

**СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ОСНАСТКЕ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ***Сергеев Данила Анатольевич**Инженер-технолог**НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко**Г. Химки**Дрезгалов Евгений Александрович**Инженер-технолог**НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко**Г. Химки***METHODS OF INSTALLATION OF THIN-WALLED PARTS IN TECHNOLOGICAL EQUIPMENT
FOR SUBSEQUENT MACHINING***Sergeev Danila Anatolievich**Process Engineer**NPO Energomash im. Academician V.P. Glushko**Khimki**Drezgalov Evgeny Alexandrovich**Process Engineer**NPO Energomash im. Academician V.P. Glushko**Khimki***АННОТАЦИЯ**

Проанализирована специфика механической обработки тонкостенных деталей, связанная с повышенным риском возникновения брака вследствие их деформации под действием сил резания и закрепления. Обсуждаемая проблема особо актуальна для аэрокосмической отрасли, поскольку использование тонкостенных деталей позволяет снизить массу летательного аппарата. В настоящее время эта проблема недостаточно проработана и нуждается в дополнительном изучении. Рассмотрены основные подходы, применяемые для бездефектной обработки тонкостенных деталей. Основное внимание уделено изучению способов установки тонкостенных деталей в технологической оснастке с минимальной погрешностью их формы. Предложена технологическая оснастка, при установке в которую механическая обработка упругоподатливых деталей выполняется без превышения допустимых отклонений формы.

ABSTRACT

The specifics of the machining of shells associated with an increased risk of defects due to their deformation under the action of cutting and fastening forces are analyzed. The problem under discussion is particularly relevant for the aerospace industry, since the use of shells reduces the weight of the aircraft. Currently, this problem has not been sufficiently studied and needs additional study. The main approaches used for defect-free processing of thin-walled parts are considered. The main attention is paid to the study of methods for installing shells in technological equipment with a minimum error in their shape. The technological equipment is proposed, when installed in which the mechanical processing of elasto-yielding parts is performed without exceeding the permissible form's tolerance.

Ключевые слова: обработка резанием, технологическая деформация, технологическая оснастка, тонкостенная деталь, силы закрепления, допуск формы, способы установки.

Keywords: machining, technological deformation, technological equipment, shell, fixing forces, tolerance of forms, installation methods.

Применение комплексного набора орудий производства - технологической оснастки или технологического оборудования, необходимо для реализации практически любого технологического процесса в машиностроительном секторе экономики, а их наличие и изготовление хозяйственным способом свидетельствует об уровне организации конкретного производства.

Определение понятия «Технологическая оснастка» можно трактовать следующим образом - средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса, то есть комплекс приспособлений,

обрабатывающих, ЗИП и вспомогательных инструментов.

Приспособления механосборочного производства составляют основную группу технологической оснастки. Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, сборки, контроля и перемещения. В машиностроительном производстве станочные приспособления, применяемые для установки, закрепления, открепления и снятия заготовок при механообработке, составляют наиболее значительную долю (в зависимости от специфики

производства – 50–90 %) технологической оснастки [1].

При этом необходимо сказать о погрешностях обработки, связанных с величиной усилия зажима заготовки при токарной обработке, что в конечном итоге приводит к неизбежной деформации. Особо этот процесс очевиден при работе с тонкостенными заготовками, такими как: трубы, кольца, втулки, корпусные детали. Однако, этого можно избежать – предварительно формульно рассчитать систематические погрешности формы, так как

усилия зажима и размеры обрабатываемых заготовок всей партии постоянны.

При закреплении кольца в патроне (рис. 1, а) оно деформируется под влиянием усилия зажима кулачков, причем в местах контакта с кулачками диаметр кольца уменьшается, а в промежутках между ними - увеличивается (рис. 1, б). Если при этом произвести обработку центрального отверстия (рис. 1, в), то после извлечения кольца из патрона (рис. 1, г) оно будет иметь погрешность формы - некруглость.

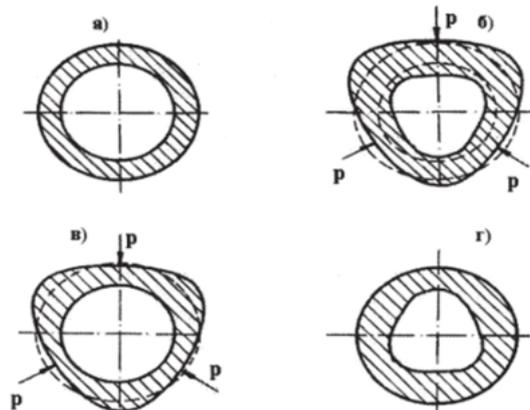


Рисунок 1. Схема возникновения погрешности отверстия в тонкостенной втулке при её закреплении в приспособлении

При закреплении тонкостенных деталей в патроне погрешность формы бывает достаточно большой и зависит от числа кулачков в патроне. Причем при увеличении числа кулачков погрешность уменьшается. Если принять погрешность формы заготовки при обработке её в двухкулачковом патроне за 100%, то при обработке в трёхкулачковом патроне она снизится до 21%, в четырёхкулачковом - до 8%, а в шестиклачковом - 2%.

Таким образом, необходимо стремиться к использованию приспособлений с наибольшим числом зажимных элементов, кроме того, они должны плотно прилегать к поверхности заготовки, а их рабочая поверхность по форме должна соответствовать форме соответствующей поверхности заготовки.

При закреплении заготовок в приспособлениях с их дальнейшей обработкой систематические погрешности геометрической формы могут появиться при деформации заготовок под действием собственного веса, центробежных сил, возникающих в момент обработки из-за наличия неуравновешенных масс отдельных частей, при одностороннем снятии припуска с перераспределением внутренних напряжений,

которые образовались в заготовках при их получении или предварительной обработке [2].

В настоящее время одна из ведущих зарубежных компаний SCHUNK –уникальный производитель на мировой арене по производству кулачков из стеклотекстолита Quentes, а также предлагает следующие наиболее эффективные стандартные решения для зажима тонкостенных заготовок:

1) Выше упомянутые кулачки из стеклотекстолита - сборная конструкция, в состав которой входят базовые алюминиевые (для обеспечения легкости конструкции и нивелирования центробежной силы) кулачки и накладки из стеклотекстолита, что представлено на рис. 2. Стеклотекстолит представляет собой армированный стекловолокном пластик, что позволяет производить зажим детали по окончательно обработанным поверхностям без следов от зажима. Снижение деформаций тонкостенной детали обеспечивается за счет:

- а) большего угла охвата расточенного кулачка;
- б) высокого коэффициента трения, который колеблется в пределах от 0,3 до 0,4, за счет чего возможна передача высокого крутящего момента при малом зажимном усилии.



Рисунок 2 – кулачки из стеклотекстолита, производитель ООО «ШУНК ИНТЕК»

Существуют несколько вариантов типоразмера: 1) шириной 50 мм; 2) шириной 100 мм, что обеспечивает возможность более широкого применения: для зажима деталей разного диаметра или для зажима по наружному или внутреннему диаметру, а также накладки могут быть расточены под определенный диаметр. Обычно кулачки рассчитаны на зажим детали в размере до 230 мм. Стандартную замену изношенных зажимных насадок можно провести оперативно, не сложно и экономично.

2) Маятниковые кулачки – предшественник современных кулачков из стеклотекстолита, также предлагаемый и разрабатываемый компанией ООО «ШУНК ИНТЕК» (рис.3).

Конструктивно они представляют собой жесткую опору, на которой установлено коромысло, имеющее возможность перемещения в пределах $1-3^\circ$. На крайних точках коромысла устанавливаются либо закаленные накладки с рифлением, либо сырые растачиваемые накладки, что позволяет обеспечить на стандартном 3-кулачковом патроне равномерное распределение зажимного усилия за счет увеличения числа точек контакта ($6 \times 60^\circ$) и за счет увеличения площади зажима, что, в свою очередь, приводит к снижению зажимного усилия и повышению передаваемого крутящего момента и тем самым значительно снижает деформацию детали.



Рисунок 3 – Маятниковые кулачки, производитель ООО «ШУНК ИНТЕК»

Кроме того, данное решение применимо для зажима как предварительно обработанной детали, так и детали с черновой очистки, например, отливки, в этом случае все неровности компенсируются за счет качания коромысла. В отличие от кулачков из стеклотекстолита данные кулачки рассчитаны на зажим детали в размере до 550 мм.

3) Шестикулачковые токарные патроны – уникальные в своем роде 6-кулачковые токарные патроны также производства компании ООО

«ШУНК ИНТЕК» модель ROTANCR. Конструктивно основаны на движении попарно качающихся зажимных кулачков, при этом два базовых кулачка всегда попарно связаны друг с другом маятниковым мостом, что эффективно сказывается на повышении точности центрирования заготовки. При этом, если даже маятниковый мост заблокировать, то патрон будет работать как самоцентрирующий. Кроме этого за счет равномерного распределения зажимного усилия по 6 точкам снижаются деформации.

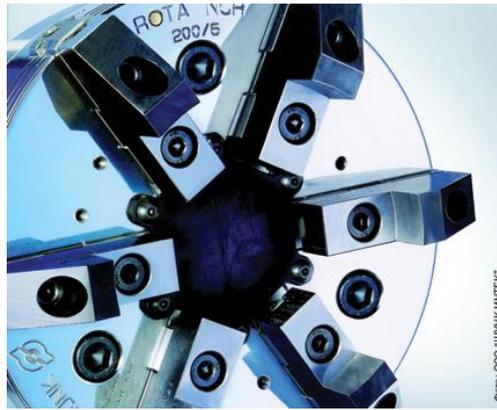


Рисунок 4 - Шестикулачковые токарные патроны, модель ROTANCR, производитель ООО «ШУНК ИНТЕК»

Для примера можно привести сравнительный анализ деформации при зажиме стальной заготовки в 6-кулачковом патроне ROTANCR и стандартном 3-кулачковом патроне при одинаковом зажимном усилии: исходя из полученных результатов измерения округлости, можно констатировать, что при прочих равных условиях круглость детали после обработки в 6-кулачковом патроне ROTANCR улучшается в 4-5кратном объеме, чем при обработке в эквивалентном стандартном 3-кулачковом патроне.

4) Токарные патроны ROTANCS – вариант полностью герметичного 6-кулачкового токарного патрона с качающимися кулачками с эффектом притягивания обрабатываемой детали к базе. Это Патрон позволяет не только сцентрировать заготовку с высокой точностью за счет попарно качающихся кулачков, снизить деформации детали за счет равномерного распределения зажимного

усилия, но и обеспечить минимальное радиальное и торцевое биение детали за счет эффекта притягивания.

Пример: мировой лидер в производстве подшипников после твердой обработки наружного кольца железнодорожного подшипника получил радиальное и торцевое биение в пределах 3 мкм, а параллельность стенок в пределах 2 мкм. Обработка проводилась за один установ.

При механической обработке тонкостенных деталей приходится сталкиваться с множеством проблем, одной из которых является закрепление заготовки в приспособлении. Так при изготовлении Фланца (рис. 5) возникли трудности в обеспечении одного из технических требований чертежа к данной детали, а именно - допусков радиального биения поверхностей А, Б относительно оси поверхности Д не более 0,05 мм.

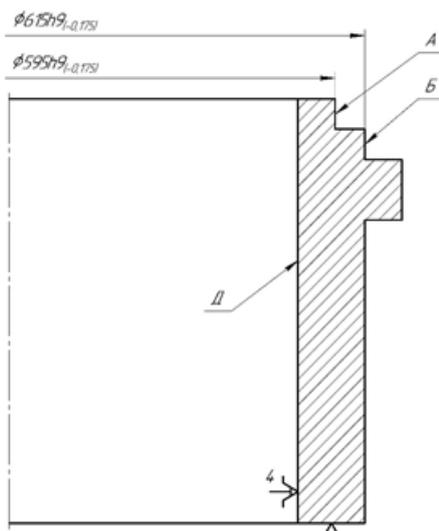
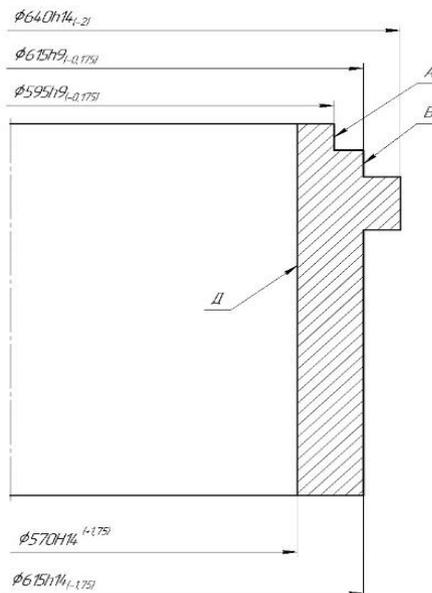


Рисунок 5 – Изготовление фланца



1. Радиальное биение поверхности А, Б относительно оси поверхности Д не более 0,05 мм.

Рисунок 6 - Схема закрепления в 4-х кулачковом патроне

В первом варианте изготовления заготовка была закреплена в 4-х кулачковом патроне (Рис.6). После обработки при такой схеме установки было проведено измерение допусков радиального биения

поверхностей А, Б относительно оси поверхности Д на координатно-измерительной машине. Результаты измерения приведены на рис. 7.

В результате анализа замеров следует сделать вывод - после закрепления заготовки произошла деформация ее стенок в результате давления кулачков, что привело к образованию дефекта

формы (круглости) и, тем самым, к невыполнению технического требования конструкторской документации. Таким образом, пришлось отказаться от данной схемы установки заготовки.

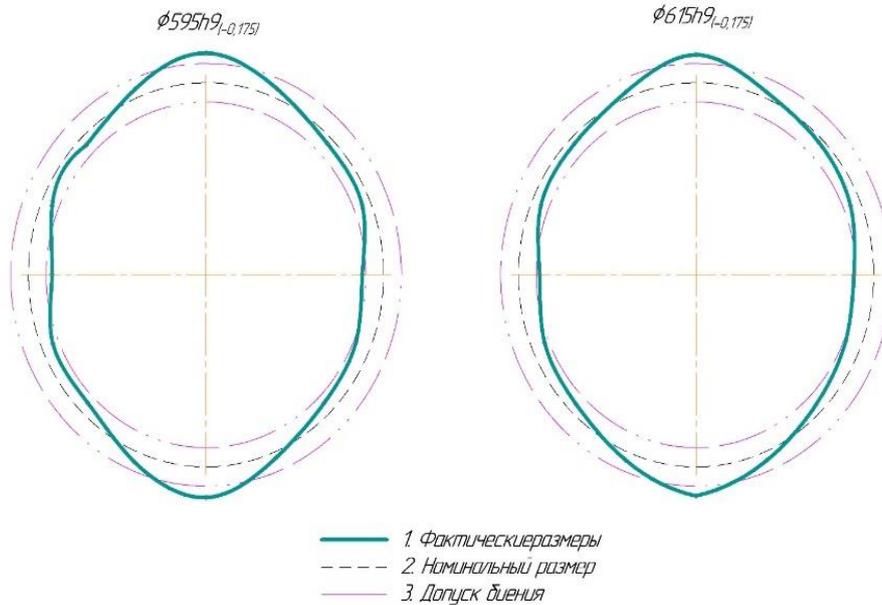


Рисунок 7 - Результаты замеров поверхностей А и Б

Во втором варианте изготовления заготовка была закреплена на столе обрабатывающего центра с числовым программным управлением с помощью стандартных прижимов (Рис. 8). Результаты замеров допусков радиального биения поверхностей А, Б относительно оси поверхности Д в этом случае приведены на рис. 9. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что

при исключении радиальных сил закрепления автоматически исключается деформация стенок заготовки и тем сам не нарушается форма ее поверхностей.

В результате обработки детали при такой схеме установки были достигнуты допуски радиального биения не более 0,05 мм поверхностей А и Б.

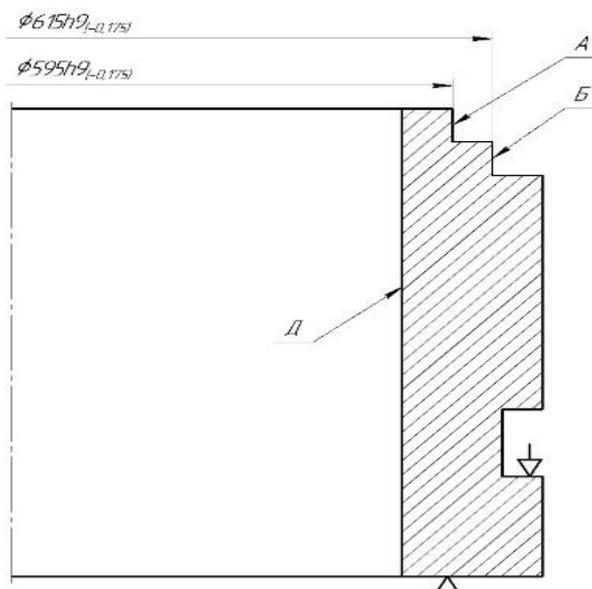


Рисунок 8 - Схема закрепления на столе обрабатывающего центра с числовым программным управлением с помощью стандартных прижимов

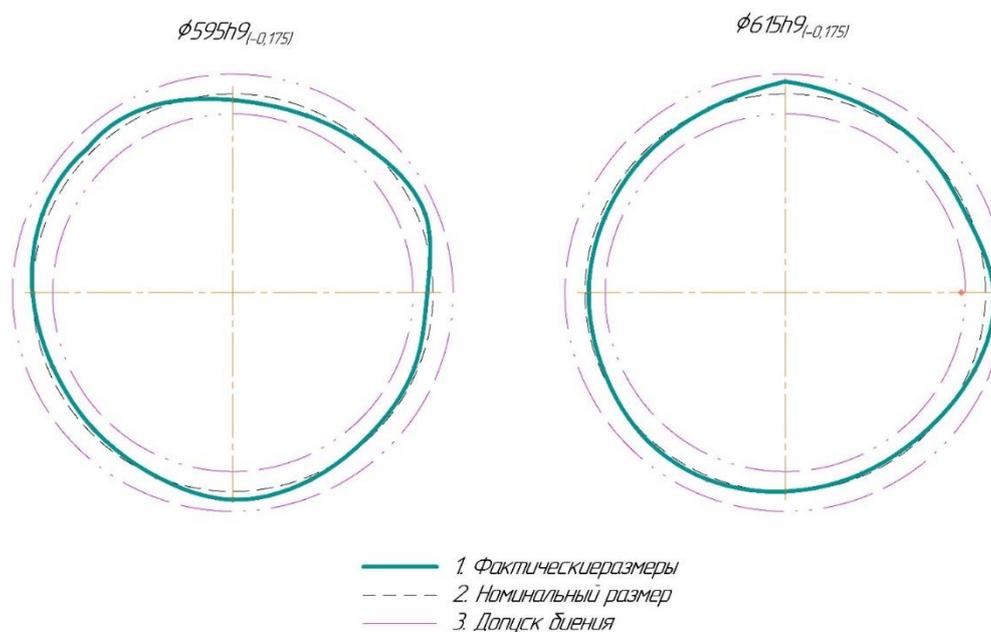


Рисунок 9 - Результаты замеров поверхностей А и Б

Таким образом, были рассмотрены две схемы установки тонкостенной детали в технологической оснастке для последующей механической обработки. По результатам проведенных работ следует сделать вывод, что в нашем случае необходимо закрепление детали производить стандартными прижимами, чтобы выдержать допуск радиального биения поверхностей А и Б. При установке заготовки в кулачках тонкостенная деталь деформируется от радиальных сил закрепления, тем самым допуск радиального биения поверхностей с большой долей вероятности может быть не обеспечен.

Литература:

1. Мальцев В. Г., Моргунов А. П., Морозова Н. С., Артюх Р. Л. Технологическая оснастка: Учебное пособие. – Министерство образования науки России. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019.
2. Рогов В.А. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов/ В.А. Рогов. – 2-е изд., испр. доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 351 с.
3. SCHUNK: базирование и закрепление тонкостенных деталей – режим доступа: <https://konstruktions.ru/podrobnее-det/bazirovanie-i-zakreplenie-tonkostennyx-detalej.html>

УДК 501

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ ЛЕНТ ИЗ ВОДНЫХ ПАСТ АКТИВНЫХ МАСС ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Состина Е.В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 6

CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE MOLDING PROCESS COMPOSITE ELECTRODE TAPES MADE OF WATER PASTES ACTIVE MASSES OF CHEMICAL CURRENT SOURCES

E.V. Sostina

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation 67 Bolshaya Morskaya str., Saint Petersburg, 190000

АННОТАЦИЯ

Рассматривается вопрос формования электродных лент на основе оксида меди (II) и параметры расчета. Предлагаемая модель имеет простую математическую форму и реализуется на специальной прокатной установке с вальцами. Для реализации метода приведен математический расчет и приводятся примеры данных расчетов конструктивных параметров прокатной установки при формовании электродных лент разной толщины для электродов с активной массой.