

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)»

Маслов А.Р.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Лабораторные работы

Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО МГТУ им. Н.Э. Баумана

2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса и устанавливаемые на технологическом оборудовании для выполнения данной технологической операции называются технологической оснасткой. При механической обработке резанием к технологической оснастке относятся станочные приспособления, режущий и мерительный инструмент.

Станочными приспособлениями при механической обработке резанием называют те виды технологической оснастки, которые предназначены для установки заготовок или режущего инструмента на металлорежущих станках для повышения эффективности выполнения технологической операции.

Несмотря на широкий спектр покупных элементов станочных приспособлений на рынке, выбор рационального оснащения конкретного производства остается актуальным. Тем более, что модернизация машиностроения, в связи с переходом на цифровые технологии, ставит задачу точного формулирования требований к станочным приспособлениям при автоматизированной подготовке производства.

В предлагаемом пособии, автор попытался отразить новейшие достижения в области расчета и конструирования станочных приспособлений, сохранив в качестве основы методические положения профессора Корсакова В. С. и его последователей, которые внесли большой вклад в развитие научных основ проектирования технологической оснастки.

Автор с большой признательностью упомянул их в перечне литературы, с которой, как он надеется, студенты ознакомятся при изучении курса «Проектирование технологической оснастки».

Лабораторная работа №1.
СТАНОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Введение

Для установки обрабатываемых заготовок на металлорежущих станках используют станочные приспособления различных конструкций – механические, электрические, магнитные, пневматические и др. Для исследований применяют приспособления для измерения параметров технологических систем, расширения технических возможностей станков и т.п.

Цель работы: выявить применяемые в конкретных лабораторных условиях кафедры «Инструментальная техника и технологии» станочные приспособления и дать им краткую характеристику.

Основные задачи:

1. Ознакомиться с оборудованием, на котором установлены станочные приспособления.
2. Заполнить таблицу с основными характеристиками применяемых приспособлений
3. Дать описания подключения пневмопривода токарного патрона.
4. Дать описания кинематики простой делительной головки.
5. Сделать выводы о применении универсальных станочных приспособлений (УСП) на станках в лабораторных условиях и имеющихся устройств привода приспособлений.

Теоретическая часть.

1.1. Основные определения

В соответствии с ГОСТ 3.1109-82 средства технологического оснащения (СТО) – совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

СТО включают в себя:

- а) технологическое оборудование – станки, сборочные стенды, стапели, контрольно-испытательное оборудование;
- б) технологическую оснастку – режущий, вспомогательный и мерительный инструмент и приспособления;
- в) средства механизации и автоматизации производственных процессов – подъемно-транспортные устройства, роботы, манипуляторы и др.

В машиностроении технологической оснастке отводится значительная роль – об этом говорит то, что, при доле стоимости металлорежущих станков 100%, стоимость различного вида инструментов составляет 5-7% этой суммы, приспособлений – 15-20%.

По ГОСТ 3.1109-82 приспособление – это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда (заготовки) или обрабатывающего инструмента при выполнении технологической операции.

Приспособлениями в машиностроении называются вспомогательные устройства, используемые для выполнения операций механической обработки, сборки и контроля изделий.

Применение приспособлений способствует:

- а) снижению уровня брака обрабатываемых деталей;
- б) повышению производительности труда и его безопасности;
- в) уменьшению затрат на технологическую подготовку производства.

Повышение производительности труда достигается путем:

- а) исключения обработки по разметке заготовок деталей;
- б) сокращения подготовительно-заключительного и вспомогательного времени в результате одновременного применения нескольких обрабатывающих инструментов;
- в) возможности увеличить режимы резания за счет повышения надежности закрепления деталей.

Применение автоматизированных приспособлений совместно с управляющими и транспортирующими устройствами является одним из эффективных направлений автоматизации универсального технологического оборудования.

Использование приспособлений снижает затраты на изготовление изделий, однако целесообразность применения приспособлений в конкретном случае должна обосновываться экономическим расчетом.

По целевому назначению приспособления делят на пять групп:

1. Станочные приспособления для установки (осуществления процессов базирования и закрепления) обрабатываемых деталей, то есть для связи заготовки с технологической системой (металлорежущим станком).

2. Станочные приспособления для установки и регулирования режущего инструмента (вспомогательный инструмент). Они играют роль связующего звена между режущим инструментом и металлорежущим оборудованием.

3. Сборочные приспособления для выполнения соединений сопрягаемых деталей в сборочные единицы и изделия.

4. Контрольно-измерительные приспособления, используемые для контроля геометрических параметров изготавливаемого изделия в производственных условиях с требуемой точностью и производительностью.

5. Приспособления для контроля состояния технологической системы (контроля геометрической точности, измерения относительной жесткости узлов и т.п.)

1.2. Классификация станочных приспособлений

При использовании станочных приспособлений решаются следующие задачи:

- а) установка обрабатываемых деталей в технологической системе методом полной взаимозаменяемости, что дает возможность автоматического получения заданных размеров деталей;
- б) повышение производительности труда за счет механизации и автоматизации процесса закрепления обрабатываемых деталей;
- в) расширение технологических возможностей металлорежущего оборудования.

По технологическому признаку различают станочные приспособления:

- а) сверлильные и расточные; б) фрезерные; в) токарные; г) шлифовальные и заточные;
- д) протяжные; е) зуборезные.

По степени специализации различают станочные приспособления:

а) универсальные приспособления (УП), предназначенные для обработки широкой номенклатуры деталей. Многие из этих приспособлений являются устройствами, которые поставляются вместе со станками (тиски, токарные патроны, делительные головки, магнитные плиты, поворотные столы и др.);

б) специальные приспособления (СП), которые используются для обработки определенной детали;

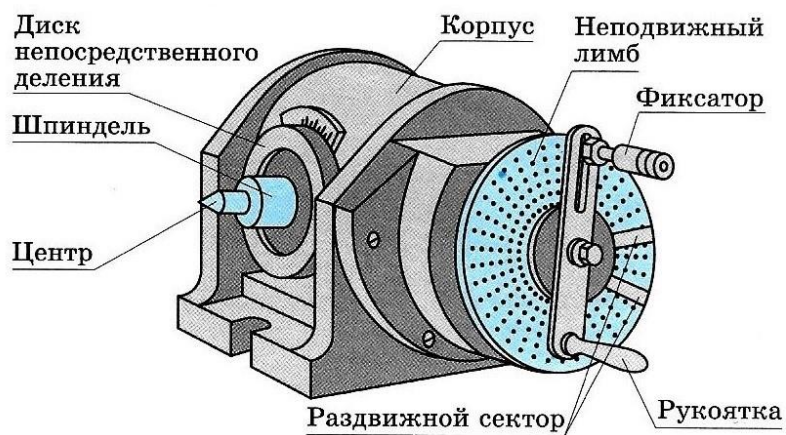
в) агрегатированные приспособления (АП), предназначенные для обработки деталей различных типоразмеров, близких по конструктивно-технологическим признакам (например, корпусных).

Такие приспособления состоят из базовой (постоянной) части и комплекта сменных установочных и зажимных элементов.

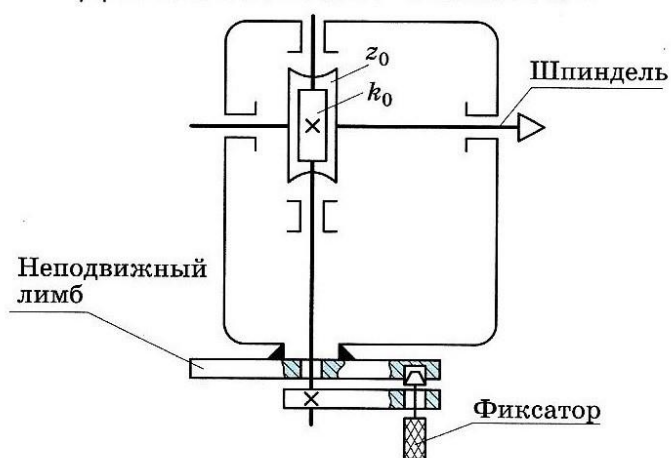
По степени механизации и автоматизации станочные приспособления бывают:

- а) ручные, при использовании которых все приемы установки и снятия заготовок выполняются вручную;
- б) механизированные, оснащенные каким-либо видом привода для механизации закрепления заготовок;
- в) полуавтоматические (с разомкнутым циклом) – приспособления, в которых все приемы, за исключением смены заготовок, автоматизированы;
- г) автоматические (с замкнутым циклом). Автоматизированы все приемы, приспособление управляется системой управления станка.

Ниже приведены примеры станочных приспособлений (рисунки 1 – 11).



Кинематическая схема простой лимбовой делительной головки



z_0 — число зубьев червячного колеса;
 k_0 — число заходов червяка

Рисунок 1 – Делительная головка



Рисунок 2 – Детали агрегированного приспособления

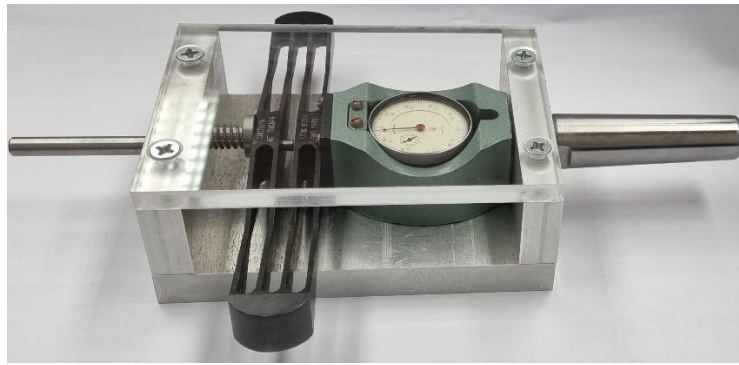


Рисунок 3 – Динамометрическое устройство

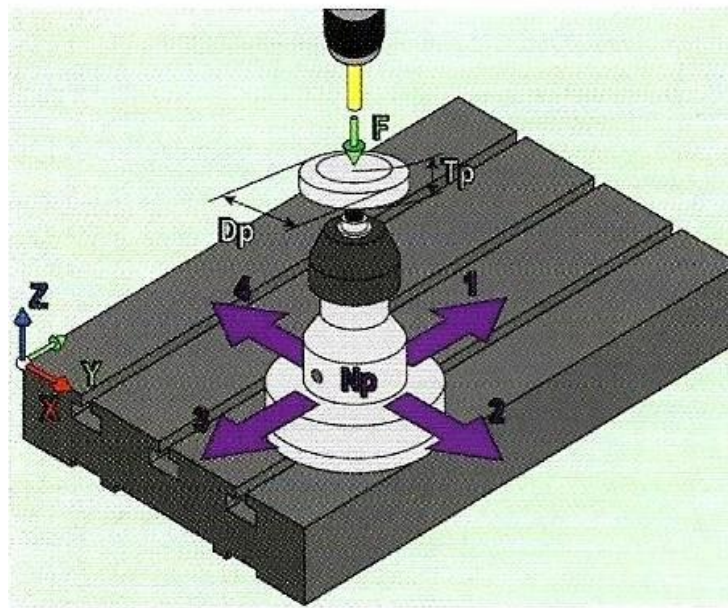


Рисунок 4 – Устройство контроля инструмента



Рисунок 5 – Электромагнитная плита

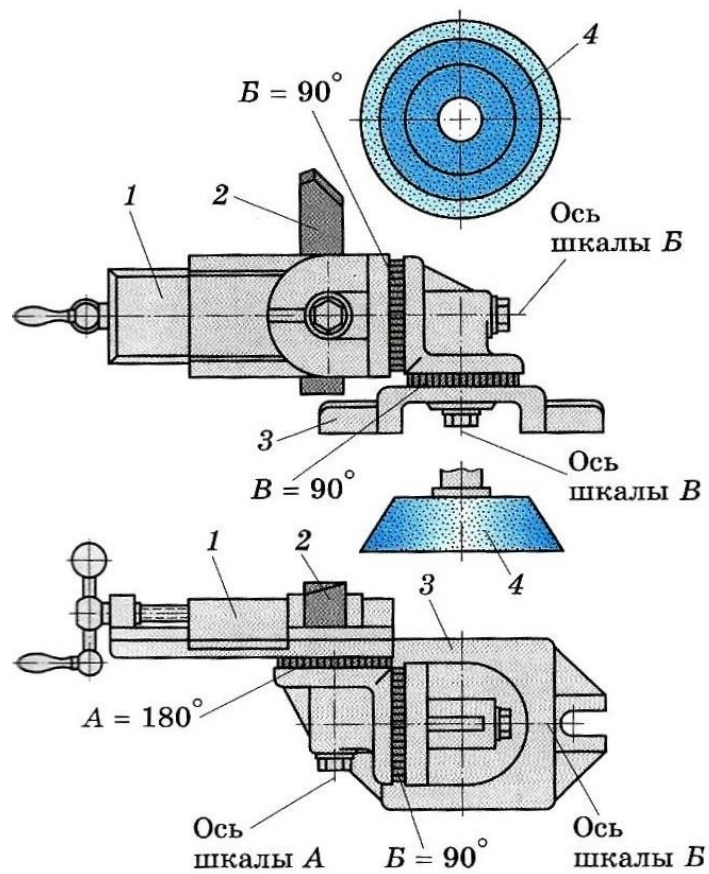


Рисунок 6 – Поворотные 3-осевые тиски для заточки резцов

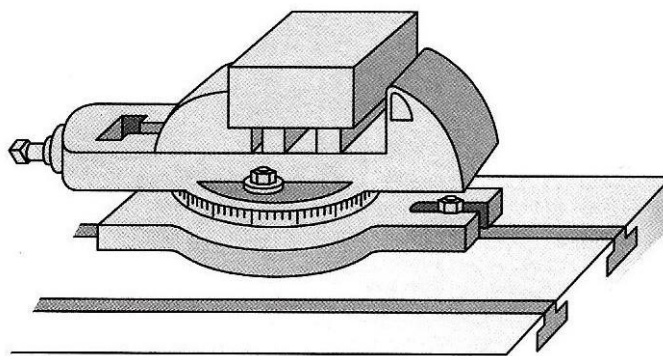


Рисунок 7 – Тиски ручные для призматических деталей



Рисунок 8 – Револьверная головка токарного станка с ЧПУ

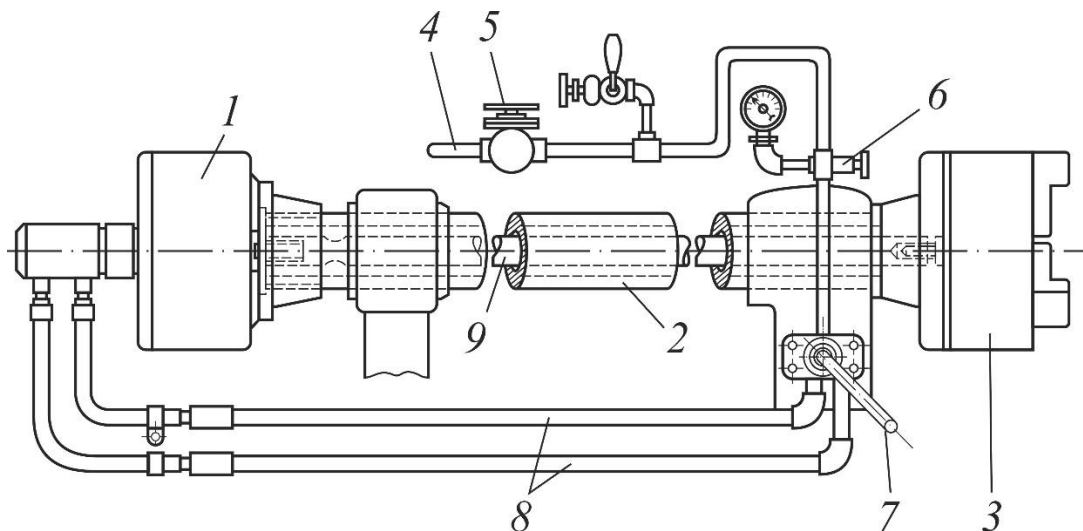


Рисунок 9 – Схема подключения пневмопривода токарного патрона: 1 – корпус цилиндра; 2 – шпиндель; 3 – токарный патрон; 4 – труба пневмомагистрали; 5 – запирающий кран; 6 – регулятор давления; 7 – распределительный кран; 8 и 9 – трубы

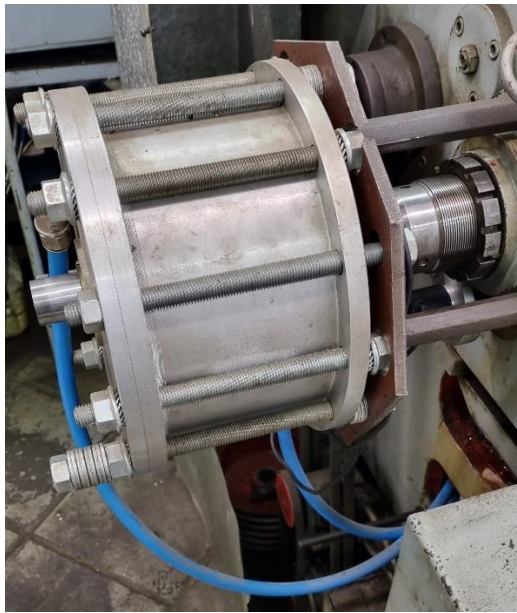
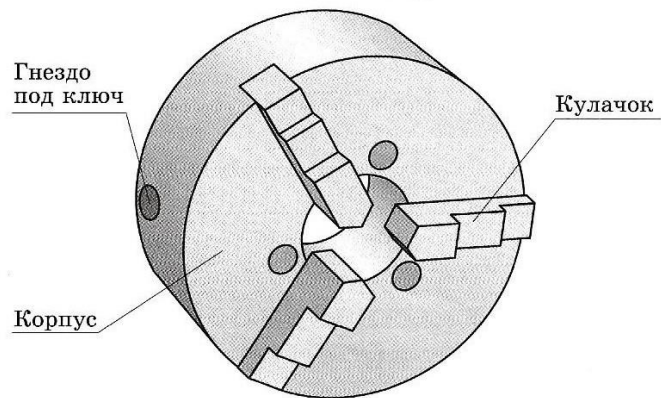
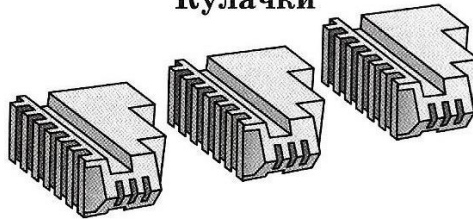


Рисунок 10 – Пневмоцилиндр

Общий вид



Кулачки



Патрон в разрезе

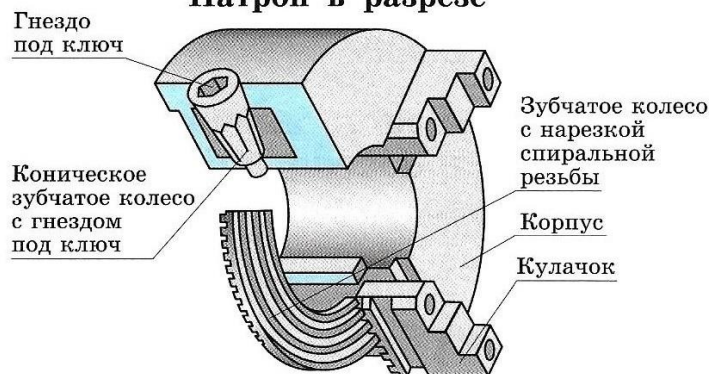


Рисунок 11 – Токарный 3-кулачковый патрон

Задания

1. Выполните обследование лабораторных помещений кафедры «Инструментальная техника и технологии» и найдите применяемые станочные приспособления. Укажите название и марку (шифр) оборудования на котором установлено приспособление. Перечислите их в таблице.

2. Выполните схемы:

а) подключения пневмопривода токарного патрона;

б) устройства кинематики простой делительной головки.

3. Сделайте выводы о применении универсальных станочных приспособлений (УСП) на станках в лабораторных условиях и имеющихся устройств привода приспособлений.

Литература

Маслов А.Р. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие / Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 164 с. (Электронно-библиотечная система IPR BOOKS. <http://www.iprbookshop.ru/102242.html> (дата обращения: 12.01.2023).

Лабораторная работа № 2

СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Цель работы: изучить способы установки заготовок на токарном станке и уяснить, как способ установки влияет на точность установки по биению.

Основные задачи:

1. Познакомиться со способами установки заготовок на токарном станке.
2. Определить показатели точности установки заготовок различными способами.

Задание.

1. Измерить величину радиального биения контрольной оправки, закрепленной на токарном станке тремя способами:
 - а) 3-кулачковом патроне (консолью);
 - б) в заднем центре и в 3-кулачковом патроне;
 - в) в заднем центре и в переднем центре.
2. Заполнить таблицу результатов измерений.
3. Выполнить расчеты.
4. Сделать выводы о показателях точности установки заготовок различными способами на токарном станке.

Теоретическая часть

Сведения об установке (базировании и закреплении) деталей на токарных станках

а) установка в центрах

Деталь базируется в центрах по специальным центровым отверстиям или по обычным отверстиям (фаскам). Угол рабочего конуса чаще всего 60° (бывают 70° и 90°).

Центры устанавливаются в пиноле задней бабки (задний центр) и в шпинделе станка (иногда – в расточенные кулачки патрона) – передний центр.

По конструкции центры бывают (рис. 1):

- жесткие и вращающиеся;
- упорные и плавающие;
- прямые и обратные.

б) установка в патронах

Для установки и закрепления на токарных станках заготовок применяют кулачковые, цанговые, мембранные и поводковые патроны. Кулачковые и поводковые патроны являются универсальными приспособлениями, а цанговые и мембранные – специализированными.

Базирование деталей в патронах происходит по наружной или внутренней поверхности и иногда – по торцу.

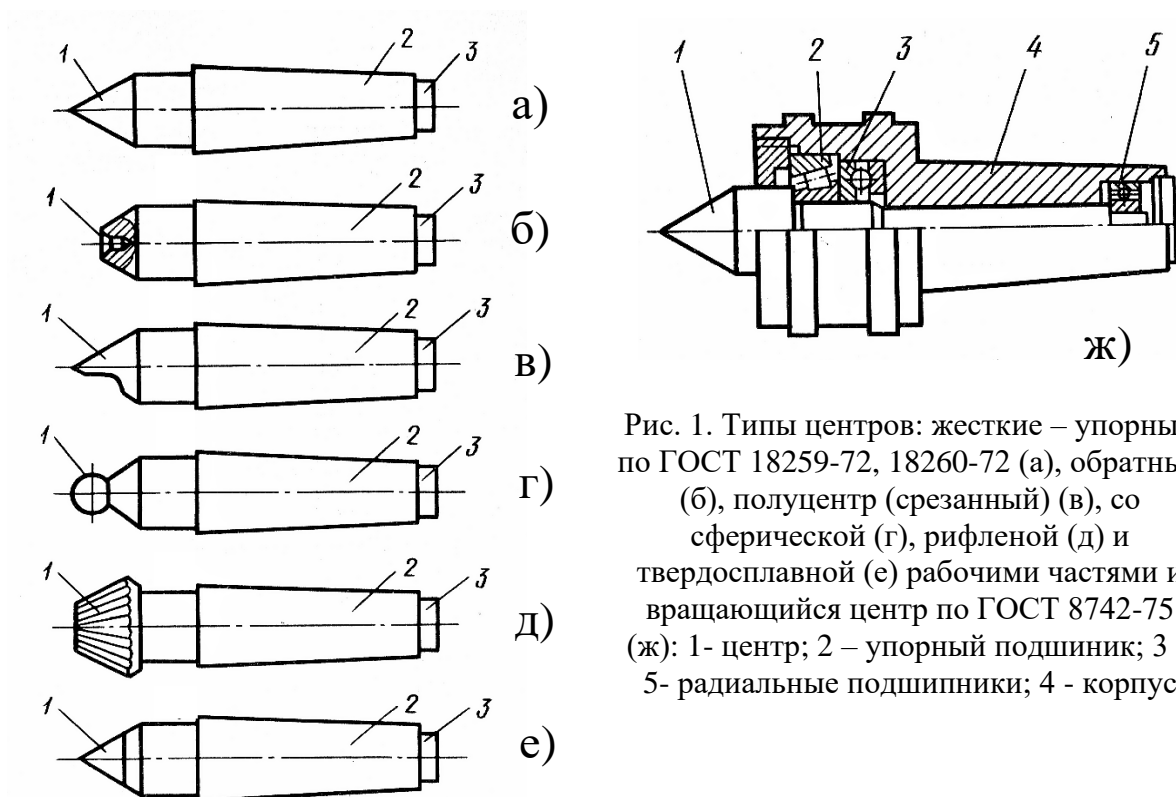


Рис. 1. Типы центров: жесткие – упорный по ГОСТ 18259-72, 18260-72 (а), обратный (б), полуцентр (срезанный) (в), со сферической (г), рифленой (д) и твердосплавной (е) рабочими частями и вращающийся центр по ГОСТ 8742-75 (ж): 1- центр; 2 – упорный подшипник; 3 и 5- радиальные подшипники; 4 - корпус

Кулачковые патроны классифицируют по следующим параметрам:

- по количеству кулачков (двух-, трех-, четырехкулачковые);
- самоцентрирующие и не самоцентрирующие;
- по типу привода: с ручным приводом и механизированные;
- по свойствам кулачков: с закаленными и «сырыми» (расточиваемыми) кулачками;
- по виду кулачков: с простыми и фасонными (литыми) кулачками;
- по способу закрепления заготовки: с прямыми и обратными кулачками.

Конструкция самоцентрирующих патронов (

Рис. 2) позволяет закреплять деталь соосно оси патрона без дополнительной настройки – при закреплении центрирование заготовки происходит автоматически. В такие патроны целесообразно закреплять осесимметричные заготовки.

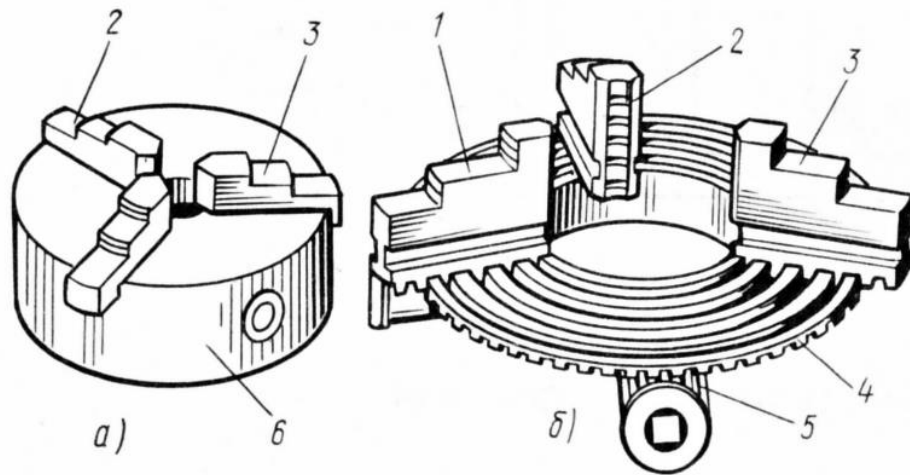


Рис. 2. Трехкулачковый патрон с архимедовой спиралью: 1, 2 и 3 – кулачки; 4 – диск с с круговой рейкой по архимедовой спирали; 5 – приводная шестерня; 6 - корпус

В кулачковых патронах используют как закаленные (для повышения износостойкости), так и «сырые», незакаленные кулачки, предварительно расточенные в размер поверхности заготовки, по которой проходит закрепление. Закрепление в «сырых» кулачках позволяет обеспечить контакт кулачка и поверхности заготовки не в точке (по линии), а по поверхности. При этом повышается точность закрепления и не портится поверхность заготовки.

Для закрепления в патроне деталей большого диаметра используют обратные кулачки.

Погрешности установки и закрепления

В практике токарной обработки используют несколько схем установки заготовок при обработке.

Точность установки в самоцентрирующих патронах определяется точностью изготовления деталей механизма патрона, наличием в нем зазоров, а также точностью установки патрона на шпиндель. Для трехкулачкового самоцентрирующего патрона точность зависит от точности изготовления рейки с архимедовой спиралью и встречных поверхностей («зубьев») на кулачках.

Закрепление в центрах отличается меньшей погрешностью установки деталей, что связано с отсутствием промежуточных деталей и механизмов. Точность установки в центрах зависит от точности установки центров в базовые отверстия шпинделя и задней бабки.

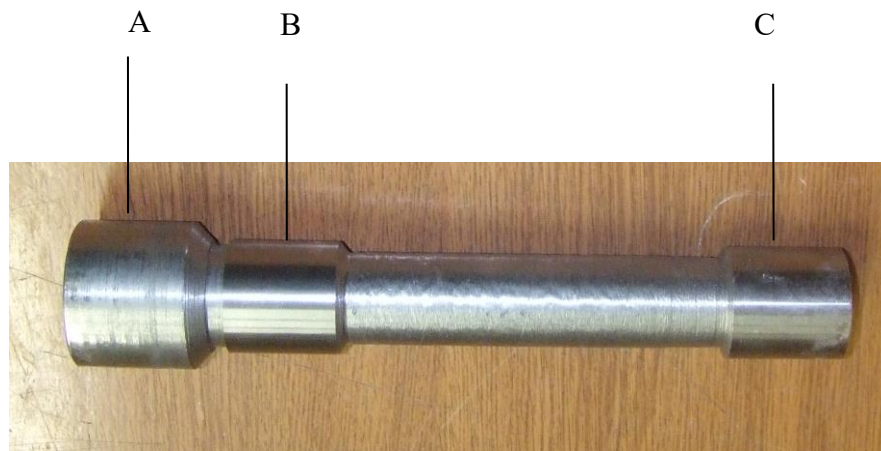
При использовании заднего центра точность установки заготовки зависит и несоосности шпинделя и пиноли задней бабки. При появлении несоосности на обрабатываемой поверхности появится конусность.

Экспериментальное оборудование

Исследования, предусмотренные настоящей лабораторной работой, проводятся на токарном станке, оснащенный трехкулачковым самоцентрирующим патроном и задним центром. Кроме того, используется следующее оборудование: жесткий центр для установки в коническое отверстие в передней части шпинделя и контрольная оправка

Контрольная оправка (рис. 3) имеет:

- шлифованные контрольные шейки *B* и *C* ";
- державочную часть *A*.



Последовательность выполнения лабораторной работы

1. Выполнить измерения биения контрольной оправки, закрепленной тремя способами по методике, изложенной ниже. Для повышения надежности полученных результатов измерения следует выполнять не менее 3 раз.

2. Сравните результаты, полученные при измерении биения при различных способах установки заготовки. Сделайте выводы о причинах расхождений в результатах.

Методика измерений

В соответствии с целью работы необходимо изучить способы установки заготовок на токарном станке и уяснить, как способ установки влияет на точность установки по биению.

Измерение биения заготовки при закреплении в трехкулачковом патроне

1. Закрепите контрольную оправку в трехкулачковом патроне консольно за шейку *A* (рис. 4).

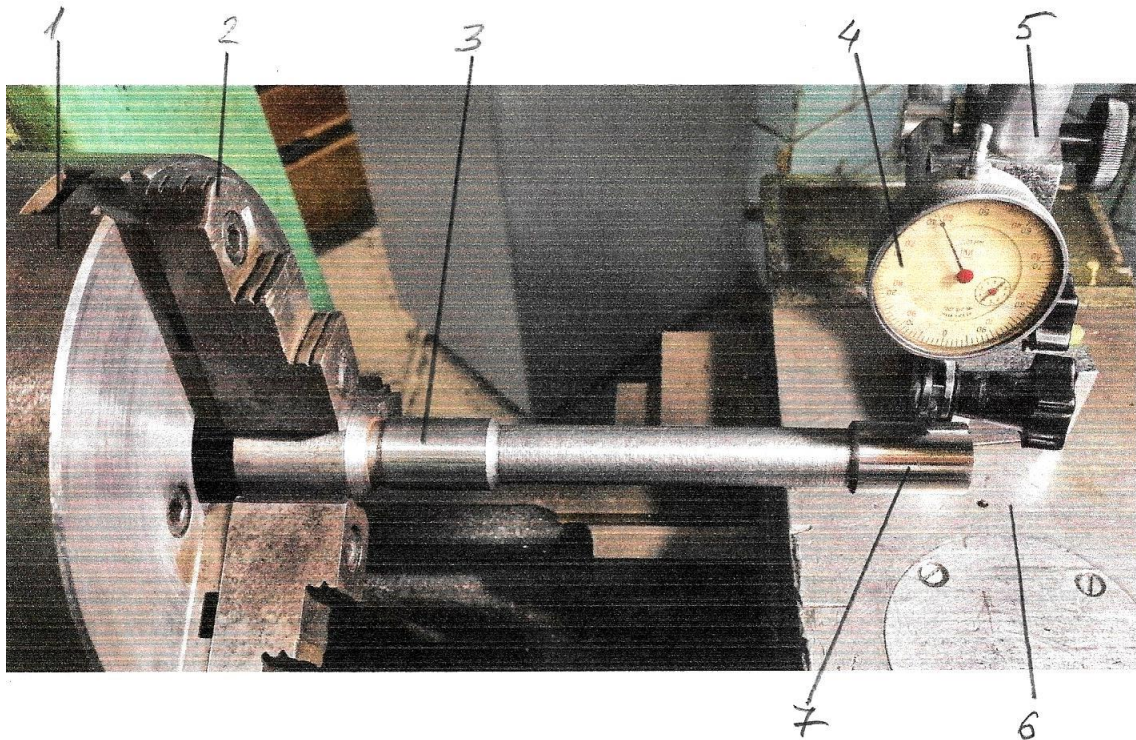


Рис. 4. Измерение биения заготовки при закреплении в трехкулачковом патроне: 1 - корпус патрона; 2 – кулачок; 3 – шейка В контрольной оправки; 4 – индикатор; 5 – магнитная стойка; 6 – суппорт токарного станка; 7 – шейка С контрольной оправки

2. Установите магнитную стойку на суппорт станка, закрепите в ней индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм и установите наконечник индикатора перпендикулярно оси контрольной оправки на шейке С.

3. Медленно проверните патрон и определите место, в котором наблюдается минимальное или максимальное отклонение. Настройте чувствительность индикатора так, чтобы пределов измерения прибора были больше, чем величина отклонений.

4. Измерьте радиальное биение как разность показаний измерительного прибора при максимальном и минимальном отклонении: $\Delta = \Delta_{\max} - \Delta_{\min}$.

5. Внесите полученные данные в таблицу отчета.

6. Описанным выше порядком измерьте биение заготовки на шейке В.

Измерение биения заготовки при закреплении в центрах

1. Закрепите контрольную оправку в центрах, один из которых установлен в шпинделе, а другой – в задней бабке (рис. 5).

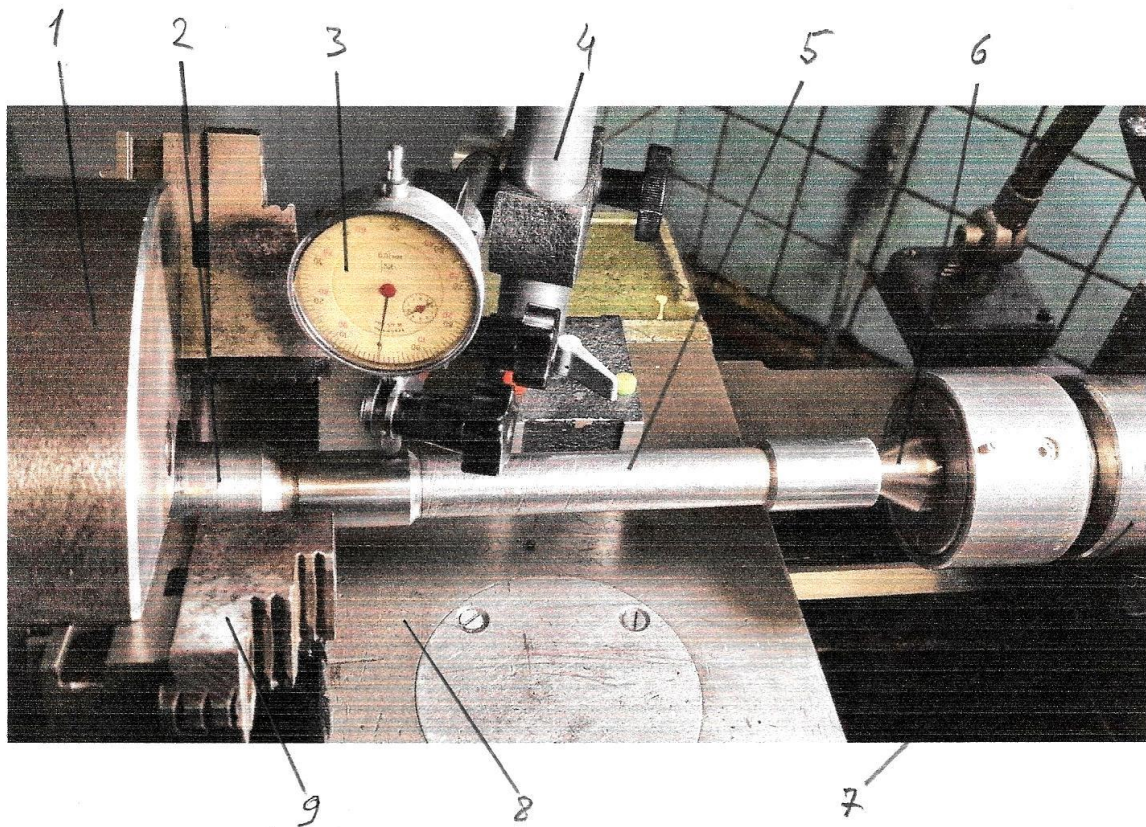


Рис. 5. Измерение биения контрольной оправки при закреплении в центрах:
 1 - корпус патрона; 2 – незакрепленная державочная часть А контрольной оправки ; 3 – индикатор; 4 – магнитная стойка; 5 – контрольная оправка; 6 – задний центр; 7 – пиноль задней бабки токарного станка; 8 - суппорт токарного станка; 9 – раскрытый кулачок

2. Установите магнитную стойку на суппорт станка, закрепите в ней индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм и установите наконечник индикатора перпендикулярно оси контрольной оправки на шейке С.
3. Медленно проверните патрон и определите место, в котором наблюдается минимальное или максимальное отклонение. Настройте чувствительность индикатора так, чтобы пределов измерения прибора были больше, чем величина отклонений.
4. Измерьте радиальное биение как разность показаний измерительного прибора при максимальном и минимальном отклонении: $\Delta = \Delta_{\max} - \Delta_{\min}$.
5. Внесите полученные данные в таблицу отчета.
6. Описанным выше порядком измерьте биение заготовки на шейке В.

Измерение биения контрольной оправки, закрепленной в токарном патроне и в заднем центре.

1. Закрепите контрольную оправку державочной частью *A* в трехкулачковом патроне, а противоположным концом – во вращающемся центре, установленном в задней бабке (рис. 6).

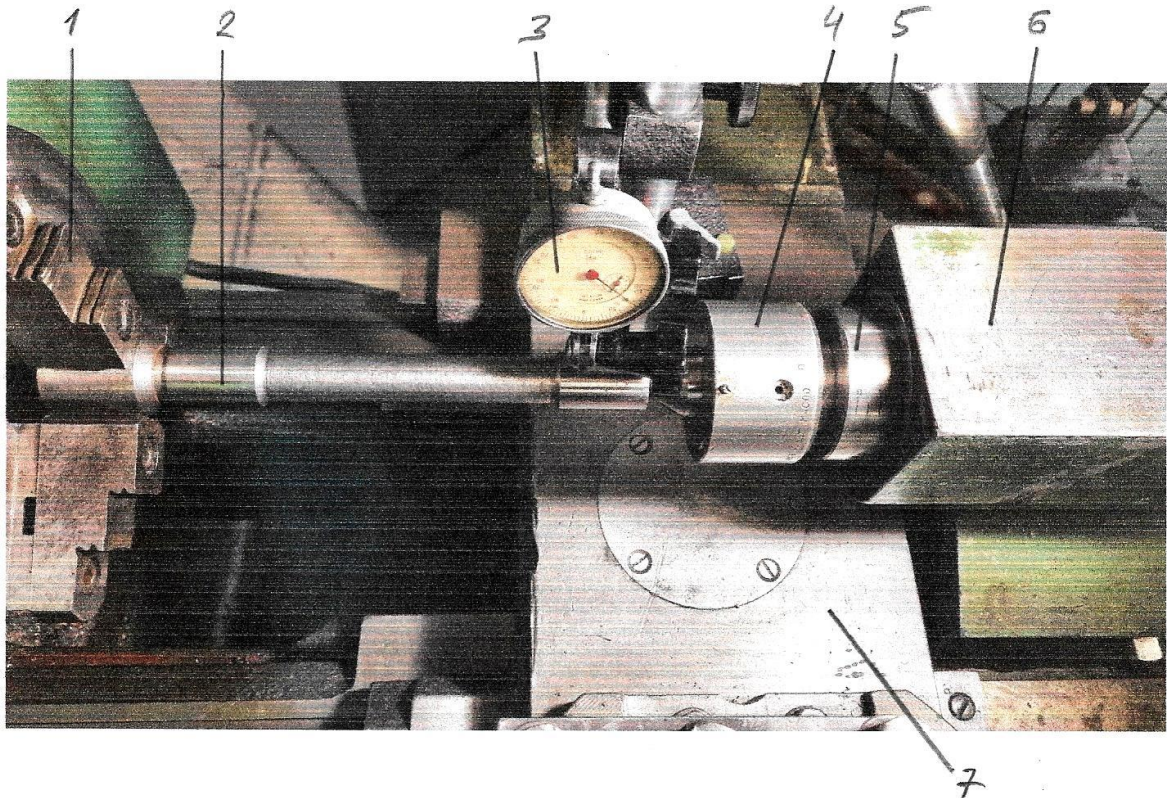
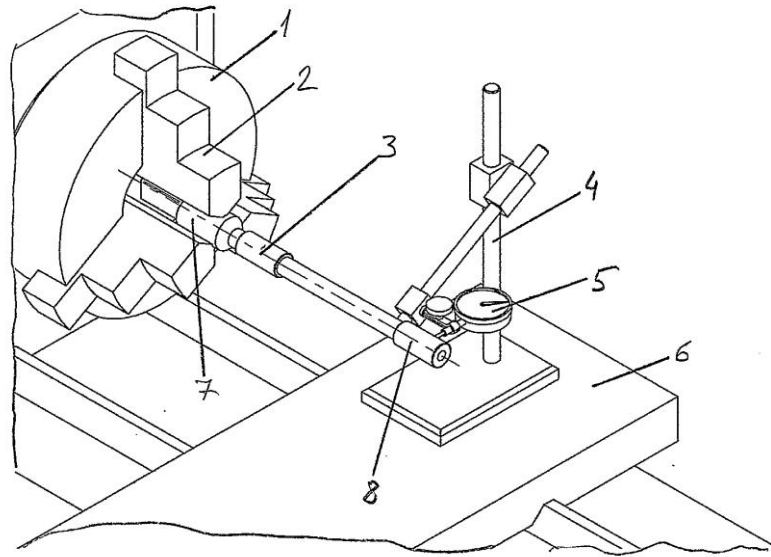


Рис. 6. Измерение биения контрольной оправки, закрепленной в токарном патроне и в заднем центре: 1 - кулачок; 2 – шейка *B* контрольной оправки; 3 – индикатор; 4 – вращающийся центр; 5 – пиноль задней бабки; 6 – задняя бабка ; 7 – суппорт токарного станка.

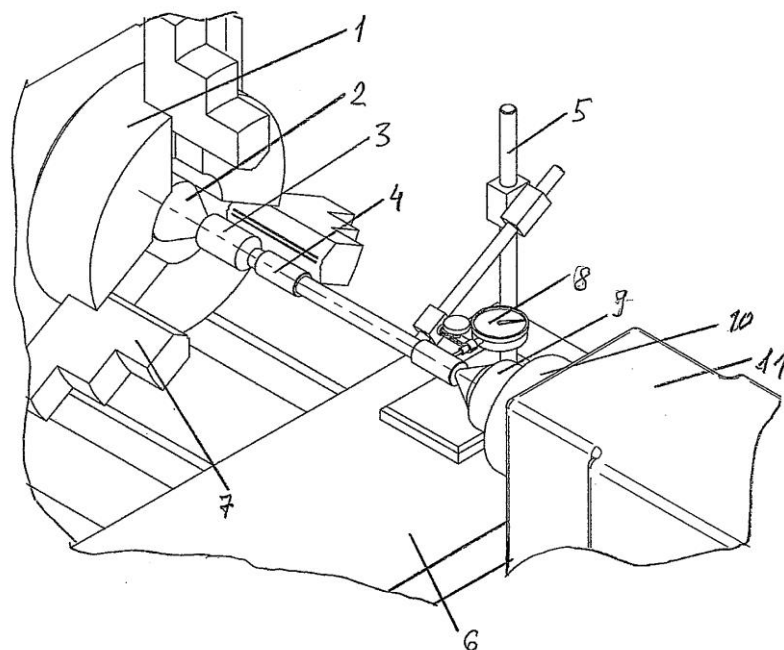
1. Установите магнитную стойку на суппорт станка, закрепите в не индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм и установите наконечник индикатора перпендикулярно оси контрольной оправки на шейке *C*.
2. Медленно проверните патрон и определите место, в котором наблюдается минимальное или максимальное отклонение. Настройте чувствительность индикатора так, чтобы пределов измерения прибора были больше, чем величина отклонений.
3. Измерьте радиальное биение как разность показаний измерительного прибора при максимальном и минимальном отклонении: $\Delta = \Delta_{\max} - \Delta_{\min}$.
4. Внесите полученные данные в таблицу отчета.

5. Описанным выше порядком измерьте биение заготовки на шейке В.

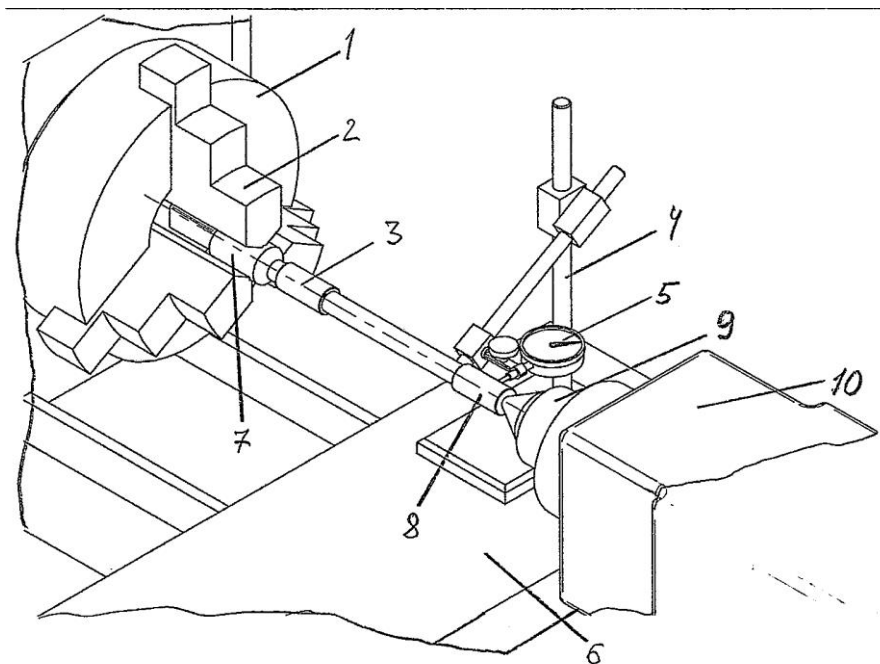
Для оформления отчета воспользуйтесь нижеприведенными эскизами



Эскиз к рис. 4: 1 - корпус патрона; 2 - кулачок; 3 - шейка В контрольной оправки; 4 - магнитная стойка; 5 - индикатор; 6 - суппорт токарного станка; 7 - державочная часть А контрольной оправки; 8 - шейка С контрольной оправки



Эскиз к рис. 5: 1 - корпус патрона; 2 - центр, установленный в шпинделе станка; 3 - незакрепленная державочная часть А контрольной оправки; 4 - шейка В контрольной оправки; 5 - магнитная стойка; 6 - суппорт токарного станка; 7 - раскрытый кулачок; 8 - индикатор; 9 - вращающийся центр; 10 - пиноль задней бабки токарного станка; 11 - задняя бабка



Эскиз к рис. 6: 1 - корпус патрона; 2 – кулачок; 3 – шейка В контрольной оправки; 4 – магнитная стойка; 5 – индикатор; 6 – суппорт токарного станка; 7 – державочная часть А контрольной оправки ; 8 - шейка С контрольной оправки; 9 –вращающийся центр; 10 - тиноль задней бабки токарного станка

Литература

1. Справочник молодого токаря. Для проф.-техн. учебн. заведений. Изд. 2-ое, испр. и доп.- М.: Высшая школа, 1977.- 368 с.
2. Денежный П.М., Стискин Г.М., Тхор И.Е. Токарное дело. Изд. 2-ое, перераб. и доп. Учебник дл средних проф.-техн. училищ.-М: Высшая школа, 1976.- 240 с.
3. Фещенко В.Н., Махмутов Р.Х. Токарная обработка: Учебник для ПТУ.- 2-ое изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1990.- 303 с.

Лабораторная работа № 3
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАТРОНА ДЛЯ УСТАНОВКИ МЕТЧИКОВ

Цель работы: изучить конструкцию пружинно-шарикового предохранительного патрона для метчиков.

Основные задачи:

1. Познакомиться с конструкцией пружинно-шарикового предохранительного патрона для метчиков.
2. Произвести измерение момента, при котором происходит срабатывание патрона и построить тарировочный график.
3. Рассчитать для заданных обрабатываемого материала и размера метчика крутящий момент, на который надо произвести настройку предохранительного патрона.
4. Показать на тарировочном графике величину рассчитанного максимально допустимого крутящего момента патрона и определить настроечные параметры.

Теоретическая часть

При нарезании резьбы метчиком в глухих отверстиях до упора, а также при затуплении метчика или заклинивании его в отверстии стружкой крутящий момент, приложенный к метчику, может увеличиться настолько, что превысит предельно допустимый по прочности метчика. В этом случае произойдет поломка метчика.

Для предотвращения поломки метчиков применяют предохранительные патроны, ограничивающие крутящий момент, передаваемый от шпинделя к метчику. Предохранительные патроны бывают различных конструкций, которые можно условно разделить на несколько групп: фрикционные, зубчатые, шариковые.

Фрикционные патроны схожи со сцеплениями автомобилей – в них крутящий момент от хвостовика к метчику передается через пакет сжатых фрикционных дисков. Изменение силы сжатия позволяет изменять передаваемый крутящий момент.

Шариковые предохранительные устройства состоят из двух шайб в одной из которых (нижней) выполнены углубления (пазы, отверстия и др.), а во второй (верхней) размещены шарики (рис.1).

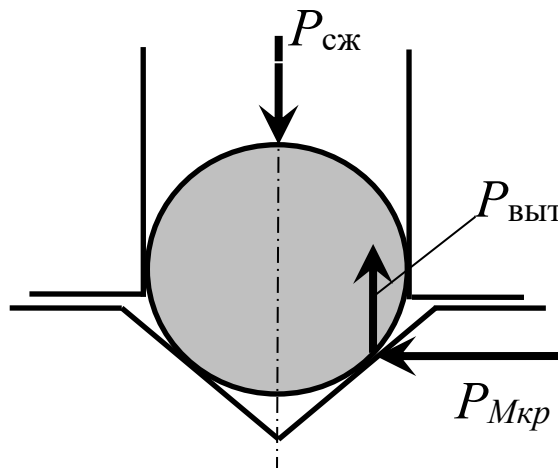


Рис.1. Схема работы шарикового предохранительного патрона

Под действием некоторой силы $P_{сж}$ шарики входят в отверстия. Возникающая под действием крутящего момента окружная сила $P_{Мкр}$ выталкивает шарики из отверстия. Если выталкивающая сила $P_{сж} < P_{сж}$, то шарики не выходят из углубления и передают крутящий момент с верхней шайбы на нижнюю. Если $P_{сж} > P_{сж}$, то шарики выходят из отверстия и передача крутящего момента не происходит – патрон «прошелкивает» - верхняя шайба вращается, а нижняя – нет.

В настоящей лабораторной работе используется шариковый предохранительный патрон. Настройку предохранительного патрона проводят в следующей последовательности:

1. Определяют максимально допустимый момент резания M_{max} .
2. По максимально допустимому моменту резания определяют осевую прижимающую силу $P_{сж}$.
3. По прижимающей силе определяют положение элементов ее определяющих (например, степень сжатия пружин определяется положением регулировочной гайки или винта).

Определение максимально допустимого момента резания

Максимально допустимый момент резания M_{max} , действующий на метчик, это такой крутящий момент, который не разрушит метчик в течение всего времени его эксплуатации. Этот момент определяется прочностью метчика – то есть $M_{рез}$ зависит от конструкции метчика и марки материала, из которого он изготовлен. Однако расчет прочности тела метчика представляет собой сложную задачу, которую не целесообразно решать при настройке предохранительного патрона – для этого используют косвенные данные, основанные на производственном опыте.

Дело в том, что прочность метчиков рассчитывают при их проектировании, поэтому все метчики, принятые в эксплуатацию, не разрушаются при воздействии на них моментом резания (в противном случае они бы все ломались и резьбу нарезать не могли).

Следовательно, в качестве максимально допустимого момента резания можно использовать момент, действующий на метчик при нарезании им резьбы – момент резания $M_{рез}$. Конечно $M_{рез}$ меньше M_{max} , но это только повышает коэффициент запаса при расчете.

Следует отметить, что так как величина $M_{рез}$ определяется, чаще всего, эмпирически, то существует вероятность превышения реального момента расчетного. Поэтому при расчете предохранительных патронов момента резания увеличивают на 5% для того, чтобы патрон не срабатывал при случайном небольшом допустимом превышении крутящего момента заданной величины.

Расчет момента резания, возникающего при нарезании резьбы метчиком, можно провести по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M D^q P^y K_{Мр},$$

где P – шаг резьбы, мм; D – номинальный диаметр резьбы, мм; C_M , q , y , $K_{Мр}$ – коэффициенты, определяемые из таблиц 50 и 51 из справочника [1], которые приведены ниже.

50. Поправочные коэффициенты на скорость резания и крутящий момент для метчиков, плашек и резьбовых головок

Обрабатываемый материал	Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от					Поправочный коэффициент K_{MP} на крутящий момент
	обрабатываемого материала K_{M1}	марки инструментального материала K_{M2}		класса точности резьбы K_{T1}		
		P6M5	9XC; Y10A; Y12A	точный	средний	
Сталь:						
углеродистая:						
$\sigma_B < 600$ МПа	0,7					1,3
$\sigma_B = 600 \div 800$ МПа	1,0					1,0
легированная:						
$\sigma_B < 700$ МПа	0,9	1,0	0,7	0,8	1,0–1,25	1,0
$\sigma_B = 700 \div 800$ МПа	0,8					0,85
Чугун:						
серый:						
$HB < 140$	1,0					1,0
$HB 140–180$	0,7					1,2
$HB > 180$	0,5	1,0	0,7	0,8	1,0–1,25	1,5
ковкий	1,7					0,5

51. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах силовых зависимостей при нарезании резьбы

Обрабатываемый материал	Тип инструмента	Коэффициенты и показатели степени				
		C_p	C_M	γ	q	u
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_B = 750$ МПа	Резцы	148	—	1,7	—	0,71
	Метчики: машинные гаечные автоматные	—	0,0270 0,0041 0,0025	1,5	1,4	—
					1,7	
					2,0	
Плашки круглые	—	0,0450	1,1	—		
Резьбовые головки	—	0,0460				
Чугун	Резцы	103	—	1,8	—	0,82
	Метчики машинные	—	0,0130	1,5	1,4	—
Силумин	Метчики гаечные	—	0,0022		1,8	

Задание

Рассчитать для заданного метчика максимально допустимый крутящий момент, необходимый для настройки предохранительного патрона. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Исходные данные

№	Диаметр метчика, мм	Шаг резьбы, мм	Обрабатываемый материал
1	4	0,7	Сталь углеродистая $\sigma_B < 600$ МПа
2	6	1	Сталь углеродистая $\sigma_B = 600 \dots 800$ МПа
3	8	1,25	Сталь легированная $\sigma_B < 700$ МПа
4	4	0,7	Сталь легированная $\sigma_B = 700 \dots 800$ МПа
5	6	1	Чугун серый НВ < 140
6	8	1,25	Чугун серый НВ 140...180
7	4	0,7	Чугун серый НВ > 180
8	6	1	Чугун ковкий
9	8	1,25	Сталь углеродистая $\sigma_B < 600$ МПа

Расчет прижимающей силы

Сила, возникающая от воздействия крутящего момента, стремится вытолкнуть шарики из углублений в корпусе. Этому препятствует поджимающая сила, которая в рассматриваемом патроне направлена вдоль его оси и создается сжатыми пружинами (рис.2).

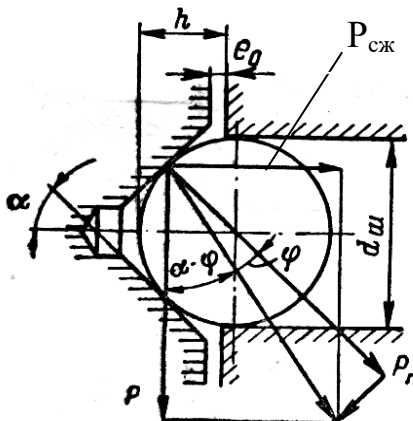


Рис.2. Расчетная схема для определения сжимающей силы

Осевую силу $P_{сж}$, действующую на шарики (силу сжатия пружины), можно определить из выражения:

$$P_{сж} = \frac{2M_{кр}}{D_{ш}} (\operatorname{tg}(\alpha - \varphi) - f),$$

где $M_{кр}$ – предельный крутящий момент, $D_{ш}$ – диаметр, на котором расположены шарики; α – угол конуса отверстия в полумуфте, в которой располагается шарик; φ – угол трения между шариками и сопряженной поверхностью ($5 \dots 6^\circ$); f – коэффициент трения между шариком и стенкой отверстия (со смазкой – 0,1).

Поджимающая шарики сила создается пружинами. Для создания поджимающей силы определенной величины следует сжать пружины до определенной величины. В рассматриваемом патроне регулировка сжатия пружин производится гайкой (см. рис.3).

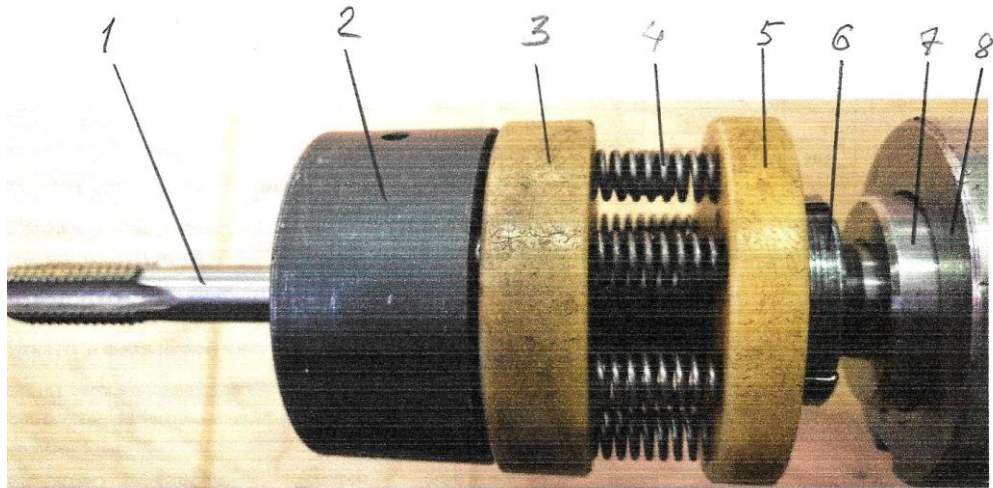


Рис. 3. Пружинно-шариковый предохранительный патрон для метчиков, установленный на токарном станке: 1 – метчик; 2 - неврещающая шайба – мечикодержатель; 3 – вращающаяся шайба; 4 – пружины; 5 – нажимное кольцо; 6 – регулировочная гайка; 7 – хвостовик; 8 – пиноль задней бабки.

1. Для настройки патрона регулируется расстояние H между шайбой 3 и нажимным кольцом 5. Предварительно необходимо произвести тарировку патрона и построить тарировочный график зависимости предельного крутящего момента $M_{кр}$ от величины расстояния H между шайбой 3 и нажимным кольцом 5.

Апроксимирующее тарировочное уравнение показывает, какое надо обеспечить расстояние H между шайбами, чтобы создать требуемый крутящий момент. Например, такого вида $H = 30 - 0,074M_{кр}$

Экспериментальное Оборудование

В лабораторной работе используется следующее оборудование и программное обеспечение:

1. Шариковый предохранительный патрон (см. рис. 3).
2. Динамометрический ключ (рис. 4)



Рис. 4. Динамометрический ключ со сменной головкой

3. Специальная оправка диаметром 16 мм с квадратом хвостовика метчика M16 и 6-гранником под сменную головку динамометрического ключа

Последовательность выполнения лабораторной работы

2. Получите у преподавателя исходные данные для выполнения лабораторной работы.
3. Изучите конструкцию и составные части пружинно-шарикового предохранительного патрона для метчиков..
4. Установите патрон в пиноль задней бабки станка.
5. Установите в метчикодержатель патрона специальную оправку диаметром 16 мм с квадратом хвостовика, имитирующую метчик M16.
6. Выполните измерение крутящего момента, передаваемого патроном в 2-х положениях регулировочной гайки: а) $H = 20$ мм; б) $H = 8$ мм (рис. 5)



Рис. 5. Измерение крутящего момента, передаваемого патроном

7. Динамометрическим ключом в положении регулировочной гайки с $H = 8$ мм медленно поверните специальную оправку на небольшой угол до срабатывания предохранительного устройства патрона (до щелчка). Определите величину крутящего момента по шкале динамометрического ключа (см. рис. 5). Повторите измерение еще 2 раза и запишите среднее значение в отчет.

8. Повторите измерения в последовательности по п.6 для положения регулировочной гайки с $H = 20$ мм.

9. По данным измерений по пп. 6 и 7 постройте на имеющейся в бланке отчета сетке тарировочный график зависимости предельного крутящего момента $M_{кр}$ от величины расстояния H между шайбой 3 и нажимным кольцом 5 (см. рис. 3).

10. Рассчитайте для заданного размера резьбы метчика максимально допустимый крутящий момент, необходимый для настройки предохранительного патрона.

11. Нанесите на тарировочном графике по п. 9 величину расчетного максимально допустимого крутящего момента. Определите графическим путем величину расстояния H между шайбой 3 и нажимным кольцом 5, необходимую для настройки патрона на расчетный крутящий момент $M_{кр}$.

12. Выполните эскиз патрона с представлением всех необходимых для понимания конструкции видов и разрезов. При оформлении отчета воспользуйтесь эскизом на рис. 6.

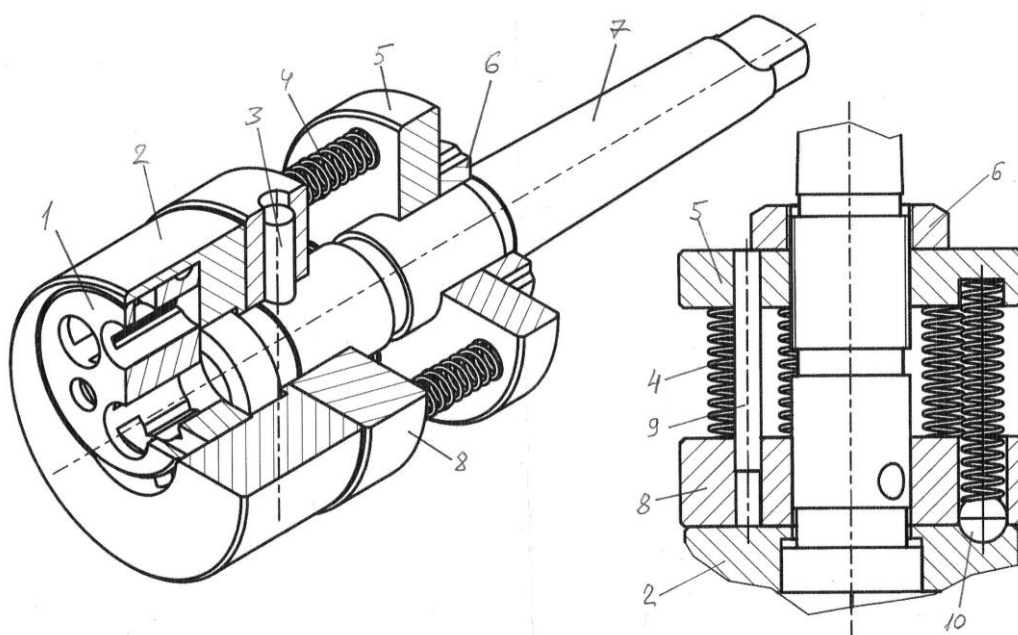


Рис. 6. Эскиз пружинно-шарикового предохранительного патрона для метчиков:
1 – метчикодержатель; 2 - неврещающая шайба; 3 – штифт во вращающейся шайбе; 4 – пружины; 5 – нажимное кольцо; 6 – регулировочная гайка; 7 – хвостовик;
8 – вращающаяся шайба; 9 – штифт в нажимном кольце; 10 - шарик

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

Лабораторная работа №4
СИСТЕМЫ АГРЕГАТИРОВАННЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
ДЛЯ УСТАНОВКИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Цель работы: изучить агрегатированные станочные приспособления (АСП) для установки режущих инструментов.

Основные задачи:

1. Установить в необходимой последовательности базисные агрегаты и сменные наладки.
2. Отрегулировать относительное положение сменных наладок и базисных агрегатов.
3. Произвести настройку расточного патрона на диаметр обработки.

Теоретическая часть

В соответствии со стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) под системой приспособлений понимается совокупность приспособлений, конструкции которых компоуются на базе единых характерных правил, для обеспечения единства выполнения их и использования в определенных организационных условиях технологического процесса изготовления различных деталей методом механической обработки.

Приспособления системы АСП обеспечивают установку инструмента широкой номенклатуры и состоят из универсального базисного агрегата и комплекта сменных наладок.

Сменная наладка - самостоятельная часть приспособления, предназначенная для установки конкретных заготовок и инструмента в базисном агрегате приспособления. Базисный агрегат приспособления — неизменяемый, он предназначен для установки сменных наладок в процессе компоновки конструкций АСП.

Выполненные исследования и практика применения [1,2] показывают, что для крепления режущего инструмента можно использовать АСП, которые основаны на применении цилиндрического соединения с односторонним прижимом винтами (рис.1 и табл.1).

1. Размеры цилиндрического соединения

$d, H6/g5$	$d_1, m\text{пан}$	D	l	l_1	l_2	$b, c11/H9$
36	36x3	63	105	20	30	8
48	48x3	80	125		37	10

Сменные наладки закрепляются в цилиндрическом отверстии диаметром d путем их одностороннего прижима винтами 1 и 2 в передней части 4 державок с хвостовиком 3 для закрепления в шпинделях станков (рис. 2).

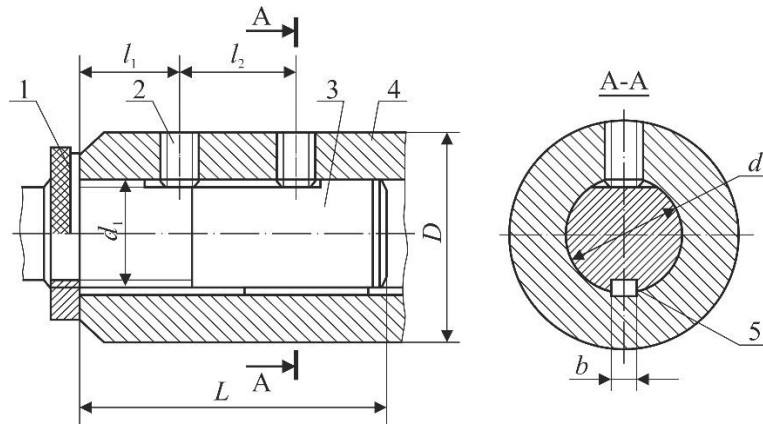


Рис. 1. Цилиндрическое соединение с односторонним прижимом винтами:
 1 – регулировочная гайка; 2 – винт; 3 – хвостовик сменной наладки;
 4 – передняя часть базисного агрегата

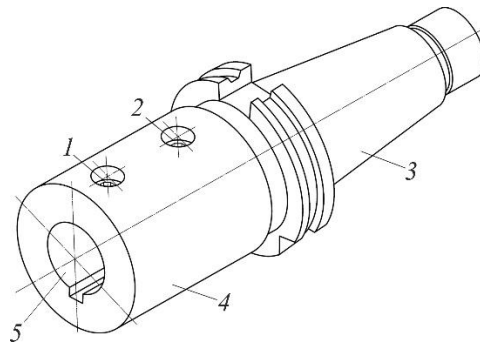
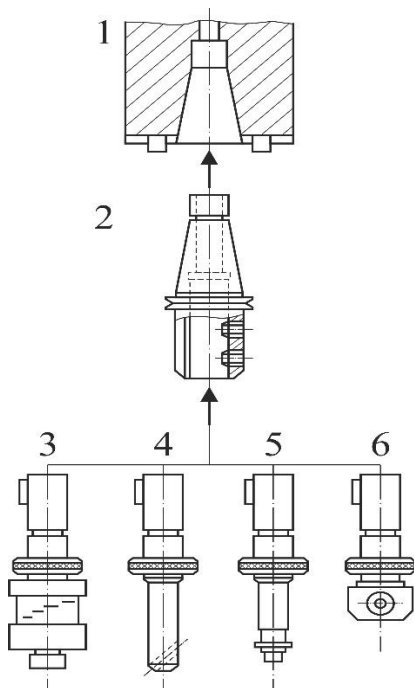


Рис. 2. Базисный агрегат: 1 и 2 – винты; 3 – хвостовик базисного агрегата;
 4 – передняя часть базисного агрегата; 5 – посадочное отверстие для сменной наладки

Державки и сменные наладки, включающие переходники и вставки, формируют данную систему АСП. На рис.3 приведена схема сборки АСП этой системы для крепления в шпинделе 1 станка.



Базисные агрегаты 2 служат для базирования и закрепления следующих сменных наладок:

- 3 - патроны для метчиков;
- 4 - расточные оправки;
- 5 - оправки для дисковых фрез
- 6 - расточные патроны.

В качестве примера на рис.4 приведено АСП для выполнения переходов чистового растачивания.

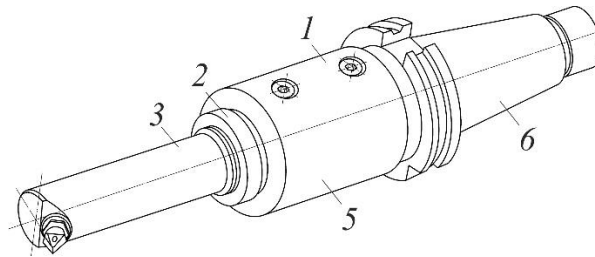


Рис. 4. Приспособление для растачивания: 1 - передняя часть базисного агрегата; 2 - регулировочная гайка; 3 – сменная наладка; 6 – хвостовик базисного агрегата

Сменная наладка для чистового растачивания с двумя узлами регулирования на размеры обработки показана на рис.5.

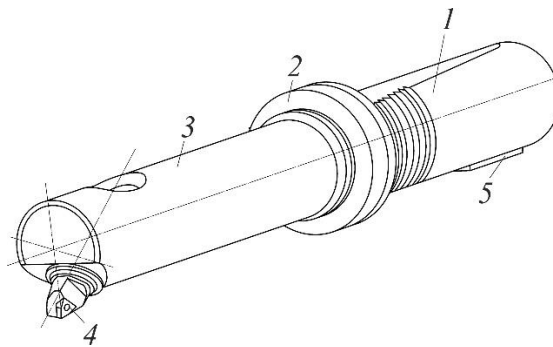


Рис. 5. Сменная наладка для чистового растачивания: 1 – хвостовик сменной наладки; 2 – регулировочная гайка; 3 – рабочая часть сменной наладки; 4 – узел микрорегулировки резца на диаметр обработки отверстия

ЗАДАНИЕ

1. Соберите АСП для выполнения переходов фрезерования дисковыми фрезами из элементов системы приспособлений (рис.6).

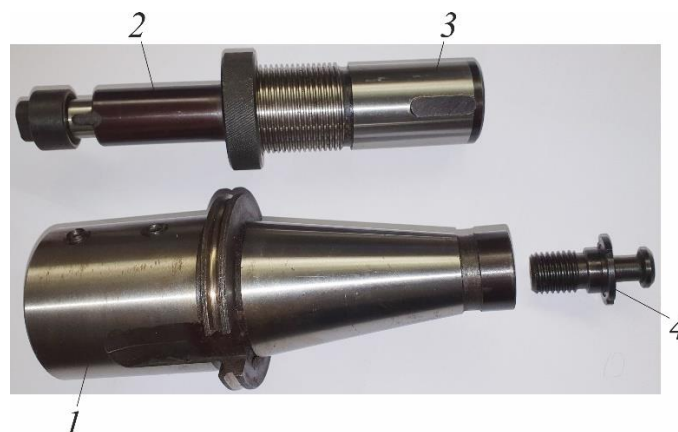


Рис. 6. Элементы АСП для установки дисковой фрезы: 1 – базисный агрегат; 2 – рабочая часть сменного агрегата; 3 – хвостовик сменной наладки; 4 – зажимной болт

2. Установите на АСП для фрезерования дисковыми фрезами дисковую фрезу и отрегулируйте расстояние от базового диаметра хвостовика базисного агрегата до внешнего торца дисковой фрезы до длины вылета $l=200$ мм (рис. 7).

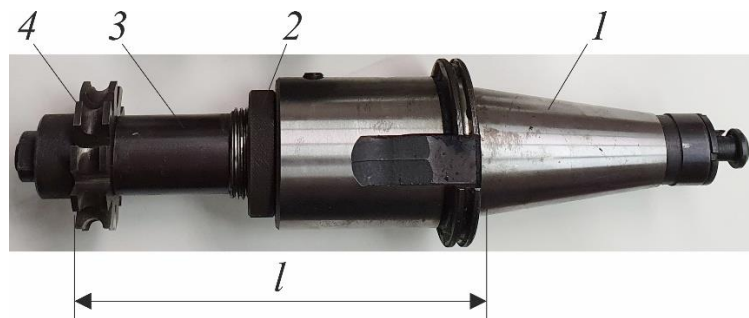


Рис. 7. АСП для фрезерования дисковыми фрезами: 1 - хвостовик базисного агрегата; 2 - регулировочная гайка 3 – рабочая часть сменного агрегата; 4 – дисковая фреза;

2. Соберите АСП для выполнения переходов растачивания отверстий в диапазоне диаметров 5...45 мм из элементов системы приспособлений (рис. 8).

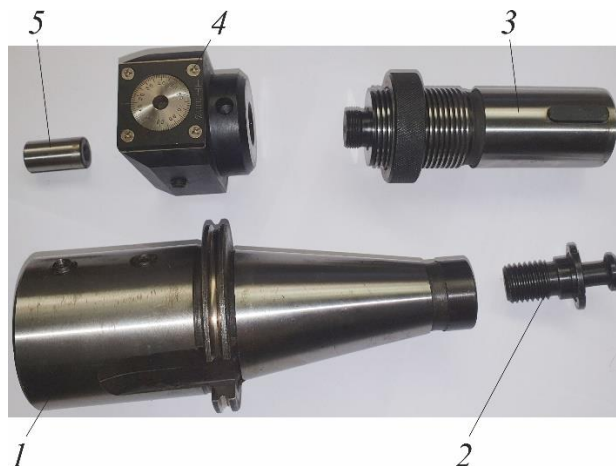


Рис. 8. Элементы АСП для выполнения переходов растачивания отверстий: 1 – базисный агрегат; 2 – зажимной болт; 3 – сменная наладка (хвостовик); 4 – сменная наладка (расточной патрон); 5 – сменная наладка (переходная втулка)

3. Закрепите в посадочном отверстии расточного патрона резец и выполните следующие регулировки:

3.1. Настройте АСП на выполнение перехода растачивания отверстия диаметром 50 мм.

3.2. Настройте АСП на длину $l=275$ мм (рис.9)

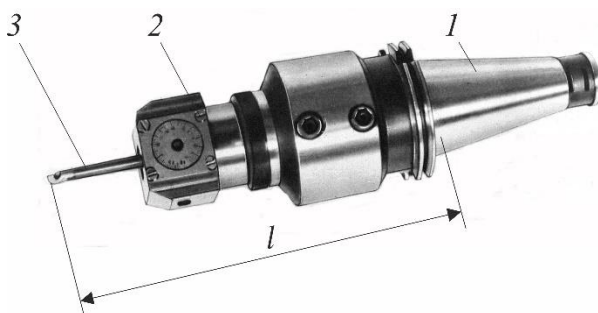


Рис. 9. АСП для выполнения перехода растачивания отверстия:

1 – базисный агрегат;

2 – сменная наладка (расточной патрон в сборе);

3 – расточной резец

4. Соберите АСП для нарезания резьбы метчиками с размерами от М6 до М16 (рис. 10).

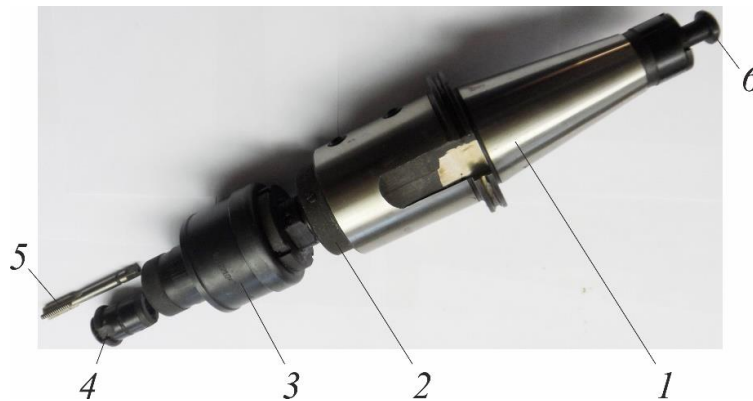


Рис. 10. АСП для нарезания резьбы метчиками: 1 – базисный агрегат; 2 – регулировочная гайка; 3 - резьбонарезной патрон; 4 – вставка для закрепления метчика; 5 - метчик

- 4.1. Установите резьбонарезной патрон с унифицированным хвостовиком в базисном агрегате.
- 4.2. Убедитесь, что его подвижная часть имеет свободное перемещение вдоль оси.
- 4.3. Закрепите вставку для метчика М6 в резьбонарезном патроне.
- 4.4. Закрепите метчик М6 в предохранительной вставке.
- 4.5. Настройте АСП на длину $l=300$ мм от базового диаметра конуса базисного агрегата до торца метчика.
5. Заполните таблицы отчета о проделанной работе
6. Выполните несколько эскизов изученных конструкций АСП.
7. Сделайте выводы о областях применения АСП, применяемых для установки режущего инструмента.

Литература.

1. Маслов А.Р. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020 — 160 с.
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1983 — 227 с.
3. Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: справочник / Под общ. ред. А.Р. Маслова. — М.: Машиностроение, 2006 — 555 с.
4. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: Справочник. — 3-е изд., исправ. и дон. — М.: Машиностроение, 2006 — 320 с.