

**Министерство образования и науки  
Российской Федерации**

Федеральное агентство по образованию  
Курганский государственный университет

Кафедра автоматизации производственных процессов

**Методические указания**

к выполнению лабораторной работы

«Средства автоматизации многосторонней обработки деталей»

для студентов специальности 220301

«Автоматизация технологических процессов и  
производств (в машиностроении)»

(Часть 1)

Курган 2007

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: «Проектирование автоматизированных систем»

Составили: канд. техн. наук, проф. А.С. Пухов, аспирант Д.Н. Свидунович

Утверждено на заседании кафедры «14» сентября 2007г.

Рекомендовано методическим советом университета

## Введение

Рост производительности труда и качества продукции возможен в производстве, базирующемся на широком использовании новейшего технологического оборудования, обеспечивающего максимальную готовность деталей на одном рабочем месте, в частности, на многооперационных станках с ЧПУ. Однако многооперационные станки применяются преимущественно для обработки корпусных деталей вращающимся инструментом. Что касается обработки вращающихся деталей на токарных станках, то она остается традиционно односторонней. В результате этого широкий класс деталей с пересекающимися осями типа крестовин, угольников и т.п. обрабатывается на токарных станках за несколько операций, что значительно снижает производительность труда, качество изделий свидетельствует о необходимости реализации методов, позволяющих вести обработку таких деталей с двух, трех и четырех сторон за один установ.

Для реализации метода многосторонней обработки вращающихся деталей на кафедре «Автоматизация производственных процессов» Курганского государственного университета разработаны средства автоматизации, значительно расширяющие технологические возможности токарных станков с ЧПУ, с целью автоматизации малооперационных ресурсосберегающих технологий.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ И СРЕДСТВАХ АВТОМАТИЗАЦИИ МНОГОСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ

Применение метода многосторонней обработки является перспективным направлением повышения производительности и расширения технологических возможностей токарных станков с ЧПУ. Сущность метода заключается в том, что закрепленная в патроне деталь автоматически, без останова шпинделя, многократно вводится в зону обработки поверхностями, расположенными соосно с противоположных сторон детали и под углом  $90^\circ$  друг к другу, в результате чего обеспечивается ее максимальная готовность на одной технологической операции.

На рис.1 приведена принципиальная схема автоматического комплекса многосторонней обработки (АКМО). В комплексе средств автоматизации многосторонней обработки деталей входят: исполнительное устройство (поворотный патрон) - 1; приводы - 2; устройство управления - 3 положением вращающейся детали - 4. На следующем, втором уровне эти устройства разделяются на функциональные элементы (механизмы, блоки):

- механизм 1.1 закрепления заготовки 4, механизм 1.2 связи поворотного механизма с приводом, поворотный механизм 1.3, поворотное звено 1.4;

- привод 2.1 механизма закрепления заготовки 4, привод 2.2 поворотного механизма;

- датчик 3.1 вращающейся детали, блок 3.2 управления положением детали, связанный с устройством ЧПУ 3.3 станка и элементами электроавтоматики станка 3.4, распределители 3.5 жидкости или сжатого воздуха, блок 3.6 индикации углового положения вращающейся детали 4.

Поворотный механизм представляет собой два кинематически связанных посредством реечной шестерни клиновых толкателя, воздействующих на четырехгранник цапфы поворотного звена, несущей обрабатываемую деталь. Для обеспечения возможности самоцентрирования заготовки в базирующих элементах

поворотного патрона создано синхронное в радиальном направлении перемещение несущих их кулачков, в одном из которых размещен поворотный механизм 1.3 (рис. 2, разрез А-А).

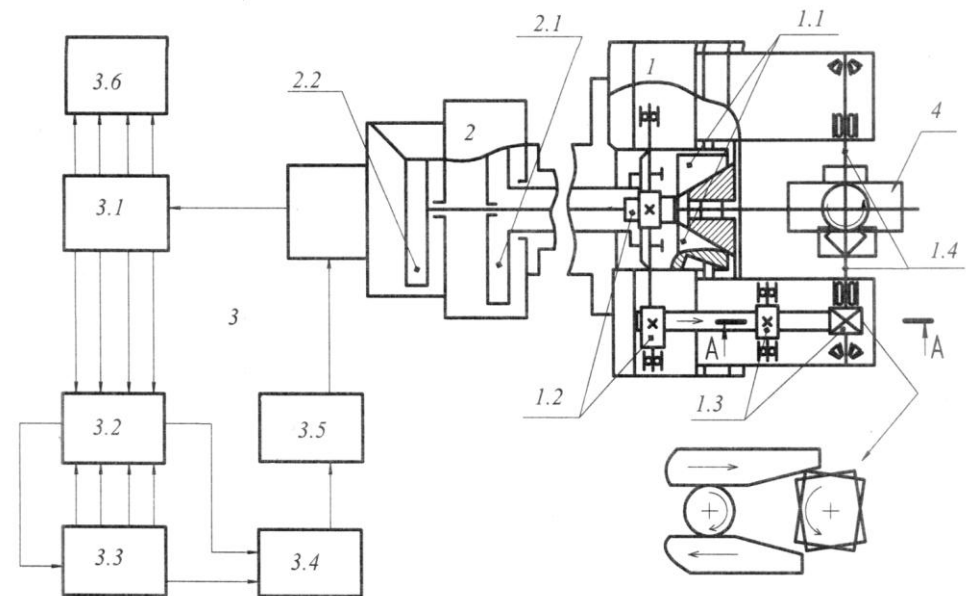


Рис.1. Конструктивно-структурная схема автоматического комплекса многосторонней обработки (АКМО)

Разработана гамма поворотных патронов. Исходная размерная характеристика гаммы – наружный диаметр патрона: 160, 200, 250, 315, 400, 500 и 630мм. В патронах гаммы могут обрабатываться детали с наибольшей длиной 180...450мм и диаметром 40...200мм. Поворотный патрон выполняется либо с клиновым, либо с винтовым устройством зажима (винтовое устройство обеспечивает больший ход кулачков патрона).

Для реализации метода многосторонней обработки из разработанной гаммы выбирается поворотный патрон, соответствующий размерам обрабатываемой детали и условиям ее

закрепления. Тип привода (гидравлический, пневматический, электромеханический) зависит от оснащённости станка, гидросистемой. При наличии заводской пневмосети возможна установка пневмопривода. Электромеханическими приводами оснащаются поворотные патроны с винтовым устройством.

Гидро- и пневмопривод представляют собой вращающийся совмещенный цилиндр, предназначенный для закрепления и поворота детали в патроне, установленный на заднем конце шпинделя. Электромеханический привод зажима детали крепится на шпиндельной бабке станка в непосредственной близости с патроном. Пневмопривод поворота детали в патроне с винтовым устройством зажима крепится также на заднем конце шпинделя станка.

Автоматическая система управления положением детали при многосторонней обработке [3] выполняет следующие функции:

- обеспечивает цикл поворота детали на фиксированный угол  $90^\circ$ ;
- формирует и осуществляет несколько последовательных циклов поворота детали на заданный угол (через  $90^\circ$ ) для многократного ввода поверхностей детали в зону обработки;
- обеспечивает прямой и непрерывный контроль положения обрабатываемой детали в устройстве поворота.

Вопросы проектирования систем управления рассмотрены в части 2 методических указаний.

Таким образом, комплекс средств автоматизации многосторонней обработки содержит: поворотный патрон, привод поворота и зажима детали, автоматическую систему управления положением детали.

## 2. ОСОБЕННОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ МНОГОСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКЕ

При многосторонней обработке наиболее благоприятным является случай, когда оси всех обрабатываемых поверхностей

детали пересекаются в одной точке. Тогда ось поворота детали в патроне должна проходить через эту точку (рис.2а).

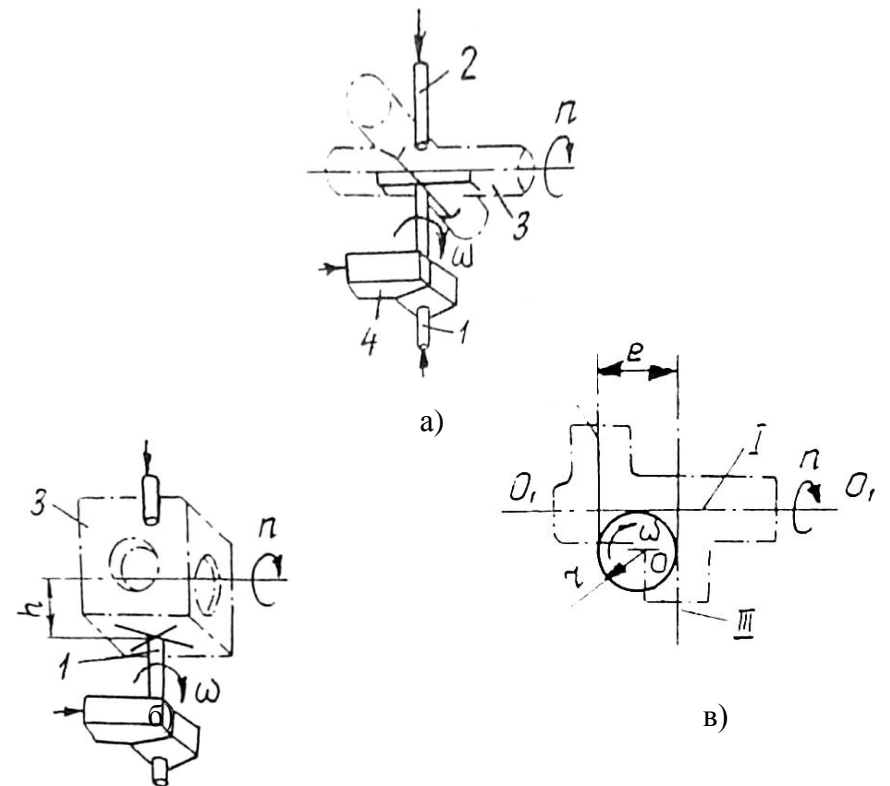


Рис. 2. Схемы установки (базирования) и фиксации в угловом положении деталей при многосторонней обработке на токарных станках: а) установка детали с самоцентрированием; б) установка детали по плоскости без самоцентрирования; в) определение положения оси поворота детали со смещенными осями ( $n$  – вращение шпинделя,  $\omega$  – поворот детали)

В случае пересечения осей поверхностей не в одной точке (рис. 2в) ось поворота должна проходить на расстоянии  $r = e/2$  от них. Конструкция поворотных патронов позволяет смещать ось поворота при настройке станка на обработку конкретной детали.

Для этого корпус патрона смещается относительно планшайбы. Для устранения появившегося при этом дисбаланса на патрон со стороны противоположной направлению смещения должен быть установлен противовес.

### 3. ВАРИАНТЫ КОМПЛЕКТАЦИИ ПОВОРОТНЫХ ПАТРОНОВ РАЗЛИЧНЫМИ ПРИВОДАМИ

Таблица 1

Варианты сочетаний поворотных патронов с приводом зажима и поворота вращающейся детали.

Привод		Поворотный патрон											
Тип при- вода	Источник энергии	200		250		315		400		500		630	
		вз	кз	вз	кз	вз	кз	вз	кз	вз	кз	вз	кз
Сов- ме- щен- ный	Гидравлический	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	Пневматический	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	Пневматический от одного цилиндра	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Раз- дель- ный	Пневматический поворота												
	Электромеханический зажима	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	Электромеханический поворота												
	Электромеханический зажима	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	Пневматический поворота	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	Ручной зажима												
	Электромеханический поворота	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	Ручной зажима												

Примечание: вз – винтовой зажим; кз – клиновой зажим



Различные условия производства и многообразие оборудования с ЧПУ приводят к необходимости создания различных сочетаний поворотных патронов и приводов к ним. Варианты возможных сочетаний этих компонентов приведены в табл.1.

#### 4. КОНСТРУКЦИЯ ПОВОРОТНЫХ ПАТРОНОВ С КЛИНОВЫМ И ВИНТОВЫМ МЕХАНИЗМАМИ ЗАЖИМА ДЕТАЛЕЙ

Поворотный патрон включает в себя поворотное устройство и устройство зажима детали. Конструкция и принцип работы поворотного устройства всех патронов гаммы одинаковы и рассмотрены в п.5.

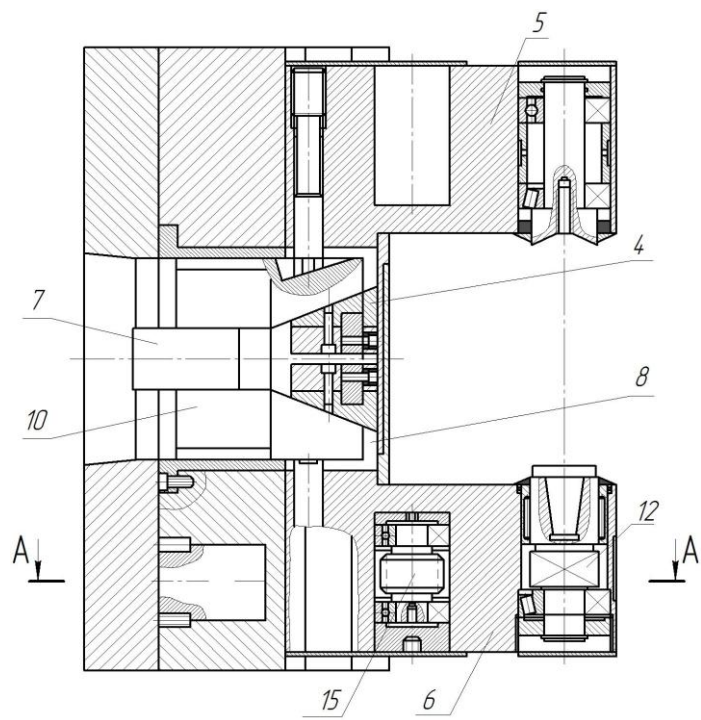
Поворотный патрон может быть выполнен или с клиновым, или с винтовым механизмом зажима, обеспечивающими центрирование детали относительно оси шпинделя станка.

Патрон с клиновым устройством зажима (рис. 3) снабжен радиально - подвижными кулачками 5 и 6, установленными в Т - образных пазах корпуса 2, состоящего из собственно корпуса и двух планок 3 и 9.

В цилиндрических расточках кулачков установлены накладки 4 и 8, взаимодействующие с 2 клиновым ползуном зажима 10, соединенным в свою очередь с приводом. Накладки изготавливаются из высоколегированной цементуемой стали. Составная конструкция кулачков упрощает их изготовление и повышает надежность конструкции поворотного патрона.

Ползун зажима размещен в центральной расточке корпуса патрона. Непосредственно в ползуне зажима размещен ползун 7 поворота, взаимодействующий с шестерней механизма поворота 11. Посредством перемещения ползун зажима и поворота осуществляется закрепление детали в поворотном патроне и ее поворот на заданный, кратный  $90^\circ$  угол.

Установка патрона на шпиндель станка осуществляется посредством планшайбы 1, разрабатываемой для конкретного станка.



A-A

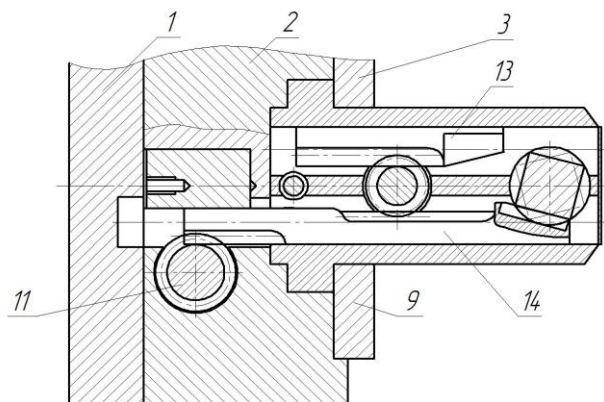


Рис.3. Конструкция поворотного патрона с клиновым устройством зажима

Конструкция патрона с винтовым механизмом зажима отличается тем, что на месте ползуна зажима устанавливается колодка 1 для установки винта 2 (рис. 4) с левой и правой трапецеидальной резьбой. Винт 2 связан с кулачками посредством гаек 3 и 4 завинченных в кулачки поворотного патрона.

Зажим заготовки в патроне осуществляется вручную или посредством электромеханического привода. Для стыковки винтового устройства зажима с электромеханическим приводом предусмотрена специальная головка 5 винта.

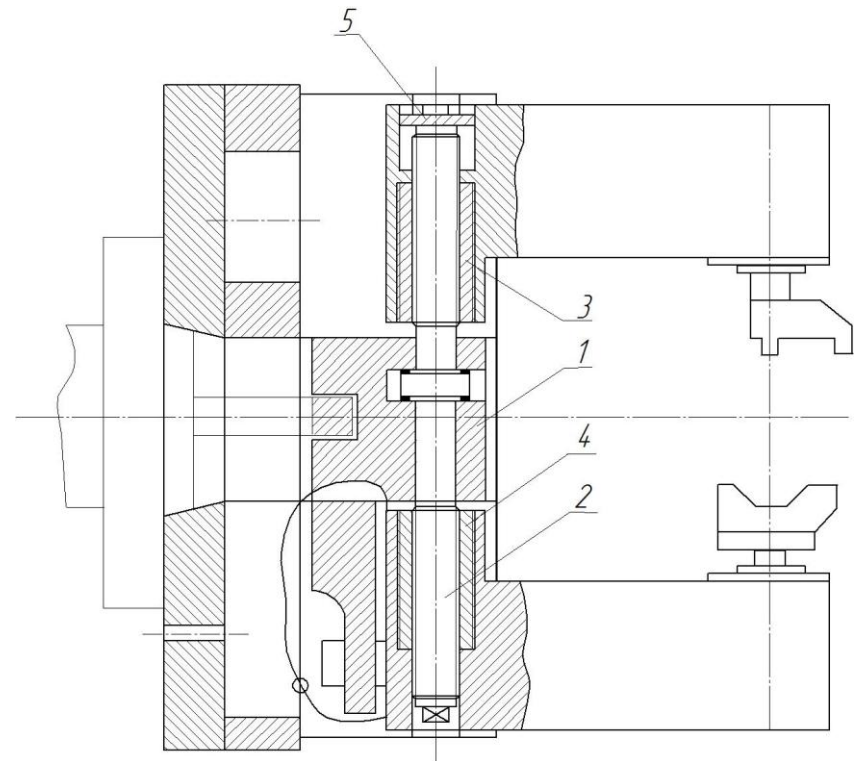


Рис. 4. Конструкция поворотного патрона с винтовым устройством зажима

## 5. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА

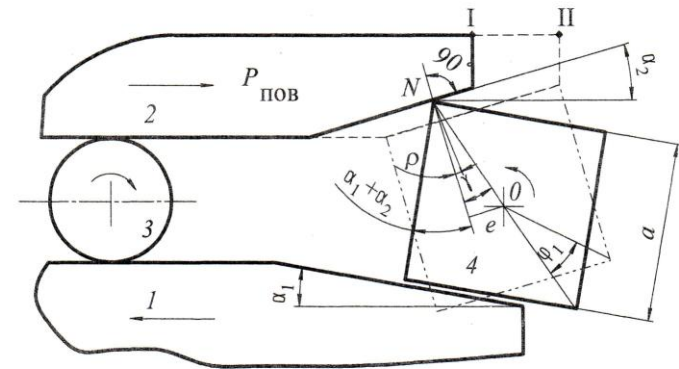
Поворот детали на угол кратный  $90^\circ$ , зажатой в кулачках патрона, осуществляется поворотным механизмом, размещенным в расточках одного из кулачков и содержащем следующие элементы:

- цапфа поворотная 12 (рис. 3), на которой закреплены элементы базирования заготовки;
- зубчатые рейки 13 и 14 (толкатели), установленные по обеим сторонам цапфы поворота;
- зубчатое колесо 15, связывающее рейки.

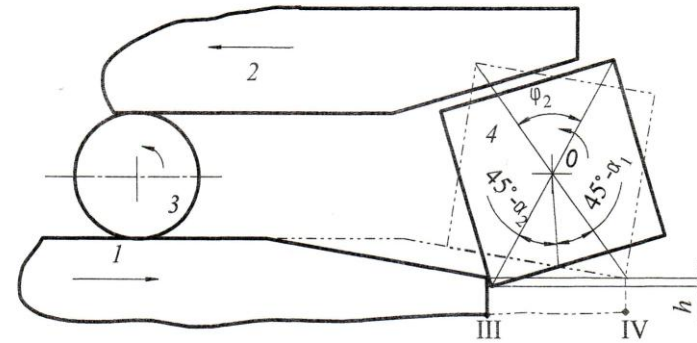
Ведущий толкатель соединен с приводом через ползун 7 поворотного патрона и тягу привода. Поворотная цапфа снабжена четырехгранником квадратного сечения. На толкателях выполнены скосы. Рабочий скос ведущего толкателя 14 выполнен под углом  $\alpha_1$  близким к самотормозящему, а рабочий скос ведомого толкателя 13 под углом  $\alpha_2$ .

Поворот детали на  $90^\circ$  осуществляется за два полуцикла (рис.5). В исходном положении поворотная цапфа зафиксирована за грань четырехгранника скосом толкателя 14, на который действует усилие, передаваемое приводом. Толкатель 13 в первом полуцикле поворота отводится от четырехгранника, а толкатель 14, перемещающийся от реечного зубчатого колеса 15, воздействует на ребро четырехгранника и поворачивает цапфу на угол  $\varphi_1 = \alpha_1 + \alpha_2$ . Во время второго полуцикла толкатели возвращаются в первичное положение. При этом ведущий упирается в грань четырехгранника, поворачивает цапфу на угол  $\varphi_2 = 90^\circ - \varphi_1$  и фиксирует ее за следующую грань.

Поворот детали может быть осуществлен как при неподвижном, так и при вращающемся шпинделе.



а)

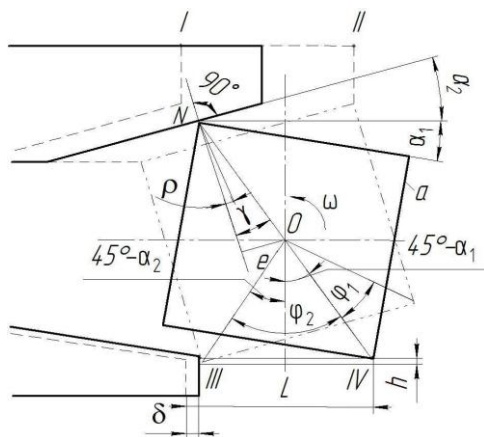


б)

Рис. 5. Схема поворота детали на  $90^\circ$  :  
 а) первый полувцикл поворота  
 б) второй полувцикл поворота

## 6. СИНТЕЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА

Основными конструктивными параметрами поворотного устройства являются следующие (рис. 6):



$a$  – сторона квадратного сечения четырехгранника;  
 $\alpha_1, \alpha_2$  – углы скосов толкателей;  
 $h$  – величина зацепления ведущим толкателем четырехгранника;  
 $L$  – величина хода толкателей;  
 $\delta$  – добавочная величина хода толкателей, гарантирующая работу устройства 2...5мм.

Рис. 6. Конструктивные параметры поворотного устройства

Условием работы поворотного устройства в первом полуцикле поворота детали является обеспечение угла давления  $\gamma$ , большего угла трения  $\rho = \arctg f$  (где  $f$  – коэффициент трения), а также своевременный отвод толкателя, фиксирующего цапфу в первоначальном положении. При втором полуцикле поворота необходимо обеспечить зацепление толкателем четырехгранника (величина зацепления  $h$ ).

При проектировании параметры  $a, \alpha_1, h$  задаются или могут быть вычислены аналитическим путем. Для обеспечения работоспособности поворотного устройства недостающие его параметры  $\alpha_2$  и  $L$  следует также определить аналитическим путем.

Очевидно, что при уменьшении угла скоса  $\alpha_2$  толкателя, угол давления  $\gamma$  будет увеличиваться, однако при этом уменьшается величина зацепления ведущим толкателем четырехгранника. Поэтому нужно стремиться к максимальному углу давления  $\gamma$  при минимальной величине  $h$ . Величина угла скоса ведущего толкателя может быть принята  $\alpha_1 = 9^\circ$ , близким к самотормозящему.

Работоспособность и надежность предложенного поворотного механизма обеспечивается параметрами, указанными на рис.6. Согласно схемам (рис.5а и рис.6), поворот четырехгранника в первом полуцикле возможен при

$$\gamma > \arcsin\left(\frac{f}{\sqrt{1+f^2}}\right), \quad e > \frac{fa}{\sqrt{2(1+f^2)}},$$

где  $\gamma$  – угол давления;  $e$  – эксцентриситет;  $f$  – коэффициент трения;  $a$  – сторона квадрата четырехгранника.

Следовательно, для поворота в первом полуцикле углы давления и трения должны соотноситься  $\gamma \gg \rho = \arctg(f)$ . Согласно рис.5а определяется угол давления, наибольшее значение которого вычисляется по формуле

$$\max_{\alpha_1, \alpha_2} \gamma = 45^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2) \min,$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – углы скоса ведущего и ведомого толкателей соответственно.

Для обеспечения поворота четырехгранника в первом полуцикле необходимо минимизировать сумму углов скосов толкателей  $\alpha_1 + \alpha_2$ . Наименьшее значение угла  $\alpha_1$  можно определить экспериментально или аналогично известным (клиновым) механизмам, исходя из условия достаточно жесткого заклинивания четырехгранника при фиксации без самоторможения (например, принять в области значений  $\alpha_1 = 8^\circ - 10^\circ$ ).

Минимизация угла скоса  $\alpha_2$  связана с определением величины  $h$  зацепления грани четырехгранника толкателем 1 во втором полувекле поворота. Согласно схеме на рис.5б значение  $h$  определится по формуле

$$h = \frac{a}{\sqrt{2}} [\cos(45^\circ - \alpha_2) - \cos(45^\circ - \alpha_1)].$$

Зависимость величины угла  $\alpha_2$  от параметров  $a$ ,  $h$  и величиной угла  $\alpha_1$  имеет вид:

$$\alpha_2 = 45^\circ - \arccos(\sqrt{2} \cdot \frac{h}{a} + \cos(45^\circ - \alpha_1)),$$

где  $a$  и  $h$  – выбираются в зависимости от типоразмера поворотного патрона. В таблице 2 приведены их рекомендуемые величины.

Таблица 2

Рекомендуемые величины  $a$  и  $h$

	Диаметр поворотного патрона, мм					
	200	250	315	400	500	630
Сторона квадрата $a$ , мм	25	30	30	40	60	60
Величина зацепления $h$ , мм	1,2	1,4	1,4	1,9	2,8	2,8

Величина хода толкателей  $L$  определяется согласно схеме (рис.6), при этом в первом полувекле поворота необходимо, чтобы толкатель, фиксирующий цапфу в первоначальном положении, вышел из зоны поворота четырехгранника на величину  $\delta$ .



$$L = \frac{a}{\sqrt{2}} \cdot (2 \sin(45^\circ - \alpha_1) + (\cos(45^\circ + \alpha_1) - \frac{\cos(45^\circ + \alpha_2)}{\operatorname{tg} \alpha_2}) - \sin(45^\circ + \alpha_2) + \sin(45^\circ + \alpha_1)) + \delta,$$

где  $\delta$  - добавочная величина хода толкателей, гарантирующая работу поворотного устройства ( $\delta = 2-5$ мм). Набор всех параметров поворотного механизма приведен в табл.3.

Таблица 3

Результаты параметрического синтеза механизма поворота  
вращающейся детали

Параметр	Обозначение	Способ получения	Значение параметра
Диаметр поворотного патрона	$D$	К	в табл.2
Сторона квадрата четырехгранника поворотного звена	$a$	К	$0,1D$
Коэффициент трения между толкателем и четырехгранником	$f$	С	0,1
Угол трения	$\rho$	Р	$5^\circ 43'$
Угол давления	$\gamma$	Р	$25^\circ$
Эксцентриситет	$e$	Р	$0,3a$
Угол скоса ведущего толкателя	$\alpha_1$	Э	$9^\circ$
Угол скоса ведомого толкателя	$\alpha_2$	Р	$16^\circ$
Угол поворота в первом полуцикле	$\varphi_1$	Р	$20^\circ$
Угол поворота во втором полуцикле	$\varphi_2$	Р	$70^\circ$
Величина зацепления грани четырехгранника ведущим толкателем	$h$	К	$0,05a$
Ход толкателей	$L$	Р	$1,15a$

*Примечание:* С – справочные данные; Р – расчетные; Э – экспериментальные; К – принятые конструктивно

## 7. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ МЕХАНИЗМОВ ПОВОРОТА И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Одной из силовых характеристик поворотного патрона является усилие зажима детали в кулачках, развиваемое приводом. При подборе привода, зная его характеристики, нужно определить это усилие и сравнить его с требуемым по условиям обработки детали. При проектировании привода к конкретному поворотному патрону необходимо также исходить из требуемого усилия зажима детали.

### 7.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ЗАЖИМА ДЕТАЛИ В ПОВОРОТНОМ ПАТРОНЕ С КЛИНОВЫМ УСТРОЙСТВОМ ЗАЖИМА.

Усилие, развиваемое гидравлическим или пневматическим приводом определяется из выражения

$$P = \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \rho \cdot \eta / 4,$$

где  $D$  – диаметр поршня;  $d$  – диаметр штока;  $\rho$  – давление масла или воздуха (принимается 2,5 – 6,3 МПа; 0,4 – 0,6 МПа соответственно);  $\eta$  – коэффициент, учитывающий потери на трение ( $\eta$  принимается 0,85 – 0,9).

Усилие зажима  $Q$  детали, развиваемое клиновым устройством (рис.7), находится из выражения

$$Q = \frac{P}{2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где  $\alpha$  – угол скоса клина;  $\varphi$  – угол трения,  $\varphi = \operatorname{arctg}f$ ;  $f$  – коэффициент трения (0,1 – 0,15).

Далее необходимо найти усилие зажима детали в невращающемся патроне, учитывая потери на трение. В направляющих кулачков (рис. 7а) возникают реакции  $N$  от усилия зажима  $P_3$ . Поэтому устройство зажима частично «работает» на

преодоление возникающих при зажиме сил трения  $P_{TP}$ . Составим два уравнения:

уравнение проекций сил на ось X

$$Q = P_3 + 2 \cdot P_{TP}, \quad (P_{TP} = f \cdot N),$$

уравнение моментов относительно точки O

$$2/3 \cdot h \cdot N = P_3 \cdot l.$$

После соответствующих подстановок получаем выражение для определения усилия зажима

$$P_3 = \frac{Q}{(1 + 3 \cdot f \cdot l/h)}.$$

При вращении патрона на его кулачки действует центробежная сила, ослабляющая зажим детали. Формула для расчета центробежной силы имеет вид

$$P_{цб} = 2 \cdot (\pi \cdot n)^2 \cdot d \cdot m,$$

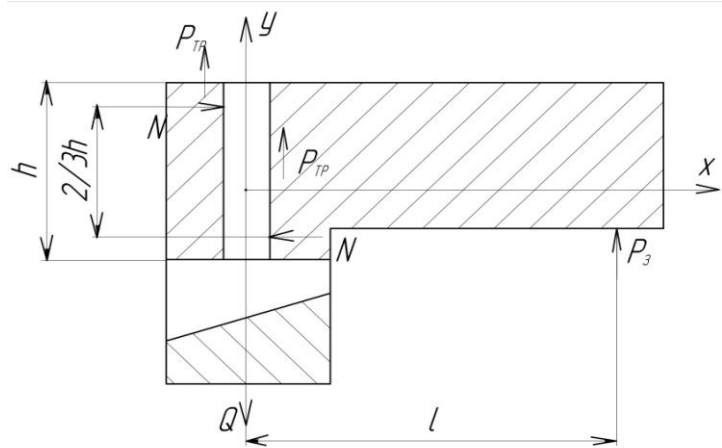
где  $n$  – частота вращения патрона;  $d$  – расстояние между центрами тяжести вращающихся кулачков;  $m$  – масса кулачка.

Для того, чтобы найти усилие зажима детали во вращающемся поворотном патроне, учитывая потери на трение в направляющих кулачков и центробежную силу, составим два уравнения:

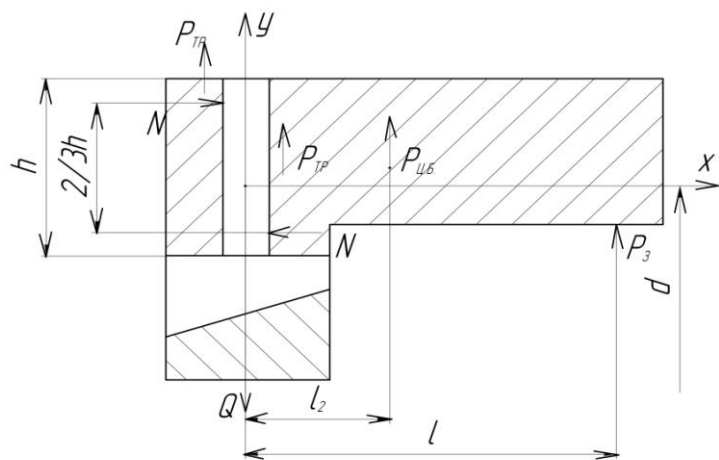
уравнение проекции сил на ось X (рис. 7б)

$$Q = P_3 + P_{цб} + 2 \cdot P_{TP}, \quad (P_{TP} = f \cdot N),$$

уравнение моментов относительно точки O



а)



б)

Рис. 7. Расчетная схема для определения усилия зажима детали в патроне

$$2/3 \cdot h \cdot N = P_3 \cdot l_1 + P_{цб} \cdot l_2.$$

После соответствующих подстановок получаем выражение для определения усилия зажима:

$$P_3 = \frac{Q - P_{цб} (1 + 3 \cdot f \cdot l_2 / h)}{1 + 3 \cdot f \cdot l_1 / h}.$$

## 7.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ЗАЖИМА ДЕТАЛИ В ПОВОРОТНОМ ПАТРОНЕ С ВИНТОВЫМ УСТРОЙСТВОМ ЗАЖИМА

В качестве привода к винтовому устройству зажима применяется электромеханический ключ с крутящим моментом  $M$ . Расчет усилия зажима  $Q$  проводится по схеме, приведенной в п.7.1, согласно выражению

$$Q_h = \frac{M}{2 \cdot r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}})},$$

где  $r_{cp}$  - средний радиус трапецидальной резьбы;  $\alpha$  - угол подъема резьбы  $\operatorname{tg} \alpha = S / 2 \cdot \pi \cdot r_{cp}$ ;  $S$  - шаг резьбы;  $\varphi_{\text{пр}}$  - приведенный угол трения.

У механизмов с трапецидальной резьбой гайка перемещается по  $V$  – образному желобу, а трение в желобе, при прочих равных условиях, больше, чем на плоскости. В этом случае используется приведенный коэффициент трения  $f_{\text{пр}}$ , выраженный через коэффициент трения при плоском контакте

$$f_{\text{пр}} = f / \cos \beta,$$

где  $\beta$  - половина угла при вершине профиля резьбы ( $\beta = 15^\circ$ ).

Приведенный угол находится по формуле

$$\varphi_{\text{ПР}} = \text{arctgf}_{\text{ПР}},$$

где  $f = 0,1$  ,  $\varphi_{\text{ПР}} = 6^{\circ}16'$  .

### 7.3. РАСЧЕТ УСИЛИЯ ПОВОРОТА ДЕТАЛИ

При проектировании или подборе привода поворотного устройства патрона необходимо знать усилие для осуществления поворота детали. Усилие определяется при первом полувращении поворота в тот момент, когда ведущий толкатель, расфиксировав цапфу поворота, отходит назад, а второй толкатель находит своим скосом на ребро четырехгранника.

При повороте зажатой в патроне детали привод преодолевает момент трения, возникающий в подшипниках поворотного устройства, и трение между скосом толкателя и четырехгранником цапфы поворота. Некоторыми потерями на трение в поворотном устройстве пренебрегаем.

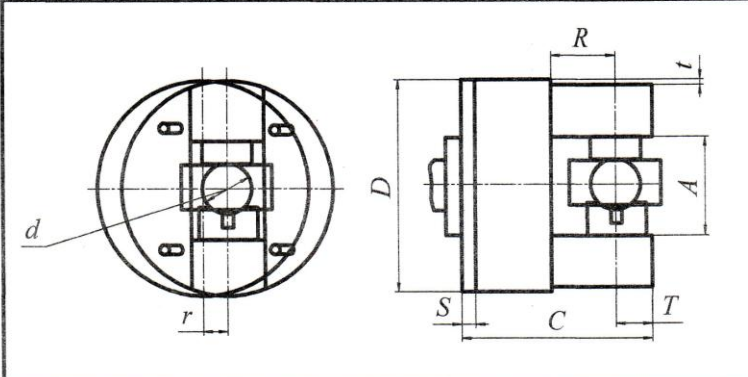
Выражение для расчета усилия поворота детали имеет вид

$$P_{\text{ПОВ}} = \frac{\sqrt{2} \cdot P_3 \cdot f_{\text{П}} \cdot d \cdot \sin(\alpha_2 + \varphi)}{a \cdot \sin(45^{\circ} - (\alpha_1 + \alpha_2 + \varphi))},$$

где  $P_3$  - усилие зажима детали в патроне;  $f_{\text{П}}$  - коэффициент трения в подшипниках (можно принять  $f_{\text{П}} = 0,02 \dots 0,05$ );  $d$  - диаметр вала цапфы под подшипник;  $a$  - сторона квадратного сечения цапфы;  $\alpha_1, \alpha_2$  - углы скосов толкателей;  $\varphi$  - угол трения;  $\varphi = \text{arctgf}$  (при  $f = 0,1$  ,  $\varphi = 5^{\circ}43'$ );  $f$  - коэффициент трения между скосом рейки и ребром четырехгранника цапфы поворота.

Основные параметры и характеристики поворотных патронов приведены в табл.4.

Основные параметры исполнительных механизмов (поворотных патронов)



Размерность	Модель исполнительного механизма					
	200.01-1	250.03-1	315.03-1	400.02-1	500.02-1	630.01-1
$D$ , мм	200	250	315	400	500	630
$A$ , мм	63	80	150	190	240	300
$R$ , мм	70	90	130	160	200	250
$T$ , мм	20	26	31	31	55	55
$d$ , мм	35	45	100	130	160	220
$C$ , мм	220	284	300	390	500	600
$S$ , мм	30	40	40	40	50	50
$t_1/t_2$ , мм	7/20	9/25	9/30	12/40	20/50	20/50
$r$ , мм	12	18	18	25	35	40
$G$ , кг	26	50	80	200	320	480
$Q$ , кН	10	22	22	40	40	40
$n$ , мин. <sup>-1</sup>	2000	1600	1000	750	660	600

Примечание:  $t_1, t_2$  – величина хода кулачка для ИМ, соответственно, с клиновым и винтовым механизмами зажима детали;  $G$  – масса патрона;  $Q$  – усилие зажима детали;  $n$  – максимальная частота вращения

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

В отчете дается краткое описание конструкции и принципа действия механизмов АКМО и приводится расчет: усилий поворота  $P_{пов}$  и параметров силовых элементов приводов: диаметров цилиндров зажима и поворота ( $D_3, D_{пов}$ ) и крутящего момента  $M_3$  (Н\*м) электромеханического привода зажима детали.

Определение основных конструктивных параметров следующих АКМО:					
АКМО с клиновым гидравлическим (p=4,5МПа) приводом зажима и поворота детали		АКМО с винтовым электромеханическим приводом зажима и пневматическим (p=0,45 МПа) приводом поворота детали		АКМО с клиновым пневматическим (p=0,45 МПа) приводом зажима и поворота детали от одного силового цилиндра	
1	$D = 200\text{мм}$	7	$D = 200\text{мм}$	13	$D = 200\text{мм}$
2	$D = 250\text{мм}$	8	$D = 250\text{мм}$	14	$D = 250\text{мм}$
3	$D = 315\text{мм}$	9	$D = 315\text{мм}$	15	$D = 315\text{мм}$
4	$D = 400\text{мм}$	10	$D = 400\text{мм}$	16	$D = 400\text{мм}$
5	$D = 500\text{мм}$	11	$D = 500\text{мм}$	17	$D = 500\text{мм}$
6	$D = 630\text{мм}$	12	$D = 630\text{мм}$	18	$D = 630\text{мм}$



## Список литературы

1. А.С. Пухов. Автоматизация многосторонней обработки вращающихся деталей. – М.:ВНИИТЭМР. Сер.6. «Технология металлообрабатывающего производства». 1986. Вып.4. - 64с., 21ил.
2. А.С. Пухов. Синтез решений при создании автоматизированных технических объектов: Учебное пособие. – 2-е изд. перераб. доп. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2006. – 142с.
3. А.с. 971619. Система автоматического управления положением детали / Пухов А.С., Сбродов Н.Б., Моторин А.М. // Бюллетень изобретений.- 1982.- №41.
4. А.с. №1052348. Двухкулачковый поворотный патрон / А.С. Пухов // Бюллетень изобретений.- 1983. - №41.
5. А.с. №1986379. Автоматический самоцентрирующий поворотный патрон / А.С. Пухов // Бюллетень изобретений. – 1988.- №13.
6. Патент (РФ) №2070502. Автоматический поворотный самоцентрирующий патрон / А.С. Пухов // Бюллетень изобретений. – 1996. - №35.
7. Пухов А.С., Свидунович Д.Н. Конструктивно – параметрический синтез автоматических поворотных устройств// Автоматизация и современные технологии.- 2007. - №11

Учебное издание

Пухов Александр Семенович  
Свидунович Дмитрий Николаевич

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
«Средства автоматизации многосторонней обработки деталей»  
для студентов специальности 220301  
«Автоматизация технологических процессов и  
производств (в машиностроении)»  
(Часть 1)

Редактор Н.М. Кокина

---

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. N1
Печать трафарентная	Усл.печ. 1,75	Уч.-изд.л. 1,75
Заказ	Тираж 100	

---

Редакционно – издательский центр КГУ.  
6400669 г.Курган, ул.Гоголя,25.

Курганский государственный университет