

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИК

\_\_\_\_\_ А.А. Захарова  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**Д.И. МУМИНОВ, А.В. МУХОЛЗОЕВ, К.Г. ШИБИНСКИЙ**

**УСТАНОВКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ЦАНГОВЫЙ  
ТЕРМОЗАЖИМНОЙ ПАТРОН**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Автоматизация машиностроительных производств»  
для студентов, обучающихся по направлению  
подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение»

Издательство  
Томского политехнического университета  
2015

УДК 621

**Д.И. Муминов, А.В. Мухолзоев, К.Г. Шибинский**

Установка режущего инструмента в цанговый термозажимной патрон. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Автоматизация машиностроительных производств» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / Д.И. Муминов, А.В. Мухолзоев, К.Г. Шибинский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 19 с.

УДК 621

Методические указания рассмотрены и рекомендованы  
к изданию методическим семинаром кафедры  
технологии автоматизированного машиностроительного производства  
«28» апреля 2015 г.

Зав. кафедрой ТАМП  
кандидат технических наук

\_\_\_\_\_ *А.Ю. Арляпов*

© ФГАОУ ВПО НИ ТПУ, 2015

© Муминов Д.И., Мухолзоев А.В., Шибинский К.Г., 2015

**Цель работы:** изучить способы установки осевого инструмента на станок. Научиться практическим навыкам работы с индуктивной термо-зажимной установкой SCHUNK.

### 1. ПЕРЕХОДНЫЕ ВТУЛКИ

Втулки переходные – станочная оснастка, предназначенная для крепления инструмента, имеющего конический хвостовик с конусом Морзе, не совпадающим с конусом станка. Достоинства схемы закрепления с помощью переходных втулок – это простота конструкции, быстрая смена инструмента. К недостаткам можно отнести то, что втулка вносит погрешность в точность обработки, имеется в виду радиальное биение, и

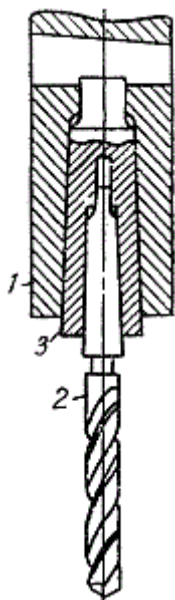


Рис. 1. Схема закрепления.  
1 – корпус шпинделя; 2 – инструмент;  
3 – переходная втулка.

суммируется с погрешностью инструмента. Сюда так же относится небольшая частота вращения, небольшой диапазон диаметров инструмента – от 6мм до 80мм [1]. Нельзя не сказать и о том, что каждая втулка подходит только к хвостовику инструмента с определенным конусом Морзе, из этого следует предполагать наличие набора из таких втулок для обработки деталей.

Важно заметить, что момент от шпинделя станка к переходной втулке и от нее к инструменту передается при помощи сил трения, имеющаяся лапка нужна лишь для выбивания инструмента. Схема этого способа закрепления представлена на рис. 1.

Максимальная скорость вращения таких втулок – 8000 об/мин, радиальное биение порядка 0,05мм.

## 2. СВЕРЛИЛЬНЫЕ ПАТРОНЫ

Сверлильный патрон применяется для закрепления сверл, зенкеров, зенковок и разверток на оси шпинделя станка. Применяются для получения и обработки отверстий. Эти патроны используются также в ручных дрелях. Один из

таких патронов, предназначенный для крепления режущих инструментов с цилиндрическими хвостовиками,

изображен на (рис.

2). Патроны поз-

воляют центриро-

вать режущий инструмент по оси обрабатываемого отверстия до диаметра 20 мм.

Недостатком является высокая стоимость (в станках используются прецизионные сверлильные патроны, которые намного дороже используемых в ручных дрелях).

Существенным недостатком является и неспособность воспринимать радиальную нагрузку, что делает невозможным его применение для фрезерования. Сверлильный патрон, как правило, используется при необходимости закрепления сверла небольшого диаметра, чаще всего цельнотвердосплавное или из быстрорежущей стали.

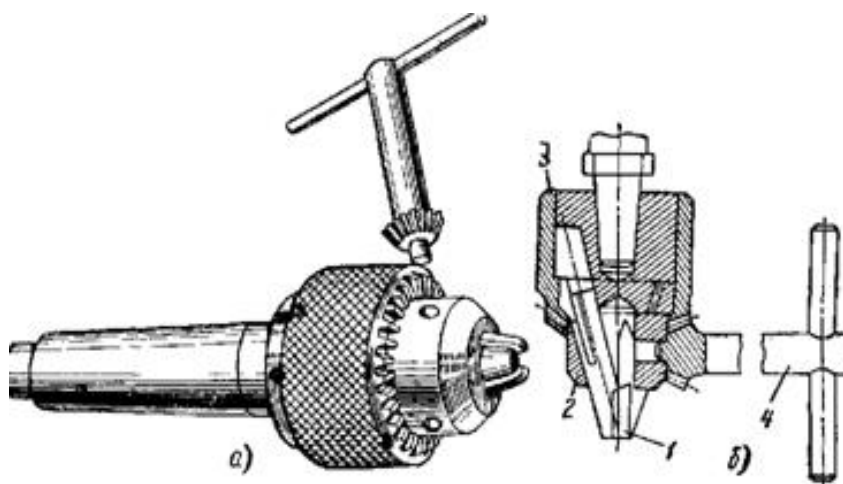


Рис. 2. Сверлильный патрон.

1 – кулачки; 2 – гайка; 3 – обойма; 4 – ключ.

Принцип работы сверлильного патрона: внутри корпуса (рис. 2) расположены наклонно три кулачка 1, имеющие резьбу, связывающую их с гайкой 2. Обойма 3 вращается специальным ключом 4, вставленным в отверстие корпуса патрона. При вращении обоймы по часовой стрелке вращается также гайка. Зажимные кулачки, опускаясь вниз, постепенно сходятся и зажимают цилиндрический хвостовик сверла или другого режущего инструмента. При вращении обоймы в обратном направлении кулачки, поднимаясь вверх, расходятся и освобождают зажатый инструмент

Современные сверлильные патроны имеют радиальное биение не более 30 мкм и обеспечивают усилие зажима инструмента до 110 Нм [1]. Под усилием зажима режущего инструмента понимается максимальный передаваемый крутящий момент (без проворота инструмента в патроне). Обычно частота вращения не превышает 10000 об/мин [1].

### **3. ЦАНГОВЫЕ ПАТРОНЫ**

Цанговые патроны предназначены для закрепления осевого инструмента с цилиндрическим хвостовиком, как правило сверл и метчиков. Радиальное биение цангового патрона нормальной точности составляет 12-15 мкм. На сегодняшний день существует множество конструкций цанговых патронов, самым распространенным в России является тип ER в силу жесткости такой системы (рис. 3).

Цанговые патроны оснащаются комплектом из цанг различного диаметра (от 6 до 40 мм). Несмотря на широкий диапазон типоразмеров цанговых патронов и цанг, принцип действия их идентичен (рис. 3.). Под воздействием зажимной гайки 3, передающей усилие на торец цанги 2, последняя перемещается в конусное отверстие корпуса цангового патро-

на 1 и сжимается в радиальном направлении, надёжно закрепляя цилиндрический хвостовик режущего инструмента.

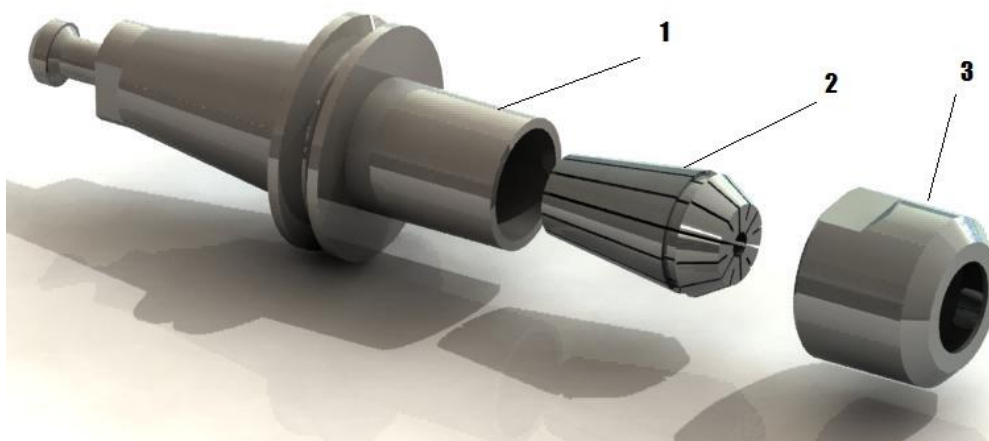


Рис.3. Цанговый патрон.

1 – корпус патрона, 2 – цанга, 3 – зажимная гайка.

Для извлечения инструмента необходимо разжать цангу 2, тем самым сняв с неё давление, открутив гайку.

Достоинства цанговых патронов:

- Крепление более жесткое, чем у обычных сверлильных патронов (Усилие зажима до 20 Нм) [2];
- Возможность зажима инструмента в большом диапазоне диаметров в одном патроне;
- Базирование по поверхности хвостовика сокращает биение инструмента (в отличие от крепления Weldon, где инструмент базируется по линии и точке соприкосновения с витом);
- Возможность закрепление инструментов разного типа за счет специальных цанг (например цанга с квадратом или цанги с компенсацией для закрепления метчиков);
- Широкий диапазон оснастки с большим вылетом.

Недостатки:

- Большое количество цанг (для каждого типа инструмента в зависимости от диаметра хвостовика требуются соответствующая цанга);
- Не жесткое закрепление (уступают термо- и гидropатронам);
- Плохая геометрическая проходимость (диаметр гайки цанги всегда намного больше диаметра инструмента);
- Относительно невысокая скорость вращения – 10000 об/мин [2], т.к. зажимная гайка несимметрична.

#### 4. СИЛОВОЙ ЗАЖИМНОЙ ПАТРОН

Схема зажимного прецессионного патрона также применяется для осевого инструмента, в основном при фрезеровании деталей. Принцип работы прост: хвостовик патрона имеет форму, напоминающую треугольник со сглаженными углами (см. рис. 4). В отверстие патрона устанавливается инструмент, после чего полученная конструкция устанавливается в шпиндель станка. При этом форма хвостовика упруго деформируясь меняет размер  $D_m$  на  $2e$ , приобретая круглую форму.

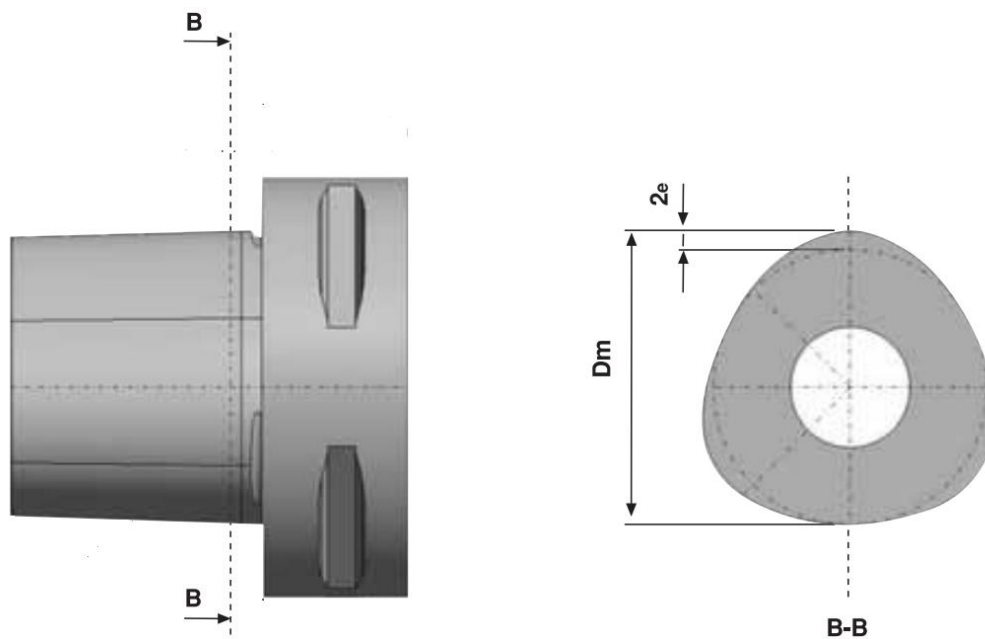


Рис. 4. Схема силового зажимного патрона.

Достоинством данного закрепления является простота конструкции, быстросменность инструмента, недостатки – для каждого инструмента нужно иметь свой патрон, а так же относительно небольшое усилие зажима ( $40\div 60$  Нм). Радиальное биение не более  $5\div 10$  мкм на контрольном валике длиной 100 мм [1].

## 5. WELDON-ПАТРОН

Эта схема (рис. 5) реализуется за счет выточенной лыски на хвостовике инструмента 1 и просверленных отверстий с резьбой 3 корпуса оправки 2 посредством винтов, которые навинчиваются через отверстия 3 и прижимают хвостовик инструмента.

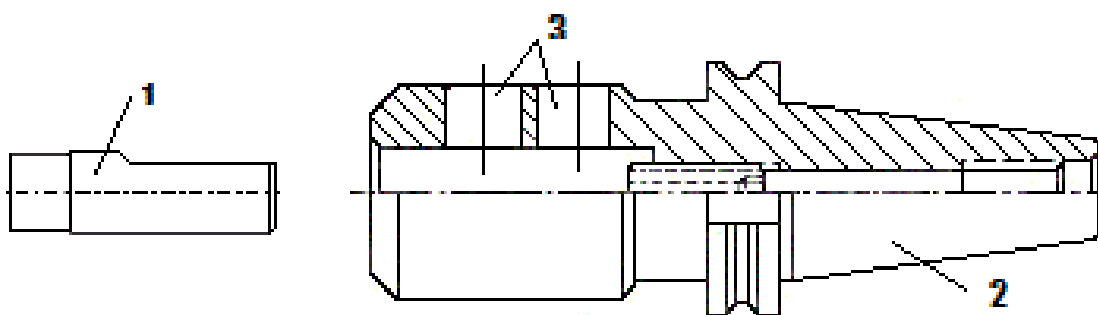


Рис. 5. Схема Weldon-патрона.

Патроны Weldon используются для фиксирования осевого инструмента с большим диаметром хвостовика (20 мм и более) на шпинделе с высокой степенью жесткости. Единственной альтернативой данной технологии в этой области являются модульные системы оснастки. В сравнении с термозажимными патронами патроны Weldon имеют такой же уровень жесткости фиксирования, но у термозажимных патронов значительно ниже радиальное биение. Это происходит из-за того, что у данного патрона контактирование поверхностей хвостовика и оправки идет по линии и в точках зажима винтов, а у термозажимного патрона контакт идет по всей поверхности хвостовика. К достоинствам также можно от-



нести простоту конструкции. К недостаткам относятся относительно невысокая частота вращения инструмента с данной схемой – 7600 об/мин [1], а также для инструментов с различным диаметром хвостовика нужны разные патроны. На практике инструмент с хвостовиком Weldon часто зажимают в другие типы патронов. Это допускается, но ведет к некоторым проблемам:

- Асимметрия инструмента с Weldon-хвостовиком увеличивает дисбаланс. Теоретически эта проблема легко решается путем балансировки оправок с инструментом, однако это довольно трудоемко.
- Гидропатрон можно сломать, зажав в него инструмент с хвостовиком Weldon.

Есть схожая схема, имеющая такие характеристики под названием whistle notch (рис. 7). Единственное отличие: лыска на инструменте и зажимной винт выполняются под углом, таким образом, винт не только прижимает инструмент к стенке патрона, но и затягивает его внутрь.

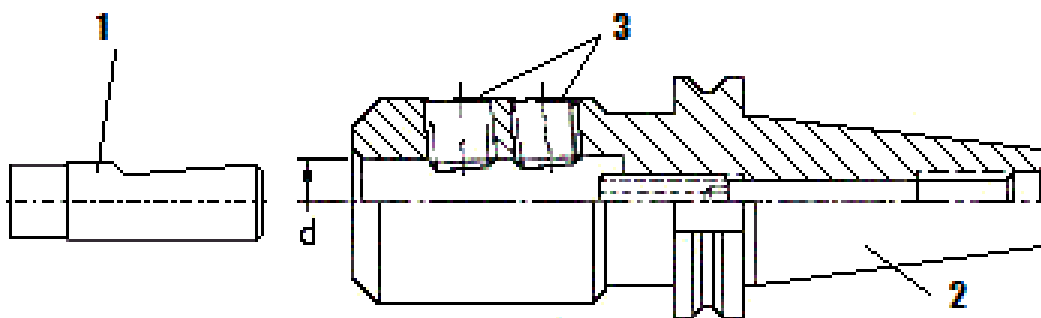


Рис. 6. Патрон whistle notch.

## 6. ГИДРОПЛАСТОВЫЙ ПАТРОН

Гидропластовые патроны предназначены для надежного и точного закрепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком. Точность исполнения хвостовика режущего инструмента должна быть точнее 6-го качества. С их помощью выполняют точную чистовую обработку – фре-

зерование, сверление, развертывание и т.д. Реже используются для черновой обработки.

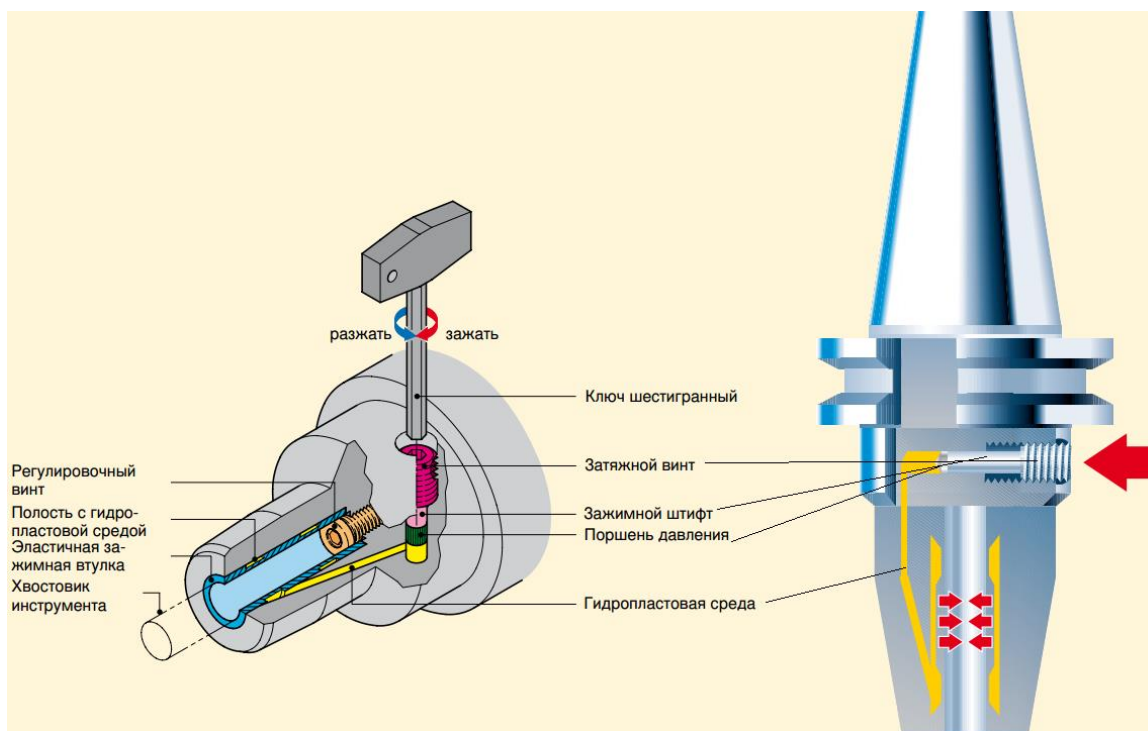


Рис. 7. К принципу работы гидропластового патрона.

Гидропластовый патрон обеспечивает легкую и быструю смену инструмента при помощи одного ключа. Выпускаются с рабочим диаметром от 6 до 32 мм [1]. Принцип работы (рис. 7): при вращении крепёжного винта в полости с жидкостью создается достаточно высокое давление, которое приводит к эластичной деформации зажимной втулки и инструмент плотно обжимается – все это с минимальным смещением оси инструмента. Это обеспечивает прочную и жесткую посадку. Если используются переходные втулки, в которые может устанавливаться инструмент разного диаметра, то вылет инструмента можно увеличить.

Достоинства гидропластового патрона:

- Точное крепление инструмента с максимальным биением до 3 мкм;

- Передача высоких крутящих моментов посредством оптимизированной конструкции гидропластовой втулки (высокое усилие зажима – более 180 Нм в статике);
- Возможно применение на высоких скоростях резания (исключение центробежных сил из-за отсутствия крепежных элементов) – до макс. 40 000 об/мин [3];
- Быстрая смена инструмента с помощью легко приводимого в действие крепежного винта;
- Оптимальная стойкость инструмента;
- Жидкая масса способствует гашению вибраций. Эта способность повышает срок службы инструмента;
- Конструкция патрона предусматривает работу при давлении жидкости до 80 Мпа [1].

Недостатки:

- Для каждого диаметра инструмента нужен свой патрон;
- Дороговизна изготовления, высокая стоимость патрона.

## **6. ТЕРМОЗАЖИМНОЙ ПАТРОН**

Термозажимной патрон используется для крепления концевой инструмента термическим сжатием. Обеспечивает самую высокую стабильность и жесткость среди всех известных типов зажимных систем, особенно подходит для высокоскоростной чистовой обработки. Диапазон допусков отклонений размеров хвостовика включают поля допусков g6 и h6. Выпускаются с рабочим диаметром от 6 до 32 мм. Принцип работы: при нагреве термпатрон расширяется так, что инструмент можно устанавливать и вынимать. При охлаждении он сжимается и зажимает установленный инструмент с максимальным усилием.

Достоинства термозажимного патрона:

- Наибольшая надежность, стабильность и жесткость зажимной системы на большой длине вылета инструмента;
- Самая лучшая производительность из всех известных систем;
- Высокая частота вращения – 40000 об/мин [3];
- Точное крепление инструмента с максимальным биением до 3 мкм;
- Высокое усилие зажима инструмента 180÷250 Нм [1];

Недостатки:

- Для инструмента разных диаметров нужны разные патроны;
- Постоянные циклы нагрева и охлаждения приводят к сильному износу патрона, устройства нагрева и охлаждения;
- Дороговизна;
- Необходимость наличия индуктивной термоусадочной установки.

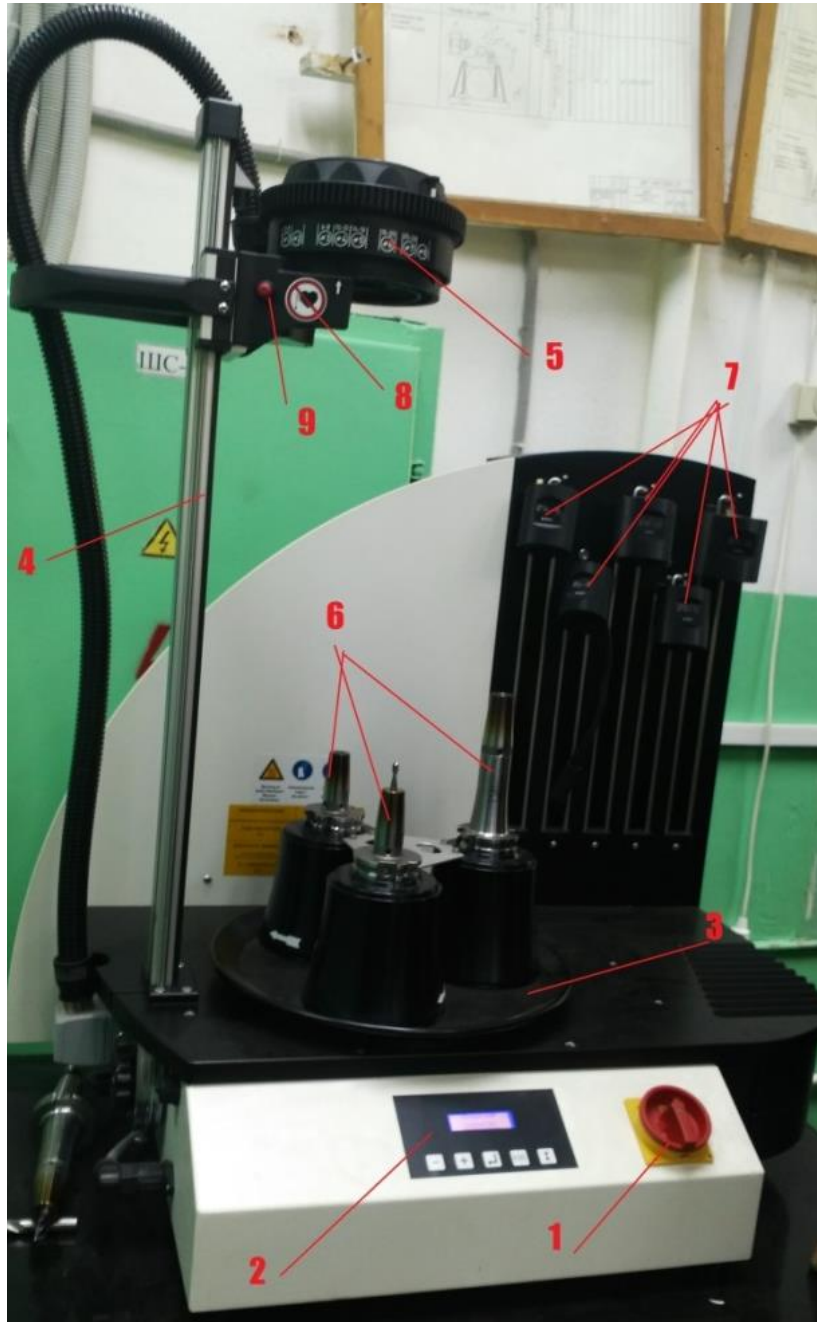


Рис. 8. Индуктивная термоусадочная установка SCHUNK.

1 – тумблер включения; 2 – электронное табло; 3 – поворотный стол; 4 – стойка; 5 – головка с индуктором; 6 – термодатчики; 7 – холодильники; 9 – кнопка включения индуктора.

**!ВНИМАНИЕ! Наклейка 8 говорит о том, что нельзя работать с установкой при наличии у человека кардиостимулятора.**

### Ход работы:

1. Установить термопатроны на поворотном столе (рис. 9).



Рис. 9. Термопатроны на поворотном столе.

2. Включить установку, повернув тумблер по часовой стрелке до положения ON.



Рис. 10. Тумблер включения.

3. На электронном табло ввести значение диаметра требуемого инструмента.



Рис. 11. Электронное табло.

4. Выбрать диаметр инструмента на головке, повернув ее так, чтобы нужное значение совпало со стрелкой.



Рис. 12. Головка с индуктором.

5. Нажав кнопку на рукоятке головки с индуктором, опустить последнюю вниз по стойке до тех пор, пока головка не упрется в патрон. Далее нажать кнопку включения индуктора, после чего последний посредством ТВЧ произведет нагрев термопатрона.



Рис. 13. К нагреву термопатрона.

6. Поднять головку, установить инструмент в отверстие патрона.



Рис. 14. Установка инструмента в термopatрон.

7. Охладить патрон на воздухе, либо при помощи холодильников.



Рис. 15. Охлаждение с помощью холодильника.

Извлечение инструмента из патрона происходит в обратном порядке. При этом братья руками за инструмент нельзя, т.к. он горячий. Следует пользоваться пинцетом.



## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Назовите достоинства схемы закрепления инструмента с помощью переходных втулок.
2. За счет чего передается крутящий момент от шпинделя к инструменту при использовании переходных втулок?
3. Почему нельзя использовать сверлильный патрон для фрезерования деталей?
4. Принцип работы цангового патрона.
5. Почему при сравнительно одинаковой жесткости закрепления инструмента у Weldon-патрона радиальное биение больше, чем у термопатрона?
6. Основная область использования силового зажимного патрона.
7. Принцип работы гидропластового патрона.
8. Недостатки термозажимного патрона.
9. Какая схема из всех перечисленных способов крепления инструмента является предпочтительной для фрезерного станка с ЧПУ?

### **Список литературы.**

1. Инструмент для фрезерных, расточных, сверлильных, токарных станков [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.vtool.ru>. – 09.06.2015.
2. TME Equipments [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://tsangovuj-patron.ru/tsangovye-patrony-er-din-6499>. – 09.06.2015.
3. Korloy ИнтерТулМаш [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.itmash.ru/ftpgetfile.php?id=122&module=files>. – 09.06.2015.
4. Оснастка для станков с ЧПУ/ Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков – М.: «Машиностроение», 1990 г. – 512 л.
5. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента/ А.Р. Маслов – М.: «Машиностроение», 1996 г. – 240 л.

**Учебное издание**

МУМИНОВ Дмитрий Исламович

МУХОЛЗОЕВ Андрей Владимирович

ШИБИНСКИЙ Константин Григорьевич

## **УСТАНОВКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В ЦАНГОВЫЙ ТЕРМОЗАЖИМНОЙ ПАТРОН**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Автоматизация машиностроительных производств»  
для студентов, обучающихся по направлению  
подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение»


**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 21.05.2015. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 0,552. Уч.-изд.л. 0,265.  
Заказ . Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)