широкое применение в конструкциях приспособлений. В исходном состоянии прижимная планка 1 (рычаг) с винтом 2 находятся в левом положении, обеспечивающем свободную установку заготовки. Пружина через конусную шайбу передаёт усилие на прижимную планку, удерживая её в верхнем положении. После установки заготовки на установочные элементы приспособления рычаг с винтом передвигается в правое крайнее положение. Вращением винта 2, с помощью ключа, осуществляется крепление заготовки планкой 1. С целью предохранения поворота прихвата при зажиме заготовки, винт 2 располагается в пазу опорной планки 3, закреплённой в корпусе.

Конструкция эксцентрикового прихвата приведена на рис 2,б. В исходном состоянии прижимная планка 1 с эксцентриком 2 находится в правом крайнем положении. Вращением ручки эксцентрика по часовой стрелке производят закрепление заготовки. Назначение остальных элементов конструкции такое же, как и в конструкции прихвата (Рисунок 2, а). Применение прихватов с эксцентриковым механизмом позволяет сократить вспомогательное время на закрепление заготовки.

На рисунке 2, в изображена конструкция бокового прихвата. Зажим осуществляется одновременно в горизонтальном и вертикальном направлениях, за счёт установки рычага на оси.

На рисунке 2, г приведена конструкция прихвата с винтовым домкратом. Передача усилия на заготовку осуществляется через рычаг 1 вращением рукоятки 2. Для предохранения корпуса от износа вмонтирована переходная резьбовая втулка 3, которая стопорится винтом 4.

Прихваты - комбинированные зажимные устройства применяют для увеличения сил закрепления, изменения направления сил зажима, уменьшения габаритных размеров зажимного устройства в местах его контакта с заготовкой, а также для создания наибольших удобств управления.

Многokратные зажимы приводят в действие от одного силового источника и зажимают несколько или одну заготовку в нескольких точках одновременно. Применение многokратных зажимов позволяет сократить вспомогательное время t на операции. Основным требованием, предъявляемым к многokратным зажимам, является равенство зажимных сил. Для того чтобы обеспечить равенство сил зажима, ведомые звенья механизма должны составлять заблокированную систему, развивающую силу зажима независимо от колебаний размеров заготовок.

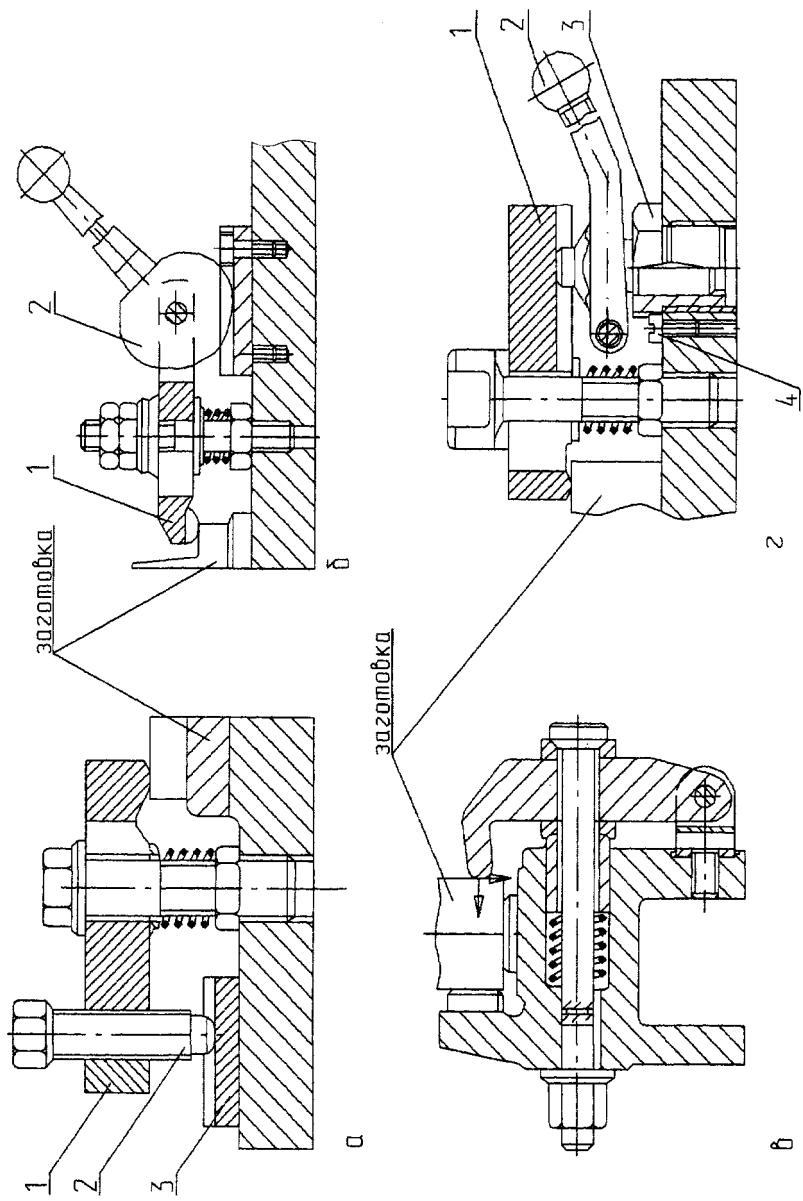


Рисунок 2 - Конструкции прихватов

а - винтовой; б - эксцентриковый; в - боковой; г - с винтовым домкратом

Известно много конструкций многократных зажимов приспособлений, которые можно разделить на группы, приняв за классификационный признак направление сил зажима. Можно выделить следующие группы: последовательного действия, передающие силу зажима в одном направлении от заготовки к заготовке (закрепление пакета заготовок), параллельного действия, зажимающие заготовки в нескольких параллельных направлениях; со встречными силами зажима; с пересекающимся направлением сил.

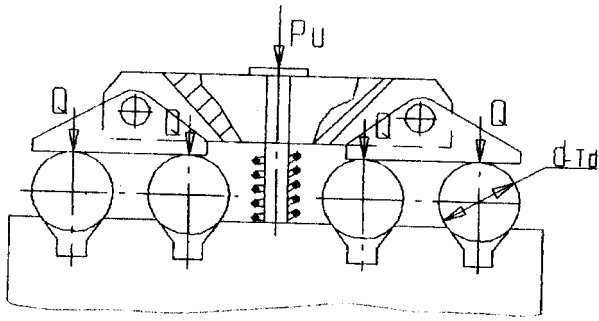
На рисунке 3, а, в показаны механизмы параллельного действия. Механизм (Рисунок 3, а) прост и надёжен в работе, но при большом количестве заготовок оказывается громоздким и неудобным. Механизм на рисунке 3,б компактен. Под действием силы P система подвижных клиньев 1, 2, 3 и плунжеров 4 перемещается до тех пор, пока все плунжеры не зажмут заготовки 5. Недостатки этого механизма: низкий КПД, при одинаковых углах клиньев силы зажима Q неодинаковы из-за потерь на трение; для выравнивания Q углы клиньев нужно делать различными, что усложняет изготовление.

Этих недостатков лишены зажимы с гидропластом (Рисунок 3, в). Так как гидропласт обладает способностью передавать давление по всем направлениям без изменения; силовой источник через тягу 1, рычаг 2, плунжеры 3 передаёт одинаковую силу зажима Q на все заготовки 4.

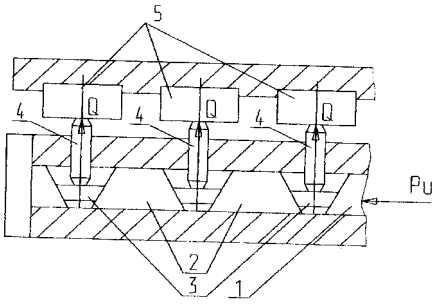
На рисунке 3 г, д показаны механизм со встречными и пересекающимися линиями действия сил зажима.

В пружинных зажимных механизмах элементом, преобразующим исходную силу привода P_u в силу зажима Q , является пружина. Сила Q обеспечивается сжатием пружины на необходимую величину f_n . Применяют две схемы построения пружинных зажимов, представленные на рисунке 4. В схеме на рисунке 4,а необходимое сжатие пружины 3 достигается перемещением штока привода 5. При этом плунжер 3 передаёт на заготовку 1 силу Q . Сила зажима Q ограничена неподвижным упором 4, воспринимающим на себя избыточную силу привода Q .

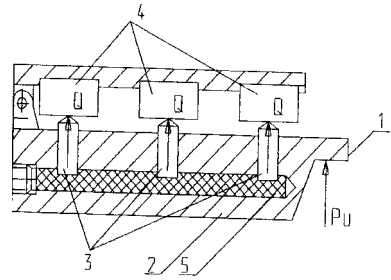
В схеме на рисунке 4, б необходимое сжатие пружины 3 регулируется гайкой 4 при настройке приспособления. Сила Q передаётся на заготовку 1 через тягу 2. Для открепления заготовки шток 5 привода силой P_u подаёт вправо тягу 2, дополнительно сжимая пружину 3. Пружины для таких зажимов выбирают из числа нормализованных по требуемым Q и f_n .



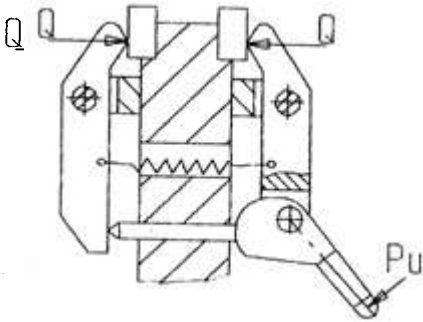
а)



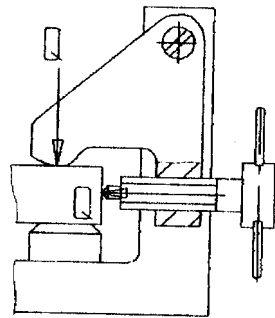
б)



в)



г)



д)

Рисунок 3 - Схемы многократных зажимов

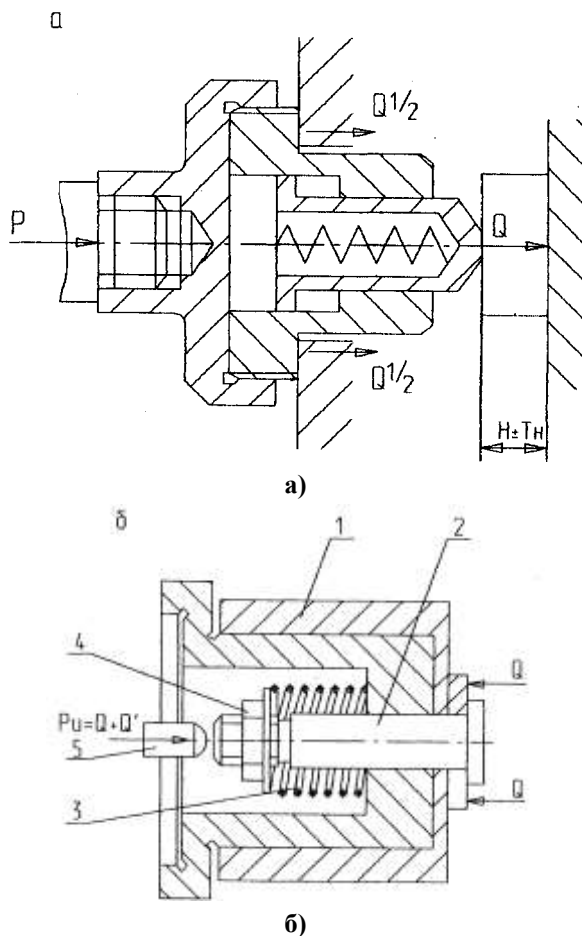


Рисунок 4 - Схемы пружинных зажимов

Процесс установки заготовок в приспособление включает в себя две стадии: базирование и закрепление. При базировании заготовке придают необходимую ориентацию относительно выбранной системы координат, а неизменность этого положения при обработке обеспечивают закреплением. Вследствие неоднородности базовых поверхностей заготовок, неточности изготовления изнашивания опорных и зажимных элементов приспособления, нестабильности сил закрепления и других причин положение заготовок в приспособлениях будет различным.

Погрешность обработки, определяющую отклонение фактически достигнутого положения заготовки от требуемого, называют погрешностью установки и определяют в виде:

$$\omega_y = 1,2\sqrt{\omega_6^2 + \omega_3^2 + \omega_{пр}^2},$$

где ω_6 -погрешность базирования;

ω_3 -погрешность закрепления;

$\omega_{пр}$ -погрешность приспособления;

Зажимные элементы оказывают влияние на погрешность закрепления ω_3 , которая может быть определена как разность между наибольшей и наименьшей проекциями смещения измерительной базы на направления обрабатываемого размера при приложении к заготовке силы зажима.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определить погрешности закрепления от деформации стыка *приспособление - заготовка*.

Измерение деформации в стыке осуществляется в приспособлении, представленном на рисунке 5. В исследованиях используются образцы, имеющие шероховатость стыковочной поверхности $Ra=0.63\mu\text{м}$; $Rz=40\mu\text{м}$. Прижим образцов к приспособлению осуществляется винтовым зажимом, к которому с помощью динамометрического ключа прикладывается фиксированное усилие в 50 Н и 100 Н на плече. О деформации в плоскости стыка судят по показаниям индикатора с ценой деления 0,001мм. Для достоверности результатов экспериментов закрепление каждого образца осуществляют 3...5 раз.

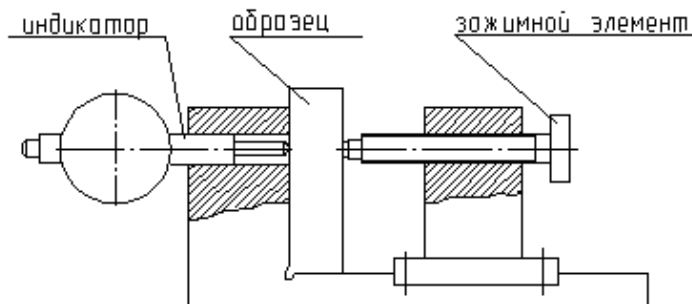


Рисунок 5 - Схема определения погрешности закрепления от деформации стыка

2. Определить погрешности закрепления в *цанговом зажиме*.

Схема приспособления с цанговым зажимом представлена на рисунке 6. Осевые смещения заготовки при закреплении ее в цанге вызываются совокупностью причин

случайного характера не поддающихся предварительной оценке. К ним относятся: «выжим» заготовки из цанги в момент зажима, отход заготовки во время её закрепления от торца цанги вследствие некоторого перекоса заготовки, имеющего место при разжатой цанге и др.

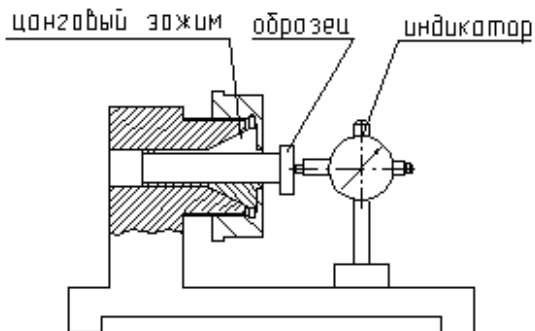


Рисунок 6 - Измерение погрешности закрепления в цанговом зажиме

В образец устанавливается в цангу, которая предварительно зажимается гайкой вручную. К торцу заготовки подводится индикатор с ценой деления 0,002 мм. Затем производится окончательный зажим гайки ключом. При этом по индикатору фиксируется осевое перемещение образца. Эксперимент повторяется 3...5 раз.

3. Определить погрешности закрепления при использовании *винтовых зажимов*.

Исследования проводят на экспериментальной установке, представленной на рисунке 7. При экспериментах фиксируется смещение образца в двух направлениях с помощью индикаторов с ценой деления 0,002 мм. Зажим последовательно осуществляется с помощью винтов с различной опорной поверхностью (Рисунок 8 а, б, в) и пружинным зажимом (Рисунок 8, г). К головке винтов динамометрическим ключом прикладывается фиксированное усилие в **50Н** и **100Н**. Зажим образцов каждым винтом производится 3...5 раз.

4. Определить погрешности закрепления при использовании *сложных зажимных механизмов (прихватов)*.

В экспериментах используется в качестве сложного механизма винтовой прихват. В исследованиях фиксируется перемещение образца в двух направлениях с помощью двух индикаторов с ценой деления 0,002 мм.

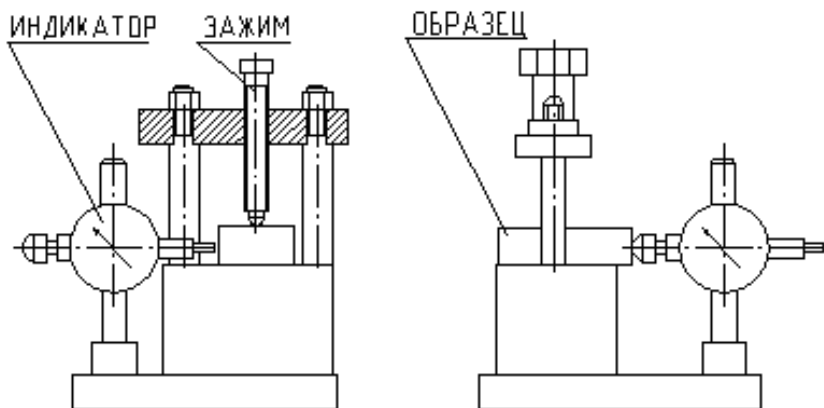


Рисунок 7 - Схема измерения погрешности закрепления при использовании винтовых зажимов

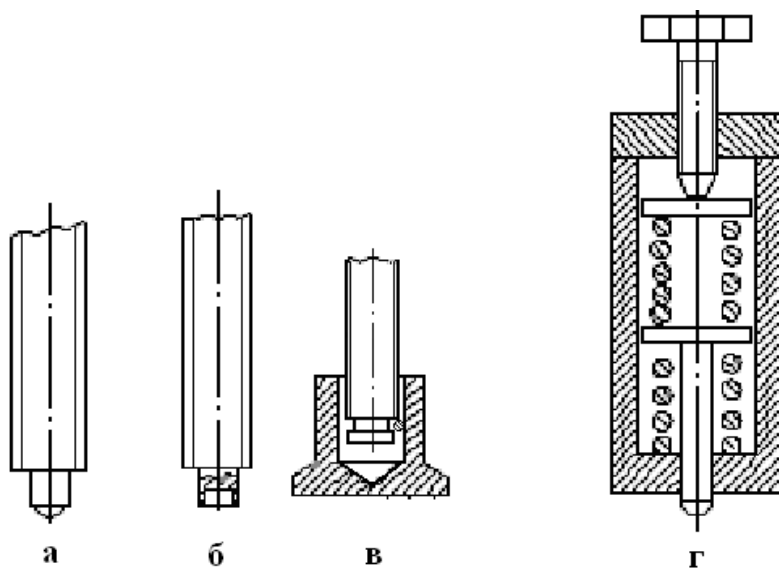
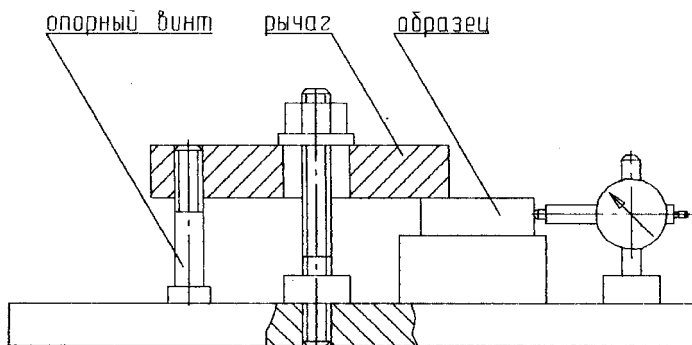
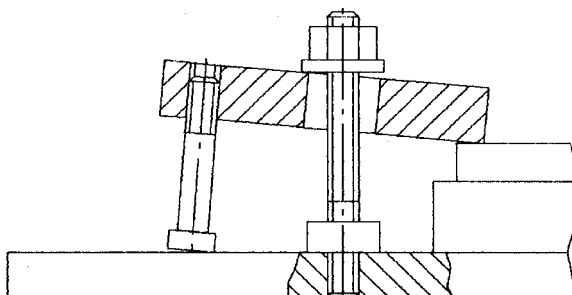


Рисунок 8 - Конструкции винтов с различной опорной поверхностью

В исследованиях варьируется положение рычага относительно образца с помощью опорного винта. При этом достигается два положения: когда рычаг параллелен зажимной поверхности образца (Рисунок 9, а) и когда он находится под углом к образцу (Рисунок 9, б). Зажим образца осуществляется 3...5 раз.



а)



б)

Рисунок 9- Схема измерения погрешности закрепления при использовании сложных зажимных механизмов *а* - рычаг параллелен зажимной поверхности образца; *б* – рычаг расположен под углом к образцу.

5. Оформить отчёт по выполненной работе.

6. Сдать рабочее место учебному мастеру.

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что называется зажимными элементами, и какие требования к ним предъявляются?
2. Что называется простым зажимом?
3. Что такое сложные или комбинированные зажимы?
4. Что называется многократным зажимом?
5. Что такое погрешность закрепления?
6. Вследствие каких причин возникают погрешности закрепления при использовании различных зажимных элементов?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шулепов А.П., Шманёв В.А., Шитарев И.Л. Проектирование технологической оснастки: Учебник. Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1996.-332с.
2. Станочные приспособления для станков с ЧПУ: Уч. Пособие В.Ф. Безъязычный и др. / Под. общ. ред. В.Ф. Безъязычного.- М.: Машиностроение, Рыбинск.- Ч1, 2000.- 147с.
3. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Под ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о зажимных элементах.....	3
2. Простые зажимные элементы.....	4
3. Комбинированные зажимные элементы.....	6
4. Порядок выполнения работы.....	12
5. Вопросы для самоконтроля.....	15
Список используемых источников.....	16

Учебное издание

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА
ПОГРЕШНОСТЬ ЗАКРЕПЛЕНИЯ**

Методические указания к лабораторной работе

**Составитель: Мещеряков Александр Викторович
Шулепов Александр Павлович**

Самарский государственный аэрокосмический
университет им. академика С.П. Королева
443086 Самара, Московское шоссе, 34