

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический универси-
тет

Методические указания
к лабораторным работам №1÷8 по дисциплине:
"Технологическая оснастка механосборочного
производства"
для студентов специальностей 7.0902.02, «Технология
машиностроения», 7.0902.03 «Металлорежущие станки и
системы» дневной и заочной форм обучения

Севастополь
2006



УДК621.002.54

Методические указания к лабораторным работам №1÷8 по дисциплине: "Технологическая оснастка механосборочного производства" для студентов специальностей 7.0902.02, «Технология машиностроения», 7.0902.03 «Металлорежущие станки и системы» дневной и заочной форм обучения / Сост. В.Б. Богуцкий. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006 – 68 с.

Целью настоящих методических указаний является закрепление на практике знаний полученных при изучении курса "Технологическая оснастка механосборочного производства".

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Технологии машиностроения
21.02.2006 г. протокол № 9

Рецензент: канд.техн.наук, доц. Троценко А.В.

Допущено учебно-методическим центром и научно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа №1 Исследование погрешности базирования при установке заготовок наружными цилиндрическими поверхностями в призмы	4
2. Лабораторная работа №2 Исследование погрешности базирования при установке заготовок на два цилиндрических отверстия и перпендикулярную им плоскость	11
3. Лабораторная работа №3 Исследование погрешности закрепления заготовки в приспособлении	19
4. Лабораторная работа №4 Исследование точности компоновки универсально-сборного приспособления	27
5. Лабораторная работа №5 Исследование факторов, влияющих на усилие закрепления заготовок при установке их на магнитную плиту.....	39
6. Лабораторная работа №6 Исследование факторов, влияющих на усилие закрепления заготовок при их установке в приспособление с электромеханическим приводом.....	47
7. Лабораторная работа №7 Исследование факторов, влияющих на усилие закрепления заготовок при их установке в приспособление с вакуумным приводом	53
8. Лабораторная работа №8 Изучение конструкции трехкулачкового самоцентрирующего клинового патрона с пневматическим приводом и исследование факторов, влияющих на усилие закрепления заготовок.....	60
Библиографический список.....	68

Лабораторная работа №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВОК НАРУЖНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ В ПРИЗМЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование факторов, влияющих на погрешность базирования при установке заготовок цилиндрическими поверхностями в призмы и степени их влияния на точность обработки.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Погрешность базирования является составной частью погрешности установки и возникает в том случае, если измерительная база не совпадает (не является) одновременно установочной [2]. Погрешность базирования возникает 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).

Погрешность базирования определяется 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. 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 приспособлениях 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.

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

Предельно допустимую нагрузку (H) на призму из условий контактной прочности можно определить по формуле (заготовки из стали или чугуна, $\alpha = 90^\circ$)

$$W = 7b \cdot D,$$

где b - длина линии контакта заготовки с призмой, мм; D - диаметр заготовки, мм.

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 (рисунок 1,а). Погрешность базирования в этом случае будет (рисунок 1,б)

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

Во втором случае требуется выдержать размер h' (рисунок 1,а) от образующей B до плоскости среза. В этом случае погрешность базирования будет (рисунок 1,б)

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

В третьем случае надо выдержать размер h'' (рисунок 1,а) от центра детали до плоскости среза. В этом случае погрешность базирования будет (рисунок 1,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:

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

$$\varepsilon'_{\text{баз}} = \frac{\delta}{2 \sin 45^\circ} (1 - \sin 45^\circ) = 0.21\delta,$$

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

При $\alpha = 90^\circ$ получим: $\varepsilon_{\text{баз}} = \delta$ $\varepsilon'_{\text{баз}} = 0$ $\varepsilon''_{\text{баз}} = 0.5\delta$.

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 В, а от образующей А. В третьем случае деталь следует устанавливать в центрах.

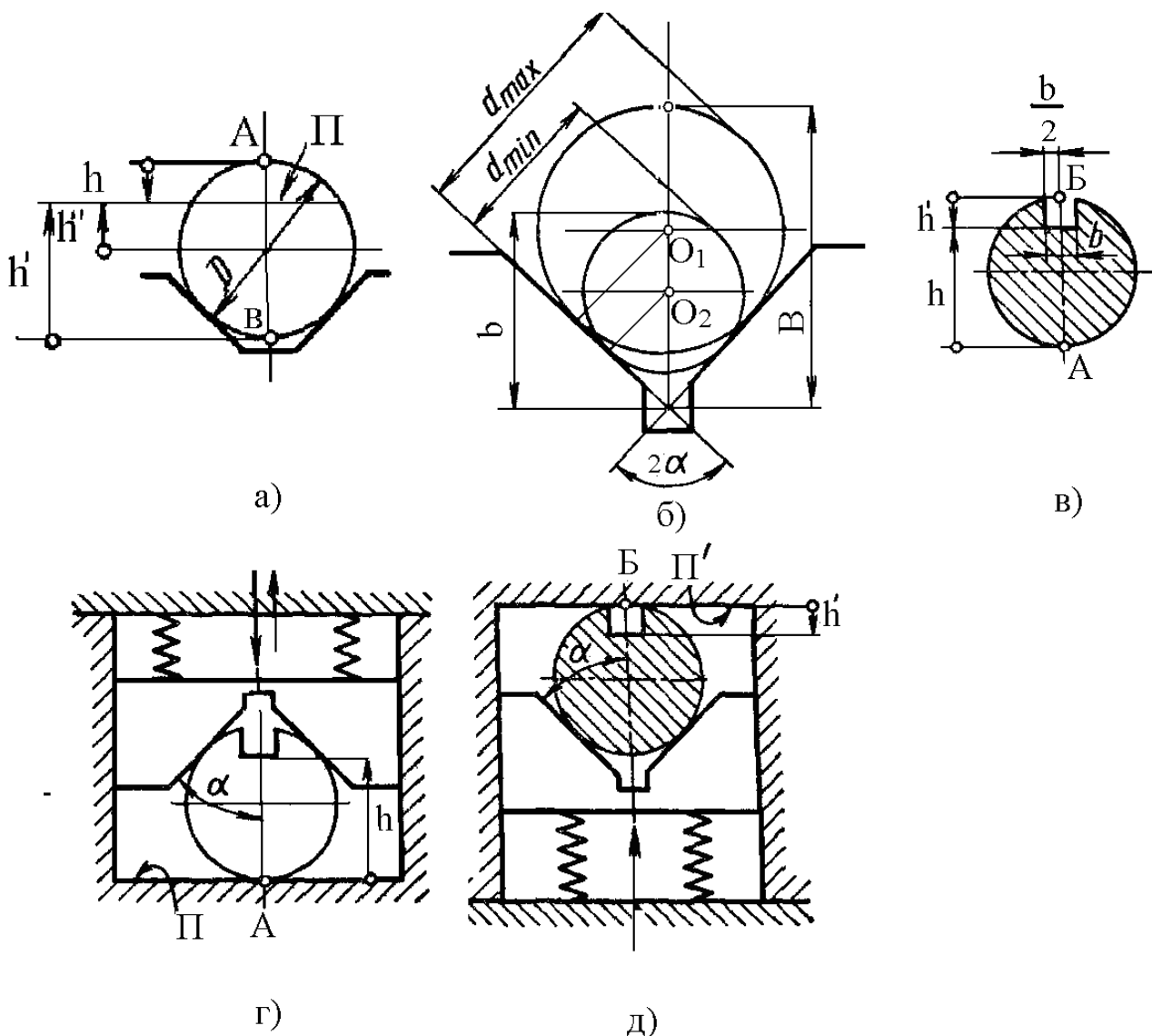


Рисунок 1 - Схемы для определения погрешности установки деталей по наружной цилиндрической поверхности

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 (рисунок 1,в), расположенного в плоскости симметрии вала на определенном расстоянии h от образующей А или h' от образующей Б.

В этих случаях, помимо установочной плоскости Π (рисунок 1,г) или плоскости Π' (рисунок 1,д), определяющих положение дна паза относительно образующих А или Б, необходимо использовать под-

вижную призму с любым углом α , которая «улавливала» бы плоскость симметрии цилиндра, не нарушая положение валика на плоскости. Установка цилиндра в центрах обеспечивает правильное положение ваза без применения подвижной призмы.

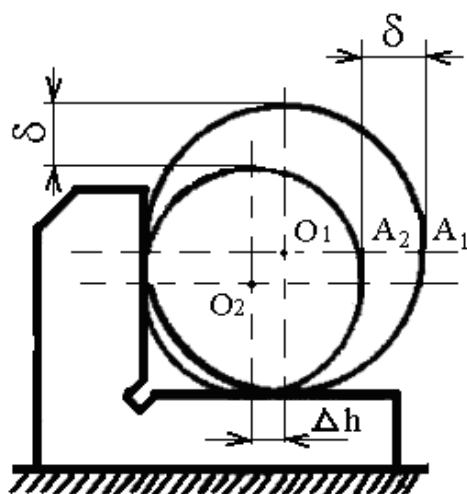


Рисунок 2 - Схема образования погрешности базирования при установке детали в «координатный угол»

Установка детали в «координатный угол» (рисунок 2) т. е. в призму, 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 $\alpha=90^0$
- 3.3. Установочная призма с углом раскрытия $\alpha=120^0$
- 3.4. Штатив индикаторный – 2 шт.
- 3.5. Индикатор часового типа ИЧ02 -2 шт.
- 3.6. Микрометр МК 0 – 25 – 1шт.
- 3.7. Микрометр МК 25 – 50 – 1шт.
- 3.8. Набор образцов для проведения исследований – 2 комплекта

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Собрать лабораторную установку (см. рисунок 3). На плиту 1, установить призму 4 с $\alpha=120^0$, призму 5 с углом раскрытия $\alpha=90^0$, индикаторные штативы 3. В держатели штативов закрепить индикаторы часового типа 2.

4.2. С помощью микрометра замерить наружные диаметры образцов и внести значения в графы таблицы 1.

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

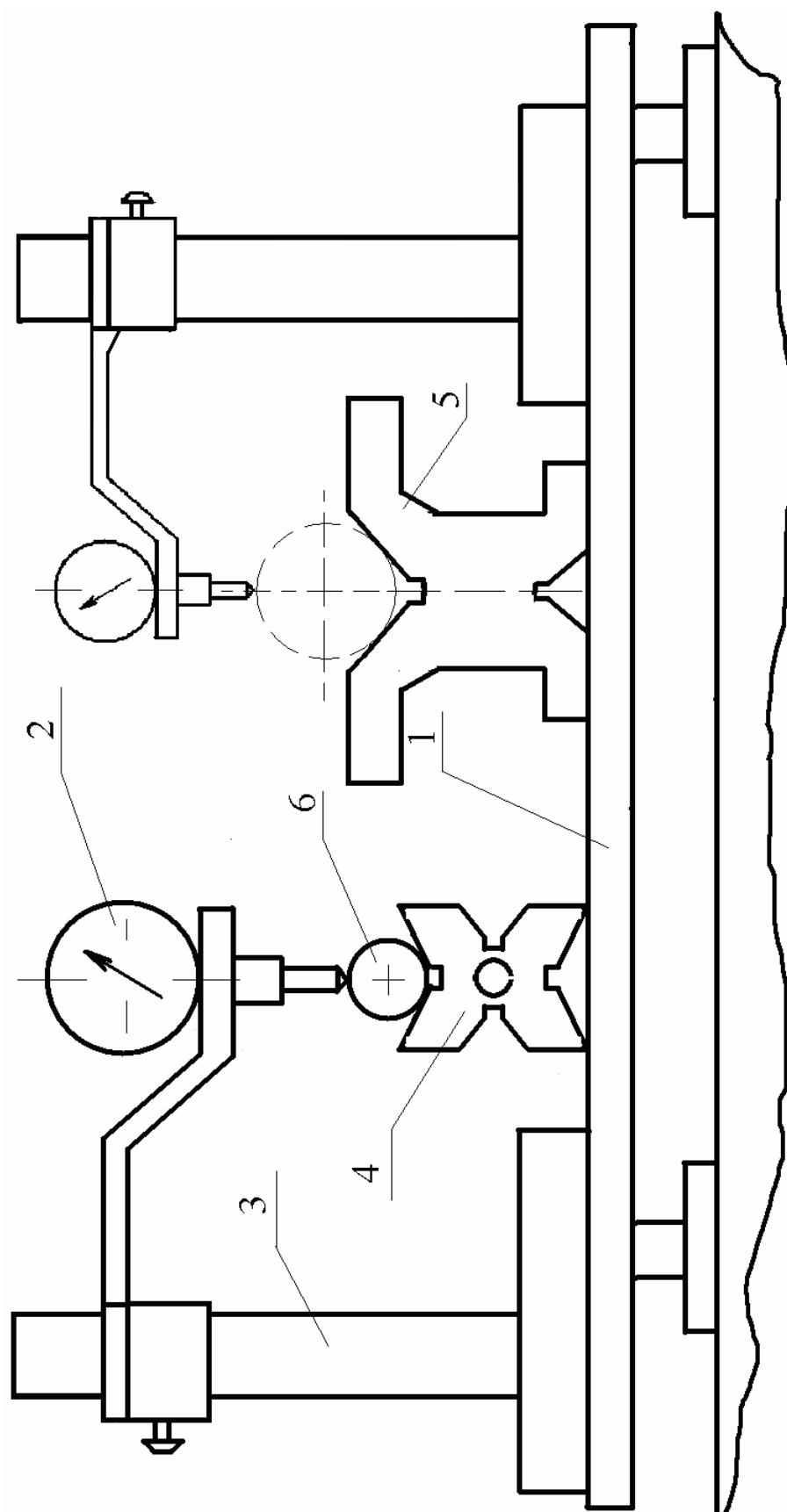


Рисунок 3 – Схема лабораторной установки

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

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	
					$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 120^\circ$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						

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 таблицы 1.

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

4.8. По данным таблицы 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 (таблица 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 ЗАГОТОВОК НА ДВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЯ И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНУЮ ИМ ПЛОСКОСТЬ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение схемы базирования заготовок в приспособлении и исследование основных факторов, влияющих на образование погрешности базирования.

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 [1,5]. 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. По сравнению установкой на шесть точек эта схема обеспечивает большую доступность режущего инструмента к обрабатываемой заготовке. Заготовка закрепляется приложением силы, перпендикулярной к базовой плоскости. 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 или выдвижных пальца. Выдвижные пальцы применяют в основном при автоматизированной обработке. Наиболее распространенные конструкции установочных пальцев приведены на рисунке 1. Установочные пальцы должны обладать повышенной износостойкостью, длительно сохранять свои размеры и относительное положение. Их изготавливают 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...1.2мм с последующей закалкой до той же твердости. В ряде случаев их армируют твердым сплавом. Шероховатость рабочих поверхностей должна соответствовать $Ra = 1.25...0.32\text{мкм}$. Точность обработки рабочих поверхностей 7...8 квалитет. При массе заготовки до 5 кг диаметр паль-

ца не превышает 6 мм, при 15 кг— 10 мм, при 45 кг— 12 мм, при 120 кг — 16 мм и при большей массе— 20 мм.

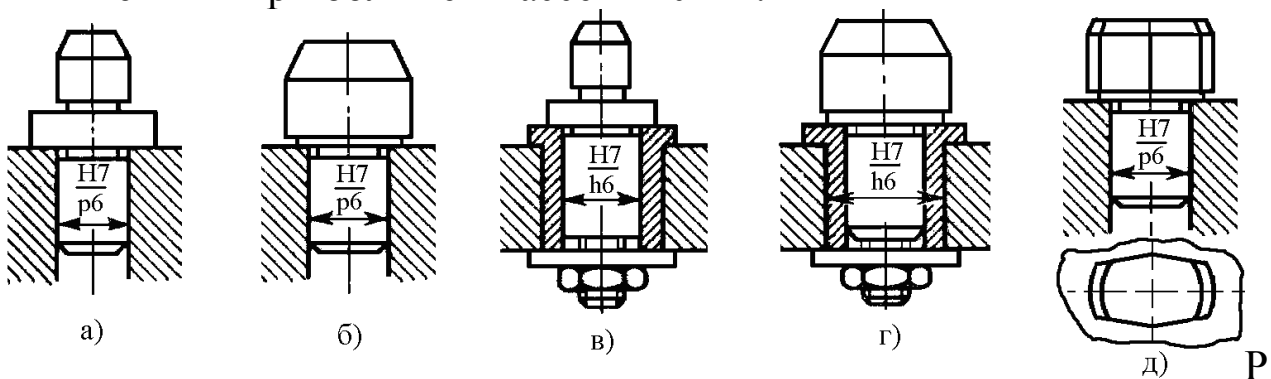


Рисунок 1 - Установочные пальцы: а, б – постоянные; в, г – сменные; д – срезанный

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

Из треугольника LKO

$$r = \sqrt{a^2 + e^2}.$$

Величину a , равную отрезку O_1n , находим из треугольника O_1nK

$$a = \sqrt{r^2 - \left(\frac{\delta}{2} - e\right)^2}.$$

После преобразований и отбрасывания величин второго порядка малости получим значение x , значительно меньшее $\frac{\delta}{2}$

$$x = r - \sqrt{r^2 - \delta \cdot e}.$$

Из треугольников O_1nK и O_1mK рисунок 2,в найдем ширину ленточки

$$r^2 - (c + e)^2 = (r - \Delta)^2 - e^2,$$

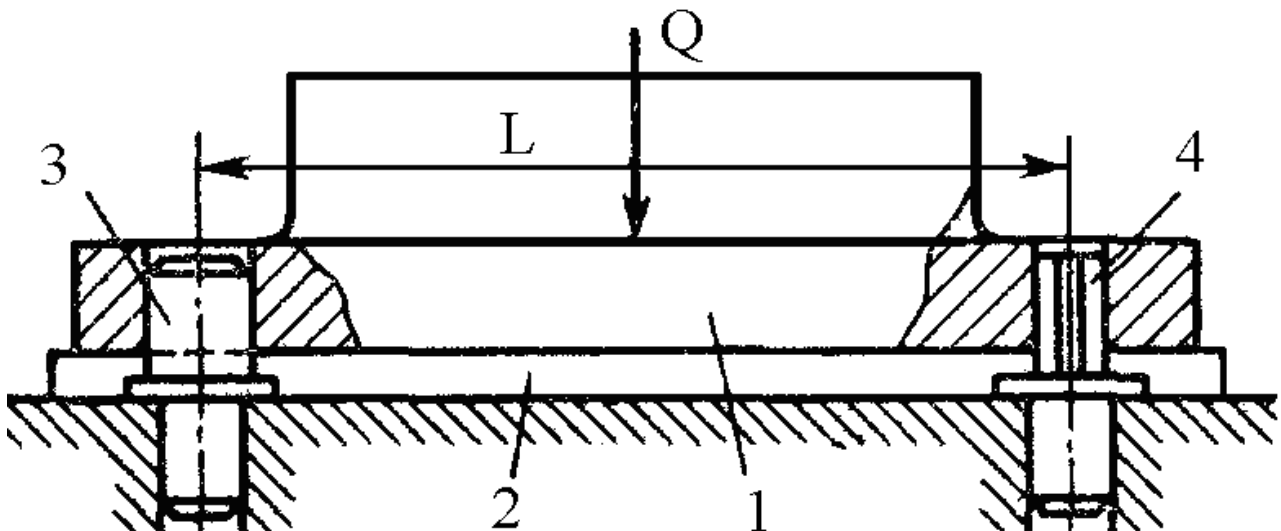
где Δ -зазор между ромбическим пальцем и отверстием. Отсюда:

$$e = \frac{2 \cdot r \cdot \Delta - \Delta^2 - c^2}{2c}.$$

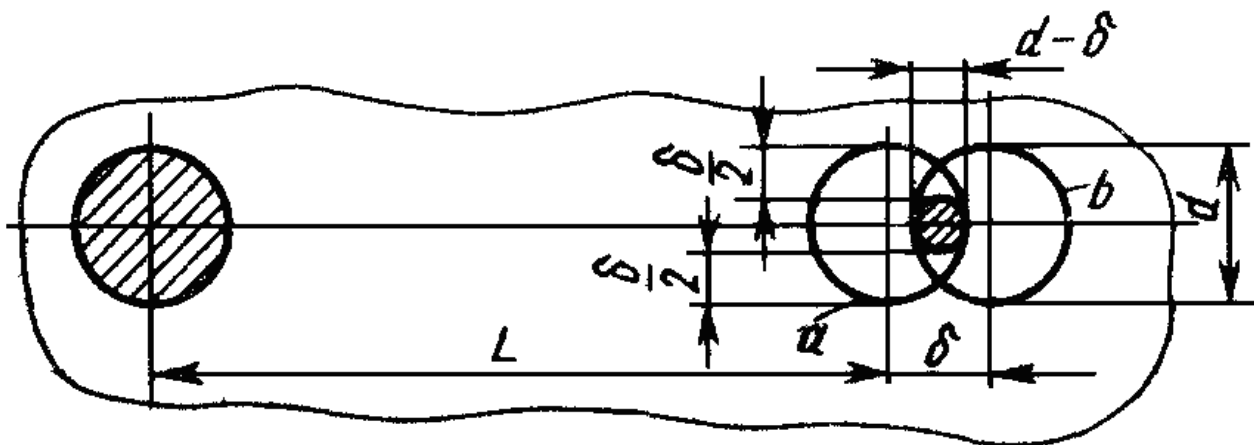
Подставляя d вместо $2r$ и принимая по малости $\Delta^2=0$, получим

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

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.



a)



б)

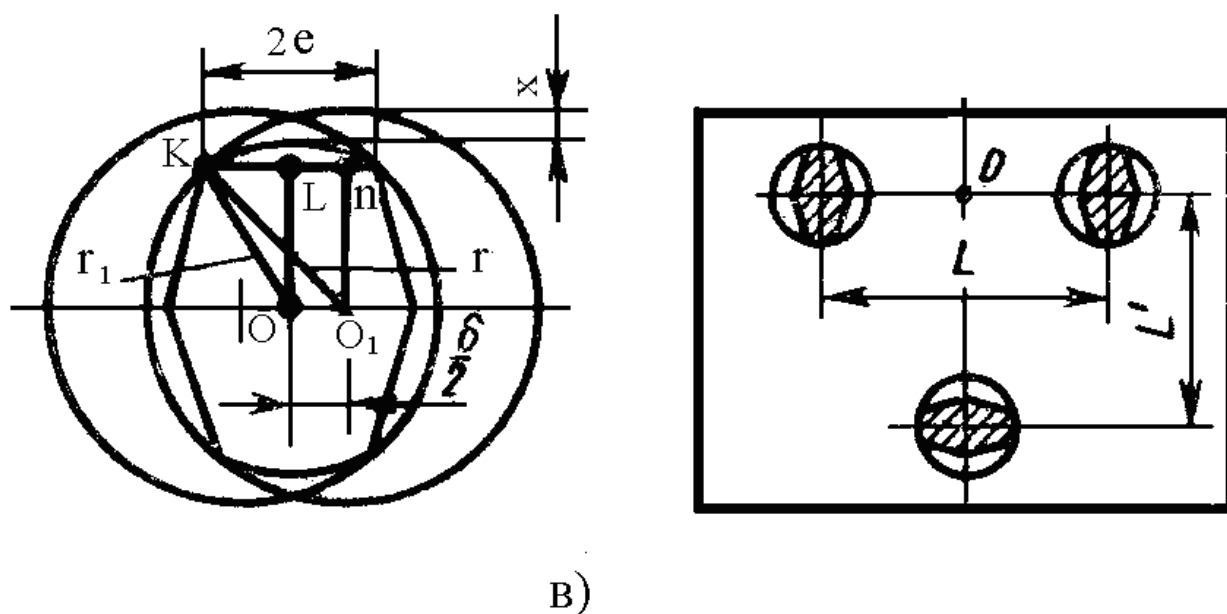


Рисунок 2 - Схема установки заготовки базовыми отверстиями на пальцы

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 $\delta_{1и}$.

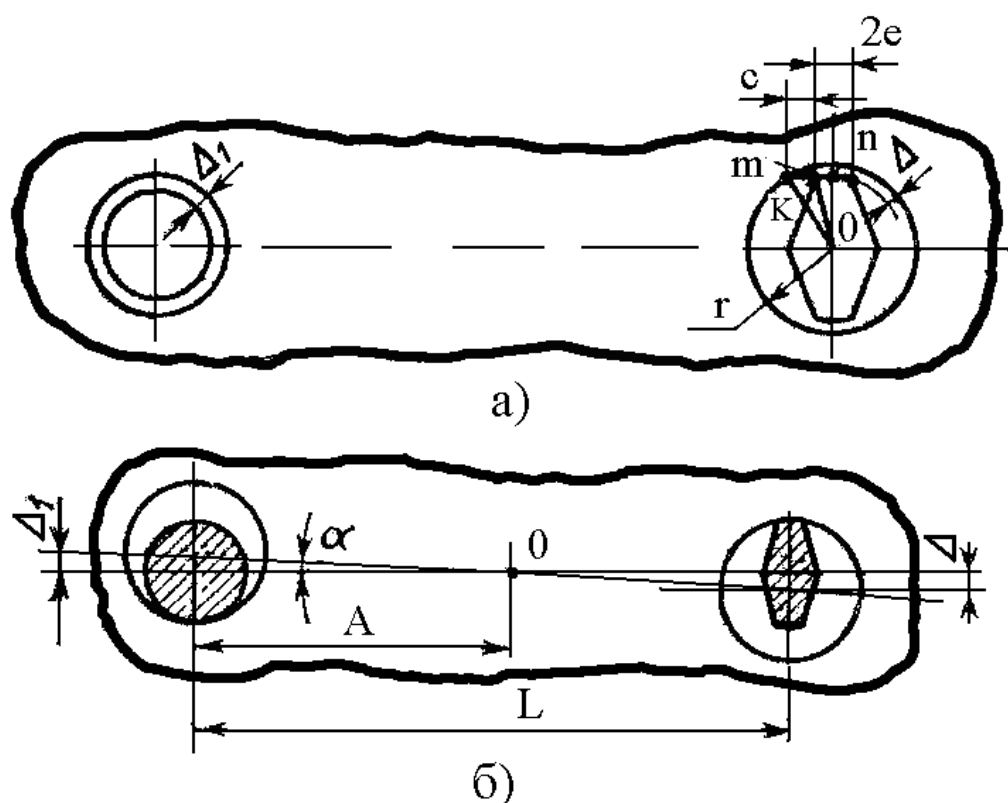


Рисунок 3 - Схема для расчета ширины ленточки ромбического пальца (а) и величины погрешности (δ)

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

$$X_{1\max} = \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta'_1}{2} + \frac{\delta_{1u}}{2} .$$

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

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

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

где L - расстояние между осями базовых отверстий; Δ - минимальный радиальный зазор при посадке на срезанный палец (определяется зазором x на рисунок 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

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

Для уменьшения угла α (см. рисунок 3, б) расстояние L следует брать наибольшим. При прямоугольной в плане базовой плоскости базовые отверстия располагают на концах ее диагонали. Такая схема используется и для базирования по необработанным поверхностям заготовки при изменении конструкции опор. На рисунке 4 показана схема установки отливки блока цилиндров автомобильного двигателя на два крайних отверстия под цилиндры и торцовую плоскость для фрезерования базовых площадок 1. Заготовку насаживают на две консольные оправки с выдвижными центрирующе - зажимными опорами. Правая оправка имеет шесть опор, одновременно раздвигаемых в радиальных направлениях.

Опоры расположены в двух параллельных плоскостях, перпендикулярных к оси оправки. Левая оправка несет две вертикально раздвигаемые опоры. Базирование по длине обеспечивается упором блока в неподвижную опору 2 приспособления. Схема установки полностью ориентирует блок в пространстве. Применяя эту схему при вы-

полнении первой технологической операции, создают постоянные базы для последующей обработки.

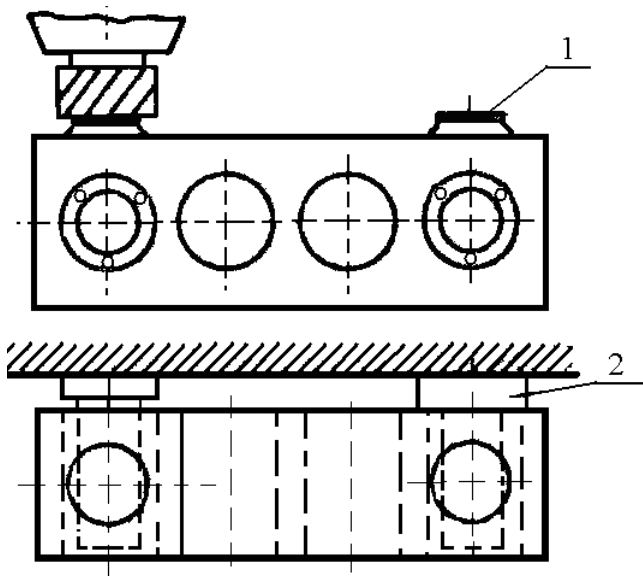


Рисунок 4 - Схема установки корпусной детали на два не обработанных отверстия с параллельными осями

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 - 5 шт.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Получить у инженера лаборатории инструменты, приборы и собрать лабораторный стенд. Лабораторный стенд (рисунок 5) состоит из плиты 1 с запрессованным цилиндрическим пальцем 2 и двумя ромбическими пальцами 3. К плите 1 с помощью винтов крепятся три индикаторных стойки 8. Регулировочные винты 9 с контргайками 10 служат для установки приспособления в горизонтальном положении. Индикаторы 4, 6, 7 служат для определения смещения заготовки относительно цилиндрического и срезанных пальцев.

4.2. Измерить диаметры отверстий в заготовках 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 $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ и занести в таблицу 1.

4.4. Поочередно установить заготовки в приспособлении, базируя по отверстиям с межцентровым расстоянием $L = 60 \pm 0,1$ мм.

4.5. По индикатору 4 определить смещение $\Delta_{1\text{экс}}$ заготовок относительно цилиндрического пальца.

4.6. По индикатору 6 определить смещение $\Delta_{2\text{экс}}$ заготовок относительно срезанного пальца.

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

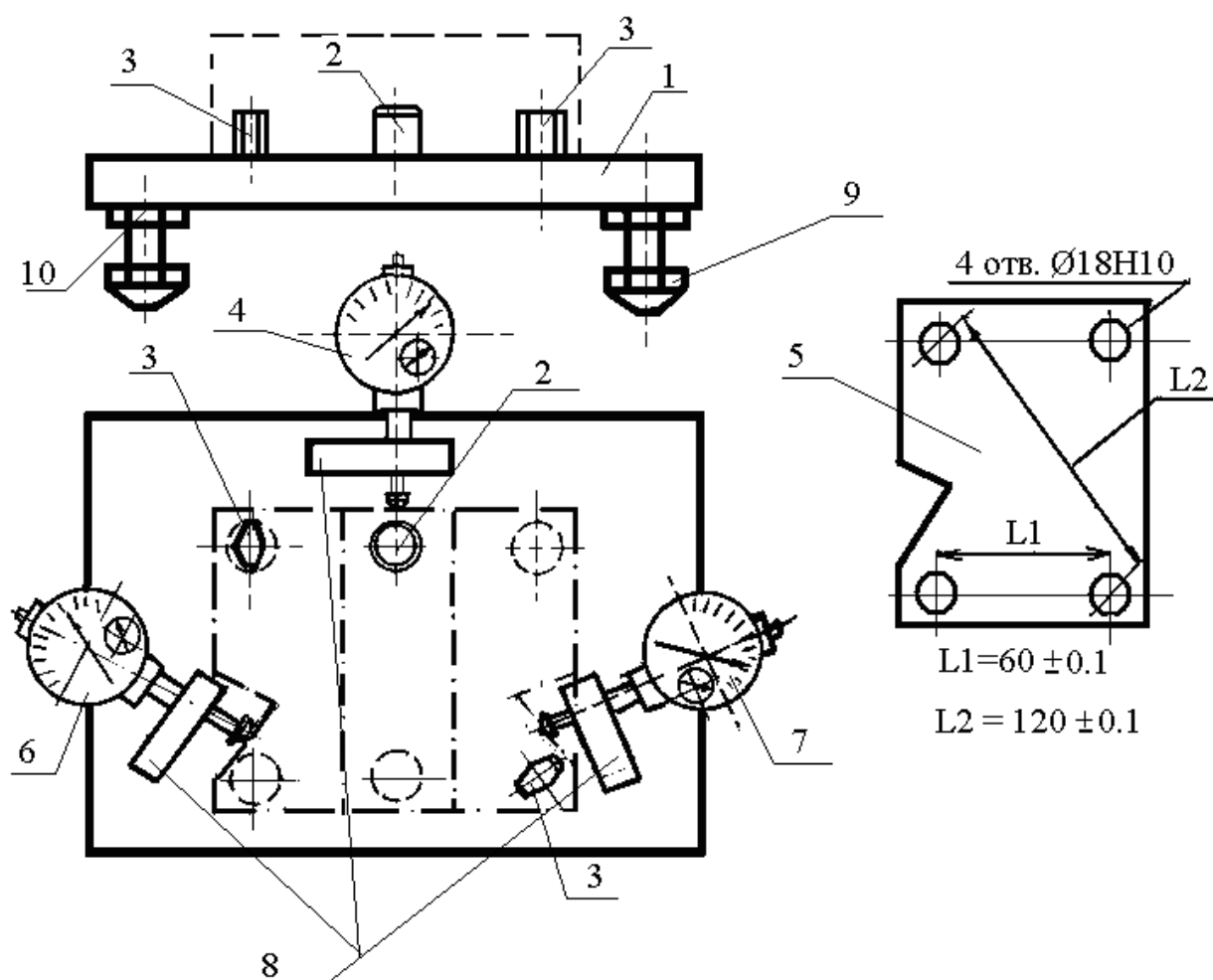


Рисунок 5 - Стенд лабораторный

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 (таблицы).

5.5. Анализ полученных данных и выводы по работе

Таблица 1 - Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	$\Delta_1 = \frac{D_1 - d_1}{2}, \text{ мм}$	$\Delta_2 = \frac{D_2 - d_2}{2}, \text{ мм}$	$\Delta_3 = \frac{D_3 - d_3}{2}, \text{ мм}$
1			
2			
3			
4			
5			

Таблица 2 - Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	$L_1=60\text{мм}$						$L_2=120\text{мм}$					
	$\Delta_{1\text{экс}}, \text{ мм}$	$\Delta_{2\text{экс}}, \text{ мм}$	$\alpha_{1\text{экс}}, \text{ мм}$	$\alpha_{1\text{рас}}, \text{ мм}$	$X_{1\text{max}} \text{ эксп., мм}$	$X_{1\text{max}} \text{ расч., мм}$	$\Delta_{1\text{экс}}, \text{ мм}$	$\Delta_{3\text{экс}}, \text{ мм}$	$\alpha_{2\text{экс}}, \text{ мм}$	$\alpha_{1\text{рас}}, \text{ мм}$	$X_{2\text{max}} \text{ эксп., мм}$	$X_{2\text{max}} \text{ расч., мм}$
1												
2												
3												
4												
5												

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Сформулируйте понятие «погрешность базирования»

6.2. Область применения установочных пальцев в технологической оснастке.

6.3. Виды установочных пальцев технологической оснастки.

6.4. Технические требования к установочным пальцам технологической оснастки.

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

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

6.7. Факторы, определяющие ширину ленточки срезанного установочного пальца.

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

Лабораторная работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать влияния силы зажима и шероховатости установочной поверхности заготовки на погрешность закрепления при различных схемах базирования заготовки.

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 [2,5]. Для партии заготовок погрешность закрепления равна нулю, если величина смещения постоянна; при этом поле допуска выполняемого размера не изменяется, его положение корректируют настройкой станка.

Согласно определению

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

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

Выражение в скобках представляет собой расстояние между предельными положениями измерительной базы. Умножая его на $\cos \alpha$, получаем погрешность закрепления для выполняемого размера. Сила закрепления должна надежно прижимать заготовку к опорам приспособления. 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 (рисунок 1) заготовка может повернуться вокруг точки О с нарушением контакта ее нижней базы с опорой тисков.

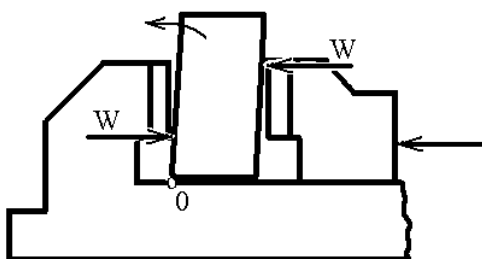


Рисунок 1 - Схема образования погрешности закрепления при установке заготовки в тисках

Смещение измерительной базы заготовки происходит в результате деформации звеньев цепи, через которую пе-

редается 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 соприкосновениях приспособления, деформации сжатия заготовки и деталей приспособления малы.

На рисунке 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.

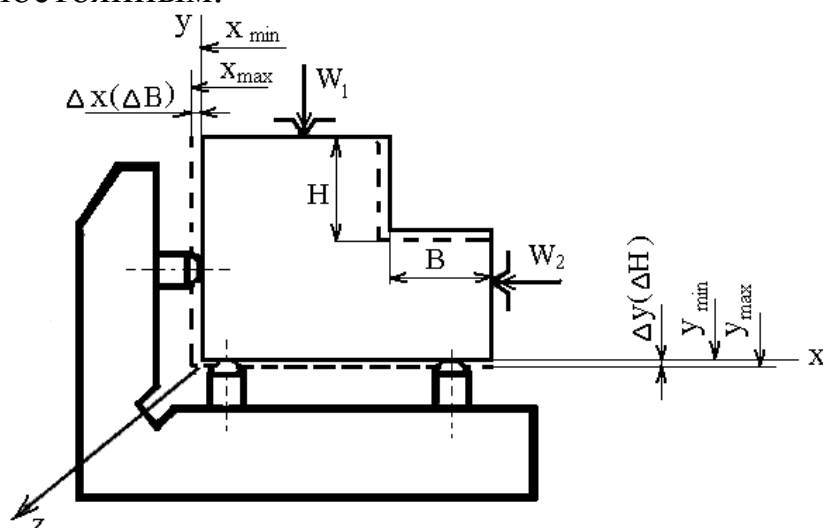


Рисунок 2 - Схема образования погрешности закрепления

На погрешность, в значительной степени влияет направление действия зажимной силы. Если $\alpha=0$, то $\cos(\alpha)=1$, т.е. погрешность закрепления

будет максимальна ($\Delta\epsilon_{\text{зак}}''H''=\max$), если сила W_1 и $\Delta\epsilon_{\text{зак}}''B''=\max$, если действует сила W_2 .

При $\alpha=90$, $\cos(\alpha)=0$, погрешность закрепления равна нулю. Тогда $\Delta\epsilon_{\text{зак}}''B''=0$, если действует сила W_1 , а $\Delta\epsilon_{\text{зак}}''H''=0$, если действует сила W_2 . Таким образом, необходимо стремиться к тому, чтобы сила зажима была направлена под $\alpha=90$ 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 приспособления. При достаточной жесткости заготовки и корпуса из этого баланса перемещения в стыке "заготовка - установочные элементы".

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

$$y = CW^n,$$

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 литейной 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).

Тогда 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,

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

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

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

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

После преобразования получаем:

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

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(W) = A^n \cdot C \cdot W_{\text{cp}}^n \cdot \cos \alpha + W, \quad \text{где } A = \frac{2(K - 1)}{(K + 1)}.$$

При использовании механизированных приводов зажимных механизмов (пневматических, гидравлических, электромеханических и т.д.) прямого действия наблюдается незначительное колебание силы зажима. В этом случае $K=1,0$, и $\Delta \varepsilon_{\text{зак}}=0$. Для зажимных устройств с ручным приводом наблюдается колебание силы зажима в пределах - 30%. $K=1.3$

2. Как функцию непостоянства коэффициента "С"

$$\Delta \varepsilon_{\text{зак}} = f(C),$$

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

Ранее отмечалось, что коэффициент "С" является комплексным и учитывается действие нескольких параметров. Установить аналитическую зависимость каждого в отдельности параметра (являющиеся случайными величинами) не представляется возможным.

Опыт показал, 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 приспособлении наблюдаются упругие силы, которые вызывают отжим его узлов, которые вызывают смещение заготовки. В результате чего возникает дополнительная составляющая погрешность закрепления как $\Delta \varepsilon_{\text{зак}}(j)$ и определяется как функция непостоянства силы зажима

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

Тогда полная погрешность закрепления, полагая, что распределение случайных величин ($\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(W)$, $\Delta \varepsilon_{\text{зак}}(j)$, $\Delta \varepsilon_{\text{зак}} f(C)$) 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 обрабаты-

ваемой заготовки, а также в том случае, когда сила зажима направлена перпендикулярно к направлению выдерживаемого размера ($\alpha=90^0$).

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

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

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 4.1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности при работе на пневматическом стенде.
- 4.2. Изучить конструкцию лабораторного стенда (рисунок 3).

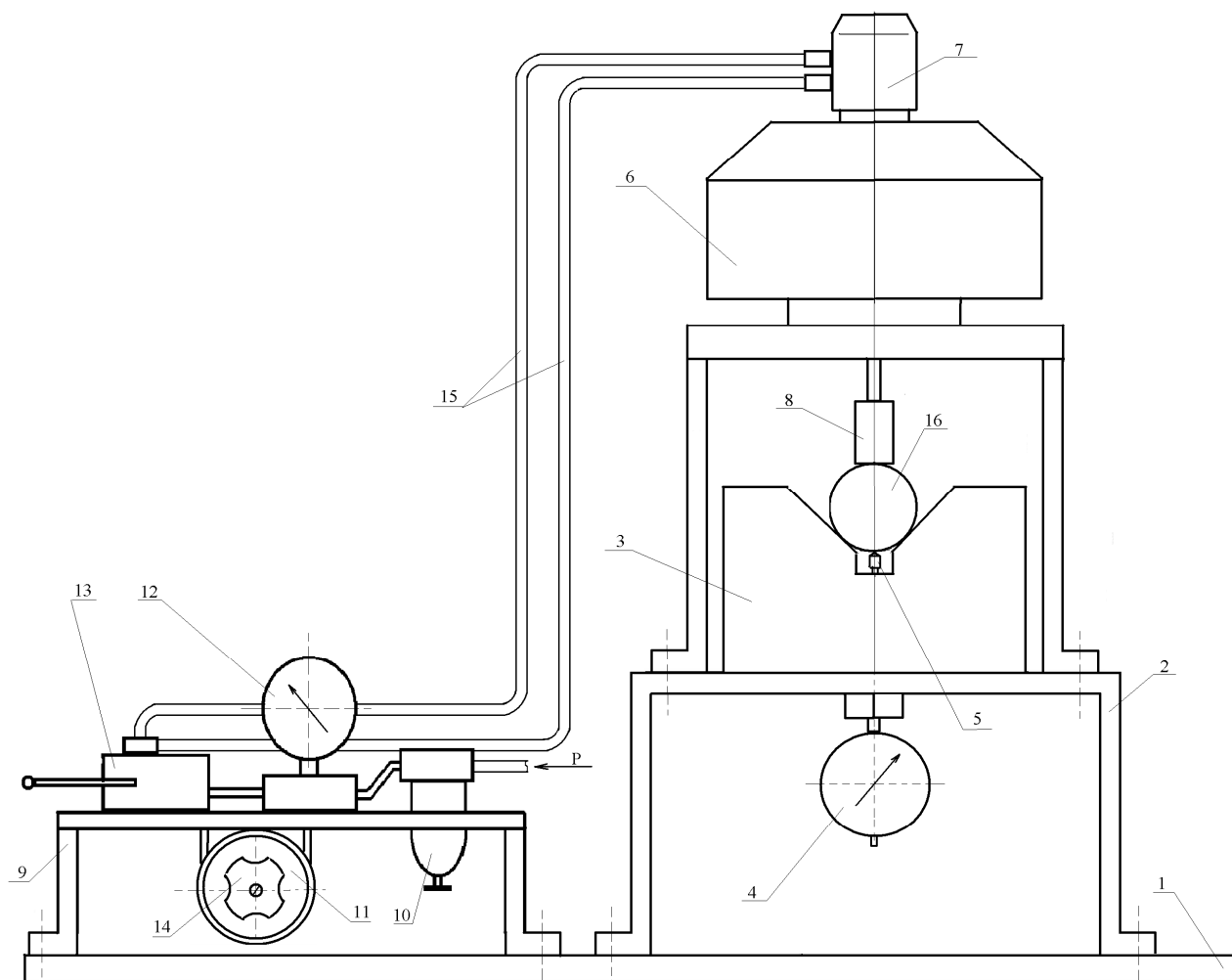


Рисунок 3 - Стенд лабораторный пневматический

Стенд лабораторный 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.

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 $C = \text{const}$, а $W \neq \text{const}$. Давление воздуха, подаваемого в пневмоцилиндр, устанавливать через заданные преподавателем интервалы используя рукоятку 14 (см. рисунок 3). Показания манометра 12 и измерительного прибора 4 занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний $\Delta \epsilon_{\text{зак}} = f(W)$

№	Конструкция установочного элемента								
	Призмы			Установочные опоры			Установочные планки		
	p, МПа	$W_{\text{рас}}$, Н	y, мкм	p, МПа	$W_{\text{рас}}$, Н	y, мкм	p, МПа	$W_{\text{рас}}$, Н	y, мкм
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									

4.6. Используя данную схему базирования выполнить исследования погрешности закрепления при условии, что W и $n = \text{const}$. Предварительно, используя 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 таблицу 2.

Расчет величины усилия закрепления произвести по следующей зависимости

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

где d - диаметр пневмоцилиндра, $d = 150$ мм;
 η - к.п.д. пневмопривода $\eta = 0.85$.

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

Таблица 2 – Результаты испытаний $\Delta \epsilon_{\text{зак}} = f(C)$

р, МПа =		Конструкция установочного элемента		
$W_{\text{рас}}, \text{Н} =$		Призмы	Установочные опоры	Установочные планки
№	$R_z, \text{мкм}$	у, мкм	у, мкм	у, мкм

4.8. При данной схеме базирования повторить исследования согласно пунктов 4.5 и 4.6, заполнить табл. 2 и 1.

4.9. Выполнять п.7 и произвести замену установочных планок на призму.

4.10. Используя данную схему базирования произвести исследования погрешности закрепления согласно п.4.6 и 4.5, заполнить таблицы 1 и 2.

4.11. Построить экспериментальные зависимости перемещения для каждой схемы базирования. Примеры графических интерпретаций результатов исследований приведены на рисунке 4.

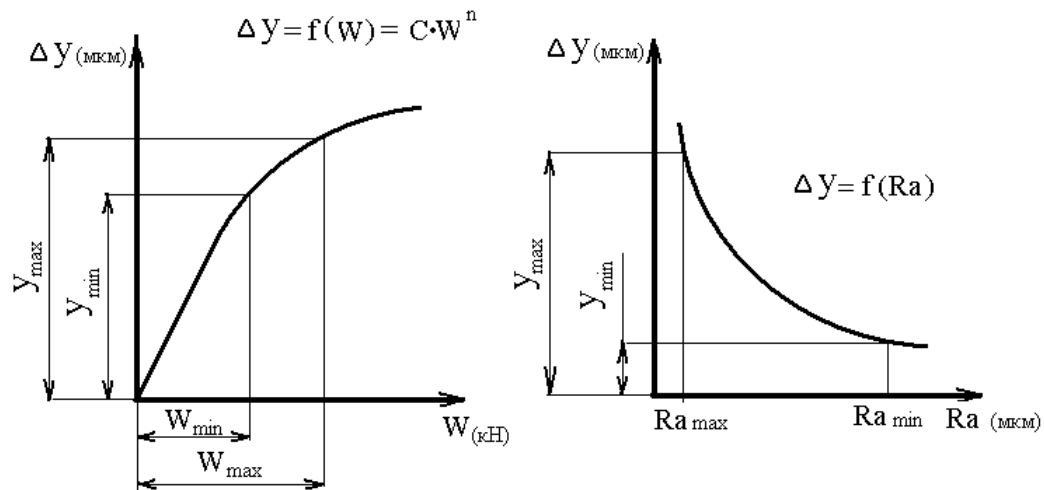


Рисунок 4 - Графическая интерпретация результатов исследований

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 (таблицы 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. Как влияет на погрешность закрепления величина усилия за-крепления
- 6.6. Как влияет на погрешность закрепления шероховатость по-верхности детали
- 6.7. Способы снижения величины погрешности закрепления
- 6.8. Оцените степень влияния погрешности закрепления на общую погрешность механической обработки

Лабораторная работа №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КОМПОНОВКИ УНИВЕРСАЛЬНО - СБОРНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление студентов с правилами создания компоновок универсально сборочных приспособлений из стандартизованных деталей. Исследование точности конкретных компоновок УСП.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Универсально-сборные приспособления (УСП) являются общемашиностроительным видом оснастки, на детали и сборочные единицы которой разработаны и утверждены государственные стандарты и действует в стране единая техническая документация. УСП являются одним из видов оснастки, элементы которой изготавливают централизованно и чаще других применяют в механосборочном производстве во всех отраслях промышленности [1,5,6].

Особенность технологической подготовки производства с применением УСП заключается в том, что каждый завод приобретает универсальный набор деталей и сборочных единиц, из которых komponуется то или иное приспособление для выполнения конкретной операции. После обработки заданной партии заготовок приспособление разбирают, а составляющие его элементы могут быть использованы для агрегатирования новых приспособлений, предназначенных для обработки других заготовок.

Главное преимущество УСП заключается в возможности значительно повышать технологическую оснащенность производства, направленную не только на обеспечение заданной точности обработки деталей машин, но и на повышение производительности труда за счет сокращения затрат на вспомогательные операции, разметочные и слесарно-подгоночные работы. При этом технически и экономически оправданная оснащенность производства может быть повышена во много раз (на ряде заводов в 10...15 раз) по сравнению с объемами технологического оснащения, принятыми для специальных приспособлений. Это объясняется тем, что цикл сборки УСП во времени в 40...50 раз и по трудоемкости в 10...15 раз меньше по сравнению с циклом изготовления специальных приспособлений. Кроме того, элементы УСП характеризуются высокой оборачиваемостью (в тече-

ние года каждый элемент УСП применяют в разных компоновках от 0 до 100 раз), долговечностью (срок службы основных элементов УСП - 10 лет), что определяет низкую себестоимость компоновок УСП.

Указанные особенности и преимущества УСП позволяют эффективно применять их на предприятиях с единичным и мелкосерийным характером производства и дают им возможность значительно сокращать расходы на подготовку производства новых изделий. Универсально-сборные механизированные приспособления (УСПМ) в совокупности с УСП могут использоваться в серийном и крупно - серийном производстве при освоении новой продукции.

Под компоновкой УСП понимают одно приспособление для выполнения заданной операции, собранное из отдельных элементов в определенной последовательности и сочетании.

Сборкой УСП называется любое универсально-сборное приспособление, независимо от того, собрано ли оно впервые или собирается уже неоднократно. Сборка УСП заключается в создании компоновок из стандартных деталей УСП к различным операциям и станкам.

Основные параметры, конструктивные элементы и нормы точности деталей и сборочных единиц УСП определены ГОСТ 31.111.41-83. В зависимости от прочностных характеристик конструктивных элементов, образующих базовые и присоединительные поверхности различной геометрической формы и крепежных соединений, государственный стандарт устанавливает три серии деталей и сборочных единиц УСП. для каждой из трех серий устанавливаются размеры, взаимное расположение и предельные отклонения конструктивных элементов. Взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц различных серий обеспечивается применением переходных элементов с гостированными размерами и конструктивными параметрами.

Разновидности и основные размеры конструктивных элементов, образующих присоединительные поверхности для серий, установленных государственным стандартом, приведены в таблице 1.

Основными параметрами расположения присоединительных элементов являются: шаг между осями пазов или установочными и крепежными элементами; угловой шаг между осями пазов, базовыми и крепежными отверстиями; расстояние от оси паза до оси центрального базового отверстия; высота центров от базовой поверхности; расстояние от оси симметрии пазов до базовой поверхности.

Таблица 1 - Основные размеры конструктивных элементов УСП

Конструктивный элемент	Серия	Размеры конструктивных элементов. мм
Т-образный паз, П-образный паз (ширина)	2	8
	3	12
	4	16
П-образный выступ (ширина)	2	8
	3	12
	4	16
Центральное базовое отверстие (диаметр)	2	8, 12, 18, 26, 60, 90
	3	8, 2, 18, 26, 35, 45, 58, 120, 180
	4	45, 70, 90, 120, 150, 180
Резьбовое отверстие (диаметр крепежных резьб)	2	М8
	3	М12х 1,5
	4	М6

Детали и сборочные единицы УСП предназначены для агрегатирования приспособлений, используемых при механической обработке заготовок на металлорежущих станках. Конструкция деталей и сборочных единиц УСП обеспечивает: точность обработанных в приспособлениях деталей до 8-го качества; взаимозаменяемость деталей; безопасность работы. Срок службы базовых деталей, гидравлических блоков и цилиндров не менее 10 лет; сборочных единиц - 8 лет; установочных, направляющих и крепежных деталей - 2 года.

Универсально-сборные приспособления агрегируются из отдельных деталей и сборочных единиц (элементов) и обладают всеми качествами специальных приспособлений. При агрегатировании приспособлений фиксацию элементов относительно друг друга производят шпонками (кроме круглых накладных кондукторов), закрепление - болтами, шпильками, винтами, гайками.

Обычно УСП агрегируют из элементов, входящих в одну серию. В отдельных случаях то или иное приспособление можно агрегатировать из элементов, относящихся к разным сериям. Для этой цели служат переходные детали - шпонки и шпильки.

Из каждой серии деталей и сборочных единиц УСП формируются один или несколько комплектов различного назначения. Так из эле-

ментов серии 2 сформированы комплекты УСП-8 и переналаживаемые круглые накладные кондукторы (ПКНК), из элементов серии 3 - УСП- 12 универсально-сборные прямоугольные накладные кондукторы (УСПНК), из элементов серии 4 - УСП- 16.

УСП с пазами шириной 8 мм (УСП-8) предназначены для обработки заготовок массой до 5кг и максимальными габаритными размерами 240 х 120 х 120мм. Применяют УСП-8 преимущественно в приборостроительной, радио- и электронной промышленности. ПКНК предназначены для обработки отверстий, расположенных по окружности как равномерно, так и неравномерно. Диапазон диаметров расположения центров отверстий, обрабатываемых с применением ПКНК, от 58 до 320мм. Масса обрабатываемых заготовок может быть неограниченной. Универсально-сборные приспособления с пазами шириной 12 мм (УСП-12) предназначены для обработки заготовок массой до 60кг и максимальными габаритными размерами 720х360х240 мм. Эти приспособления применяют практически на всех предприятиях машиностроительных отраслей промышленности.

Универсально-сборные прямоугольные накладные кондукторы (УСПНК) с пазами шириной 12 мм (УСПНК-12) предназначены для обработки отверстий в заготовках крупных корпусных деталей. Максимальные габариты прямоугольных кондукторов 2500х2000мм. Масса обрабатываемых заготовок не ограничивается. Используются чаще всего на предприятиях тяжелого машиностроения.

Универсально-сборные круглые накладные кондукторы УСКНК предназначены для обработки в заготовках отверстий, расположенных равномерно по окружности, диапазон расположения центров отверстий, обрабатываемых с помощью УСКНК, 45 ... 600мм.

Универсально-сборные механизированные приспособления с пазами шириной 12 мм (УСПМ-12) предназначены для закрепления заготовок на универсальных станках и станках с ЧПУ фрезерной и сверлильной групп, на расточных и продольно-фрезерных станках. Используют приспособления совместно с комплектами УСП-12, механизмируют процесс закрепления заготовок в приспособлениях.

Универсально-сборные приспособления с пазами шириной 16мм (УСП-16) предназначены для обработки заготовок массой до 3000кг и максимальными габаритными размерами 2400х2400х960 мм, применяют их в основном на предприятиях тяжелого машиностроения.

Комплекты УСП содержат от 15 до 35 тысяч деталей и позволяют одновременно собрать от 200 до 300 приспособлений. Как правило,

комплект УСП включает 1% базовых деталей, 10% опорных, 17% установочных и направляющих, 64% крепежно-прижимных, 6% прочих и 2% неразборных узлов. Номенклатурный и количественный состав заводского комплекта УСП зависит от характера и объема выпускаемой заводом продукции. Насыщенность комплекта УСП базовыми деталями определяет его мощность, т. е. число приспособлений, которое можно собрать из комплекта в течение года.

Элементы УСП рассчитаны на длительный срок службы. Не рекомендуется использовать их для агрегатирования таких приспособлений, в которых масса заготовки или сила зажима создают контактные напряжения, вызывающие выкрашивание или продавливание элементов. Они не должны подвергаться действию ударных нагрузок, нагреваться до температуры свыше 100°C . На элементы недопустимо попадание брызг жидкого металла или химически активных веществ. Все элементы УСП, входящие в комплект, делятся по функциональному признаку на восемь групп:

базовые, корпусные, установочные, направляющие, крепежные, зажимные, вспомогательные детали, сборочные единицы. По конструктивно-технологическим признакам детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений делят на подгруппы.

Базовые элементы. К этой группе относятся детали, которые служат основаниями универсально-сборных приспособлений: квадратные, прямоугольные и облегченные плиты, секции прямоугольных плит, плиты круглые с крестообразным и радиально-поперечным расположением пазов, конусные оправки, базовые и токарные угольники, диски, базовые кольца. Конструктивной особенностью базовых деталей является наличие на их рабочих поверхностях сетки Т-образных и шпоночных пазов с шагом, кратным 30 мм. На пересечении осей Т-образных и шпоночных пазов расположены резьбовые отверстия.

Корпусные элементы предназначены для образования корпуса приспособления. Кроме того, они могут выполнять функции базовых деталей при создании малогабаритных приспособлений или могут быть использованы в качестве соединительных элементов при монтаже крупногабаритных приспособлений. К этой группе детали относятся прокладки, подкладки, опоры, клинья, проставки, призмы, угольники, планки, стаканы Т-образных прихватов, переходники, кулачки, нониусы угловые. Конструктивной особенностью деталей

данной группы является наличие на их рабочих поверхностях Т-образных и шпоночных пазов.

Установочно-направляющие элементы предназначены для установки и фиксации корпусных деталей относительно базовых деталей и относительно друг друга, а также для настройки размеров приспособления, установки в приспособлениях заготовок и для направления режущего инструмента. К этой группе относятся прямоугольные привертные, Т-образные и переходные шпонки, установочные штыри и диски, установочные и переходные пальцы, цилиндрические, грибовидные, упорные центры, переходные и кондукторные втулки, валики и колонки, оси с буртиком, ножки, конические хвостовики, вкладыши для пальцев, упорные сухари, переходные планшайбы и фланцы.

Крепежно-зажимные и вспомогательные элементы предназначены для соединения между собой элементов приспособления и для закрепления в приспособлениях заготовок. К группе крепежно-зажимных и вспомогательных деталей относятся прихваты и планки, болты, винты, шпильки, гайки, шайбы, шарнирные ушки и вилки, хомутики, заглушки, наконечники, кольца, пружины, рукоятки.

Сборочные единицы предназначены для монтажа более рациональных и компактных универсально-сборных приспособлений с минимальным числом входящих в них корпусных, крепежно-прижимных и других деталей. В эту группу входят поворотные головки, опоры и кронштейны, фиксаторы, угловые опоры, центровые бабки, подвижные призмы, складывающиеся и откидные планки, делительные диски, эксцентриковые, кулачковые, тисочные и пазовые зажимы, клиновые и винтовые прижимы, шарнирные прихваты с призмой, планшайбы, прихваты, державки, роликовый люнет, кронштейны, самоцентрирующиеся головки. Сборочные единицы подобно базовым и корпусным деталям имеют на своих поверхностях Т-образные и шпоночные пазы, которые позволяют соединить их как между собой, так и с элементами других групп.

Основные элементы УСП всех серий изготавливают из низколегированных высококачественных сталей, подвергают их соответствующей термической обработке, придающей рабочим поверхностям деталей высокую твердость и антикоррозионную стойкость, но сохраняющей в деталях вязкую и прочную сердцевину. Базовые корпусные элементы УСП изготавливают из стали 12ХНЗА. Их подвергают цементации с последующей закалкой. Глубина цементованного слоя 0,6 - 1,0 мм для деталей с пазами 8 мм и 0,6 ... 1,2 мм для деталей с пазами 12 и 16 мм.

Твердость поверхности цементованного слоя HRC 57 ... 63. Шероховатость большинства поверхностей деталей УСП - $Ra=0,63...0,16\text{мкм}$.

Элементы универсально-сборных приспособлений изготавливают с повышенной точностью линейных и угловых размеров и межцентровых расстояний. Основные линейные и угловые размеры базовых и корпусных деталей, а также некоторых деталей сборочных единиц изготавливают по 6 - му качеству. Точность основных размеров рабочих поверхностей, осей отверстий, шпоночных и Т-образных пазов соответствуют 5-му качеству. Менее ответственные детали и сборочные единицы изготавливают с более низкой точностью - по 11 ... 12-му качеству. Более жесткие требования предъявляют к резьбовым соединениям. Это объясняется необходимостью их многократного использования в компоновках УСП, повышением надежности в эксплуатации и увеличением сроков службы. Поэтому резьбы пазовых болтов, шпилек, гаек УСП выполняют по 8 ... 9 - му качествам. Профиль резьбы обрабатывается с шероховатостью не ниже $Ra = 2,5\text{мкм}$.

К каждому универсально-сборному приспособлению предъявляется ряд технологических требований: расширение технологических возможностей станка или повышение его производительности, обеспечение заданной точности обработки заготовок и требуемого параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Отклонения от заданной точности обработки могут быть вызваны рядом отклонений, порожденных различными технологическими факторами на предшествующих этапах производства. В ряду факторов, влекущих за собой возникновение отклонений при обработке заготовок, оказывается и применение универсально-сборных приспособлений. Противоречивость положения, складывающегося в условиях эксплуатации универсально-сборных приспособлений, заключена в том, что использование приспособления, предназначенного обеспечивать заданную точность будущих деталей, само по себе неизбежно вызывает отклонения размеров деталей, а также формы и расположения их поверхностей. Отклонения от заданной точности складываются из суммы отклонений: при агрегатировании приспособлений; при установке заготовки в приспособление и расположении приспособления на станке; недостаточной жесткостью технологической системы станок-приспособление-деталь-инструмент. Заданная точность обработки заготовок достигается в том случае, если суммарная величина

отклонений не выходит за допустимые пределы, предусмотренные чертежом или техническими условиями.

$$\Delta \varepsilon \leq \delta .$$

где $\Delta \varepsilon$ - суммарная погрешность, возникшая от совокупности действия всех элементарных погрешностей технологической системы станок – приспособление – инструмент - заготовка (δ - допуск на выполняемый размер). Действительная погрешность установки учитывает действия случайных погрешностей и определяется по формуле

$$\varepsilon_{\text{дейст.уст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{зак}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} ,$$

где $\varepsilon_{\text{зак}}$ - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{\text{баз}}$ - погрешность базирования;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - погрешность приспособления.

Для приспособления (УСП) погрешность возникает из-за неточности изготовления собираемых деталей комплекта УСП и отклонений, возникающих при сборке приспособления и называются погрешностями компоновки УСП. Погрешность, определяемая точностью изготовления деталей УСП, обуславливает отклонения от параллельности и перпендикулярности установочных плоскостей и осей отверстий относительно главной базовой плоскости (основания компоновки). Погрешность, возникающая при сборке, регулировании и закреплении деталей УСП приводит к отклонению размеров между поверхностями и осями, которые выдерживает сборщик при компоновке УСП. Погрешность компоновок УСП зависит от квалификации сборщика и от используемых измерительных средств. Практикой установлено, что опытные сборщики УСП фиксируют установочные планки с точностью межцентрового расстояния 0,02 - 0,003 мм (расстояния между направляющими шпонками базовых планок), поэтому для практических расчетов наименьшее поле рассеивания погрешностей регулирования деталей УСП принимается не менее 0.02 мм. Детали, используемые для компоновок приспособления (УСП), выбираются в случайном порядке, поэтому погрешности компоновок УСП различны. Из этого следует, что поля распределения погрешностей компоновок УСП зависят от точности изготовления деталей и рассчитываются на основе теории вероятности. Решение такой задачи возможно, когда известна компоновка УСП. Эта задача облегчается, если имеются типовые схемы компоновок при различных схемах базирования заготовок.

Для определения погрешностей самой компоновки составляется операционный эскиз, по которому определяются факторы, оказывающие влияние на положение измерительной базы (непараллельность, неперпендикулярность и т.д.) и по соответствующей формуле рассчитывается величина наибольшей погрешности на выполняемый размер:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{np\perp}^2 + \varepsilon_{np=}^2} \quad .$$

где $\varepsilon_{np\perp}$; $\varepsilon_{np=}$ - составляющие от неперпендикулярности, непараллельности погрешности компоновок УСП (значения в мм на 100 мм длины приведены в таблице 2) В таблице приняты следующие условные обозначения: n - число элементов входящих в компоновку; x , y , z - расстояние между опорными элементами компоновок; m - количество элементов УСП между основанием и промежуточными опорами.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

- 3.1. Набор деталей УСП 8.
- 3.2. Альбом компоновок УСП
- 3.3. Альбом деталей УСП
- 3.4. Набор гаечных ключей
- 3.5. Набор отверток
- 3.6. Штангенциркуль ШЦ-I – 1 шт.
- 3.7. Образцовые детали

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. По выданной преподавателем образцовой детали или чертежу обрабатываемой заготовки установить необходимые технологические базы и составить операционный эскиз на указанную операцию.

4.2. Составить спецификацию необходимых деталей для сборки УСП, используя альбом деталей УСП

4.3. Выбрать из комплекта УСП необходимые элементы.

4.4. Собрать компоновку УСП.

4.5. По формулам таблицы 2 рассчитать точность компоновки УСП и определить погрешность установки. Для расчета точности компоновки и определения погрешности установки заготовки необходимо выяснить, какие факторы оказывают существенное влияние на выполняемый размер, затем по соответствующей схеме компоновки УСП и таблице 2 для конкретного случая выбрать формулу, определить все элементы, входящие в нее и найти погрешность компоновки ε_{np} , исходя из схемы установки и действия внешней силы, опреде-

ляются погрешности базирования $\varepsilon_{\text{баз}}$ и закрепления $\varepsilon_{\text{зак}}$. После определения составляющих находится действительная погрешность установки $\varepsilon_{\text{дейст.уст.}}$ и сравнивается с допуском на выполняемый размер. Если $\varepsilon_{\text{дейст.уст.}}$ сравнивается с допуском и окажется больше допуска на выполняемый размер, следует пересмотреть схему базирования и действия зажимной силы и собрать такую компоновку, в которой $\varepsilon_{\text{пр}}$ была бы минимальной..

4.6. Схему компоновки и спецификацию деталей показать преподавателю.

4.7. Начертить эскиз собранной компоновки УСП.

4.8. Разобрать УСП и разложить детали в соответствующие ящики шкафа.

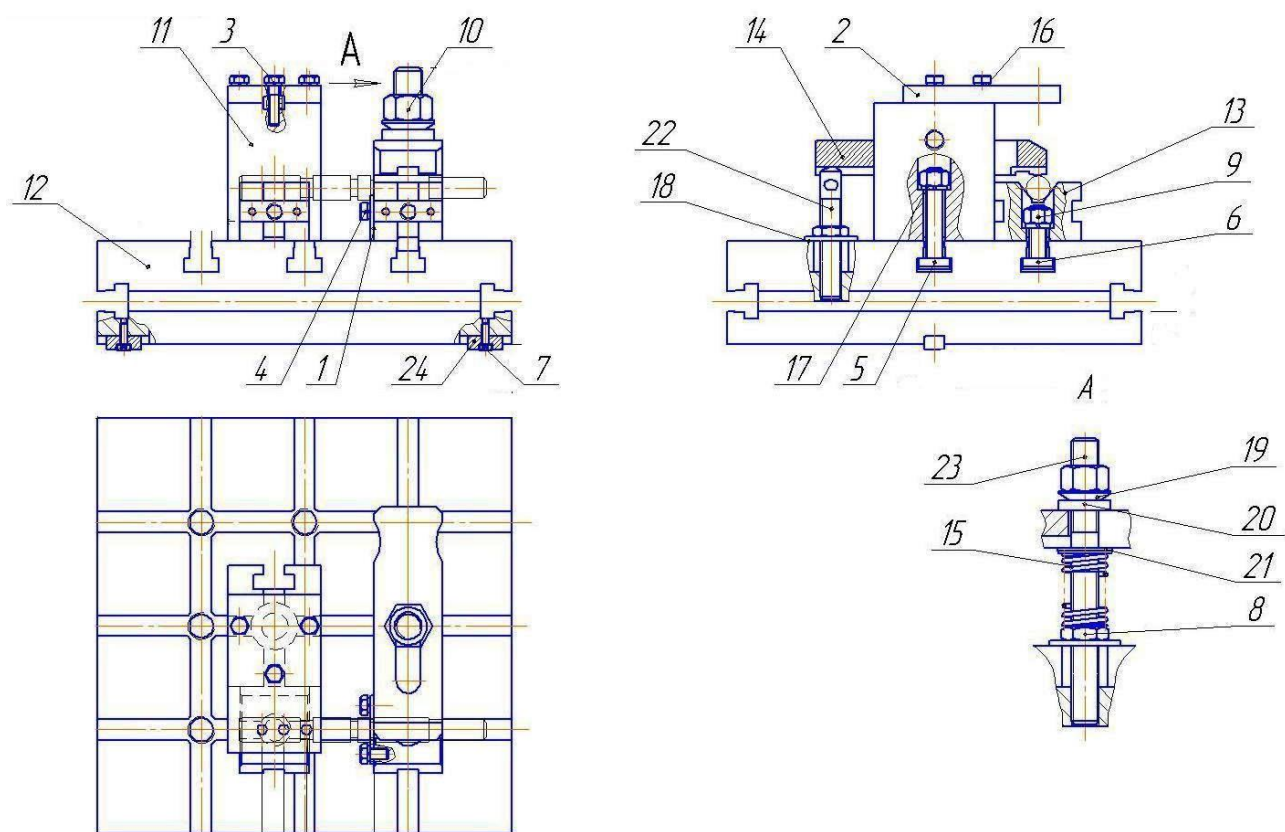


Рисунок 1 - Пример эскиза компоновки УСП

Таблица 2 – Расчетные формулы

Наименование погрешности	Условие базирования заготовки	Расчетная формула	Наибольшая вероятная погрешность
Непараллельность установочной плоскости относительно основания	Заготовка опирается на плоскость одного элемента	$0,007\sqrt{n}$	0,02 – 0,03 на 100 мм длины
	Заготовка опирается на два элемента	$0,01\sqrt{2n\left(\frac{100}{x}\right)^2 + 0.5(m+1)}$	
	Заготовка опирается на три элемента	$0,01\sqrt{4n\left(\frac{100}{y}\right)^2 + 0.5}$	
Неперпендикулярность установочной плоскости относительно основания	Заготовка опирается на плоскость одного элемента	$0,007\sqrt{n}$	0,02 – 0,03 на 100 мм длины
	Заготовка опирается на два элемента расположенных на угольниках	$0,007\sqrt{n+1.1}$	
	Заготовка опирается на три элемента расположенных на одном угольнике	$0,014\sqrt{\left(\frac{100}{x}\right)^2 \cdot n + 0.5}$	
Непараллельность установочной призмы основанию	Заготовка опирается на одну призму	$0,007\sqrt{n}$	
	Заготовка опирается на две призмы	$0,01\sqrt{\left(\frac{100}{L}\right)^2 \cdot 2n + 0.5}$	
Неперпендикулярность установочной призмы основанию	Заготовка опирается на одну призму	$0,007\sqrt{n+1.2}$	0,2мм на 100мм длины
	Заготовка опирается на две призмы	$0,01\sqrt{0,5 \cdot m \cdot \left(\frac{100}{L}\right)^2 + 2}$	
Неперпендикулярность кондукторной втулки к основанию	Консольное расположение направляющей планки	$0,01\sqrt{0,5n+1.8}$	
	Двух опорное расположение направляющей планки	$0,01\sqrt{2 \cdot n \cdot \left(\frac{100}{a}\right)^2 + 0.5n+1.8}$	

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1. Наименование работы
- 5.2. Цель работы
- 5.3. Операционный эскиз обрабатываемой детали.
- 5.4. Выбранную схему компоновки УСП.
- 5.5. Спецификация элементов компоновки УСП).
- 5.6. Расчет погрешности установок заготовок.
- 5.7. Анализ полученных результатов расчетов.
- 5.8. Эскиз компоновки УСП (рисунок 1).
- 5.9. Выводы по работе

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения приспособлений собранных из элементов УСП.
- 6.2. Что понимается под комплектом УСП
- 6.3. Какие основные группы деталей входят в комплект УСП.
- 6.4. Факторы, определяющие точность сборки УСП.
- 6.5. Характеристика серий УСП.
- 6.6. Технические требования к деталям УСП

Лабораторная работа №5

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

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип работы плиты с постоянными магнитами и исследовать влияние конструктивных и технологических факторов на усилие закрепления заготовок при использовании приспособлений с магнитным приводом.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Энергия магнитов в станочных приспособлениях используется на шлифовальных, строгальных, фрезерных, расточных и др. станках. Магнитные приспособления предназначены 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.

Основой магнитного приспособления является магнитная система, включающая постоянные магниты или намагничивающие катушки и магнитопроводы, проводящие энергию к рабочей поверхности [1,2].

В зависимости от источника зажима магнитные приспособления могут быть двух видов: электромагнитные и с постоянными магнитами. Электромагнитные приспособления рекомендуются 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 рисунке 1. Принцип управления плитами с постоянными магнитами получил название шунтирования. Малогабаритная магнитная плита (МПК-4М) состоит из ряда параллельно ус-

тановленных элементарных магнитных систем. Магнитные системы разделены на части, которые составляют три узла приспособления: подвижный магнитный силовой блок 2, неподвижный магнитный силовой блок 4 и адаптерную плиту 5. Магнитопроводы в блоках и полюсники (торцовые поверхности магнитопроводов) в адаптерной плите выполнены из стали Ст3; корпус адаптерной плиты и основание 1 - из чугуна марки СЧ18; рамка неподвижного блока — из силумина. Пространство между нижней плоскостью подвижного блока и основанием 3, а также между полюсниками адаптерной плиты и ее корпусом 6 залито немагнитным сплавом. На рисунке 1 плита показана во включенном состоянии. Поворотом рукоятки производится перемещение подвижного блока, шунтирование магнитного потока и отключение магнитов.

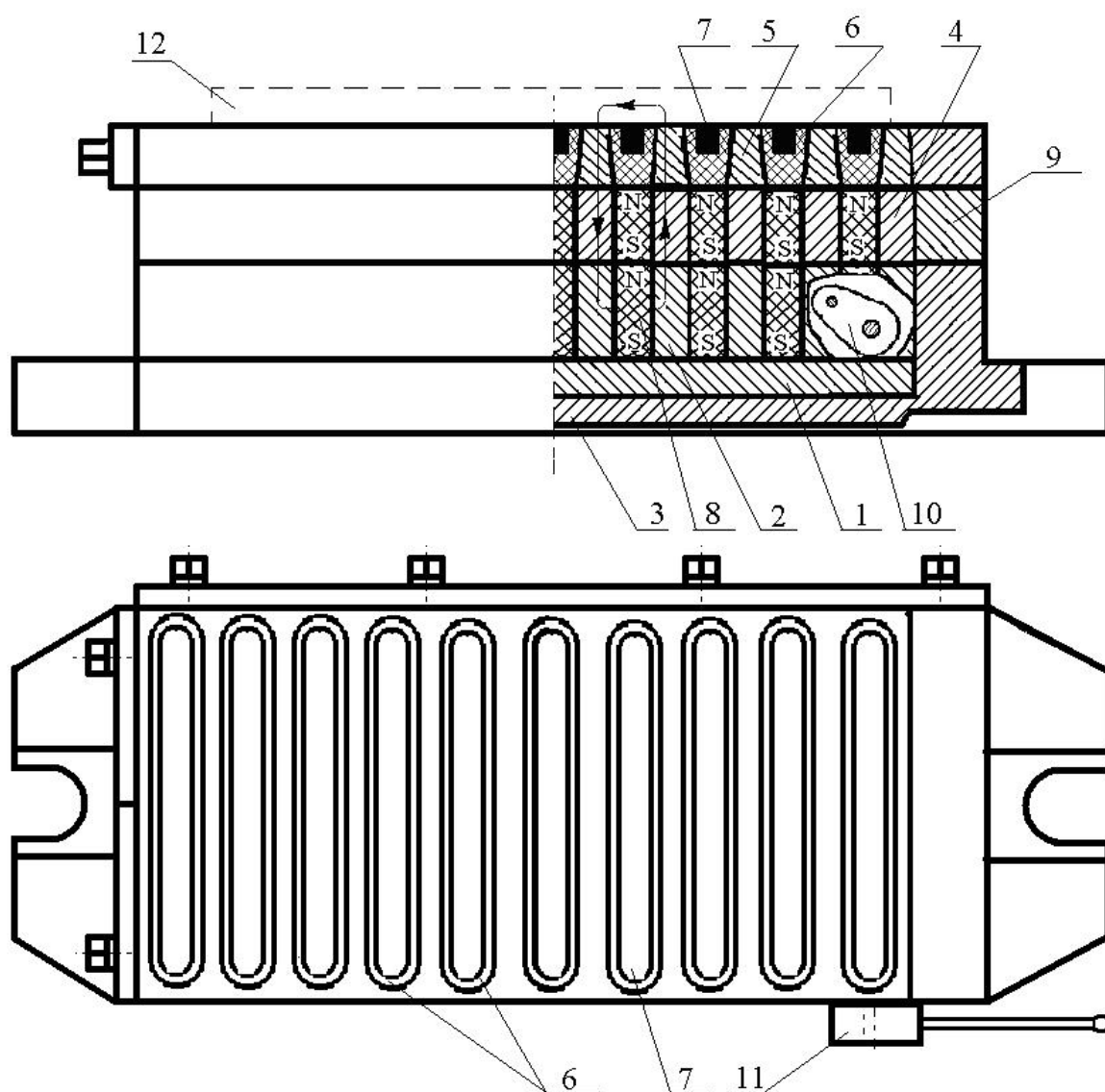


Рисунок 1 - Малогабаритная плита с постоянными магнитами

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 магнитного приспособления может быть рассчитана по формуле

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

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

Удельная сила притяжения

$$P_{уд} = \frac{P}{F_{оп}},$$

где $F_{оп}$ - активная площадь поверхности заготовки, m^2 .

В зависимости от класса точности удельная сила притяжения в зависимости от класса точности должна находиться в пределах $(16 - 25) \cdot 10^4$ Н/м² для электромагнитных прямоугольных плит и в пределах $(14 - 20) \cdot 10^4$ Н/м² для прямоугольных плит с постоянными магнитами. Остаточная сила притяжения в выключенной плите $5 \cdot 10^3$ Н/м². Усилия переключения не более 40 Н.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рисунок 2). Лабораторная установка 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 рукоятками 15, 16 и манометр 17. Перед началом работы с лабораторной установкой вентили 9, 12 должны быть закрыты, а 8 и 11 – открыты.

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, чтобы в торец заготовки упирался толкатель 5 гидроцилиндра 7. Поворотом рукоятки 4 магнитной плиты 2 закрепить деталь 3 на плите. Вращая рукоятку 16 (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 12, 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 $Q_{\text{экс}}$, результаты расчетов записать в таблицу 1.

Значения $Q_{\text{экс}}$ рассчитывается по формуле

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

где P - давление в гидроцилиндре, МПа;

d - диаметр поршня гидроцилиндра, $d = 30\text{мм}$;

η - КПД гидроцилиндра, $\eta = 0,85$.



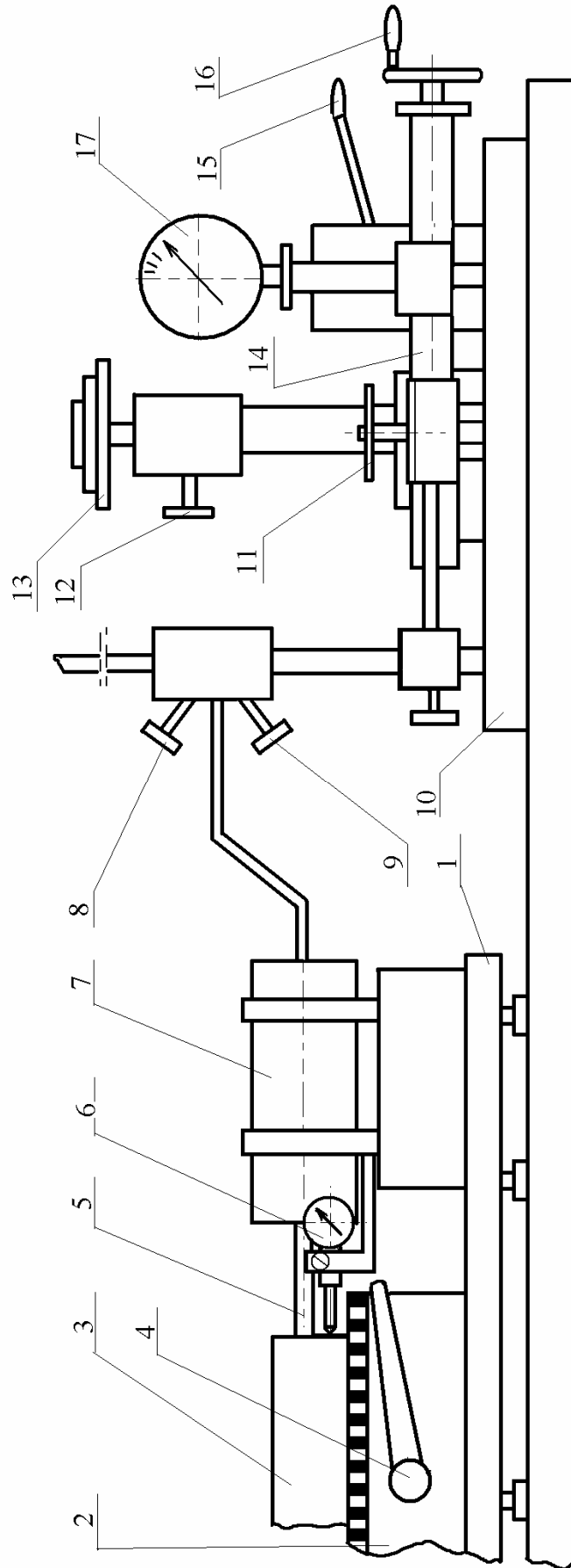


Рисунок 2 - Схема лабораторной установки

4.1.5. Рассчитать величину силы закрепления заготовок на плите $Q_{рас}$, результаты расчетов записать в таблицу 1.

Значение $Q_{рас}$ рассчитывается по формуле $Q_{рас} = q \cdot F$,

где q - удельная сила притяжения, Н ($q = 2 \cdot 10^4$ Н/м²);

F - площадь контакта заголовки с плитой, м².

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

$$K = \frac{Q_{экс}}{Q_{рас}}.$$

Таблица 1 - Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	Rz, мкм	P, МПа	$Q_{экс}$, Н	$Q_{рас}$, Н	K

4.2. Исследование влияния активной площади контакта заготовки с магнитной плитой на усилие 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 (рисунок 3).

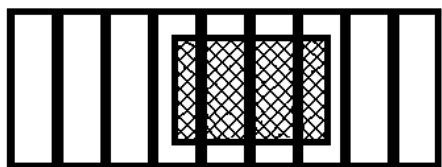


Рисунок 3 - Схема определения активной площади контакта (заштрихованная зона).

4.2.3. Вращая рукоятку 16 (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 12, 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 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 таблицу 2.

Значение $Q_{\text{рас}}$ рассчитывается по формуле $Q_{\text{рас}} = q \cdot F$,

где q - удельная сила притяжения, Н ($q = 2 \cdot 10^4$ Н/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 таблицу 2.

Таблица 2 - Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	$F, \text{м}^2$	$P, \text{МПа}$	$Q_{\text{экс}}, \text{Н}$	$Q_{\text{рас}}, \text{Н}$	K
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					

4.3 По данным экспериментов построить графики зависимостей $Q_{\text{экс}} = f(R_a, R_z)$ и $Q_{\text{экс}} = f(F)$ (рисунок 4), $K = f(F)$.

4.4 Сделать выводы о влиянии на величину сдвигающей силы шероховатости базовых поверхностей заготовок, а также толщины заготовок.

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 (таблицы 1,2)

5.5. Графическая интерпретация результатов исследований

5.6. Выводы по работе

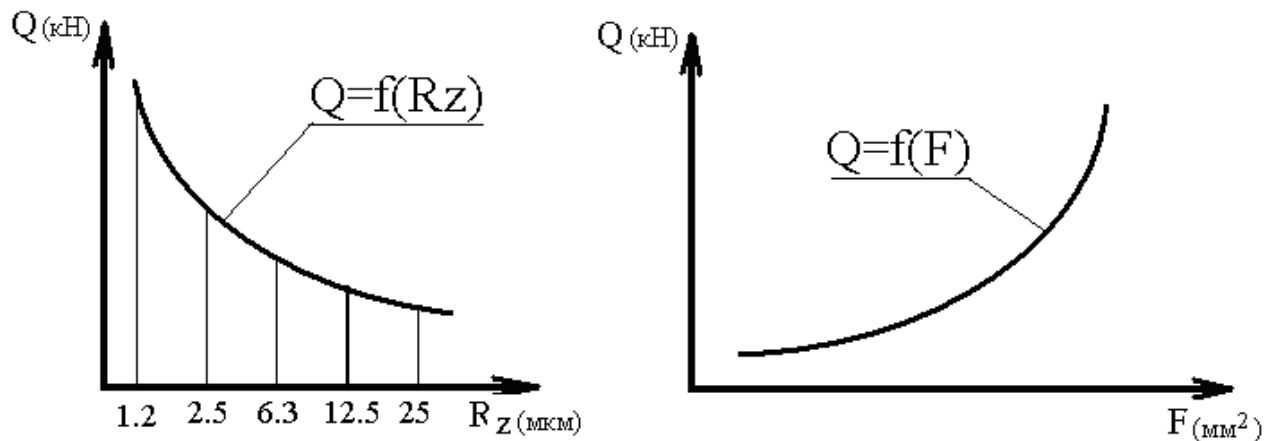


Рисунок 4 - Графические зависимости

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения магнитных приспособлений
- 6.2. Виды приспособлений 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.

Лабораторная работа №6

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСИЛЕНИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ИХ УСТАНОВКЕ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип работы фрезерного приспособления с электромеханическим приводом и исследовать влияние основных технологических и конструкторских факторов на стабильность величины усилия зажима.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Электромеханический привод применяют для перемещения зажимных устройств приспособлений, используемых на токарно-револьверных, фрезерных, агрегатных станках и автоматических линиях [1,4]. 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

Электромеханический привод состоит из электромотора, редуктора и винтовой пары. На рисунке 1 дана схема зажимного устройства с электромеханическим приводом для стационарного приспособления. От электродвигателя 1 вращение через муфту 2, редуктор 3, вал 7 и зубчатую муфту 4 передается на ходовой винт 8, с последующим преобразованием его в возвратно - поступательное перемещение ползуна 9 с помощью которого деталь 10 прижимается к неподвижной опоре 1 и создается натяжение всех звеньев системы. После окончания зажима и отключения двигателя деталь 10 удерживается в зажатом состоянии силами натяжения упругих звеньев участка системы от опоры 11 до самотормозящей передачи 8. Пружина служит для регулирования величины передаваемого муфтой 4 крутящего момента $M_{кр}$. Когда достигнута заданная сила зажима, левая часть муфты 4, установленная на валу 7, преодолевает сопротивление пружины 5, натяжение которой регулируется гайками 6, отжимается влево и

вследствие трапецевидной формы зубьев, проскальзывает. При перемещении влево корпус муфты нажимает конечный выключатель и электродвигатель отключается. При разжиме выключение электродвигателя производится путевым выключателем, который настраивается на определенное положение плунжера 9.

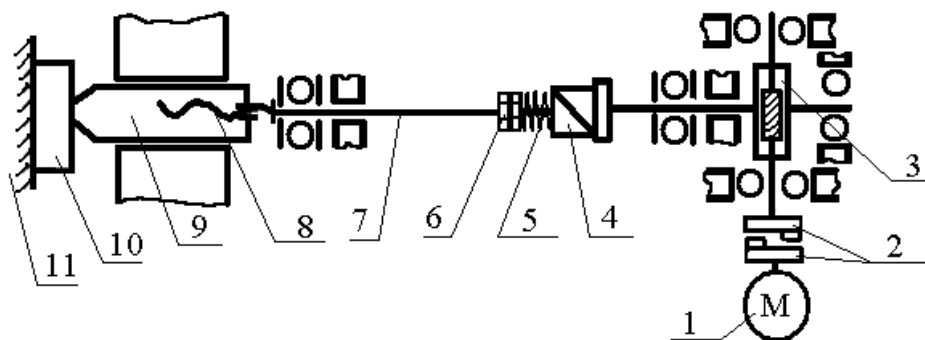


Рисунок 1- Принципиальная схема приспособления с электромеханическим приводом.

При проектировании приспособлений 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 (рисунок 2). Лабораторная установка 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 управления 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.

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 – 6шт.

3.5. Стальные образцы с одинаковой шероховатостью базовых поверхностей и одинаковыми конструктивными размерами – 6шт.

3.6. Гладкие, рифленые и прерывистые установочные и 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 гидроцилиндра 2. Включить электродвигатель и закрепить образец в приспособлении.

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 $Q_{\text{экс}}$, 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 таблицу 1.

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

4.5. Рассчитать величину сдвигающей силы $Q_{\text{экс}}$, результаты расчетов записать в таблицу 1.

Значения $Q_{\text{экс}}$ рассчитывается по формуле $Q_{\text{экс}} = 0.25\pi \cdot P \cdot d^2 \cdot \eta$,

где P - давление в гидроцилиндре, МПа;

d - диаметр поршня гидроцилиндра, $d = 30\text{мм}$;

η - КПД гидроцилиндра, $\eta = 0,85$.

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.

4.8. Рассчитать величину силы закрепления образцов в приспособлении с электромеханическим зажимом на $Q_{\text{рас}}$, результаты расчетов записать в таблицу 1.

Значение $Q_{\text{рас}}$ 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.

Таблица 1 - Экспериментальные данные и результаты расчетов

	№	Rz, мкм	P, МПа	Q _{экс} , Н	Q _{рас} , Н	K
Гладкие зажимные элементы						
Рифленные зажимные элементы						

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

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

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

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 (таблица 1)
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований
- 5.6. Выводы по работе

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения приспособлений с электромеханическим приводом
- 6.2. Виды приспособлений с электромеханическим приводом.
- 6.3. Пояснить принцип работы приспособлений 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 приспособлений с электромеханическим приводом.

Лабораторная работа №7

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСИЛИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ УСТАНОВКЕ ИХ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ С ВАКУУМНЫМ ПРИВОДОМ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип работы приспособления с вакуумным приводом и исследовать влияние конструктивных и технологических факторов на усилие закрепления заготовок при использовании приспособлений с вакуумным приводом.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Приспособления с вакуумным приводом применяют 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 [1,3]. В приспособлениях с вакуумным зажимом между базовой поверхностью заготовки и полостью приспособления создается разрежение - вакуум и обрабатываемая заготовка прижимается к опорным поверхностям приспособления избыточным атмосферным давлением. На рисунке 1 даны схемы вакуумных зажимных устройств. В корпусе 2 приспособления рисунке 1,а) имеется центрирующая выточка, в которую плоской базовой поверхностью устанавливают обрабатываемую заготовку 1.

Между нижней поверхностью заготовки 1 и корпусом 2 приспособления образуется изолированная от атмосферы полость “А”, соединенная каналом с вакуумным цилиндром 3, работающим от пневмоцилиндра 4 с распределительным краном 5. При создании вакуума в полости “А” избыточное атмосферное давление равномерно прижимает заготовку 1 к установочной поверхности корпуса 2 приспособления. Герметичность полости “А” приспособления обеспечивает резиновый уплотнитель 6. После обработки полость “А” сообщается с атмосферой и деталь освобождается.

Сила прижима W заготовки в приспособлении зависит от величины полезной площади вакуумной полости избыточного давления.

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

где F - полезная площадь полости "А" приспособления ограниченная резиновым уплотнителем 6 или плитой, м^2

$p_{\text{и}}$ - избыточное давление, равное разности между атмосферным давлением и остаточным давлением в вакуумной полости "А" приспособления, МН/м^2 ; $p_{\text{и}} = p - p_0$; p_0 — остаточное давление в вакуумной полости приспособления, МН/м^2 ; $k = 0,8-0,85$ — коэффициент герметичности вакуумной системы (зависит от величины остаточного давления). Зависимость между избыточным и остаточным давлениями показана на рисунке 3.

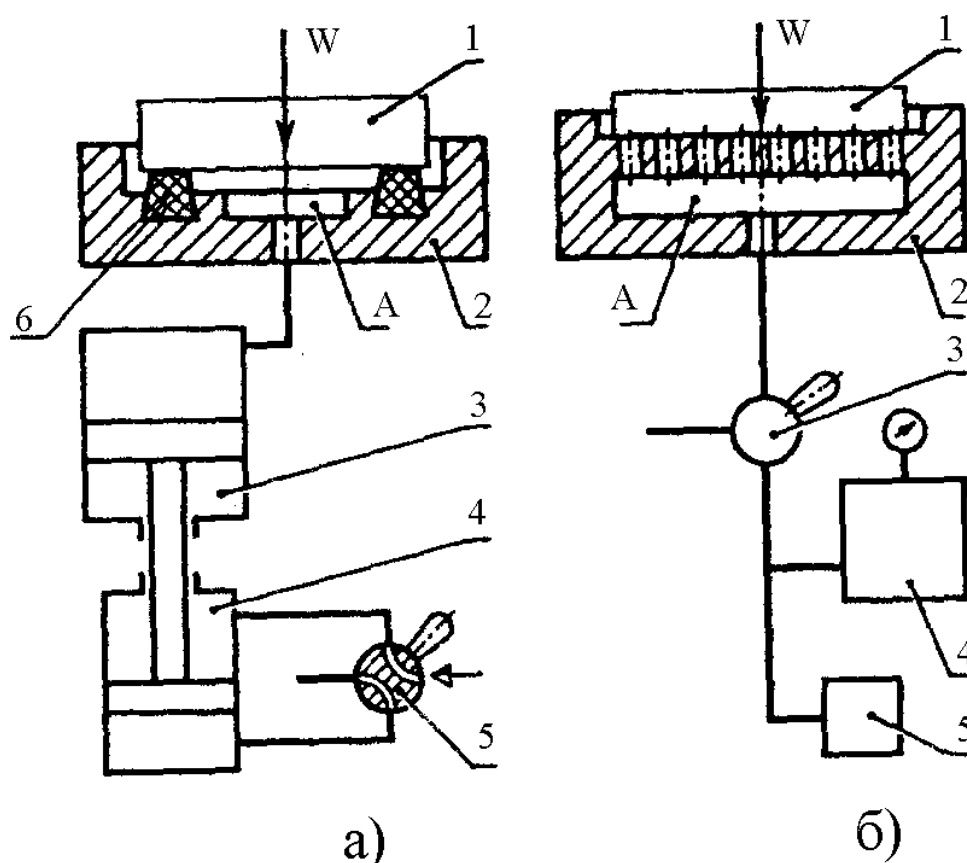


Рисунок 1 - Схемы приспособлений с вакуумным приводом с применением: а — пневмоцилиндра; б — вакуумного насоса

В приспособлении с вакуумным приводом избыточное давление $P_{\text{и}}$ необходимо для обеспечения надежного закрепления заготовки.

В приспособлении 2 (рисунок 1, б) для равномерного прижима заготовки 1 к плите на ее установочной поверхности имеется большое количество мелких отверстий, сообщающихся при закреплении с вакуумной полостью "А". Приспособление с вакуумным приводом включает распределительный кран 3, ресивер 4 для быстрого образования вакуума в полости "А" приспособления и насос 5. 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/м² полезной площади камеры. Применяемые уплотнения показаны на рисунке 2. Уплотнения изготавливают из специальной резины.



Рисунок 2 - Кольцевые вакуумные уплотнения

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 вакууметром.

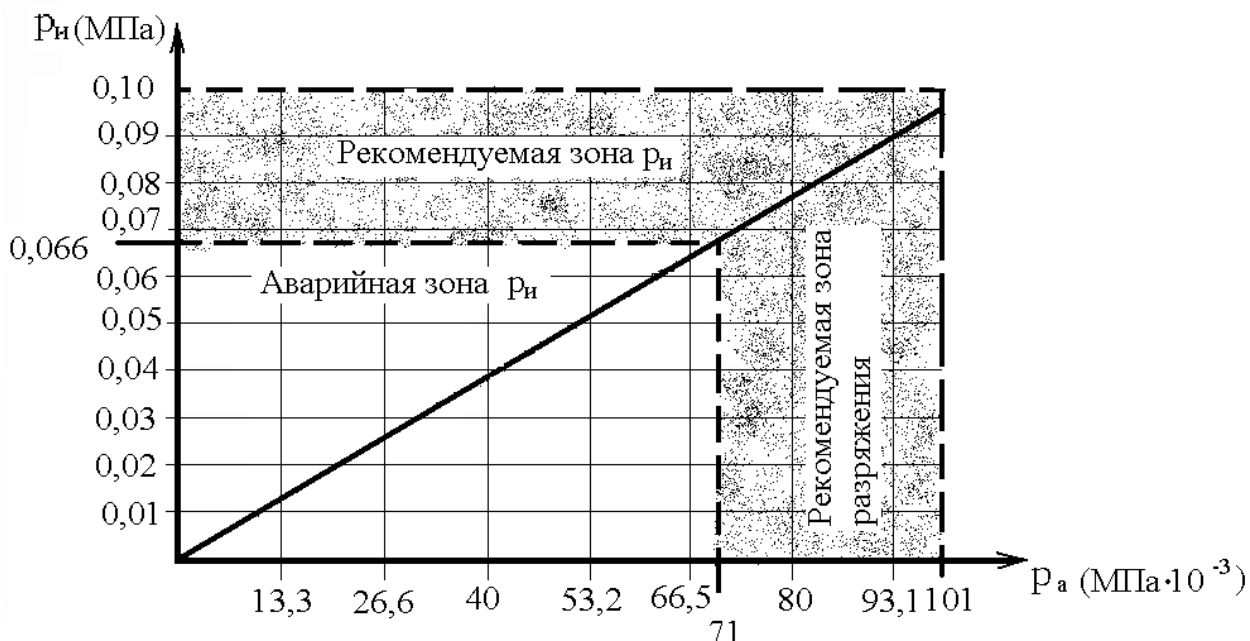


Рисунок 3 - Зависимость между избыточным и остаточным давлением

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рисунок 4). Лабораторная установка состоит из плиты 1, на которой установлено зажимное приспособле-

ние 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 стендом, включающий в себя фильтр 12, редукционный клапан 14, манометр 13 и кран 15.

3.2. Индикатор часового типа ИЧ02 – 1 шт.

3.3. Штатив индикаторный – 1 шт.

3.4. Штангенциркуль ШЦ-II – 1 шт.

3.5. Комплект заготовок с различными размерами базовых поверхностей по площади – 8 шт.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

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

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 таблицу 1.

4.4. Установить штатив 17 с индикатором 18, 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, обуславливающее величину сдвигающей силы $W_{экс}$, отсчитывается по манометру 13, в момент изменения показания индикатора 6. Опыт повторить не менее 3-х раз. Среднее значение замеров давления P записать в таблицу 1.

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

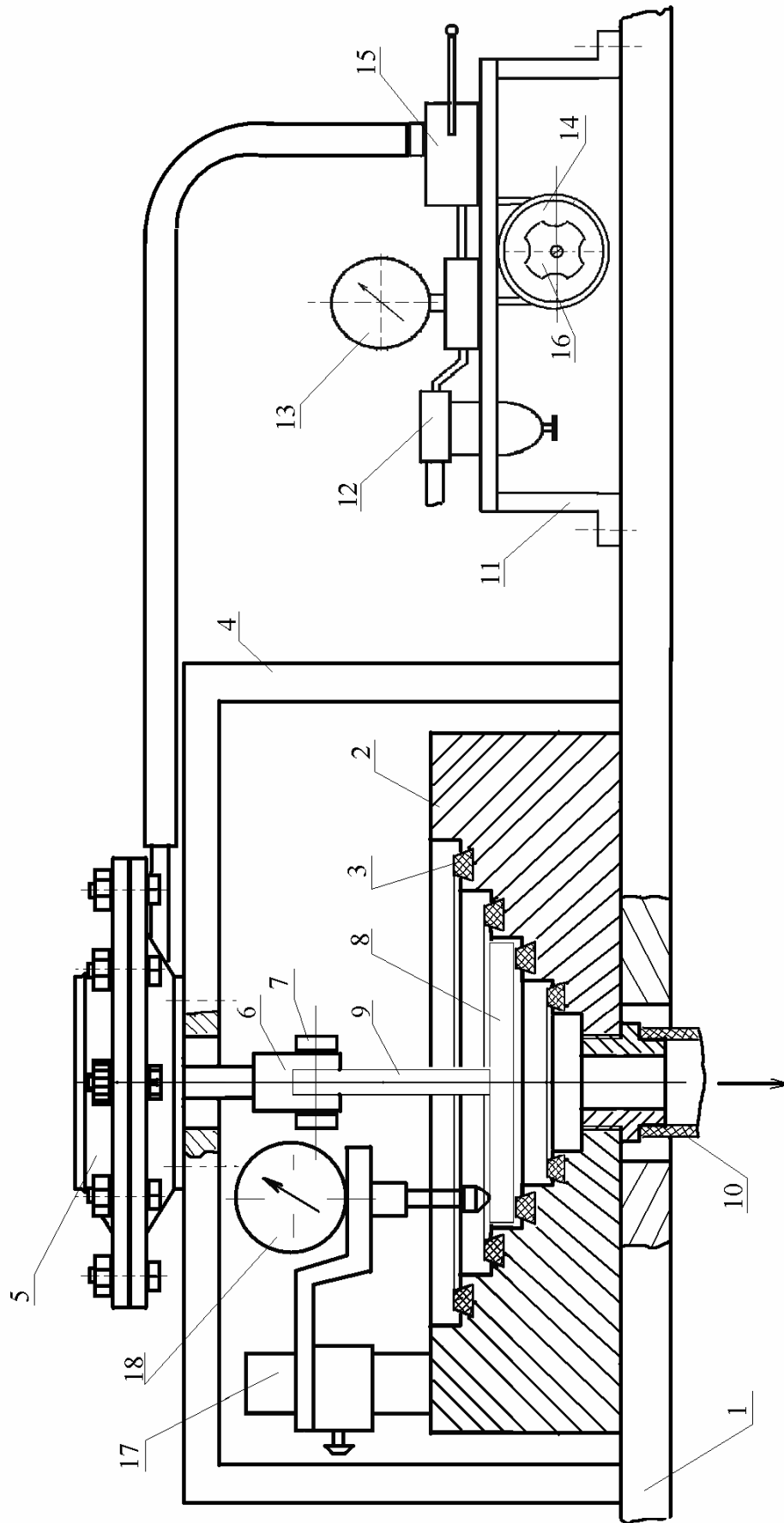


Рисунок 4 - Лабораторная установка

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 $W_{\text{рас}}$, результаты расчетов записать в таблицу 1. Значение $W_{\text{рас}}$ рассчитывается по формуле

$$W_{\text{рас}} = F \cdot p_u \cdot k,$$

где: p_u - избыточное давление, $p_u = 1 - p_o$, МН/м²;

F - площадь контакта заготовки с приспособлением, м²;

$k = 0,8$ — коэффициент герметичности вакуумной системы.

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

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

4.11. Сделать выводы о влиянии на величину сдвигающей силы шероховатости базовых поверхностей заготовок, а также толщины заготовок

Таблица 1 - Экспериментальные данные и результаты расчетов

№	F , м ²	p_o , МН/м ²	P , МПа	$W_{\text{экс}}$, Н	$W_{\text{рас}}$, Н	K
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

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 (таблица 1)
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований
- 5.6. Выводы по работе

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения приспособлений с вакуумным приводом
- 6.2. Виды приспособлений с вакуумным приводом.
- 6.3. Пояснить принцип работы приспособления 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 приспособлении с вакуумным приводом.
- 6.7. Достоинства и недостатки применения приспособлений с вакуумным приводом
- 6.8. Как выбирается полезный объем бака ресивера.

Лабораторная работа №8

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТРЕХКУЛАЧКОВОГО САМОЦЕНТРИРУЮЩЕГО КЛИНОВОГО ПАТРОНА С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСИЛИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип работы трехкулачкового клинового патрона с пневматическим приводом, применяемого на станках с ЧПУ и определить влияние основных технологических и конструктивных факторов на стабильность величины усилия зажима.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Кулачковые патроны применяют для установки и зажима заготовок различных деталей, обрабатываемых на токарных и шлифовальных станках [1]. В зависимости от количества кулачков патроны разделяются на двух-, трех- и четырехкулачковые. Патроны двух- и трехкулачковые являются самотормозящими; четырехкулачковые патроны изготавливают в основном с независимым перемещением кулачков, но бывают и самоцентрирующие.

На рисунке 1 показан трехкулачковый самоцентрирующий клиновой патрон с пневмоприводом, применяемый для зажима заготовок, обрабатываемых на токарных станках с ЧПУ и многошпиндельных полуавтоматах в крупносерийном и среднесерийном производствах. В пазах корпуса 1 патрона установлены три кулачка 2, к которым винтами 4 и сухарями 3 прикреплены сменные кулачки 5. В корпусе 1 патрона установлена втулка 6, которая винтом 8 и тягой соединена со штоком поршня пневмоцилиндра. Во втулке 6 имеются три паза “а” с углом наклона 15° , в которые входят наклонные выступы “б” кулачков 2, образуя клиновые сопряженные пары. Для замены кулачков в шестигранное отверстие во втулке 6 вставляют торцовый ключ, который поворачивает втулку против часовой стрелки на угол 15° , кулачки 2 выходят из пазов корпуса 1 и тогда их вынимают. Втулка 7 предохраняет патрон от засорения. Винты 18 используют для крепления патрона к фланцевому концу шпинделя. Клиновые патроны обладают высокой жесткостью и изнosoустойчивостью. Основные размеры клиновых стандартизованы. Патрон связан с пневмоприводом тягой 17, положение которой относительно штока 11 привода и винта 8 зафиксировано гайками 16.

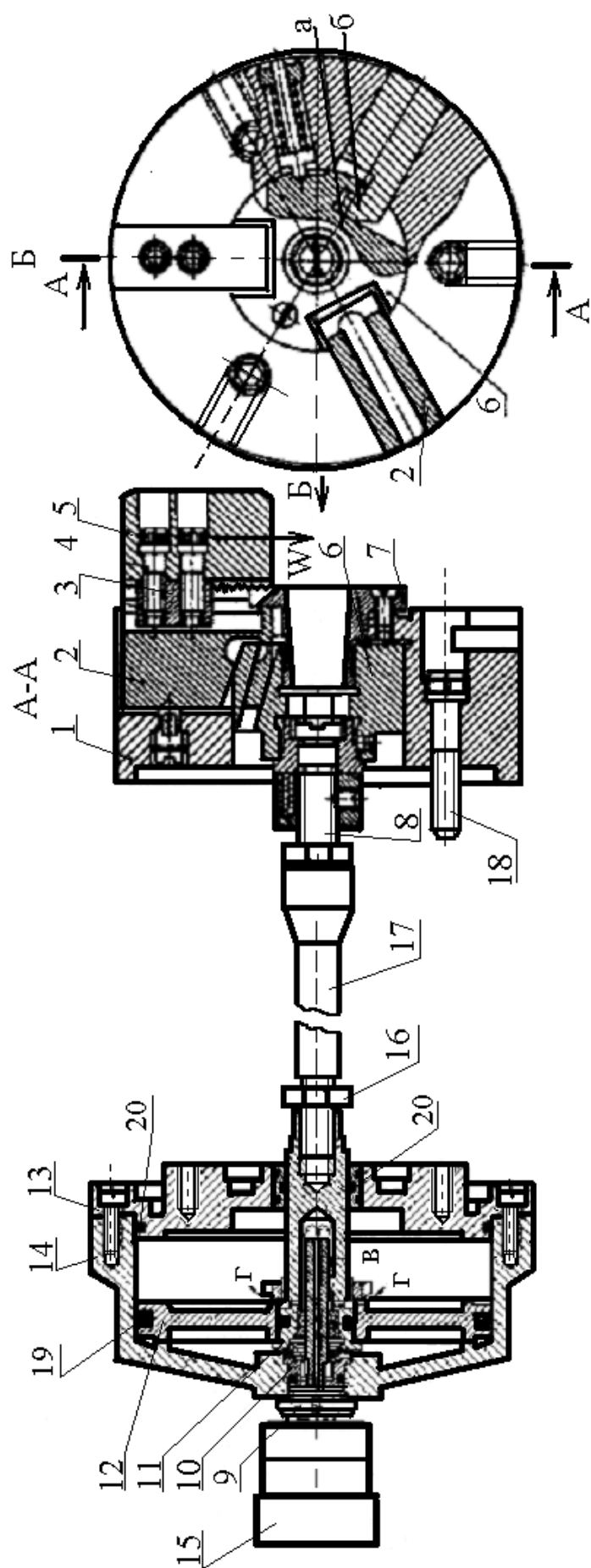


Рисунок 1 – Трехкулачковый клиновой патрон с пневмоприводом

В качестве привода патрона используется вращающийся нормализованный пневмоцилиндр и воздухоподводящая муфта 15. Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя станка при помощи фланца и вращается вместе с ним. На корпусе 14 пневмоцилиндра винтами закреплена крышка 13. Внутри корпуса 14 размещен поршень 12 со штоком 11. В корпусе установлен валик 10, закрепленный гайкой 9, на котором смонтирована воздухоподводящая муфта 15 для соединения привода с сетью подачи сжатого воздуха. Чтобы не было просачивания сжатого воздуха из одной полости цилиндра в другую, на поршне устанавливают уплотнения из маслостойкой резины 19. Утечке сжатого воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу препятствуют установленные в корпусе 14 и крышке 13 резиновые уплотнения 20 и прокладки между корпусом и крышкой.

Конструкция воздухоподводящей муфты показана на рисунке 2. В отверстие валика 10 запрессован пустотелый стержень 7, по которому проходит воздух в пневмоцилиндр. Корпус 1 воздухопроводящей муфты прикреплен к крышке 12 и установлен на шарикоподшипнике 4 с манжетами 5, 6, 8. Манжеты фиксируются упорными шайбами 3 и кольцами 11 с отверстиями для прохода сжатого воздуха. В резьбовые отверстия К (1/4") заворачиваются штуцеры для присоединения резиноканевых шлангов, подводящих сжатый воздух.

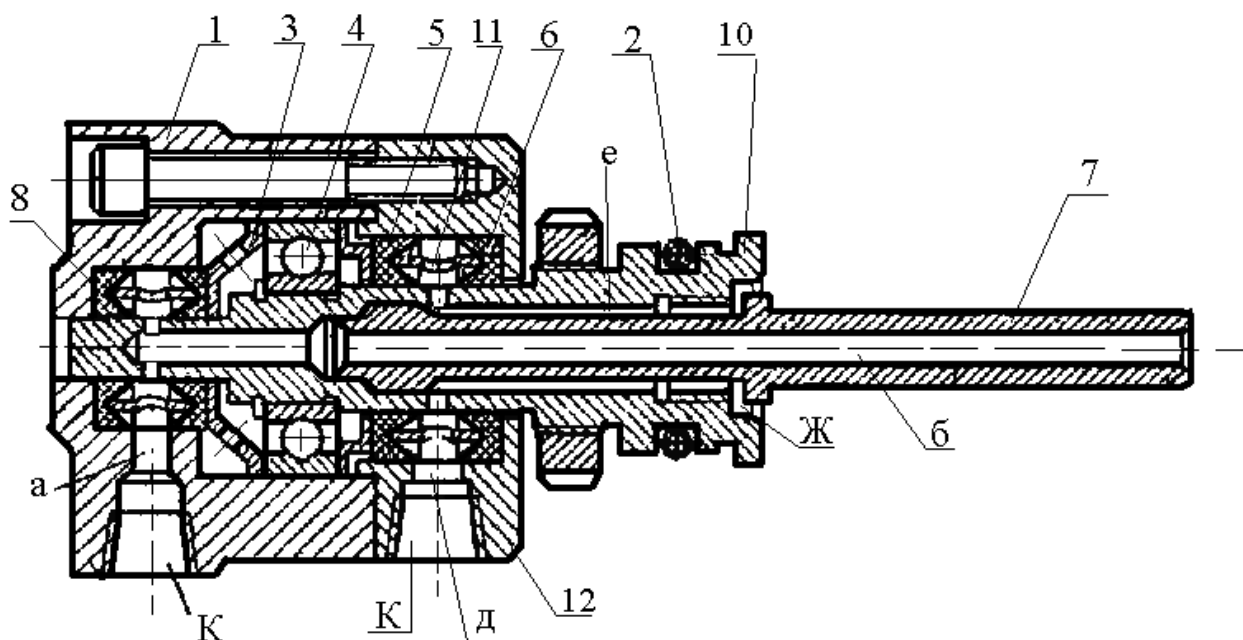


Рисунок 2 – Воздухопроводящая муфта

Сжатый воздух, подводимый к левому отверстию муфты 15, проходит по каналам а, б, в, г, поступает в штоковую полость пневмоци-

линдра, поршень 12 со штоком 11 перемещается в пневмоцилиндре влево, шток через тягу 17, винт 8 и втулку 6 передвигает выступы “б” кулачков 2 вниз по наклонным пазам “а” втулки 6. При этом сменные кулачки 5, перемещаясь к оси патрона, зажимают обрабатываемую заготовку. После обработки заготовки сжатый воздух подается к правому отверстию муфты 15, проходит по каналам д, ж, е, поступает в безштоковую полость пневмоцилиндра и перемещает поршень 12 со штоком 11 вправо. Шток через промежуточные звенья передвигает втулку 6 вправо, выступы “б” кулачков 2 перемещаются по наклонным пазам втулки 6 вверх и сменные кулачки 5 расходятся от оси патрона и деталь разжимается.

Расчет суммарной силы зажима в кулачковых патронах и осевой силы на штоке механизированного привода осуществляется следующим образом: силу на штоке механизированного привода определяют в зависимости от требуемой силы зажима обрабатываемой заготовки. На деталь 1 (рисунок 3) закрепленной в трехкулачковом патроне 2, действуют составляющие силы резания P_z , P_x , P_y . Сила P_z создает на обрабатываемой заготовке 1 крутящий момент $M_{кр}$, сила P_x - осевой сдвиг и сила P_y - опрокидывающий момент. Величина крутящего момента $M_{кр}$ зависит от силы P_z , радиуса R_0 обработанной поверхности детали и отношения D/D_0 , где D и D_0 - диаметры до и после обработки. Чем больше это отношение, тем меньше влияние крутящего момента на заготовку. Величина опрокидывающего момента зависит от силы P_y и отношения L/D , где L - расстояние от торца заготовки до вершины режущих кромок резца. Чем больше это отношение, тем больше влияние опрокидывающего момента на заготовку.

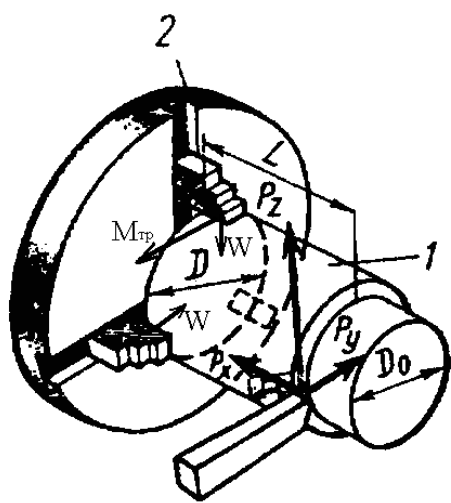


Рисунок 3 – Схема сил действующих на заготовку при обработке её в трехкулачковом патроне

Момент от сил трения $M_{тр}$ и сила зажима $W_{сум}$ заготовки всеми кулачками патрона в основном зависят от крутящего момента $M_{рез}$ и коэффициента трения (сцепления) между поверхностями заготовки кулачками патрона:

$$M_{тр} = W_{сум} f R = K P_z R_0, \quad W_i n = W_{сум} \frac{K M_{рез}}{f R} = \frac{K P_z R_0}{f R}.$$

В трехкулачковых клиновых патронах

$$W_{\text{сум}} = \frac{Q}{K \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \operatorname{tg}(\beta + \varphi)}.$$

Требуемая сила на штоке пневмопривода

$$Q = KW_{\text{сум}} \left(1 + \frac{3a\mu_1}{h} \right) \operatorname{tg}(\beta + \varphi).$$

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ

3.1. Лабораторная установка (рисунок 4). Лабораторная установка состоит из корпуса 1, на котором установлен трехкулачковый клиновой патрон 2, усилие зажима заготовки в котором создается за счет применения в качестве привода, вращающегося пневмоцилиндра 3. Трехкулачковый клиновой патрон 2 соединен с пневмоцилиндром 3 тягой 4. Для создания усилия резания, действующего на образец 8 на стойке 16 установлен стационарный пневмоцилиндр 7. Сжатый воздух во вращающийся пневмоцилиндр подается по трубопроводам 6, а в стационарный по трубопроводам 9. На корпусе 17 собран блок управления стендом, включающий в себя манометры 10, 13 контролирующие давление воздуха в пневмоцилиндрах 3, 7, редукционные клапана с ручками 11, 15, и краны 12 и 14.

3.2. Индикатор часового типа ИЧ02 – 1 шт.

3.3. Штатив индикаторный – 1 шт.

3.4. Гладкие и рифленые установочно-зажимные элементы.

3.5. Набор слесарного инструмента.

3.6. Набор образцов шероховатости поверхности

3.7. Комплект заготовок с различной шероховатостью установочных поверхностей – 5 шт.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Установить и закрепить на кулачках патрона 2 гладкие зажимные элементы.

4.2 Установить в патрон образец с заранее определенной шероховатостью поверхности так, что бы в торец заготовки упирался шток пневмоцилиндра 7.

4.3 Вращая рукоятку 11 редукционного клапана создать заданное давление (величина давления в пневмоцилиндре 3 задается преподавателем).

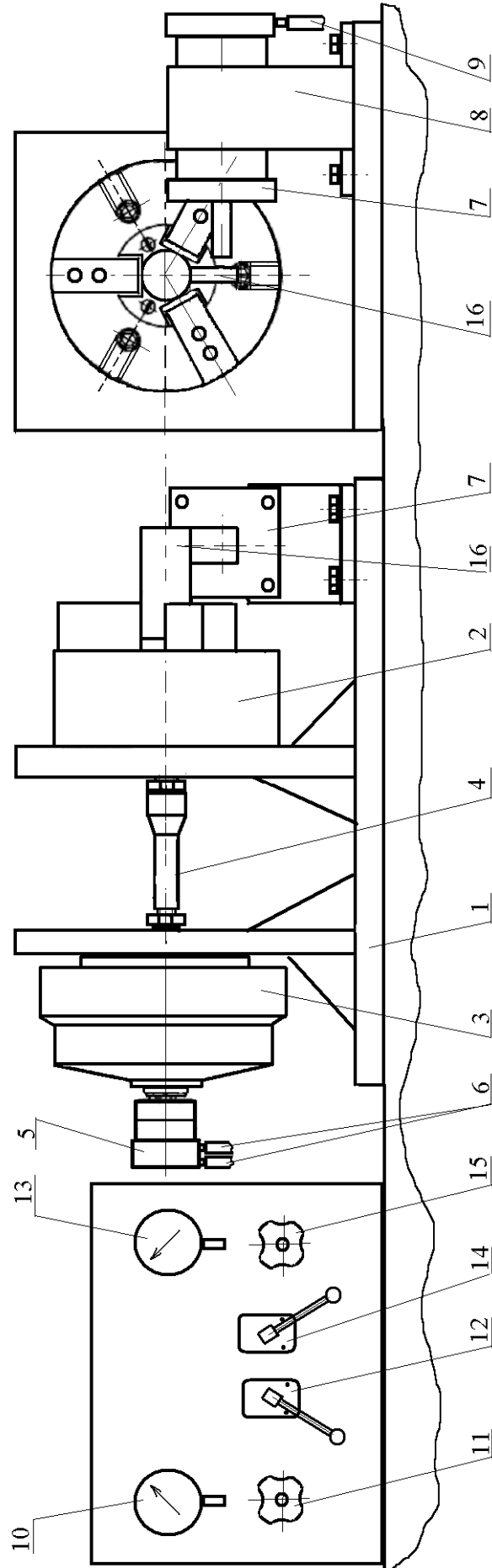


Рисунок 4 - Лабораторная установка

4.4. Поворотом рукоятки 12 подать воздух в рабочую полость пневмоцилиндра 3, вызывая перемещение тяги 4 и зажим заготовки 16 кулачками патрона 2.

4.5. Рукояткой 14 включить подачу воздуха в пневмоцилиндр 7. Вращая рукоятку 15 редукционного клапана увеличивать давление воздуха в пневмоцилиндре 7 до момента смещения стрелки индикатора (на рисунке 4 не показан). Величина давления P в полости пневмоцилиндра 7, обуславливающее величину крутящего момента действующего на образец $M_{\text{экс}}$, отсчитывается по манометру 13, в момент изменения показания индикатора. Опыт повторить не менее 2-х раз. Среднее значение замеров давления P записать в таблицу 1.

4.6. Повторить пункты 4.4., 4.5. для всех образцов, входящих в комплект.

4.7 Рассчитать величину сдвигающего крутящего момента $M_{\text{экс}}$ (момента резания), результаты расчетов записать в таблицу 1.

Значения $M_{\text{экс}}$ рассчитывается по формуле

$$M_{\text{экс}} = 0.25\pi \cdot p \cdot d^2 \cdot \eta \cdot R_o ,$$

где: p - давление в пневмоцилиндре 7, МПа;

d_1 - диаметр поршня пневмоцилиндра, $d_1 = 80\text{мм}$;

η - КПД пневмоцилиндра, $\eta = 0,9$;

R_o - расстояние от центра патрона 2 до точки контакта образца 16 со штоком пневмоцилиндра 7, $R_o = 80\text{мм}$.

4.8 Рассчитать теоретическую величину момента трения $M_{\text{тр}}$ развиваемого исследуемым приспособлением, результаты расчетов записать в таблицу 1.

Значения $M_{\text{тр}}$ рассчитывается по формуле

$$M_{\text{тр}} = \frac{0.25\pi \cdot P \cdot d^2 \cdot \eta \cdot R \cdot f}{\left(1 + \frac{3a\mu}{h}\right) \text{tg}(\beta + \varphi)},$$

где p - давление в пневмоцилиндре 3, МПа;

d - диаметр поршня пневмоцилиндра, $d = 200\text{мм}$;

η - КПД пневмоцилиндра, $\eta = 0,9$;

R – радиус зажатой кулачками части образца, мм;

f – коэффициент трения между рабочей поверхностью кулачков и заготовкой, для кулачков с гладкой поверхностью $f \approx 0.17$, для кулачков с рифленой поверхностью $f \approx 0.35$;

μ - коэффициент трения между направляющей поверхностью кулачков и пазом корпуса патрона, $\mu \approx 0.15$;

а – вылет кулачка от середины его опоры в пазу патрона до центра приложения силы зажима, мм;

h – длина направляющей части кулачка, соприкасающаяся с пазом корпуса патрона, мм;

β – угол наклона пазов скользящей втулки для клиновой пары патрона, $\beta = 15^\circ$;

φ – угол трения клиновой пары патрона, $\varphi = 5^\circ 43'$.

4.9. Рукояткой 14 отключить подачу воздуха в пневмоцилиндр 7, вращая рукоятку 15 редукционного клапана снизить давление воздуха в пневмоцилиндре 7 до 0.02 МПа.

4.10. Установить и закрепить на кулачках патрона 2 рифленые зажимные элементы.

4.11 Повторить пункты 4.4. - 4.9 для всех образцов, входящих в комплект.

Таблица 1 – Экспериментальные данные и результаты расчетов

	№	Rz, мкм	P, МПа	M _{экс} , Н	M _{тр} , Н	K
Гладкие зажимные элементы	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					
Рифленые зажимные элементы	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					

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

$$K = \frac{M_{\text{экс}}}{M_{\text{тр}}}.$$

4.13. По данным эксперимента построить графики зависимости $M_{\text{экс}} = f(Rz)$ для различных видов зажимных элементов приспособления.

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 (таблица 1)
- 5.5. Графическая интерпретация результатов исследований
- 5.6. Выводы по работе

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Область применения приспособлений с пневмоприводом.
- 6.2. Виды приспособлений с пневмоприводом.
- 6.3. Принцип работы трехкулачкового самоцентрирующего клиново-го патрона.
- 6.4. Пояснить принцип работы приспособлений с пневмоприводом.
- 6.5. Технические требования к конструкции технологической оснастки с пневмоприводом.
- 6.6. Виды уплотнений, применяемых в конструкциях технологической оснастки с пневмоприводом.
- 6.7. Факторы, влияющие на усилие закрепления в приспособлении с пневмоприводом.

Библиографический список

1. Андреев Г.Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства / Г.Н.Андреев, В.Ю.Новиков, А.Г.Схиртладзе; Под ред. Ю.М.Соломенцева. – М.: Высш. шк., 2001.- 415с.
2. Ансеров М.А. Проектирование приспособлений для металлорежущих станков / М.А.Ансеров. - Л.: Машиностроение, 1979. - 656с.
3. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений / В.А. Горохов. - Минск: Высшейш. шк., 1986.-238с.
4. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. - М.: Машиностроение, 1983. - 277с.
5. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении / В.В. Микитянский. - М.: Машиностроение, 1984.- 128с
6. Переналаживаемая технологическая оснастка / Под ред. Д.И. Полякова - М.: Машиностроение, 1988.-256с.

Заказ № _____ от « ____ » _____ 2006 Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ