

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Часть I

Методические указания
к лабораторным работам для студентов
направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств».



Севастополь
СевГУ
2019

УДК 621.797
П79

Р е ц е н з е н т:

П.А. Новиков - канд. техн. наук, доцент кафедры
«Технология машиностроения»

Составитель: В.Б. Богуцкий

П79 Проектирование технологической оснастки: метод. указания к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» по дисциплине «Проектирование технологической оснастки». - Ч. I / Сост. В.Б. Богуцкий, – Севастополь: СевГУ, 2019. – 45 с.

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Проектирование технологической оснастки».

УДК 621.797

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Технология машиностроения», протокол № 2 от 05 сентября 2018 г.

Допущено учебно-методическим отделом Политехнического института СевГУ в качестве методических указаний.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа 1.	4
2. Лабораторная работа 2.	9
3. Лабораторная работа 3.	14
4. Лабораторная работа 4.	20
5. Лабораторная работа 5.	26
6. Лабораторная работа 6.	31
7. Лабораторная работа 7.	36
8. Лабораторная работа 8.	42
Рекомендуемая литература.....	45

Лабораторная работа 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВОК НАРУЖНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ В ПРИЗМЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить практические навыки по исследованию факторов, влияющих на погрешность базирования при установке заготовок цилиндрическими поверхностями в призмы.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Погрешность базирования является составной частью погрешности установки и возникает в том случае, если измерительная база не совпадает (не является) одновременно установочной. Возникает погрешность базирования в результате того, что положение измерительной базы для партии заготовок не остается неизменным, а положение лезвия режущего инструмента не корректируется для обработки каждой заготовки в отдельности (метод обработки на настроенных станках). Определяется погрешность базирования расчетным методом, как наиболее возможное смещение измерительной базы по причине того, что размеры, связывающие установочную базу с измерительной, выполнены с отклонением.

Установка заготовок на внешнюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную к ее оси плоскость производится в опорные призмы (рис. 1). Для заготовок диаметром 5...150 мм с обработанной поверхностью применяют широкие опорные призмы, для заготовок с необработанной поверхностью узкие призмы; при этом в результате локализации контакта уменьшается влияние макрогеометрических погрешностей баз заготовок на их устойчивость в призме.

В технологической оснастке находят применение, главным образом призмы с углом $\alpha = 90^\circ$. При обработке консольных частей заготовки используют подводимые и самоустанавливающиеся опоры в виде призматических элементов. Призмы изготавливают из стали 20Х, применяя цементацию на глубину 0,8...1,2 мм и закалку рабочих поверхностей (HRC 55...60). Призмы больших размеров выполняют из серого чугуна с привернутыми стальными калеными щеками. Недостаток такой конструкции – пониженная жесткость из-за наличия дополнительных стыков.

Крепят призмы к корпусу приспособления винтами и фиксируют контрольными штифтами. Нижнюю и боковые (рабочие) поверхности призм шлифуют до $Ra = 0,63...0,32$ мкм.



Рис. 1. Призмы: конструктивное исполнение

Предельно допустимую нагрузку $W(H)$ на призму из условий контактной прочности можно определить по формуле

$$W \leq \frac{b \cdot D \cdot [p]}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}},$$

где b – длина линии контакта заготовки с призмой; m ; D – диаметр заготовки, m ; α – угол раскрытия призмы; $[p]$ – допускаемое удельное давление на поверхности контакта заготовки и призмы, МПа.

Погрешности базирования при установке в призму являются функцией допуска на диаметр цилиндрической поверхности заготовки и зависят от погрешностей ее формы.

Пусть необходимо выдержать размер h от образующей A цилиндра до плоскости среза Π (рис. 2, а).

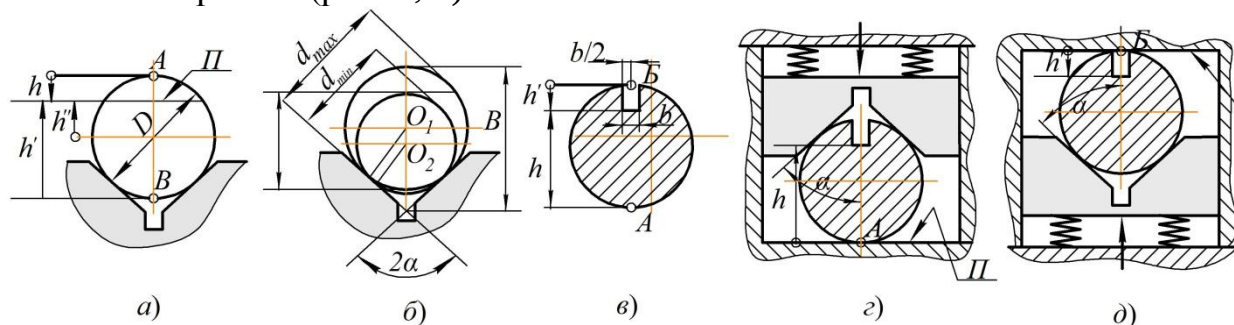


Рис. 2. Схемы для определения погрешности установки деталей по наружной цилиндрической поверхности

Погрешность базирования в этом случае будет (рис. 2, б)

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{баз}} &= B - b = \left(\frac{d_{\max}}{2} + \frac{d_{\max}}{2 \sin \alpha} \right) - \left(\frac{d_{\min}}{2} + \frac{d_{\min}}{2 \sin \alpha} \right) = \\ &= \frac{\delta}{2} + \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} \right) = \frac{\delta}{2 \sin \alpha} (\sin \alpha + 1) \end{aligned}$$

Во втором случае требуется выдержать размер h' (рис. 2, а) от образующей B до плоскости среза. В этом случае погрешность базирования будет (рис. 2, б)

$$\varepsilon'_{\text{баз}} = \left(\frac{d_{\max}}{2 \sin \alpha} - \frac{d_{\max}}{2} \right) - \left(\frac{d_{\min}}{2 \sin \alpha} - \frac{d_{\min}}{2} \right) = \frac{\delta}{2 \sin \alpha} (1 - \sin \alpha)$$

В третьем случае надо выдержать размер h'' (рис. 2, а) от центра детали до плоскости среза. В этом случае погрешность базирования будет (рис. 2, б)

$$\varepsilon_{\text{баз}}'' = \frac{d_{\text{max}}}{2 \sin \alpha} - \frac{d_{\text{min}}}{2 \sin \alpha} = \frac{\delta}{2 \sin \alpha}.$$

При угле $\alpha = 45^\circ$ получим следующие значения погрешностей базирования для рассмотренных случаев:

$$\varepsilon_{\text{баз}} = \frac{\delta}{2 \sin 45^\circ} (\sin 45^\circ + 1) = 1.2\delta \quad \varepsilon_{\text{баз}}' = \frac{\delta}{2 \sin 45^\circ} (1 - \sin 45^\circ) = 0.21\delta,$$

$$\varepsilon_{\text{баз}}'' = \frac{\delta}{2 \sin 45^\circ} = 0.71\delta.$$

Значение $\varepsilon_{\text{баз}}' = 0$ подтверждает положение о том, что при выборе исходной поверхности в качестве установочной можно избежать погрешности базирования. Следовательно, в первом из рассмотренных случаев установку целесообразно осуществлять, как во втором, на плоскость, но не от образующей B , а от образующей A . В третьем случае деталь следует устанавливать в центрах.

Однако устанавливать цилиндрическую деталь на плоскость нельзя в тех случаях, когда положение обрабатываемой поверхности должно выдерживаться точно не только от образующей цилиндра, но и от оси симметрии поперечного сечения цилиндра, например при обработке шпоночного паза (рис. 2, в), расположенного в плоскости симметрии вала на определенном расстоянии h от образующей A или h' от образующей B .

В этих случаях, помимо установочной плоскости Π (рис. 2, з) или плоскости Π' (рис. 2, д), определяющих положение дна паза относительно образующих A или B , необходимо использовать подвижную призму с любым углом α , которая «улавливала» бы плоскость симметрии цилиндра, не нарушая положение валика на плоскости. Установка цилиндра в центрах обеспечивает правильное положение вала без применения подвижной призмы.

Установка детали в «координатный угол» (рис. 3) т.е. в призму,

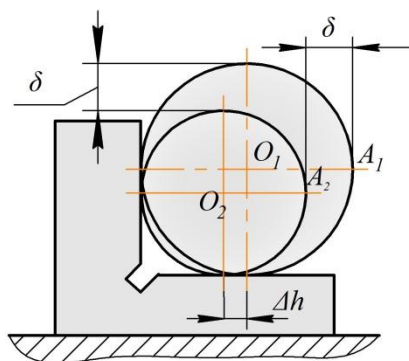


Рис. 3. Схема образования погрешности базирования при установке детали в «координатный угол»

одна из рабочих плоскостей которой расположена горизонтально, а вторая вертикально, может быть использована только для обработки таких поверхностей цилиндрических деталей, положение которых не связано определенными размерами с осью цилиндра или с плоскостью его симметрии (подрезание торцов, отрезание и т. п.).

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

- 3.1. Базовая плита.
- 3.2. Установочная призма с углом раскрытия $\alpha = 90^\circ$.
- 3.3. Установочная призма с углом раскрытия $\alpha = 120^\circ$.
- 3.4. Штатив индикаторный – 2 шт.
- 3.5. Индикатор часового типа ИЧ02 – 2 шт.
- 3.6. Микрометр МК 0 – 25 – 1 шт.
- 3.7. Микрометр МК 25 – 50 – 1 шт.
- 3.8. Набор образцов для проведения исследований – 2 комплекта.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Собрать лабораторную установку (рисунок 4). На плиту 1, установить призму 1 с $\alpha=90^\circ$, призму 2 с углом раскрытия $\alpha=120^\circ$, индикаторы часового типа 3.

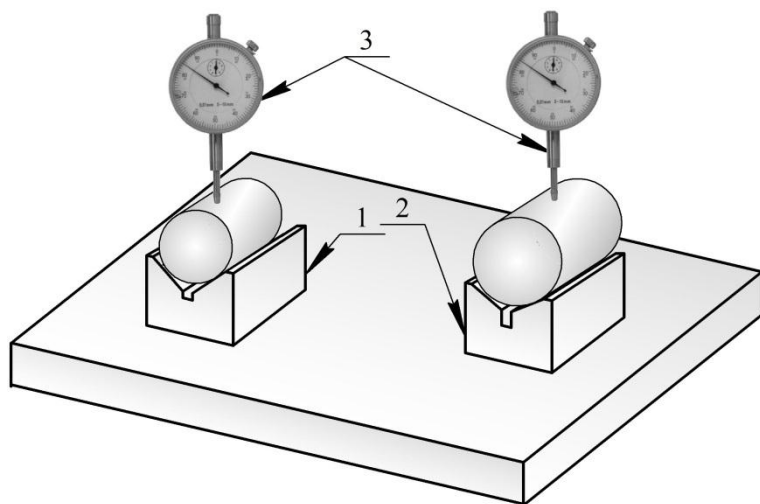


Рис. 4. Схема лабораторной установки

4.2. Замерить наружные диаметры образцов и внести значения в таблицу 1.

4.3. В каждой группе образцов выбрать образец с наименьшим диаметром и использовать его в качестве настроечной детали.

4.4. Используя выбранный образец, настроить индикаторы на «0».

4.5. Поочередно установить образцы в призму с углом наклона $\alpha = 90^\circ$, а затем в призму с углом наклона $\alpha = 120^\circ$ и с помощью индикаторов измерить отклонение. Полученные значения отклонений $\Delta h'$, $\Delta h''$ внести в графы табл. 1.

4.6. Определить разброс величины $\Delta h' - \Delta h''$ и результаты внести в табл. 1.

4.7. Рассчитать теоретическую величину погрешности базирования при условии базирования заготовок в призмы с углами $\alpha = 90^\circ$ и $\alpha = 120^\circ$ для групп образцов и результаты внести в табл. 1.

Таблица 1. Результаты выполненных измерений

№	d, мм	Показания индикатора, мм $\Delta h'$ ($\alpha=90^\circ$)	Показания индикатора, мм $\Delta h''$ ($\alpha = 120^\circ$)	$\Delta h' - \Delta h''$, мм	Расчетные значения $\varepsilon_{\text{баз}}$, мм	
					$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 120^\circ$

4.8. По данным табл. 1 построить графики зависимости погрешности базирования от точности изготовления валиков и угла наклона призмы.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Схемы базирования при проведении исследований.
- 5.4. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл. 1).
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований.
- 5.6. Выводы по работе

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Сформулируйте понятие «погрешность базирования».
- 6.2. Область применения призматических установочных элементов технологической оснастки.
- 6.3. Виды призматических установочных элементов технологической оснастки.
- 6.4. Технические требования к призматическим установочным элементам технологической оснастки.
- 6.5. Причины образования погрешности базирования при установке деталей на призматические установочные элементы технологической оснастки.
- 6.6. Способы снижения величины погрешности базирования.
- 6.7. Оцените степень влияния погрешности базирования на общую погрешность механической обработки.

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГOTOVKOK НА ДВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЯ И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНУЮ ИМ ПЛОСКОСТЬ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение основных факторов, влияющих на образование и величину погрешности базирования при установке заготовок на два цилиндрических отверстия и перпендикулярную им плоскость.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Установка заготовки на два цилиндрических отверстия с параллельными осями и перпендикулярную к ним плоскость используется при обработке деталей типа корпусов, плит и картеров. Ее преимущества: простота конструкции приспособления, возможность соблюдения постоянства баз на большинстве операций технологического процесса и относительно простая передача и фиксация заготовок на поточных и автоматических линиях. Эта схема обеспечивает большую доступность режущего инструмента к обрабатываемой заготовке. Такая установка наиболее пригодна для заготовок, имеющих размеры базовой плоскости, большие или сопоставимые с их высотой. Базовую плоскость заготовки подвергают чистовой обработке, а отверстия развертывают с точностью H8...H7. Установочными элементами служат опорные пластины и два жестких пальца. Наиболее распространенные конструкции установочных пальцев приведены на рис. 1. Установочные пальцы изготавливают из углеродистых и легированных сталей (У8, У10А, 65Г и др.) с термообработкой до *HRC* 56-61 или из конструкционных сталей (15ХН, 20, 20Х и др.) с цементацией на глубину 0.8...1.2мм с последующей закалкой до той же твердости. В ряде случаев их армируют твердым сплавом. Шероховатость рабочих поверхностей должна соответствовать $Ra = 1.25...0.32\mu m$. Точность обработки рабочих поверхностей 7...8 квалитет. При массе заготовки до 5 кг диаметр пальца не превышает 6 мм, при 15 кг – 10 мм, при 45 кг – 12 мм.

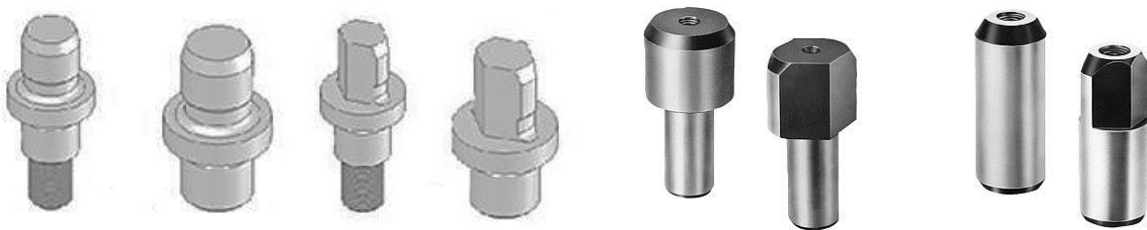


Рис.1. Установочные пальцы: конструктивное исполнение

Изготавливают установочные пальцы из углеродистых и легированных сталей (У7, У8, У10А, 65Г и др.) с термообработкой до твердости *HRC*

56...61 или из конструкционных сталей (15ХН, 20, 20Х и др.) с цементацией на глубину 0.8...1.2 мм с последующей закалкой до той же твердости. Шероховатость рабочих поверхностей должна соответствовать $Ra = 1.25...0.32$ мкм. Точность обработки рабочих поверхностей 7...8 квалитет. Погрешности установки на пальцы могут выражаться в смещении заготовок в радиальном направлении на размер зазора между поверхностями сопряжения.

Схема установки детали на пальцах показана на рис. 2, а. Заготовку 1 ставят на пластины. Палец 2 выполняют цилиндрической, а палец 3 - срезанной (ромбической) формы. Ввиду наличия допуска δ на расстояние L между осями базовых отверстий одно из них (рис. 2, б) может занимать при установке партии заготовок два предельных положения.

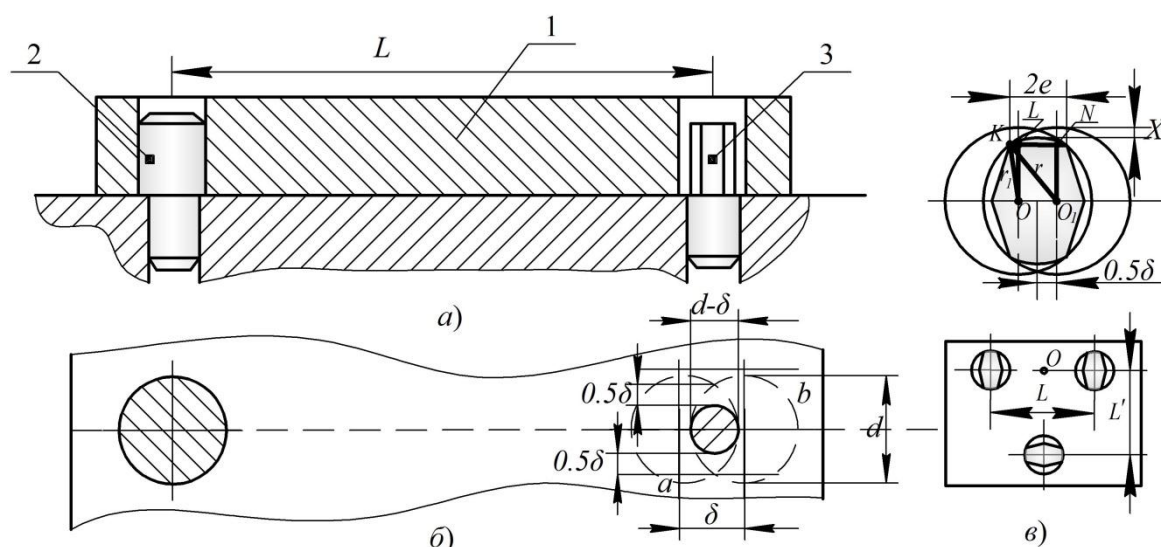


Рис. 2. Схема установки заготовки базовыми отверстиями на пальцы

Область, образованная пересечением двух окружностей a и b , относится ко всем заготовкам, данной партии. Если правый палец выполнить цилиндрическим, то его диаметр должен быть $d-\delta$; в этом случае возможно покачивание заготовки на левом пальце от среднего положения на величину $\delta/2$. Более целесообразна ромбическая (срезанная) форма пальца (рис. 2, в); конструктивно ее выполняют с цилиндрической ленточкой шириной $2e$. Величина покачивания заготовки при этом $x = r-r_1$, где r_1, r – радиусы ленточки и отверстия соответственно.

$$2e = \frac{d \cdot \Delta'}{2c} - c ,$$

где $\Delta' = 2\Delta$ – диаметральный зазор; $2c = \delta + \delta' - 2\Delta_1$; δ, δ' – допуски на размер L соответственно заготовки и приспособления; $2\Delta_1$ – диаметральный зазор при посадке заготовки на цилиндрический палец. При отрицательной величине $2c$ ромбический палец делают цилиндрическим.

Смещения заготовки от ее среднего положения в направлениях, перпендикулярных к оси цилиндрического пальца, определяются минимальным радиальным зазором Δ_1 , допуском δ_1 на диаметр базового отверстия, допуском на диаметр пальца δ'_1 и допуском на его износ δ_{1u} .

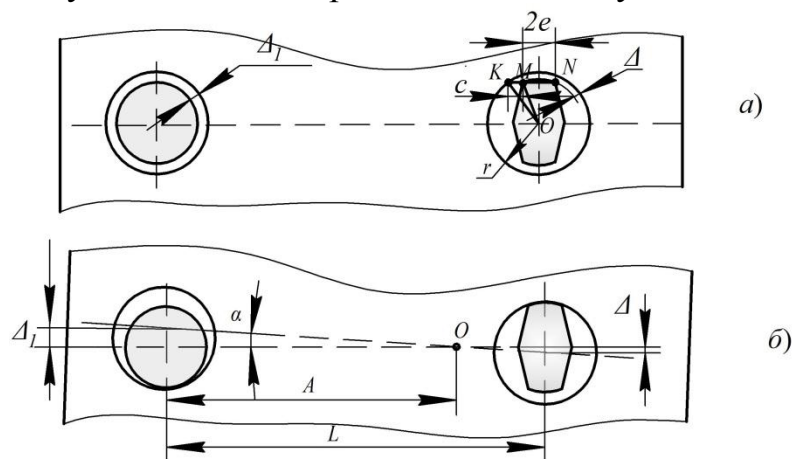


Рис. 3. Схема для расчета ширины ленточки ромбического пальца (а) и величины погрешности (б)

Наименьшее смещение $X_{1\min} = \Delta_1$, а наибольшее

$$X_{1\max} = 0,5\delta_1 + 0,5\delta'_1 + 0,5\delta_{1u}$$

По величинам смещений находят погрешность установки для выполняемых размеров (погрешность закрепления равна нулю).

Наибольший угол поворота с заготовки (рис. 3, б) от ее среднего положения можно найти по формуле

$$\sin \alpha \approx \frac{\Delta_1 + 0,5\delta_1 + 0,5\delta'_1 + 0,5\delta_{1u} + \Delta + 0,5\delta_2 + 0,5\delta'_2 + 0,5\delta_{2u}}{L},$$

где L – расстояние между осями базовых отверстий; Δ – минимальный радиальный зазор при посадке на срезанный палец (определяется зазором X на рис. 3, в); δ_2 – допуск на диаметр отверстия под срезанный палец; δ'_2 – допуск на диаметр ленточки срезанного пальца; δ_{2u} – допуск на износ срезанного пальца. Расстояние центра поворота от оси цилиндрического пальца

$$A = \frac{\Delta_1 + 0,5\delta_1 + 0,5\delta'_1 + 0,5\delta_{1u}}{\Delta_1 + 0,5\delta_1 + 0,5\delta'_1 + 0,5\delta_{1u} + \Delta + 0,5\delta_2 + 0,5\delta'_2 + 0,5\delta_{2u}} L.$$

Для уменьшения угла α (см. рис. 3, б) расстояние L следует брать наибольшим. При прямоугольной в плане базовой плоскости базовые отверстия располагают на концах ее диагонали.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

- 3.1. Стенд лабораторный – 1 шт.
- 3.2. Индикаторы часового типа ИЧ-02 – 3 шт.
- 3.3. Микрометр МК 0 – 25 – 1 шт.
- 3.4. Нутромер индикаторный НИ18 – 1 шт.

3.5. Штангенциркуль ШЦ-I – 1 шт.

3.6. Заготовки – 6 шт.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Получить инструменты, приборы и образцы деталей для выполнения лабораторной работы. Лабораторный стенд (рис. 4) состоит из плиты 1 с запрессованным цилиндрическим пальцем 2 и двумя ромбическими пальцами 3. Индикаторы 4, 5, 6 служат для определения смещения заготовки относительно цилиндрического и срезанных пальцев.

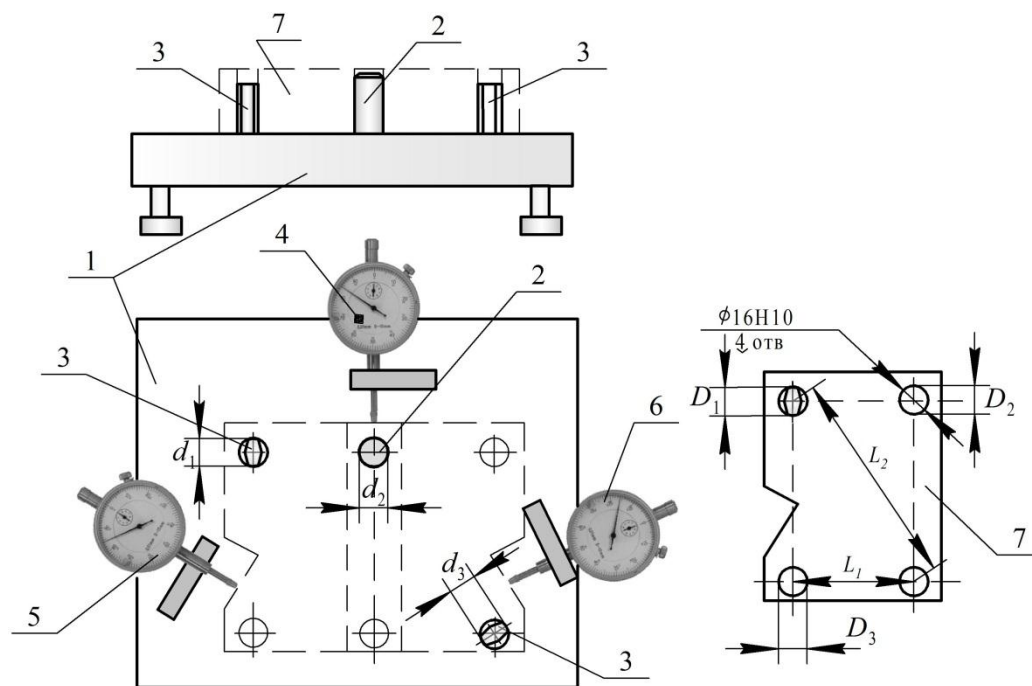


Рис. 4. Стенд лабораторный

4.2. Измерить диаметры отверстий в заготовках 7 D_1 , D_2 , D_3 .

4.3. Измерить диаметры установочных пальцев d_1 , d_2 , d_3 . Для каждой детали рассчитать радиальные зазоры в посадках Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 занести в табл. 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	$\Delta_1=0.5(D_1-d_1)$, мм	$\Delta_2=0.5(D_2-d_2)$, мм	$\Delta_3=0.5(D_3-d_3)$, мм
1			
2			
...			
...			
n			

4.4. Поочередно установить заготовки в приспособлении, базируя по отверстиям с межцентровым расстоянием $L=60\pm0,1$ мм. По индикатору 4 определить смещение $\Delta_{1\text{экс}}$ заготовок относительно цилиндрического пальца, а индикатору 5 смещение $\Delta_{2\text{экс}}$ заготовок относительно срезанного пальца.

4.5. По формуле $tg\alpha_{1экc}=(\Delta_{1экc}+\Delta_{2экc})/L_1$ определить экспериментальный угол поворота ($\Delta_{1экc}$, $\Delta_{2экc}$ – показание индикаторов 4, 5, L_1 – межцентровое расстояние). Значение $\alpha_{1рас}$ определить по формуле, приведенной в теоретической части.

4.6. Поочередно установить заготовки в приспособлении, базируя по отверстиям с межцентровым расстоянием $L=120\pm0,1$ мм. По индикатору 4 определить смещение $\Delta_{1экc}$ заготовок относительно цилиндрического пальца, а индикатору 6 смещение $\Delta_{3экc}$ заготовок относительно срезанного пальца.

4.7. По формуле $tg\alpha_{2экc}=(\Delta_{1экc}+\Delta_{3экc})/L_1$ определить экспериментальный угол поворота ($\Delta_{1экc}$, $\Delta_{2экc}$ – показание индикаторов 4, 6, L_1 – межцентровое расстояние). Значение $\alpha_{1рас}$ определить по формуле, приведенной в теоретической части.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Наименование работы.

5.2. Цель работы.

5.3. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл.).

5.4. Анализ полученных данных и выводы по работе.

Таблица 2. Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	$L_1 = 60\text{мм}$						$L_2 = 120\text{мм}$					
	$\Delta_{1экc}$, мм	$\Delta_{2экc}$, мм	$\alpha_{1экc}$, мм	$\alpha_{1рас}$, мм	X_{1max} эксп,мм	X_{1max} расч,мм	$\Delta_{1экc}$ мм	$\Delta_{3экc}$, мм	$\alpha_{2экc}$, мм	$\alpha_{1рас}$, мм	X_{2max} эксп,мм	X_{2max} расч.,мм
1												
2												
...												
...												
n												

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Сформулируйте понятие «погрешность базирования».

6.2. Область применения установочных пальцев.

6.3. Виды установочных пальцев технологической оснастки.

6.4. Технические требования к установочным пальцам.

6.5. Причины образования погрешности базирования при установке деталей на два отверстия и перпендикулярную к ним плоскость.

6.6. Способы снижения величины погрешности базирования при установке деталей на два цилиндрических отверстия и перпендикулярную к ним плоскость.

6.7. Факторы, определяющие ширину ленточки срезанного пальца.

6.8. Факторы, определяющие наибольший угол поворота заготовки при установке деталей на два цилиндрических отверстия и перпендикулярную к ним плоскость.

Лабораторная работа 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать влияния силы закрепления и шероховатости установочной поверхности заготовки на величину погрешности закрепления при различных схемах базирования

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Погрешность смещения заготовки ε представляет собой разность наибольшей и наименьшей проекций смещения измерительной базы на направление выполняемого размера при приложении к заготовке силы закрепления.

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} = (y_{\text{max}} - y_{\text{min}}) \cdot \cos \alpha,$$

где α – угол между направлением выполняемого размера и направлением смещения измерительной базы.

Сила закрепления должна надежно прижимать заготовку к опорам технологической оснастки. При неправильной схеме закрепления, когда это условие не обеспечивается, часто происходит поворот или смещение заготовки на значительную величину от исходного положения. Такое смещение вызывается неправильной схемой установки. Так, при закреплении в тисках (рис. 1) заготовка может повернуться вокруг точки О с нарушением контакта ее нижней базы с опорой тисков.

Смещение измерительной базы заготовки происходит в результате деформации звеньев цепи, через которую передается сила закрепления (заготовка–установочные элементы–корпус приспособления). Из всего баланса перемещений в этой цепи наибольшую величину имеют перемещения в стыке заготовка–установочные элементы. Контактные деформации в постоянных сопряжениях приспособления, деформации сжатия заготовки и деталей приспособления малы.

На рис. 2 показана схема образования погрешности закрепления при последовательном воздействии на заготовку зажимных сил W_1 и W_2 . При действии силы W_1 и W_2 заготовка может сместиться влево и вниз за счет контактных деформаций в стыке «заготовка–установочный элемент». Под действием силы W_1 произойдет смещение проекций выполняемого размера H , B – не произойдет. Под действием силы W_2 соответственно изменится размер « B », а размер « H » будет постоянным.

На погрешность, в значительной степени влияет направление действия зажимной силы. Если $\alpha = 0^\circ$, то $\cos(\alpha) = 1$, т.е. погрешность закрепления будет максимальна ($\Delta \varepsilon_{\text{зак.}H} = \max$), если сила W_1 и $\Delta \varepsilon_{\text{зак.}B} = \max$, если действует сила W_2 .

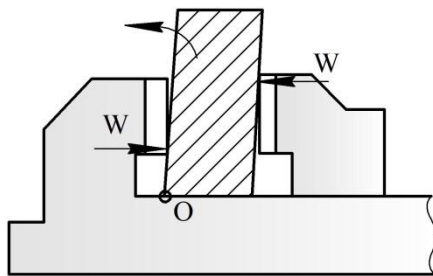


Рис. 1. Схема образования погрешности закрепления при установке заготовки в тисках

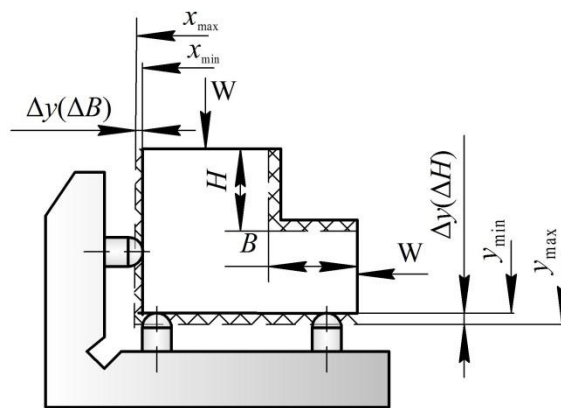


Рис. 2. Схема образования погрешности закрепления

При $\alpha = 90^\circ$, $\cos(\alpha) = 0$, погрешность закрепления равна нулю. Тогда $\Delta\epsilon_{\text{зак.В}} = 0$, если действует сила W_1 , а $\Delta\epsilon_{\text{зак.Н}} = 0$, если действует сила W_2 . Таким образом, необходимо стремиться к тому, чтобы сила зажима была направлена под $\alpha = 90^\circ$ к проекции выполняемого размера. При этом условии погрешность закрепления будет исключена ($\Delta\epsilon_{\text{зак}} = 0$).

При силовом замыкании сила зажима воздействует непосредственно на заготовку и через нее передается на установочные элементы и затем на корпус технологической оснастки.

Зависимость контактных деформаций для указанных стыков приспособления выражается в общем виде нелинейным законом

$$y = CW^n, \quad (1)$$

где W – сила, приходящаяся на опору ($n < 1$); C – коэффициент, характеризующий вид контакта, материал, шероховатость, структуру поверхностного слоя.

Для типовых случаев C и n находят экспериментально. Аналитическое решение контактной задачи затруднительно, так как на поверхностях заготовки имеются микро- и макронеровности, при соприкосновении которых с установочными элементами возникают неправильные и случайно расположенные места контакта. Наличие на этих поверхностях литевой корки или обезуглероженного слоя (у поковок), механические свойства которых отличны от глубинных слоев металла, создает особые условия возникновения контактных деформаций. Величина их обычно меньше глубины поверхностного слоя.

Величина контактных деформаций (Δy) зависит от характера действия силы зажима W и постоянства коэффициента C (C и n – устанавливаются экспериментально для каждого конкретного случая).

Погрешность закрепления зажимной силы можем рассматривать:

1. Как функцию непостоянства зажимной силы $\Delta \varepsilon_{\text{зак}} = f(W)$. Тогда, при $C = \text{const}$ и $n = \text{const}$ подставляем данные значения в уравнение 1, получим,

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(W) = \frac{C}{W_{\text{max}}^n - W_{\text{min}}^n}.$$

Обозначим $W_{\text{max}}/W_{\text{min}}=K$ и примем величину W_{cp} за расчетную.

$$W_{\text{cp}} = 0.5(W_{\text{max}} + W_{\text{min}}),$$

тогда
$$W_{\text{min}} = \frac{2 \cdot W_{\text{cp}}}{K + 1}, \quad W_{\text{max}} = \frac{2 \cdot K \cdot W_{\text{cp}}}{K + 1}.$$

После преобразования получаем:

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} = \frac{2^n C_{\text{cp}} \cdot W_{\text{cp}}^n \cdot (K - 1)^n \cdot \cos \alpha}{(K + 1)^n}$$

2. Как функцию непостоянства коэффициента «C».

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} = f(C), \text{ при } W = \text{const} \text{ и } n = \text{const} \quad \Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(C) = (C_{\text{max}} - C_{\text{min}}) \cdot W_{\text{cp}}^n \cdot \cos \alpha$$

Коэффициент «C» является комплексным и учитывается действие нескольких параметров. Установить аналитическую зависимость каждого в отдельности параметра (являющиеся случайными величинами) не представляется возможным. Практика показывает, что разброс экспериментальных точек, характеризующих величину перемещения, при $W = \text{const}$ составляет до $\pm 10\%$ от среднего значения. Значит можно записать

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(C) = 0.2 C_{\text{cp}} \cdot W_{\text{cp}}^n \cdot \cos \alpha.$$

При закреплении заготовок в технологической оснастке возникают упругие силы, которые вызывают отжим ее узлов и вызывают смещение заготовки. В результате возникает дополнительная составляющая – погрешность закрепления $\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(j)$ которая определяется как функция непостоянства силы зажима

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}}(j) = A \cdot C_{\text{cp}} \cdot W_{\text{cp}}^n \cdot \cos \alpha$$

Полная погрешность закрепления, полагая, что распределение случайных величин ($\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(W)$, $\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(j)$, $\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(C)$) подчиняется нормальному закону, будет равна

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} = \sqrt{[\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(W) + \Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(j)]^2 + \Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(C)}$$

Из анализа приведенных выражений следует, что $\varepsilon_{\text{зак}} = 0$ при использовании устройства, обеспечивающих большую силу зажима заготовок ($W = \text{const}$), однородном качестве и однородности поверхностного слоя базовых поверхностей заготовок ($C = \text{const}$), повышении жесткости стыков и узлов приспособления, воспринимающих зажимную силу и влияющих при их деформации на положение обрабатываемой заготовки, а также в том случае, когда сила зажима направлена перпендикулярно к направлению выдерживаемого размера ($\alpha = 90^\circ$).

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

- 3.1. Лабораторная установка для выполнения испытаний.
- 3.2. Головка измерительная рычажно-зубчатая 1ИГ – 1 шт.
- 3.3. Набор образцов для проведения опытов.
- 3.4. Набор образцов шероховатости поверхности.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить конструкцию лабораторного стенда (рис. 3). Стенд состоит из базовой плиты 1 с установленными на нем сварными корпусами 2 и 9. В корпусе 2 закреплен сменный установочный элемент 3 (на рисунке показана призма) и измерительное устройство 4 с наконечником 5, контактирующим с образцом 16. Для создания усилия зажима образца 16 на корпусе 2 установлен пневмоцилиндр 6 с толкателем 8. Сжатый воздух в пневмоцилиндр подается по трубопроводам 15 через муфту 7. На корпусе 9 собран блок управления стендом, включающий в себя фильтр 10, редукционный клапан 11, манометр 12 и кран 13.

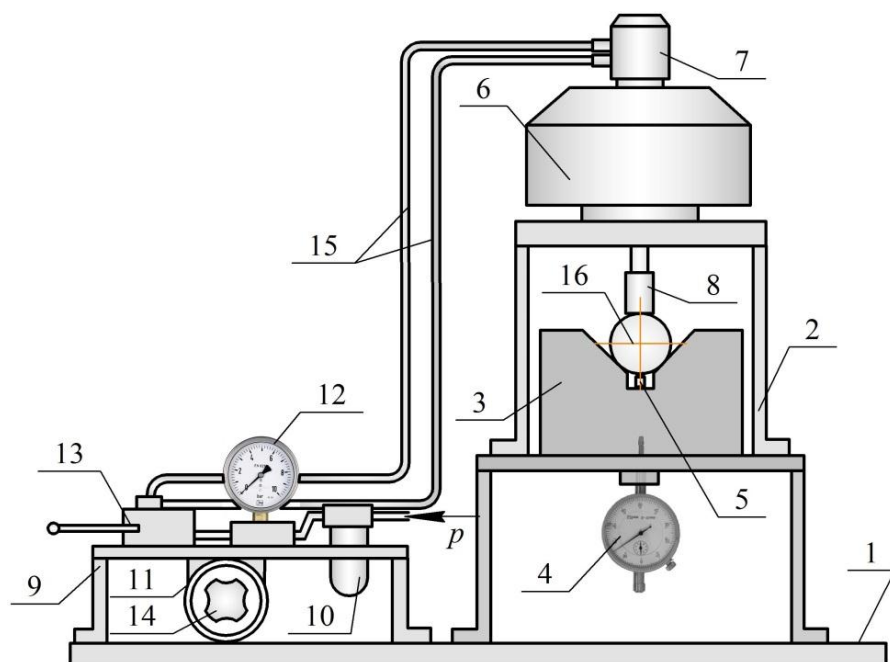


Рис 3. Стенд
Лабораторный
пневматический

4.2. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности при работе на лабораторном стенде с пневматическим приводом.

4.3. Установить и закрепить установочные опоры.

4.4. Установить на установочные опоры заготовку и выставить индикатор с ценой деления 0.001мм на «0».

4.5. При данной схеме базирования произвести исследования погрешности закрепления при условии, что $C=const$, а $W \neq const$. Давление воздуха, подаваемого в пневмоцилиндр, устанавливать через заданные преподавателем интервалы, используя рукоятку 14 (см. рис. 3). Показания манометра

12 и измерительного прибора 4 занести в табл. 1. Расчет величины усилия закрепления $W_{рас}(Н)$ произвести по зависимости

$$W_{рас} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p \cdot \eta}{4},$$

где d – диаметр пневмоцилиндра, ($d = 0,15$ м); p – давление воздуха, МПа; η – КПД пневмопривода, ($\eta = 0.85$).

Таблица 1. Результаты испытаний $\Delta \varepsilon_{зак} = f(W)$

№	Конструкция установочного элемента								
	Призмы			Установочные опоры			Установочные планки		
	p , МПа	$W_{рас}$, Н	y , мкм	p , МПа	$W_{рас}$, Н	y , мкм	p , МПа	$W_{рас}$, Н	y , мкм

4.6. Используя данную схему базирования выполнить исследования погрешности закрепления при условии, что W и $n = const$. Предварительно, используя эталонные образцы шероховатости, определить классы шероховатости поверхности устанавливаемых деталей, выполненных из одного материала. Установить фиксированное давление воздуха в пневмоцилиндре (величина задается преподавателем) и поочередно выполнить закрепление заготовок, фиксируя величину их смещения при зажиме. Данные эксперимента записать в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний $\Delta \varepsilon_{зак} = f(C)$

p , МПа=		Конструкция установочного элемента		
$W_{рас}$, Н=		Призмы	Установочные опоры	Установочные планки
№	R_z , мкм	y , мкм	y , мкм	y , мкм

4.7. Снять установочные опоры и установить установочные планки и закрепить их.

4.8. Повторить исследования согласно пунктов 4.5 и 4.6, заполнить соответствующие графы в табл. 1 и 2.

4.9. Произвести замену установочных планок на призму.

4.10. Повторить исследования согласно пунктов 4.5 и 4.6, заполнить соответствующие графы в табл. 1 и 2.

4.11. На основе экспериментальных данных построить зависимости смещения заготовки для каждой схемы базирования. Примеры графических интерпретаций результатов исследований приведены на рис. 4.

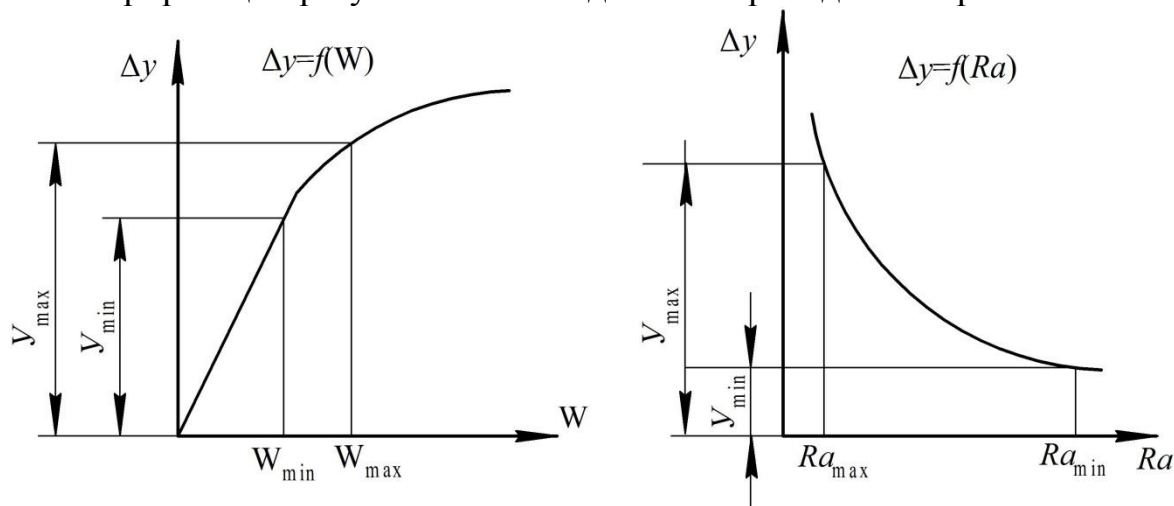


Рис. 4. Пример графической интерпретации результатов исследований

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Схемы базирования при проведении исследований.
- 5.4. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл. 1,2).
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований.
- 5.6. Выводы по работе

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Сформулируйте понятие «погрешность закрепления».
- 6.2. Причины образования погрешности закрепления.
- 6.3. Как влияет на погрешность закрепления жесткость элементов технологической системы?
- 6.4. Как влияет на погрешность закрепления материал детали?
- 6.5. Поясните влияние величины усилия закрепления на погрешность закрепления.
- 6.6. Как влияет на погрешность закрепления шероховатость поверхности детали?
- 6.7. Способы снижения величины погрешности закрепления.
- 6.8. Оцените степень влияния погрешности закрепления на общую погрешность механической обработки.

Лабораторная работа 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСИЛИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ УСТАНОВКЕ ИХ НА МАГНИТНУЮ ПЛИТУ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию, принцип работы и исследовать влияние конструктивных и технологических факторов на усилие закрепления заготовок в технологической оснастке с постоянными магнитами.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Энергия магнитов в станочных приспособлениях используется на шлифовальных, строгальных, фрезерных, расточных и др. станках. Магнитная технологическая оснастка (рис. 1) предназначена для закрепления плоских стальных и чугунных заготовок при их обработке на металлорежущих станках и при слесарной обработке. Магнитные зажимы при эксплуатации по сравнению с механическими, имеют ряд преимуществ: сокращают затраты вспомогательного времени на закрепление и съем заготовок (в 5...8 раз по сравнению с закреплением в механических тисках); имеют простую и жесткую конструкцию, обеспечивающую качественное постоянство обработки, простое и удобное управление; продолжительность эксплуатации до 10 лет и более.

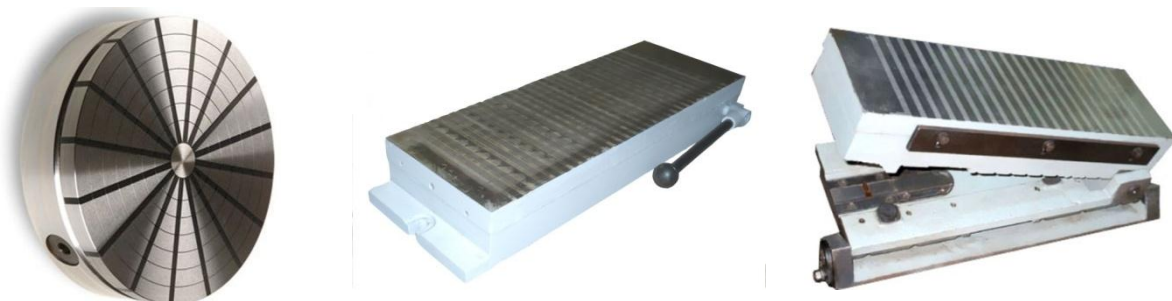


Рис. 1. Конструктивные исполнения оснастки с постоянными магнитами

Основой магнитной технологической оснастки является магнитная система, включающая постоянные магниты или намагничивающие катушки и магнитопроводы, проводящие энергию к рабочей поверхности.

В зависимости от источника зажима магнитная технологическая оснастка может быть двух видов: электромагнитная и с постоянными магнитами. Электромагнитная технологическая оснастка рекомендуется для применения на станках, оснащенных абразивным инструментом, так как, попадая в зону действия электромагнитного поля, стальной инструмент намагничивается, и его режущие свойства снижаются.

Принципиальное устройство плиты с литыми постоянными магнитами показано на рис. 2. Принцип управления плитами с постоянными маг-

нитами получил название шунтирования. Малогабаритная магнитная плита состоит из ряда параллельно установленных элементарных магнитных систем. Плита с литыми магнитами (плита показана во включенном состоянии) состоит из стального основания 1, алюминиевой рамки 2, крышки 3 и подвижного магнитного блока, размещенного в рамке между основанием и крышкой приспособления. Магнитный блок собран в стальной рамке 5, напоминающей собой сепаратор, в котором через немагнитные прослойки 6 закреплены литые магниты 4. Продольное перемещение блоку сообщается эксцентриковым механизмом, состоящим из рукоятки 11, эксцентрикового валика (на рисунке не показан) и серьги 7. Крышка плиты представляет собой сборный узел, состоящий из стального корпуса 8 и стальных вкладышей-полюсников 10, отделенных от корпуса немагнитной прослойкой 9. При перемещении блока влево произойдет шунтирование магнитного потока Φ_p и деталь можно будет снять с технологической оснастки.

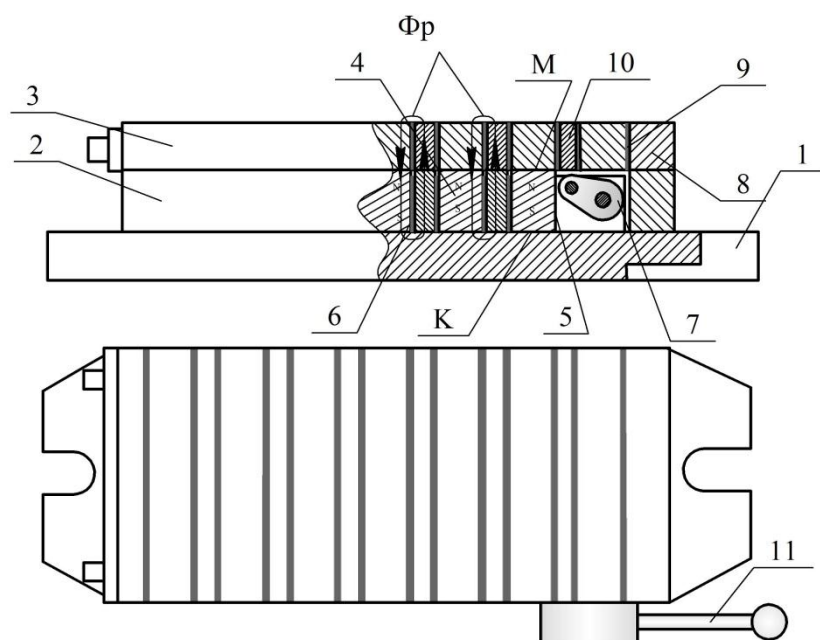


Рис. 2. Плита с постоянными магнитами

Промежутки между полюсами магнитов рекомендуется заполнять латунями и бронзами. Из алюминия, силумина и других сплавов на основе алюминия и магния (АЛ11, АЛ10В) следует изготавливать основания, корпуса, рамки и другие детали. Чугун немагнитный рекомендуется для изготовления ответственных деталей: корпусов, оснований, плит, рамок и других, подвергающихся механическим нагрузкам. Пластмассу на основе эпоксидных смол рекомендуют для заливки пространства между полюсами магнитов, стали жаростойкие (12Х18Н9Т, 12Х18Н10Г, и т. д.) – для изготовления ответственных деталей: плит, оснований и др. Постоянные магниты изготавливают из инструментальных сталей с высоким содержанием углерода или легированных, ферромагнитных материалов, способных сохранять намагниченность в условиях сторонних помех. Для изготовления

магнитных приспособлений применяют также керамические оксидно-бариевые магниты, которые более экономичны и в своем составе не имеют дефицитных компонентов.

Сила P (Н) притяжения рабочей поверхности магнитной технологической оснастки может быть рассчитана по формуле

$$P = 4.06 \cdot 10^{-4} \cdot B^2 \cdot F,$$

где S – площадь, находящаяся под действием магнитного потока, м^2 ; B – магнитная индукция, Вб/м^2 .

Удельная сила притяжения

$$P_{yo} = \frac{P}{F_{on}},$$

где F_{on} – активная площадь поверхности заготовки, м^2 .

В зависимости от класса точности удельная сила притяжения в зависимости от класса точности должна находиться в пределах $(16...25) \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ для электромагнитных прямоугольных плит и в пределах $(14...20) \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ для прямоугольных плит с постоянными магнитами. Остаточная сила притяжения в выключенной плите $5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$. Усилие переключения не более 40 Н.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рис. 3) состоит из плиты 1, с установленной на ней магнитной плитой 2, гидроцилиндра 7 с толкателем 5, индикатором часового типа 6 и гидравлической станции, включающей в себя ёмкость для масла 10, вентили управления 8, 9, 11, 12, ручной поршневого насос 14 с рукояткой 15 и манометр 13. Перед началом работы с лабораторной установкой вентили 9, 12 должны быть закрыты, а 8 и 11 – открыты.

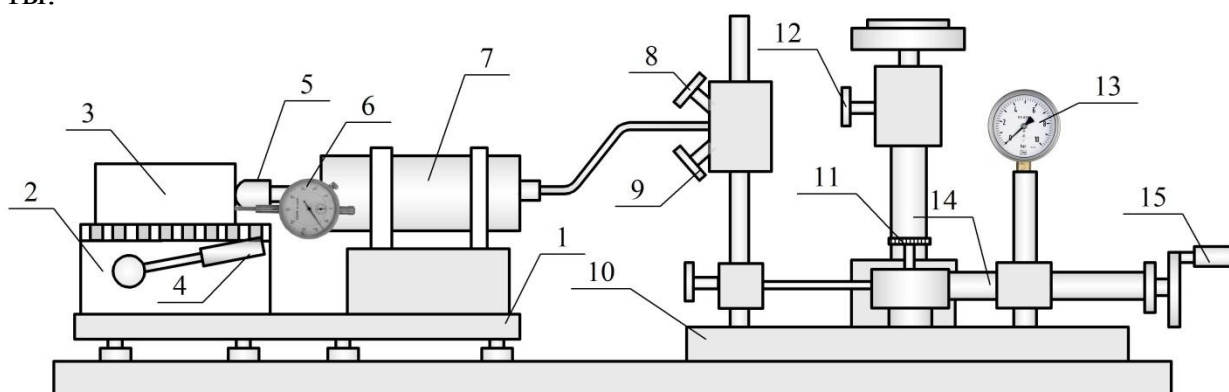


Рис. 3. Схема лабораторной установки

3.2. Индикатор часового типа ИЧ02 – 1 шт.

3.3. Штангенциркуль ШЦ-II – 1 шт.

3.4. Стальные образцы с различной шероховатостью базовых поверхностей и одинаковыми конструктивными размерами – 6 шт.

3.5. Стальные образцы с одинаковой шероховатостью базовых поверхностей и различными размерами заготовок по площади – 8 шт.

3.6. Набор образцов шероховатости поверхности

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Исследование влияния шероховатости поверхности заготовок на усилие её закрепления на магнитной плите.

4.1.1. Определить площадь базовой поверхности детали.

4.1.2. На магнитную плиту поперек ее полюсов установить заготовку с заранее определенной шероховатостью поверхности так, что бы в торец заготовки упирался толкатель 5 гидроцилиндра 7. Поворотом рукоятки 4 магнитной плиты 2 закрепить деталь 3 на плите. При вращении рукоятки 15 (сначала против часовой стрелки, а затем, закрыв вентиль 11, по часовой стрелке) масло нагнетается в рабочую полость цилиндра 7, вызывая перемещение толкателя 5 и силовое воздействие его на заготовку 3. Величина давления p в полости гидроцилиндра, обуславливающее величину сдвигающей силы $Q_{экс}$, отсчитывается по манометру 13, в момент изменения показания индикатора 6, наконечник которого должен контактировать с торцом детали 3. Опыт повторить не менее 3-х раз. Среднее значение замеров давления p записать в таблицу 1.

4.1.3. Повторить пункт 4.1.2 для всех образцов, входящих в комплект.

4.1.4. Рассчитать величину сдвигающей силы $Q_{экс}$, результаты расчётов записать в табл. 1. Значения $Q_{экс}$ рассчитывается по формуле

$$Q_{экс} = 0.25\pi \cdot P \cdot d^2 \cdot \eta ,$$

где p – давление в гидроцилиндре, МПа; d – диаметр поршня гидроцилиндра, ($d = 0,030\text{м}$); η – КПД гидроцилиндра, $\eta = 0,80$.

4.1.5. Рассчитать величину силы закрепления заготовок на магнитной плите $Q_{рас}$, результаты расчетов записать в табл. 1. Значение $Q_{рас}$ рассчитывается по формуле $Q_{рас} = q \cdot F$, где q – удельная сила притяжения, $q = 0,7..1,0 \text{ МН/м}^2$; F – площадь контакта заготовки с плитой, м^2 .

Таблица 1. Экспериментальные данные и результаты расчетов $Q_{экс}=f(R_a, R_z)$

№	R_z , мкм	p , МПа	$Q_{экс}$, Н	$Q_{рас}$, Н	K

4.1.6. Рассчитать значения коэффициента K учитывающий потери силы зажима, результаты расчетов записать в табл. 1.

$$K = \frac{Q_{\text{экс}}}{Q_{\text{рас}}} .$$

4.2. Исследование влияния активной площади контакта заготовки с магнитной плитой на величину усилия её закрепления.

4.2.1. На магнитную плиту поперек ее полюсов установить заготовку так, что бы в торец заготовки упирался толкатель 5 гидроцилиндра 7. Поворотом рукоятки 4 магнитной плиты 2 закрепить деталь 3 на плите.

4.2.2. Определить активную площадь контакта заготовки.

Активная площадь контакта заготовки с плитой (площадь поперечного сечения полюсов плиты, перекрываемых прямоугольной заготовкой) находится графически, путем нанесения на миллиметровую бумагу линий, определяющих размеры полюсов и контур заготовки (рис. 4).

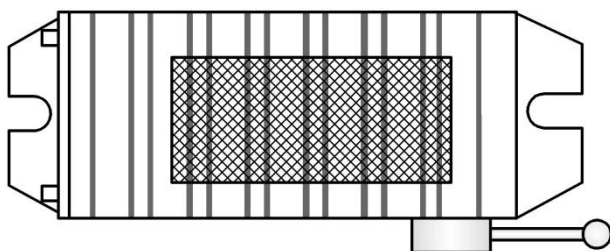


Рис. 4. Схема определения активной площади контакта (заштрихованная зона)

4.2.3. Вращая рукоятку 15 (сначала против часовой стрелки, а затем, закрыв вентиль 11, по часовой стрелке) масло нагнетается в рабочую полость цилиндра 7, вызывая перемещение толкателя 5 и силовое воздействие его на заготовку 3. Величина давления p в полости гидроцилиндра, обуславливающее величину сдвигающей силы $Q_{\text{экс}}$, отсчитывается по манометру 16, в момент изменения показания индикатора 6, наконечник которого должен контактировать с торцом детали 3. Опыт повторить не менее 3-х раз. Среднее значение замеров давления p записать в табл. 2.

4.2.3. Повторить пункт 4.2.3. для всех образцов с разной площадью, входящих в комплект.

4.2.4. Рассчитать величину сдвигающей силы $Q_{\text{экс}}$, результаты расчетов записать в таблицу 2.

4.2.5. Рассчитать величину силы закрепления заготовок на плите $Q_{\text{рас}}$, результаты расчетов записать в табл. 2. Значение $Q_{\text{рас}}$ рассчитывается по формуле $Q_{\text{рас}} = q \cdot F_{\text{ак}}$, где q – удельная сила притяжения, $q = 0,7..1,0$ МН/м²; $F_{\text{ак}}$ – активная площадь контакта заготовки с плитой, м².

4.2.6. Рассчитать значения коэффициента K , учитывающий потери силы зажима, результаты расчетов записать в табл. 2.

4.3 По данным экспериментов построить графики зависимостей $Q_{\text{экс}} = f(R_a, R_z)$ и $Q_{\text{экс}} = f(F)$ (рис. 5).

4.4. Сделать выводы о влиянии исследованных факторов на величину силы закрепления заготовок при установке их на магнитную плиту.

Таблица 2. Экспериментальные данные и результаты расчетов $Q_{\text{экс}}=f(F)$

№	$F, \text{м}^2$	$p, \text{МПа}$	$Q_{\text{экс}}, \text{Н}$	$Q_{\text{рас}}, \text{Н}$	K

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Схемы базирования при проведении исследований.
- 5.4. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл.1, 2).
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований.
- 5.6. Выводы по работе.

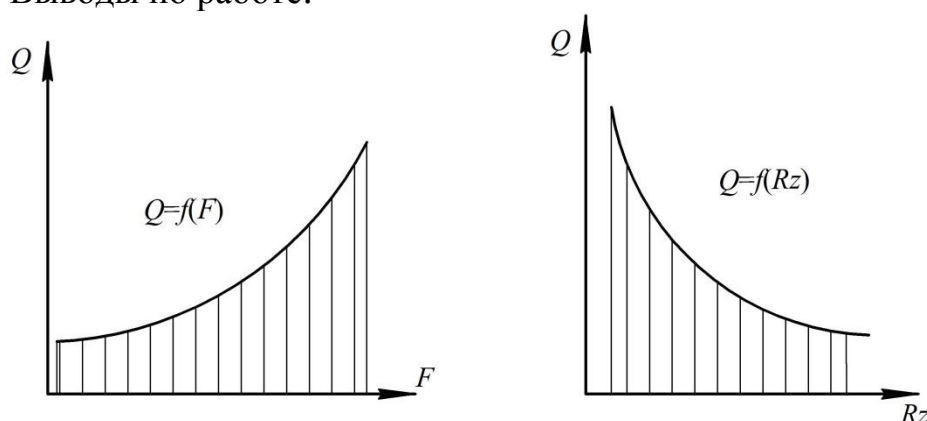


Рис. 5. Пример графической интерпретации результатов исследований

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения магнитной технологической оснастки.
- 6.2. Виды технологической оснастки с магнитным приводом.
- 6.3. Пояснить принцип работы магнитной плиты с постоянными магнитами.
- 6.4. Технические требования к конструкции технологической оснастки с магнитным приводом
- 6.5. Поясните суть метода шунтирования магнитного потока.
- 6.6. Факторы, влияющие на усилие закрепления на магнитной технологической оснастке.
- 6.7. Как влияет на усилие закрепления шероховатость поверхности детали.
- 6.8. Как влияет на усилие закрепления активная площадь контакта поверхности детали с магнитной плитой.
- 6.9. Как определяется активная площадь контакта.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСИЛИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию, принцип работы и влияние основных факторов на величину усилия закрепления заготовок в технологической оснастке с электромеханическим приводом.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Электромеханический привод (рис. 1) применяют для перемещения зажимных устройств технологической оснастки, используемых на токарно-револьверных, фрезерных, агрегатных станках и автоматических линиях. Приспособления-спутники для установки заготовок, обрабатываемых на автоматических линиях, имеют винтовые зажимы, вращаемые от электроключей. По принципу действия приводы ЭМЗУ делятся на статические и динамические. В статических ЭМЗУ сила зажима создается за счет электромагнитного момента двигателя, а в динамических как за счет электромагнитного момента двигателя так и за счет кинетической энергии вращающихся деталей, за вычетом потерь на трение. Величина этой силы определяется настройкой динамометрирующих упругих элементов.



Рис. 1. Конструктивные исполнения электромеханических приводов технологической оснастки

Электромеханический привод состоит из электродвигателя, редуктора и винтовой пары. На рис. 2 показана схема зажимного устройства с электромеханическим приводом для стационарного приспособления. От электродвигателя 1 вращение через муфту 2, редуктор 3 и зубчатую муфту 4 передается на ходовой винт 7, с последующим преобразованием его в возвратно - поступательное перемещение ползуна 8 с помощью которого деталь 11 прижимается прихватом 10 к призмам 9 и создается натяжение всех звеньев системы. Пружина 5 служит для регулирования величины передаваемого муфтой 4 крутящего момента $M_{кр}$. Когда достигнута заданная сила зажима, правая полумуфта 4 преодолевает сопротивление пружины 5, натяжение которой регулируется гайками 6, отжимается влево и вследствие трапецевидной формы зубьев, проскальзывает. При перемещении полумуфта нажимает конечный выключатель и электродвигатель отключается.

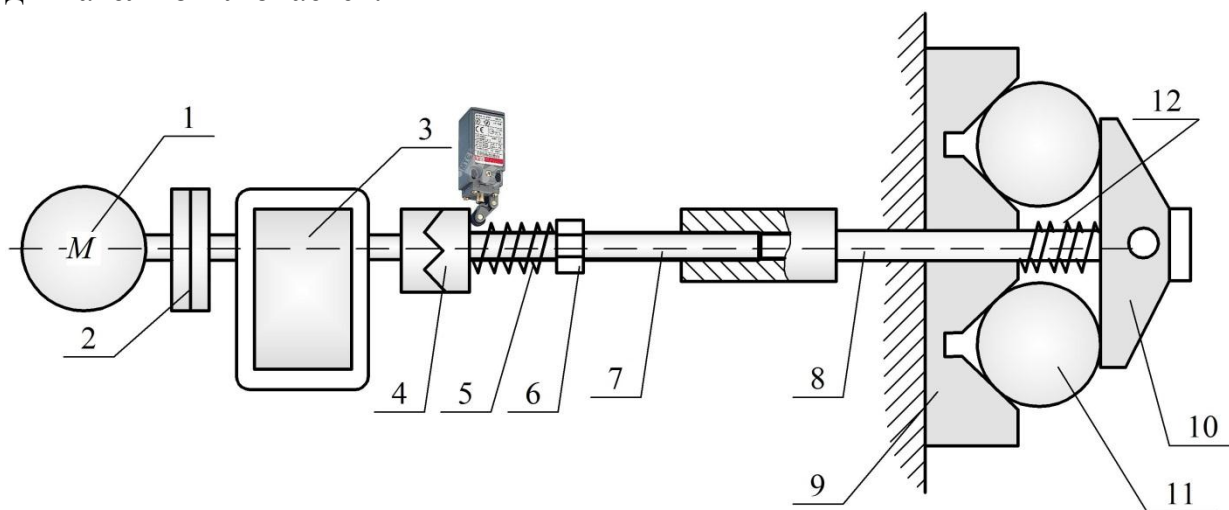


Рис. 2. Принципиальная схема технологической оснастки с электромеханическим приводом

При проектировании технологической оснастки с электромеханическим приводом, наряду с необходимой силой зажима для правильного расчета величины усилия закрепления необходимо учитывать марки материалов контактирующих элементов (установочных, установочно-зажимных и состояние установочных и зажимных поверхностей заготовок).

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рис. 3) состоит из плиты 21, с установленным на ней приспособлением с электромеханическим приводом, состоящее из станочных тисков 1, электродвигателя 12, муфты 11, редуктора 10, зубчатой муфты 9, пружины 8 и регулировочных гаек 7, гидроцилиндра 2, установленного на стойке 4, индикатора часового типа 13 и гидравлической станции, включающей в себя ёмкость для масла 16, вентили управле-

ния 14, 15, 17, ручной поршневого насос 19 и манометр 18. Перед началом работы с лабораторной установкой вентиль 15 должны быть закрыт, а 14 и 17 – открыты.

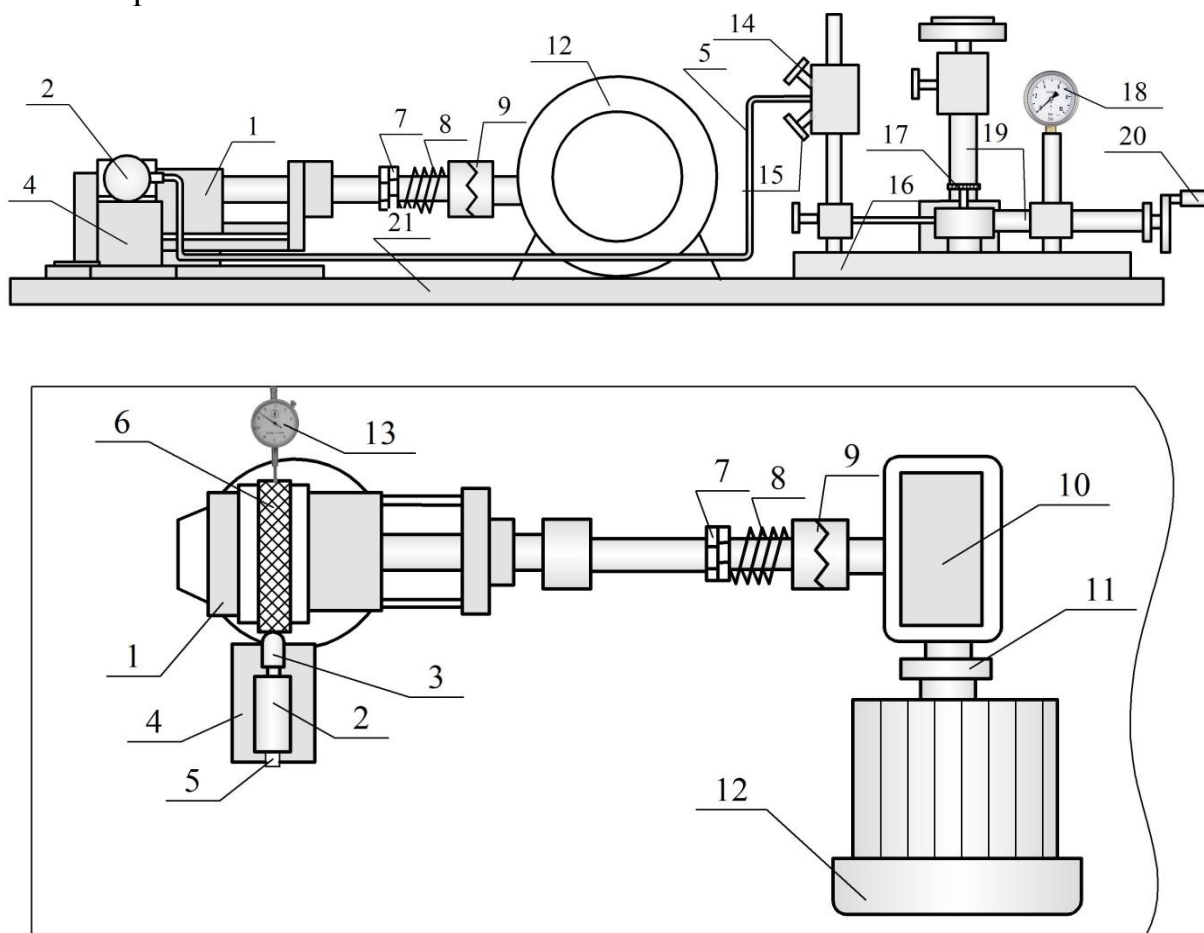


Рис. 3. Лабораторная установка

- 3.2. Индикатор часового типа ИЧ02 – 1 шт.
- 3.3. Штангенциркуль ШЦ-II – 1 шт.
- 3.4. Стальные образцы с различной шероховатостью базовых поверхностей и одинаковыми конструктивными размерами – 6 шт.
- 3.5. Стальные образцы с одинаковой шероховатостью базовых поверхностей и одинаковыми конструктивными размерами – 6 шт.
- 3.6. Гладкие, рифленые и прерывистые установочно-зажимные элементы.
- 3.7. Набор слесарного инструмента.
- 3.8. Набор образцов шероховатости поверхности.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 4.1. Установить и закрепить на губках тисков гладкие зажимные элементы.
- 4.2. Установить в тиски образец с заранее определенной шероховатостью поверхности так, что бы в торец заготовки упирался толкатель 3 гид-

роцилиндра 2. Включить электродвигатель и закрепить образец в технологической оснастке.

4.3. Вращая рукоятку 20 (сначала против часовой стрелки, а затем, закрыв вентиль 17, по часовой стрелке) создать давление в рабочей полости цилиндра 2, вызывая перемещение толкателя 3 и силовое воздействие его на заготовку 6. Величина давления p в полости гидроцилиндра, обуславливающее величину сдвигающей силы $Q_{экс}$, отсчитывается по манометру 18, в момент изменения показания индикатора 6, наконечник которого должен контактировать с торцом детали 6. Опыт повторить не менее 3-х раз. Среднее значение замеров давления p записать в табл. 1.

4.4. Повторить пункт 4.3 для всех образцов, входящих в комплект.

4.5. Рассчитать величину сдвигающей силы $Q_{экс}$, $Q_{экс}=0,25\pi p \cdot d^2 \cdot \eta$, где p – давление в гидроцилиндре, МПа; d – диаметр поршня гидроцилиндра, $d=30$ мм; η – КПД гидроцилиндра, $\eta=0,85$. результаты расчетов записать в таблицу 1. 4.6. Установить и закрепить на губках тисков рифленые зажимные элементы.

4.7. Повторить пункты 4.2...4.5 для всех образцов, входящих в комплект.

Таблица 1. Экспериментальные данные и результаты расчетов $Q=f(Rz)$.

	№	Rz , мкм	p , МПа	$Q_{экс}$, Н	$Q_{рас}$, Н	К
Гладкие зажимные элементы						
Рифленые зажимные элементы						

4.8. Рассчитать величину силы закрепления образцов в технологической оснастке с электромеханическим зажимом на $Q_{рас}$, результаты расчетов записать в табл. 1.

Значение $Q_{рас}$ рассчитывается по формуле

$$Q_{рас} = \frac{M_{кр} \cdot i \cdot \eta}{r_{ср} \cdot tg(\alpha + \varphi)} \cdot 10^2 = 7126 \cdot 10^3 \frac{N \cdot i \cdot \eta}{n \cdot r_{ср} \cdot tg(\alpha + \varphi)},$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент электродвигателя, Нм; $r_{ср}$ – средний радиус резьбы винта, м; n – число оборотов электродвигателя в минуту, мин⁻¹; i – передаточное отношение редуктора; η – к.п.д. редуктора; α – угол подъема резьбы винта, град; φ – угол трения в резьбовом соединении, град; N – мощность двигателя, кВт.

4.9. Рассчитать значения коэффициента K учитывающий потери силы зажима, результаты расчетов записать в табл. 1.

$$K = \frac{Q_{экс}}{Q_{рас}}.$$

4.10. По данным эксперимента построить графики зависимости $Q=f(Rz)$ для различных видов зажимных элементов технологической оснастки.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Схемы базирования образцов при проведении исследований.
- 5.4. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл. 1).
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований.
- 5.6. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения технологической оснастки с электромеханическим приводом
- 6.2. Виды технологической оснастки с электромеханическим приводом.
- 6.3. Пояснить принцип работы технологической оснастки с электромеханическим приводом
- 6.4. Технические требования к конструкции технологической оснастки с электромеханическим приводом
- 6.5. Факторы, влияющие на усилие закрепления в технологической оснастке с электромеханическим приводом.
- 6.6. Как влияет на усилие закрепления шероховатость поверхности детали.
- 6.7. Достоинства и недостатки технологической оснастки с электромеханическим приводом.

Лабораторная работа 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСИЛИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ С ВАКУУМНЫМ ПРИВОДОМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию, принцип работы и влияние основных факторов на величину усилия закрепления заготовок в технологической оснастке с вакуумным приводом.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Технологическая оснастка с вакуумным приводом (рис. 1) применяется для закрепления на станках при чистовой обработке плоских и вогнутых, относительно тонкостенных, подверженных деформации заготовок, которые могут деформироваться при приложении сил зажима на небольших поверхностях способом непосредственной передачи атмосферного давления на закрепляемую заготовку. В технологической оснастке с вакуумным зажимом между базовой поверхностью заготовки и полостью оснастки создается разрежение – вакуум, и обрабатываемая заготовка прижимается к опорным поверхностям оснастки избыточным атмосферным давлением.

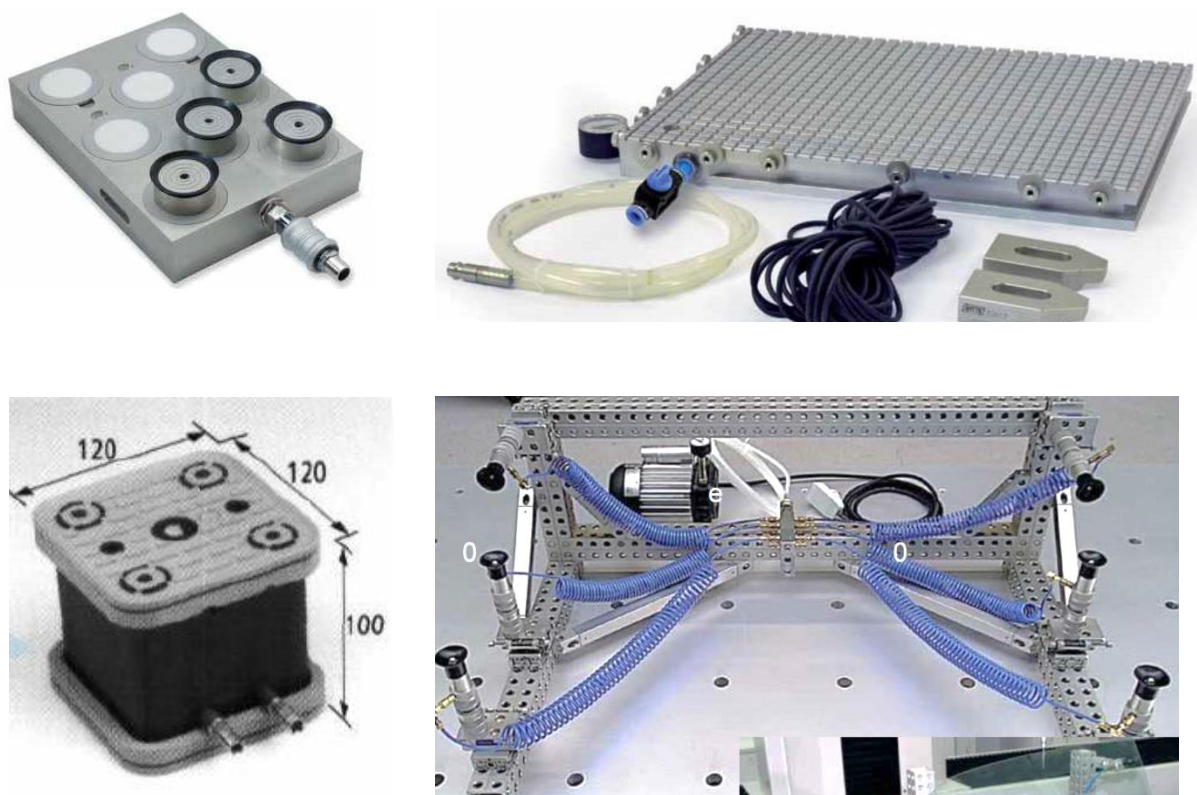


Рис. 1. Конструктивные исполнения технологической оснастки с вакуумным приводом

На рис. 2 показаны схемы технологической оснастки с вакуумным приводом. В корпусе 2 оснастки имеется центрирующая выточка (рис. 1, а), в которую плоской базовой поверхностью устанавливают обрабатываемую заготовку 1. Между нижней поверхностью заготовки 1 и корпусом 2 оснастки образуется изолированная от атмосферы полость (вакуумная полость). Вакуумная полость трубопроводами через панель управления 5 соединена с ресивером 7 для быстрого образования вакуума в полости и вакуумным насосом 6. При создании вакуума в полости избыточное атмосферное давление равномерно прижимает заготовку 1 к установочной поверхности корпуса 2. Герметичность полости технологической оснастки обеспечивает резиновый уплотнитель 4. После обработки вакуумная полость сообщается с атмосферой и деталь освобождается. В технологической оснастке показанной на рис. 2, б для равномерного прижима заготовки 1 на установочной поверхности корпуса 2 выполнено большое количество мелких отверстий, сообщающихся при закреплении с вакуумной полостью.

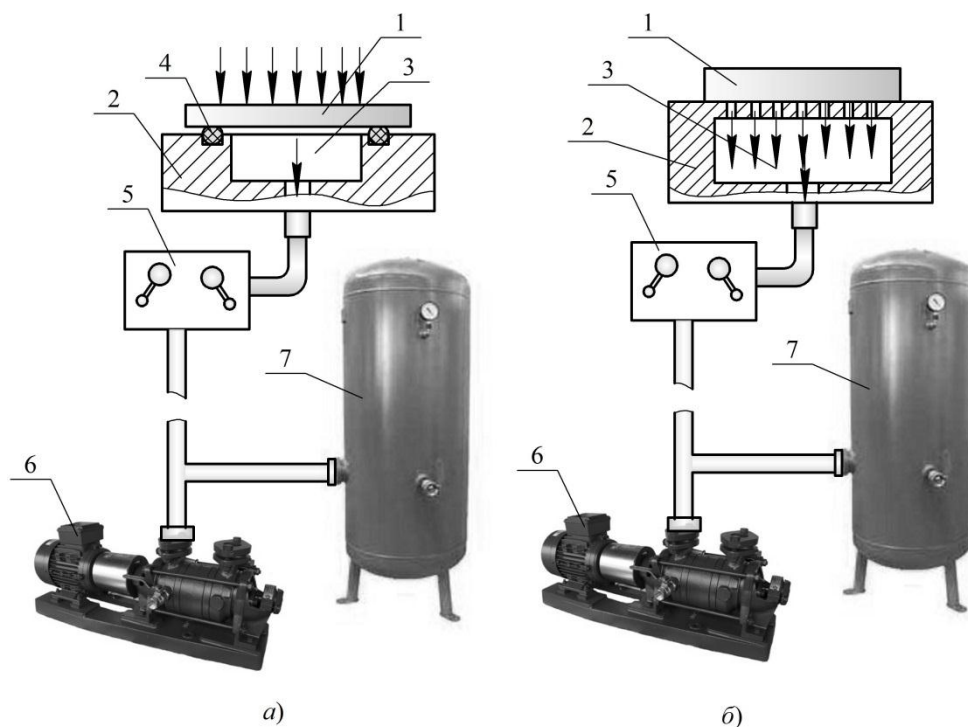


Рис. 2. Схемы приспособлений с вакуумным приводом

Сила прижима W заготовки в технологической оснастке зависит от величины полезной площади вакуумной полости и избыточного давления.

$$W = F \cdot p_u \cdot k,$$

где F – полезная площадь вакуумной полости оснастки ограниченная резиновым уплотнителем 4 или плитой, м^2 ; p_u – избыточное давление, равное разности между атмосферным давлением и остаточным давлением в вакуумной полости оснастки, МН/м^2 ; $p_u = 1 - p_o$; p_o – остаточное давление в ваку-

умной полости, МН/м^2 ; $k = 0,8 \dots 0,85$ – коэффициент герметичности вакуумной системы (зависит от величины остаточного давления). Зависимость между избыточным и остаточным давлениями показана на рисунке 3.

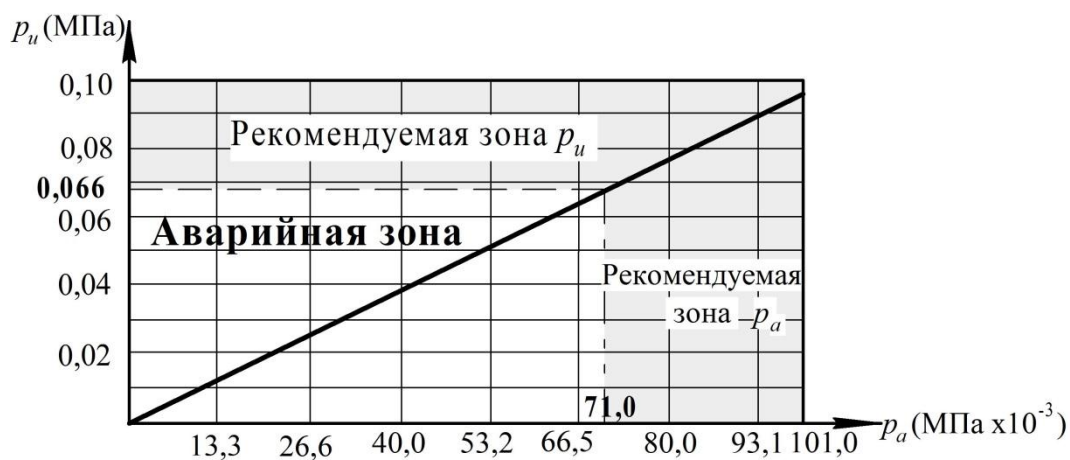


Рис. 3. Зависимость между избыточным и остаточным давлением

В приспособлении с вакуумным приводом избыточное давление p_u необходимо для обеспечения надежного закрепления заготовки.

Образование вакуума в индивидуальных и групповых устройствах создается центробежными многоступенчатыми насосами, поршневыми одно- и двухступенчатыми насосами. Полезный объем бака ресивера должен превышать объем вакуумной полости, чтобы не задерживать образования вакуума. Степень разрежения зависит от герметичности камеры и от работы вакуумных насосов. При нормальной работе и исправности насосов сила зажима может составить от 70 до 100 кН/м^2 полезной площади камеры. Уплотнения изготавливают из специальной резины.

Управление вакуумным приспособлением производится четырехходовыми или трехходовым краном, который подключает вакуумное приспособление к пневмоцилиндру или к насосу или соединяет вакуумную полость приспособления с атмосферой. Сила зажима заготовки в вакуумном приспособлении контролируется вакуумметром.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рис. 4) состоит из плиты 1, на которой установлено зажимное приспособление 2 уплотнительными манжетами 3, подключенное к вакуумному насосу трубопроводом 10. Для создания усилия резания, действующего на образец 8 на стойке 4 установлен мембранный пневмопривод 5 с тягой 6, которая пальцем 7 соединяется с хвостовиком образца 9. Сжатый воздух в мембранный пневмопривод подается по трубопроводу. На корпусе 11 собран блок управления станком, включающий в себя фильтр 12, редукционный клапан 14, манометр 13 и кран 15.

3.2. Штатив индикаторный с индикатором часового типа ИЧ02 – 1 шт.

3.3 Штангенциркуль ШЦ-II – 1 шт.

3.4. Комплект заготовок с различными размерами базовых поверхностей – 8 шт.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Определить площадь базовых поверхностей заготовок, входящих в комплект. Результаты записать в табл. 1.

4.2. В приспособление с вакуумным приводом поперек установить заготовку с минимальной площадью. Соединить хвостовик 9 детали 8 с тягой 6 при помощи пальца 7.

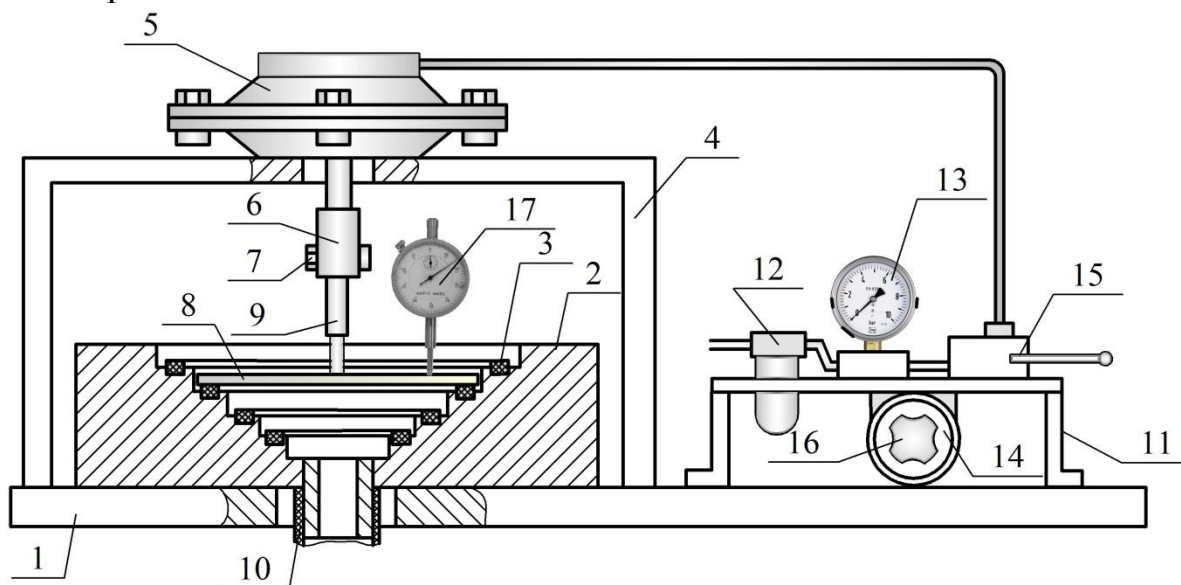


Рис. 4. Лабораторная установка

4.3. Включить вакуумный компрессор и создав в полости приспособления вакуум с остаточным давлением p_0 закрепить образец 8 (управление вакуумным компрессором выполняется инженером лаборатории, величина p_0 задается преподавателем, ведущим лабораторную работу). Величину p_0 записать в табл. 1.

4.4. Установить индикатор 17, так, чтобы наконечник индикатора касался поверхности образца.

4.5. Используя рукоятку 16, изменять давление воздуха, подаваемого в мембранный пневмопривод 5. Величина давления p в полости мембранного пневмопривода отсчитывается по манометру 13, в момент изменения показания индикатора 17. Опыт повторить не менее 3-х раз. Среднее значение замеров давления p записать в табл. 1.

4.6. Повторить пункты 4.3, 4.4, 4.5 для всех образцов с разной площадью, входящих в комплект.

4.7. Рассчитать величину сдвигающей силы $W_{\text{экс}}$, результаты расчетов записать в таблицу 1. Значение $W_{\text{экс}}$ рассчитывается по формуле

$$W_{\text{экс}} = \frac{\pi \left[(D + d)^2 - d_1^2 \right] p}{16},$$

где D – диаметр диафрагмы, $D=100\text{мм}$; d – диаметр опорного диска диафрагмы, $d = 50 \text{ мм}$; d_1 – диаметр штока, $d_1=15 \text{ мм}$.

4.8. Рассчитать теоретическую величину силы закрепления заготовок W , результаты расчетов записать в табл. 1.

4.9. Рассчитать значения коэффициента K учитывающий потери силы зажима, результаты расчетов записать в табл. 1.

4.10. По данным экспериментов построить графики зависимостей $W_{\text{экс}}=f(F)$, $K=f(F)$.

Таблица 1. Экспериментальные данные и результаты расчетов $W_{\text{экс}}=f(F)$.

№	$F, \text{м}^2$	$p_o, \text{МН/м}^2$	$P, \text{МПа}$	$W_{\text{экс}}, \text{Н}$	$W, \text{Н}$	K

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Схемы базирования при проведении исследований.
- 5.4. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл. 1).
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований.
- 5.6. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения технологической оснастки с вакуумным приводом.
- 6.2. Виды технологической оснастки с вакуумным приводом.
- 6.3. Пояснить принцип работы технологической оснастки с вакуумным приводом.
- 6.4. Технические требования к конструкции технологической оснастки с вакуумным приводом.
- 6.5. Виды уплотнений, применяемых в конструкциях технологической оснастки с вакуумным приводом.
- 6.6. Факторы, влияющие на усилие закрепления в технологической оснастке с вакуумным приводом.
- 6.7. Достоинства и недостатки применения технологической оснастки с вакуумным приводом
- 6.8. Как выбирается полезный объем бака ресивера.

Лабораторная работа 7
**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ
СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМОПРИВОДОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ**

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип работы пневматического привода технологической оснастки, исследовать влияние величины давления в пневмосистеме на величину усилия, создаваемого пневмоприводом.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Пневматические силовые приводы применяют в технологической оснастке в условиях серийного, крупносерийного и массового производства благодаря его быстродействию, простоте конструкции, легкости и простоте управления, надежности и стабильности в работе. Состоят пневмоприводы из пневмодвигателя (рис. 1), пневматической аппаратуры и пневмосети, представляющей собой трубы (4...8 мм), рукава, каналы и соединения.

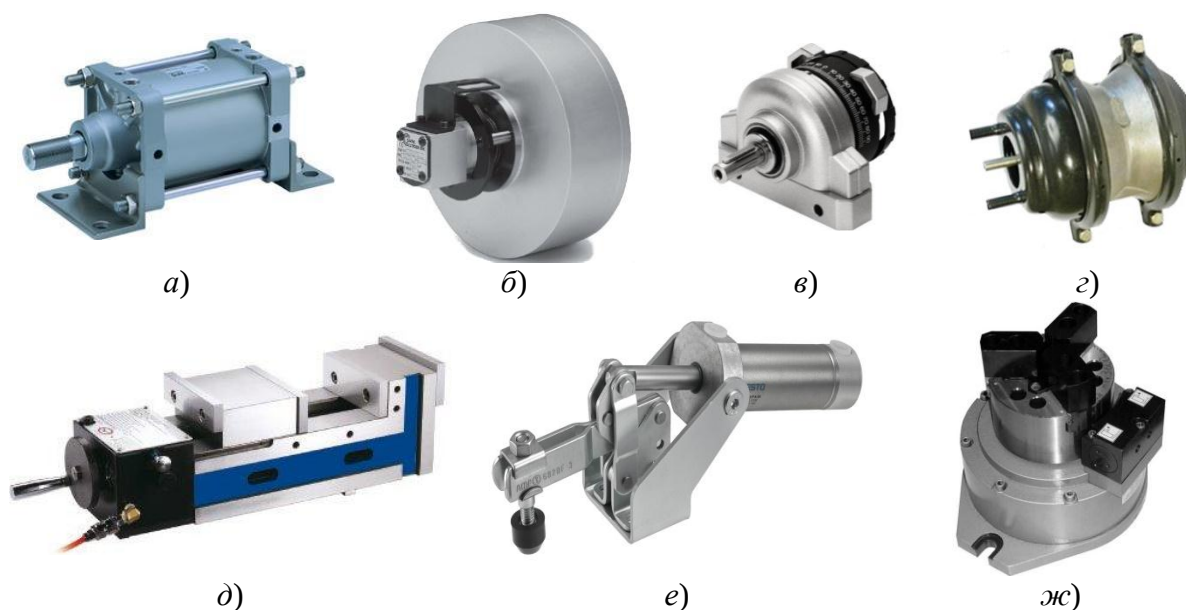


Рис. 1. Конструктивные исполнения пневмоприводов технологической оснастки:
а – стационарный пневмоцилиндр; *б* – вращающийся пневмоцилиндр; *в* – поворотный пневмоцилиндр; *г* – мембранный пневмопривод; *д* – тиски станочные пневматические; *е* – прихват с пневмоприводом; *ж* – оснастка фрезерная с пневмоприводом

По виду пневмодвигателя пневматические силовые приводы разделяют на **пневматические цилиндры** и **пневматические камеры** (цилиндр с поршнем 75...250 мм или пневматическая рабочая камера с мембраной 160...400 мм).

По способу компоновки с технологической оснасткой пневмоприводы разделяют на **встроенные** (размещают в корпусе оснастки), **прикреп-**

ляемые (устанавливают на корпусе оснастки) и **универсальные** (соединяют с зажимными устройствами, можно отсоединять и применять на другой оснастке).

По виду установки пневмоприводы делятся на: – **не вращающиеся** (применяют в стационарной оснастке, устанавливаемой на столах сверлильных и фрезерных станков); – **вращающиеся** (для перемещения зажимных устройств вращающейся оснастки, например патроны токарных станков и непрерывно или периодически вращающейся – вместе со столами оборудования).

Основные конструктивные элементы пневмоцилиндра и пневматической камеры показаны на рис. 2 и 3.

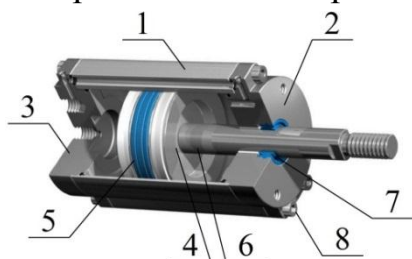


Рис. 2. Конструкция пневмоцилиндра:
1 – гильза; 2, 3 – крышки; 4 – поршень;
5, – манжетные уплотнения; 6 – шток;
7 – уплотнения штока;
8 – шпильки крепления

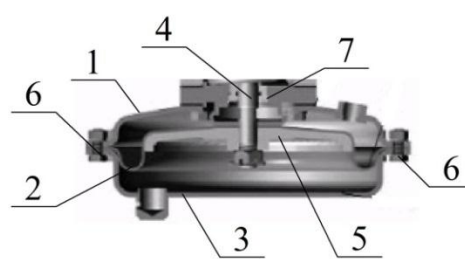


Рис. 3. Конструкция пневматической камеры: 1, 3 – корпус; 3 – мембрана;
4 – шток; 5 – мембранная пластина (тарелка); 6 – стягивающие болты;
7 – уплотнения штока

Преимущества применения силовых пневмоприводов в технологической оснастке: – значительное сокращение времени на зажим и разжим (в 4...8 раз) вследствие быстроты действия (0,5...1,2 с); – постоянство силы закрепления заготовки; – возможность регулировки силы закрепления заготовки; – простота управления зажимными устройствами оснастки; – бесперебойность работы пневмопривода при изменениях температуры воздуха в окружающей среде.

Недостатки пневматического привода: – недостаточная плавность перемещения рабочих элементов, особенно при переменной нагрузке; – небольшое давление сжатого воздуха в полостях пневмоцилиндра или пневмокамеры (0,39...0,49 МПа); – относительно большие размеры пневмоприводов для получения значительных сил на штоке пневмопривода.

Пневмокамеры по сравнению с пневмоцилиндрами имеют ряд преимуществ: – более просты по конструкции и стоят дешевле; – требуют меньшей точности изготовления деталей входящих в их конструкцию и чистоты обработанной поверхности; – диафрагмы пневмокамеры выдерживают $4 \cdot 10^5 \dots 6 \cdot 10^5$ циклов (уплотнения пневмоцилиндра – $3 \cdot 10^4 \dots 4 \cdot 10^4$ циклов).

Исходными данными для расчета зажимных устройств с пневматическими силовыми приводами являются: сила Q которую должен создавать

пневмопривод и давление сжатого воздуха p . По осевой силе на штоке, зависящей от диаметра поршня (или мембраны) и давления сжатого воздуха определяют их диаметр. В таблице 1 приведены теоретические зависимости для расчёта усилия Q создаваемого пневмоприводом.

Таблица 1. Теоретические зависимости для расчёта усилия создаваемого пневмоприводом.

Тип привода		Расчетная зависимость
Пневмоцилиндр одностороннего действия	для безштоковой полости	$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1$
	для штоковой полости	$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1$
Пневмоцилиндр двустороннего действия	для безштоковой полости	$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4}$
	для штоковой полости	$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}$
Пневмокамера одностороннего действия (давление сжатого воздуха в безштоковой полости)	в исходном положении штока	$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1$
	после перемещения штока на длину $0,3D$	$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{12} - Q_1$
Пневмокамера двустороннего действия (давление сжатого воздуха в безштоковой полости)	в исходном положении штока	$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16}$
	после перемещения штока на длину $0,3D$	$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{12}$
Пневмокамера двустороннего действия (давление сжатого воздуха в штоковой полости)	в исходном положении штока	$Q = \frac{\pi \cdot [(D + d_1)^2 - d^2] \cdot p \cdot \eta}{16}$
	после перемещения штока на длину $0,3D$	$Q = \frac{\pi \cdot [(D + d_1)^2 - d^2] \cdot p \cdot \eta}{12}$

В таблице 1: D – диаметр поршня (мембраны), мм; d – диаметр штока, мм; d_1 – диаметр опорного диска диафрагмы ($d_1 = 0,6D \dots 0,7D$), мм; p – давление сжатого воздуха; η – КПД, учитывающий потери в пневмоприводе ($\eta = 0,85 \dots 0,9$); Q_1 – сила сопротивления возвратной пружины, Н.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Пневмоцилиндры различных конструкций.

3.2. Пневмокамеры мембранные различных конструкций.

3.3. Комплект слесарных инструментов – 3 компл.

3.4. Лабораторная установка (рис. 4). Состоит из плиты 1, с установленными на ней стойкой 2 на которой закреплены мембранная пневмокамера 3 и пневмоцилиндр 4 с наконечниками штоков 5, стойки с динамометрами ДОСМ-3-0.2 (6, 7) и панели управления (8, 11 – манометры, 9, 12 – регуляторы давления, 10, 13 – рукоятки подачи сжатого воздуха).

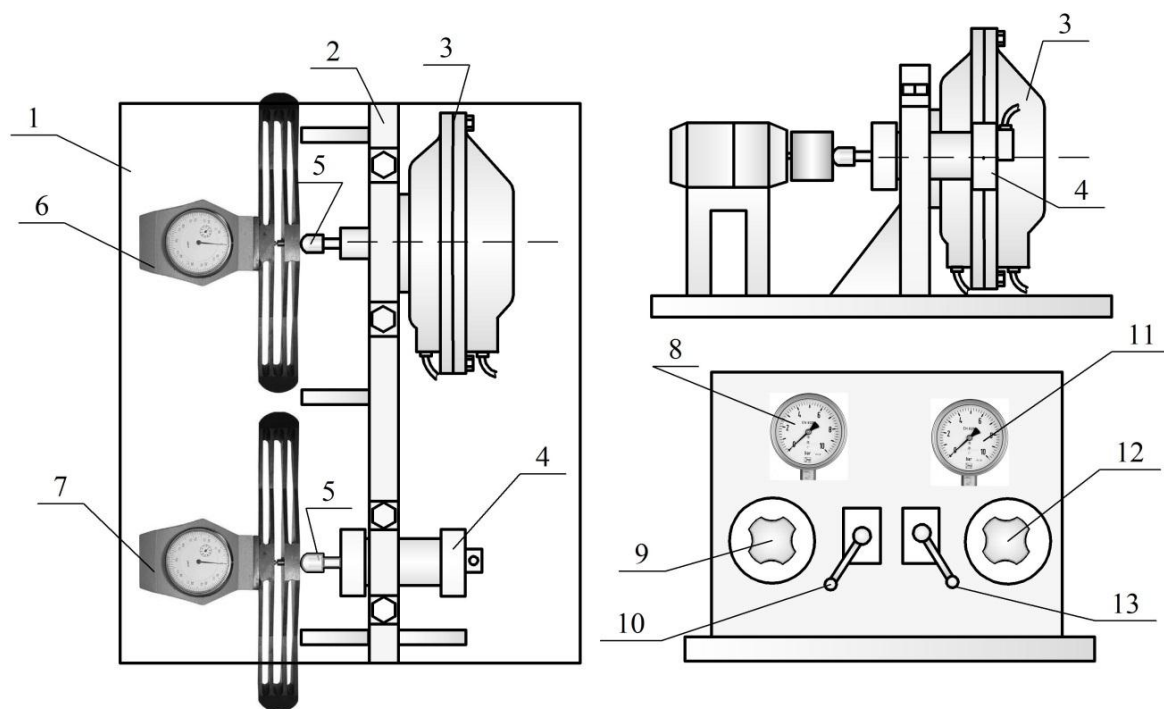


Рис. 4. Схема лабораторной установки

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить конструкцию пневматического привода.

4.1.1. Получить у преподавателя пневмоцилиндр (мембранную пневмокамеру) и слесарные инструменты для разборки и сборки.

4.1.2. Используя слесарный инструмент выполнить разборку пневмоцилиндра (мембранной пневмокамеры) и выявить основные детали. Изучить назначение каждой детали.

4.1.3. Выполнить технический эскиз изучаемого пневмоцилиндра (мембранной пневмокамеры), назначить и обосновать технические требования к наиболее ответственным деталям.

4.1.4. Выполнить сборку пневмоцилиндра (мембранной пневмокамеры).

4.2. Исследовать влияние величины давления в пневмосистеме на величину усилия, создаваемого пневмоприводом

4.2.1. Ознакомиться с конструкцией лабораторной установки (рис. 4).

4.2.2. Отрегулировать наконечники штоков 5 пневмоцилиндра 4 и мембранной пневмокамеры 5 так чтобы они контактировали с динамометрами 6, 7.

4.2.3. Регулятором давления 9 по манометру 8 установить начальное давление (0,05 МПа) сжатого воздуха. Поворотом рукоятки подачи сжатого воздуха 10 подать давление в пневмоцилиндр 4, согласно показаниям динамометра 7 записать величину усилия, создаваемого пневмоприводом в таблицу 2.

4.2.4. Повторить опыт (п.п. 4.2.3), изменяя давление в пневмосистеме в соответствии с величинами указанными в табл. 2. По окончании опытов отключить пневмоцилиндр 4 от давления в пневмосистеме (регулятор давления 9).

4.2.5. Регулятором давления 12 по манометру 9 установить начальное давление (0,05 МПа) сжатого воздуха. Поворотом рукоятки подачи сжатого воздуха 13 подать давление в мембранную пневмокамеру 5, согласно показаниям динамометра 6 записать величину усилия, создаваемого пневмоприводом в табл. 2.

4.2.6. Повторить опыт (п.п. 4.2.5), изменяя давление в пневмосистеме в соответствии с величинами указанными в табл. 2. По окончании опытов отключить мембранную пневмокамеру 5 от давления в пневмосистеме (регулятор давления 12).

4.2.7. Для каждого опыта по зависимостям (см. табл. 1) рассчитать теоретическую величину усилия, создаваемого пневмоцилиндром (мембранной пневмокамерой) $Q_{расч}$, результаты расчётов записать в табл. 2.

4.2.8. Рассчитать значения коэффициента K учитывающий потери силы зажима, результаты расчетов записать в табл. 2.

Таблица 2. Экспериментальные данные и результаты расчетов.

№	p , МПа	Пневмоцилиндр		Пневмокамера		$K = Q_{экс} / Q_{расч}$
		$Q_{экс}$, Н	$Q_{расч}$, Н	$Q_{экс}$, Н	$Q_{расч}$, Н	
1	0,05					
2	0,10					
3	0,15					
4	0,20					
5	0,25					
6	0,30					
7	0,35					
8	0,40					
9	0,45					
10	0,50					

4.2.9. По данным табл. 2 для пневмоцилиндра и мембранной пневмокамеры построить графики зависимостей $Q_{экс}=f(p)$, $Q_{расч}=f(p)$.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Эскиз конструкции пневмоцилиндра (мембранной пневмокамеры).
- 5.4. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл. 2).
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований.
- 5.6. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения технологической оснастки с пневматическими приводами.
- 6.2. Виды технологической оснастки с пневматическими приводами.
- 6.3. Пояснить принцип работы технологической оснастки с пневматическими приводами.
- 6.4. Технические требования к деталям и конструкции пневмоцилиндров.
- 6.5. Назовите достоинства и недостатки применения пневмоцилиндров в качестве приводов технологической оснастки.
- 6.6. Технические требования к деталям и конструкции мембранных пневмокамер.
- 6.7. Факторы, влияющие на усилие закрепления в технологической оснастке с пневматическими приводами.
- 6.8. Порядок расчёта технологической оснастки с пневмоцилиндрами.
- 6.9. Порядок расчёта технологической оснастки с мембранными пневмокамерами.
- 6.10. Факторы, определяющие долговечность работы пневматических приводов.
- 6.11. Назовите достоинства и недостатки применения мембранных пневмокамер в качестве приводов технологической оснастки.
- 6.12. Факторы, влияющие на величину значения коэффициента K .
- 6.13. Способы крепления пневматических приводов в технологической оснастке.
- 6.14. Типы уплотнений применяемых в пневматических приводах технологической оснастки.

Лабораторная работа 8

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип работы механогидравлического привода, исследовать влияние усилия на рукоятке привода на величину усилия закрепления детали.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Ручные механогидравлические приводы (рис. 1) целесообразно применять в условиях мелкосерийного и опытного производства, а также в случаях, когда требуются значительные силы зажима или на предприятии отсутствует компрессорная установка или когда применение другого вида привода сопряжено с трудностями.

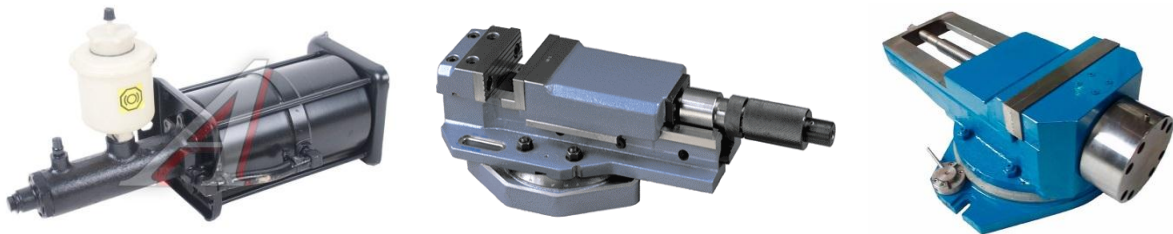


Рис. 1. Конструктивные исполнения оснастки с механогидравлическим приводом

Состоит механогидравлический привод из ручного винтового зажима и гидравлического цилиндра (рис. 2). Во время поворота рукоятки 1, винт 2 через плунжер 3 вытесняет масло из резервуара 4 в нижнюю полость цилиндра 5. При этом поршень 6 со штоком 7 перемещается и через промежуточные звенья зажимает заготовку. После обработки, вращая рукоятку 1, отводят винт 2 вправо. Возвратная пружина 8 перемещает шток с поршнем вниз, и деталь освобождается.

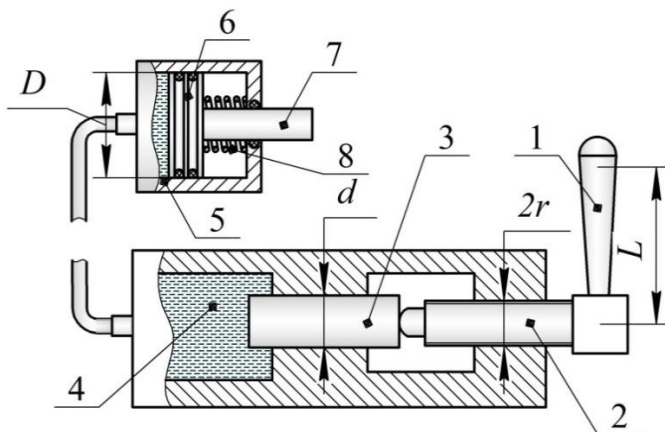


Рис. 2. Схема технологической оснастки с механогидравлическим приводом

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рисунок 3) состоит из плиты 1, с установленным на ней динамометром 2, гидроцилиндра 3 ($D = 0,030$ м) с толкателем 5 и гидравлической станции с винтовым приводом (5 – ручной винтовой насос ($d = 0,010$ м, $r = 0,0054$ м), 6 – манометр, 7 – рукоятка, 8, 9, 10, 11 – вентили управления. Перед началом работы с лабораторной установкой вентили 9, 10 должны быть закрыты, а 8 и 11 – открыты.

3.2. Динамометр ДОСМ-3-0.2.

3.3. Индикатор часового типа ИЧ02 – 1 шт.

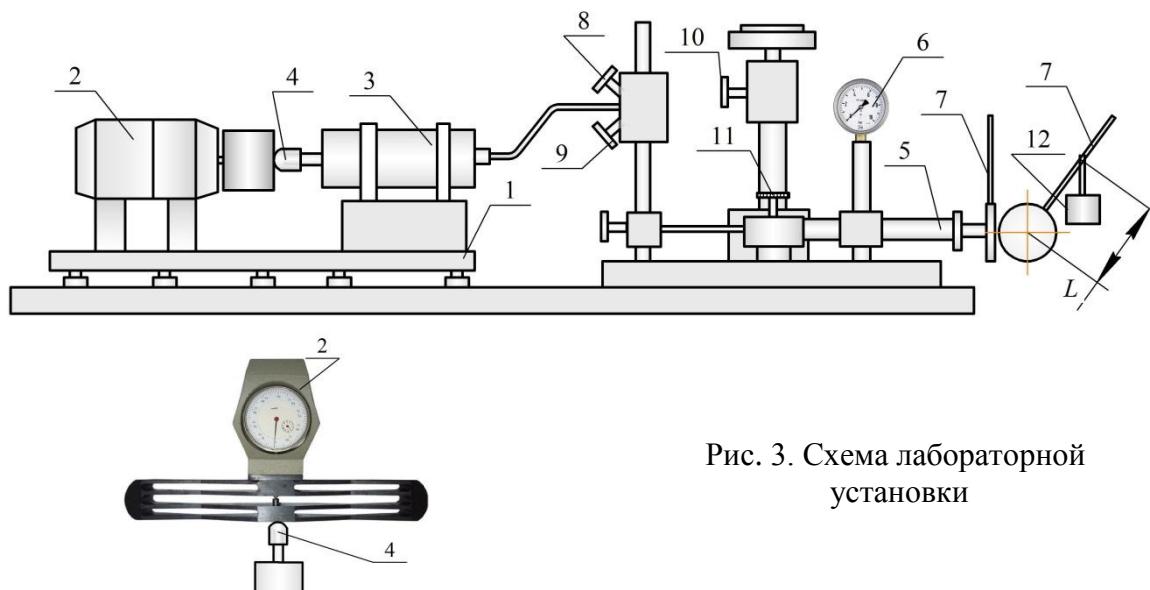


Рис. 3. Схема лабораторной установки

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Отрегулировать толкатель 5 гидроцилиндра 7 так чтобы он контактировал с динамометром 2.

4.2. Закрепить груз 12 (**40 Н**) на рукоятке 7 ($L = 100$ мм), записать в таблицу 1 величина давления p в полости гидроцилиндра (манометр 6), и величину силы $Q_{экс}$ (отсчитывается по динамометру 2), заменить груз 12 (**80 Н**)

4.3. Повторить опыт, изменяя на рукоятке 7 величину L .

4.4. Для каждого опыта рассчитать теоретическую величину силы создаваемой механогидравлическим приводом $Q_{расч}$, результаты расчётов записать в табл. 1.

Сила на штоке гидроцилиндра механогидравлического привода:

$$Q = \frac{P \cdot L}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \cdot \frac{D^2}{d^2} - Q_1$$

где Q – сила на штоке, Н; P – сила, прикладываемая рабочим к рукоятке винта, Н; L – расстояние от точки приложения силы до оси винта, м; r –

средний радиус резьбы винта, м; D – диаметр поршня гидроцилиндра, м; d – диаметр штока плунжера, м; $\alpha=2^\circ30\ldots3^\circ30$ – угол подъема резьбы; φ – угол трения в резьбовом соединении; $\eta=0,9$ – коэффициент, учитывающий трение в уплотнениях; Q_1 – сила сопротивления возвратной пружины, Н

4.5. Рассчитать значения коэффициента K учитывающий потери силы зажима, результаты расчетов записать в таблицу 1.

4.6. По данным экспериментов построить графики зависимостей $Q_{\text{экс}}=f(M_{\text{кр}})$.

Таблица 1. Экспериментальные данные и результаты расчетов.

№	L , м	P , Н	p , МПа	$Q_{\text{экс}}$, Н	$Q_{\text{расч}}$, Н	$K=Q_{\text{экс}}/Q_{\text{расч}}$
1	2	3	4	5	6	7
1	0,10	40				
2	0,15	40				
3	0,20	40				
4	0,25	40				
5	0,30	40				
6	0,10	80				
7	0,15	80				
8	0,20	80				
9	0,25	80				
10	0,30	80				

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Наименование работы.

5.2. Цель работы.

5.3. Результаты расчетов и экспериментальные данные (табл. 1).

5.4. Графическая интерпретация результатов исследований.

5.5. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Область применения технологической оснастки с механогидравлическими приводами.

6.2. Виды технологической оснастки с механогидравлическими приводами.

6.3. Пояснить принцип работы технологической оснастки с механогидравлическими приводами.

6.4. Технические требования к конструкции технологической оснастки с механогидравлическим приводом.

6.5. Факторы, влияющие на усилие закрепления в технологической оснастке с механогидравлическим приводом.

6.6. Порядок расчёта технологической оснастки с механогидравлическими приводами.

Рекомендуемая литература

1. Андреев Г.Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства / Г.Н.Андреев и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2011. – 415 с.
2. Допуски и посадки. Справочник / Под ред. В.О. Мягова. - В 2-х томах. - Л.: Машиностроение, 1978. – 1113 с.
3. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учеб. пособие для вузов / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. - М., 2005. – 304 с.
4. Кошеленко А.С. Основы базирования в металлообработке: учеб. пособие / А.С. Кошеленко, Г.Г. Позняк, Д.К. Сингх. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 150 с.
5. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие / И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с.
6. Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. - М.: Высш. шк., 2011. – 110 с.
7. Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений. Теория и задачи: учеб. пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев; под ред. А.В. Беляева. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с.
8. Микитянский В.В. Точность технологической оснастки в машиностроении / В.В Микитянский. – М.: Машиностроение, 1984. – 128 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Часть I

*Методические указания
к лабораторным работам*

Составитель: **Богущий** Владимир Борисович

Редактор – О.В. Дмитриева

Изд. № 58/19. Объем 3 п.л.

РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»