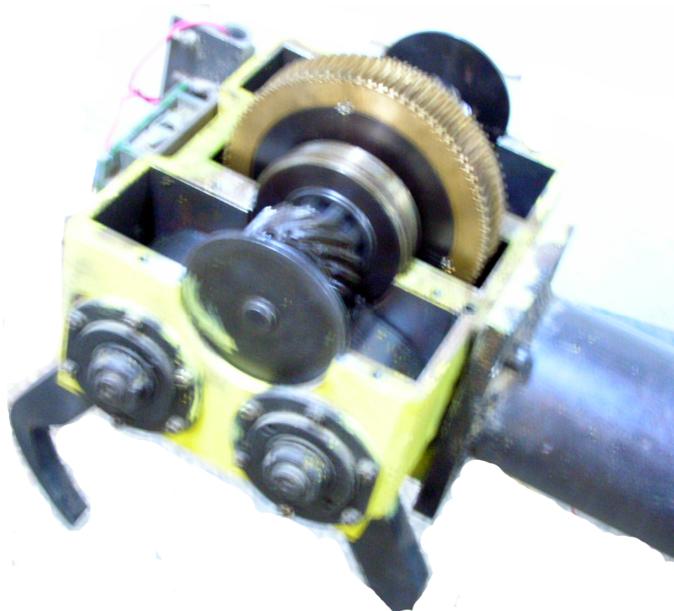


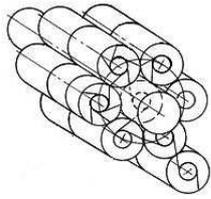
Министерство образования Кыргызской Республики  
Кыргызский национальный технический университет имени И. Раззакова  
*Кафедра \*Автоматизации и робототехники\**

## **Промышленные роботы**

Методические указания к проведению лабораторных работ  
для студентов специальностей «Автоматизация технологических про-  
цессов и производств» (550202.01) и «Роботы и робототехнические  
системы» (555023.03)



Бишкек 2005



Составитель В.Д. Даровских

УДК 621.865: 8(03)

Промышленные роботы: Метод. указания к проведению лабораторных работ для студентов специальностей «Автоматизация технологических процессов и производств» Т.02.302 и «Роботы и робототехнические системы» Т.02.303/ Кырг. нац. техн. ун-т. Сост. В.Д. Даровских, Бишкек: 2005. – 20 с.

Приведены описания двух лабораторных работ по дисциплине «Промышленные роботы», которые предназначены для студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Роботы и робототехнические системы»

Илл. 10, табл. 2, библиогр. 9 назв.

Рецензент: А.А. Самсалиев, старший преподаватель кафедры «Автоматизация и робототехника».

## Содержание

Лабораторная работа 1. Изучение закономерностей профилирования зажимных губок самоцентрирующегося схвата .....	4
Цель лабораторной работы .....	4
Объекты производственного процесса и особенности их центрирования в схвате .....	4
Варианты центрирования цилиндрических деталей в схвате .....	4
Расчет самоцентрирующегося схвата .....	8
Составление алгоритма расчета и подбор исходных данных .....	10
Последовательность выполнения работы .....	12
Содержание отчета .....	12
Список литературы .....	12
Лабораторная работа 2. Кинематические и конструктивные особенности самоцентрирующегося схвата .....	13
Цель лабораторной работы .....	13
Введение .....	13
Поворотная головка устройства промежуточного хранения деталей .....	14
Система зажимных губок .....	16
Последовательность выполнения работы .....	19
Содержание отчета .....	19
Список литературы .....	20

## Лабораторная работа 1

### Изучение закономерностей профилирования зажимных губок самоцентрирующегося схвата

#### *Цель лабораторной работы*

Изучение существующих схем центрирования деталей типа тел вращения и расчет профиля зажимных губок самоцентрирующегося схвата промышленного робота.

#### *Объекты производственного процесса и особенности их центрирования в схвате*

Промышленные роботы эффективно применяются в условиях производств с различной серийностью для автоматизации основных и вспомогательных технологических операций. Однако, даже в массовом типе производства возрастающие темпы технического прогресса требуют сравнительно частого изменения конструкций и свойств выпускаемых изделий, что, в свою очередь, вызывает необходимость в переналадке или изменении конструкции действующей системы роботизации и управления ею. Мелкосерийное производство требует многократной переналадки в течение одной смены. Повысить цикловую производительность промышленного робота в таких условиях возможно оснащением последнего самоцентрирующимся схватом с широким диапазоном захватываемых изделий (от заготовок до готовых деталей).

В табл.1 приведены варианты тел вращения, планируемых к обработке на системах роботизированного производства. Диапазоны диаметров ( $D$ ), длин ( $L$ ), масс ( $G$ ) деталей изменяются, соответственно от 30 до 160 мм, от 50 до 1400 мм, от 1 до 160 кг. Схват промышленного робота обслуживает объект от заготовки до готовой детали и взаимодействует либо с гладкими, либо ступенчатыми образующими поверхностями. Поэтому важно, чтобы зажимные губки схвата фиксировали деталь с ориентацией её оси независимо от диаметра.

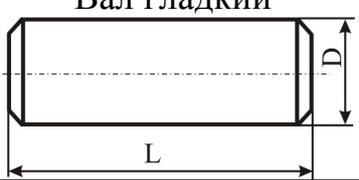
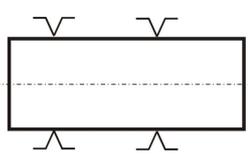
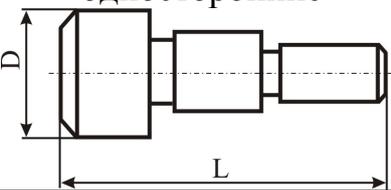
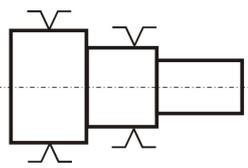
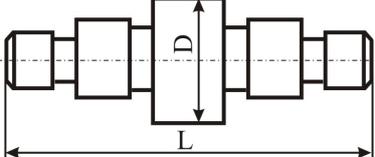
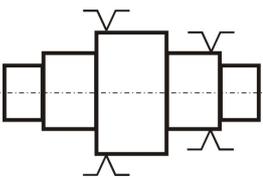
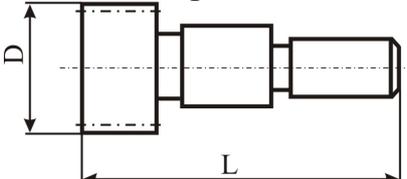
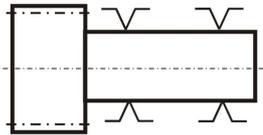
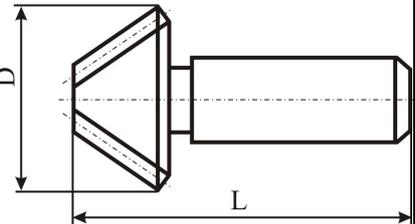
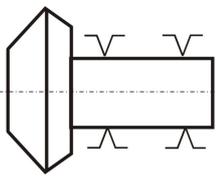
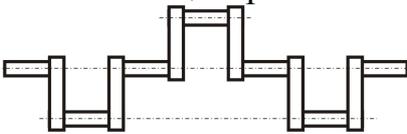
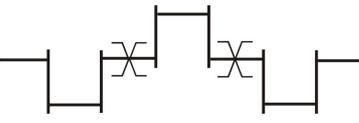
Центрирующий схват необходим для исключения влияния детали на программу управления промышленным роботом, устройства поштучной выдачи или приема детали, а также достижения кинематической независимости нескольких пар зажимных губок, используемых на ступенях разного диаметра единой детали.

#### *Варианты центрирования цилиндрических деталей в схвате*

Известны центрирующие схваты, в которых прямолинейно и синхронно перемещаются призмы или синхронно поворачиваются зажимные губки, имеющие соответствующие профили [5,6]. Первый вариант схвата показан на рис.1.

Таблица 1

Тела вращения, планируемые к обработке на оборудовании  
машиностроительного производства

Группы деталей		Методы захвата деталей роботом	$D_{\max}$ , мм	$L_{\max}$ , мм	$G_{\max}$ , кг
Класс тела вращения с $L > 2D$ Валы прямоосные, эксцентриковые, гладкие, шлицевые, ступенчатые, зубчатые колеса цилиндрические, конические, червяки	Вал гладкий 		До 50	До 500	До 10
	Валы ступенчатые односторонние 		Св. 30 до 80. Св. 40 до 125	500... 1000. 710... 1400	До 40. До 80
	Валы ступенчатые двухсторонние 		Св. 50 до 160	1000... 1400	До 150
	Зубчатые колеса заодно с валом цилиндрические 		То же	То же	То же
	Зубчатые колеса заодно с валом конические 		То же	То же	То же
	Валы эксцентриковые 		Св. 150 до 160	1000... 1400	До 160

Усилением зажима деталь, имеющая погрешность изготовления, выводится на горизонтальную ось центра призмы. Происходит относительное перемещение об-

разующей деталей и поверхности призмы из-за чего последняя активно изнашивается.

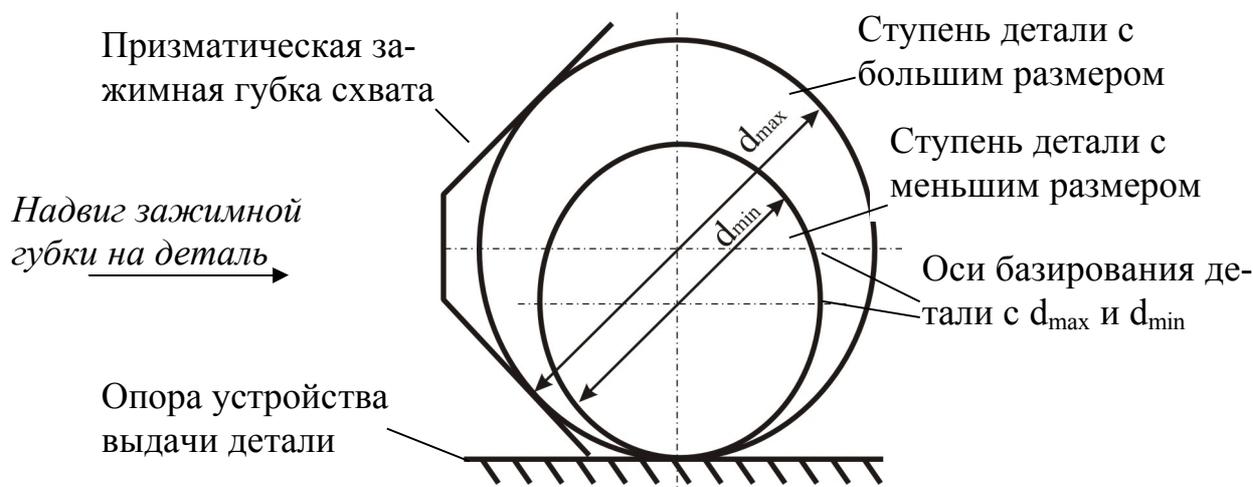


Рис.1. Схема взаимодействия призматической зажимной губки схвата с цилиндрическими образующими, имеющими различные диаметры

К механическим схватам, предназначенным для взаимодействия со ступенчатыми валами и фланцами, предъявляются требования обеспечения центрирования деталей при изменении их диаметров, происходящем в результате обработки. Такие схваты оснащаются согласно рекомендациям [2] поворотными губками криволинейной формы. Губки зажимных элементов профилируются таким образом, что обеспечивают в заданном диапазоне центрирование шеек вала (или фланца) различного диаметра.

Для центрирования заготовок профиль губок достаточно аппроксимировать дугами окружностей. При этом погрешность центрирования согласно рис.2 вычисляется следующим образом [2]

$$\Delta = \pm \frac{(d_{\max} - d_{\min})^4}{4096R^3} \operatorname{tg}^2 \beta,$$

где  $d_{\max}$  и  $d_{\min}$  – возможный перепад диаметров зажимаемых деталей, мм;  $R$  – радиус поворота губок, мм;  $\beta$  – угол, получаемый построением расчетной схемы согласно рис.2.

Исходными параметрами при построении профиля губок являются диапазон диаметров зажимаемых деталей  $d_{\max}/d_{\min}$  и центральный угол  $2\alpha$  между точками контакта губок с деталью. Рекомендуются [2] следующие значения параметров:  $d_{\max}/d_{\min} = 2,5$  и  $2\alpha = 40^\circ \dots 50^\circ$ . Рассмотрим последовательность построения и взаиморасположения профиля зажимных губок (рис.2).

Размер  $R$  ( $R=OA$ ) между центром зажимаемого вала и осью поворота губки выбирается конструктивно и должен превышать величину среднего  $d_{\text{cp}}$  диаметра вала:  $R \geq d_{\text{cp}} = (d_{\max} + d_{\min})/2$ .

Из точек  $B$  и  $C$  проводят дуги профиля радиусами  $r_1$  и  $r_2$ . Эти точки лежат на расстоянии  $R/2$  от оси (точка  $A$ ) поворота губки.

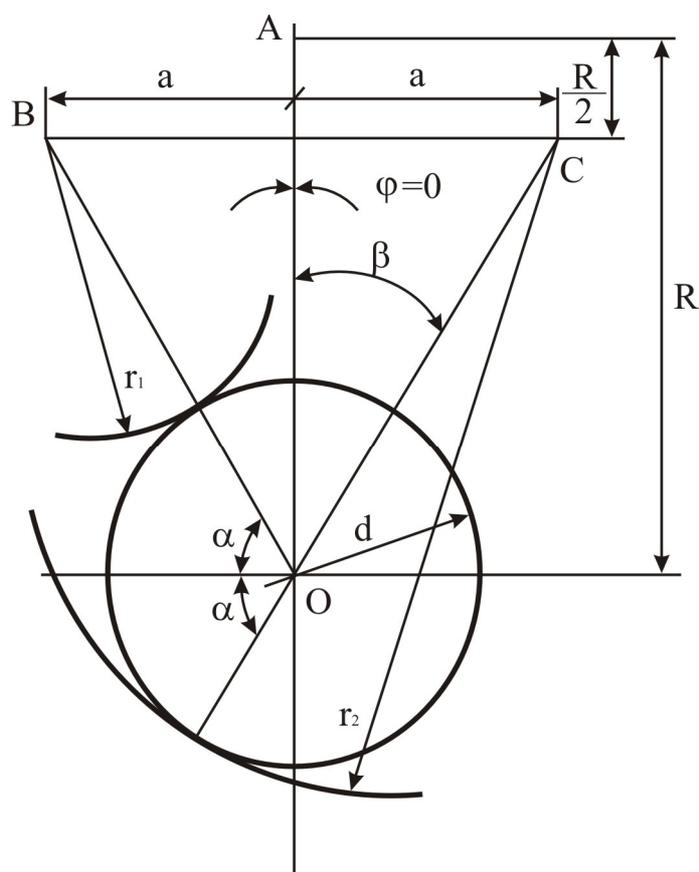


Рис.2. Расчетная схема задания геометрических размеров и координат базирования профиля губок самоцентрирующегося схвата

Горизонтальная координата  $a$  точек В и С определяется по формуле

$$a = (R/2) \operatorname{ctg} \alpha.$$

Радиусы  $r_1$  и  $r_2$  дуг профиля губок равны

$$r_1 = R \sin \alpha - d_{\text{cp}}/2,$$

$$r_2 = R \sin \alpha + d_{\text{cp}}/2.$$

Профили губок симметричны. Если обе губки поворачиваются вокруг общей оси (точка А), то координаты контакта губок с деталью располагаются симметрично. Если губки имеют разные оси поворота (точки  $A_1$  и  $A_2$ ), то точки контакта детали с профилями радиуса  $r_1$  удаляются, а с профилями радиуса  $r_2$  – сближаются.

Центральный угол  $\varphi$  (рис.2) между осями поворота и центром О детали (угол  $A_1OA_2$ ) рекомендуется выбирать в пределах  $0 \leq \varphi \leq (2\alpha - 40^\circ)$ .

Несмотря на относительную простоту метода, профиль зажимных губок схвата, рассчитанный таким образом, обеспечивает центрирование деталей с достаточно узким диапазоном диаметров, а это ведет к необходимости развития типоразмеров схватов и их периодической смене согласно требованиям технологии. Кроме того, профили губок схвата при использовании данного метода предполагаются идентичными, а вся конструкция схвата симметричной, что естественно сужает его технологические возможности. При формировании исходных данных профилирования не учитываются функциональные качества схвата. При малом диапазоне изменения диаметров деталей погрешность  $\Delta$  центрирования схвата

мала, но при  $D_{\max} = 160$  мм и  $D_{\min} = 0$ ,  $R = 130$  мм,  $\beta = 60^\circ$  она составляет  $\pm 0,218$  мм.

При более жестких требованиях к точности центрирования детали приемлемым является схват, центрирование которого обеспечено по методике [3].

### *Расчет самоцентрирующегося схвата*

Процесс профилирования зажимных элементов самоцентрирующегося схвата рассмотрим по расчетной схеме, показанной на рис.3. Введем следующие условные обозначения:  $O$  и  $A$  – центры базирования оси вращения губок схвата и захватываемой детали;  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – углы между прямой, соединяющей центры  $O$  и  $A$  и перпендикулярами  $AB$  и  $AC$ , соответственно, к касательным профилю захватываемой детали в точках  $B$  и  $C$  ее контакта с зажимными элементами;  $r$  – радиус детали;  $R$  – расстояние между центрами  $O$  и  $A$ ;  $2\beta$  – угол между касательными к профилю детали в точках  $B$  и  $C$ ;  $\psi_1 = \alpha - \varphi_1$ ;  $\psi_2 = \alpha - \varphi_2$ ;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – расстояние от центра оси вращения губок схвата до точек  $B$  и  $C$ ;  $\alpha$  – угловая координата оси детали относительно оси  $OX$ . Координаты точек  $B$  и  $C$  профилей зажимных элементов зададим в полярной системе координат в виде радиусов  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  и углов  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ .

Из треугольника  $AOB$  по теореме косинусов [1] имеем

$$\rho_1 = \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos \beta_1},$$

и полярный угол  $\varphi_1 = \alpha - \psi_1$  согласно исходной расчетной схеме (рис.3). При этом

$$\varphi_1 = \arcsin \frac{r \cdot \sin \beta_1}{\rho_1},$$

что определяется из соотношения

$$\rho_1 \sin \varphi_1 = r \sin \beta_1.$$

Радиус-вектор  $\rho_1$  и угол  $\varphi_1$  задают положение точки  $B$  в полярной системе координат, связанной с поворотной губкой, исходная ось  $x$  которой проходит через точку центрирующего профиля, соответствующую детали нулевого радиуса.

Угловая координата  $\alpha$  расположения оси детали относительно оси  $OX$  декартовой системы координат  $XOY$  вычисляется таким образом (рис.4). При малом приращении  $\Delta r$  радиуса  $r$  детали из треугольника  $DA_1A_2$  следует, что  $A_1A_2 = \Delta \alpha R$ , угол  $DA_1A_2 = \beta_1$ , а  $DA_2 = \Delta r$ . Следовательно,  $\Delta \alpha = \Delta r / R \sin \beta_1$ . После интегрирования последнего выражения получаем  $\alpha = r / R \sin \beta_1$ .

Вводим значения  $\psi_1$  и  $\alpha$  в соотношение полярного угла  $\varphi_1$  и получаем

$$\varphi_1 = r/R \sin \beta_1 - \arcsin (r \sin \beta_1 / \rho_1).$$

Для однозначного задания оси детали относительно губки схвата следует помимо точки  $B$  на верхней ветви профиля найти соответствующую точку  $C$  на

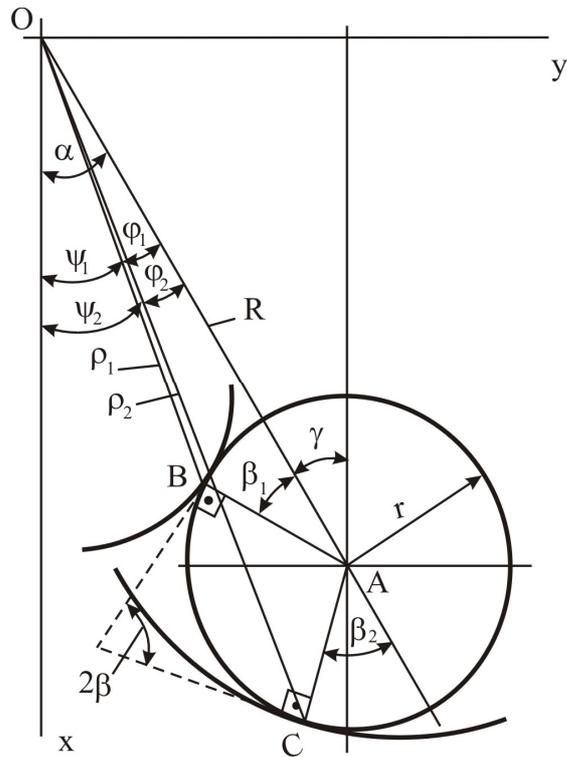


Рис.3. Расчетная схема расположения точек контакта зажимных губок самоцентрирующегося схвата и детали

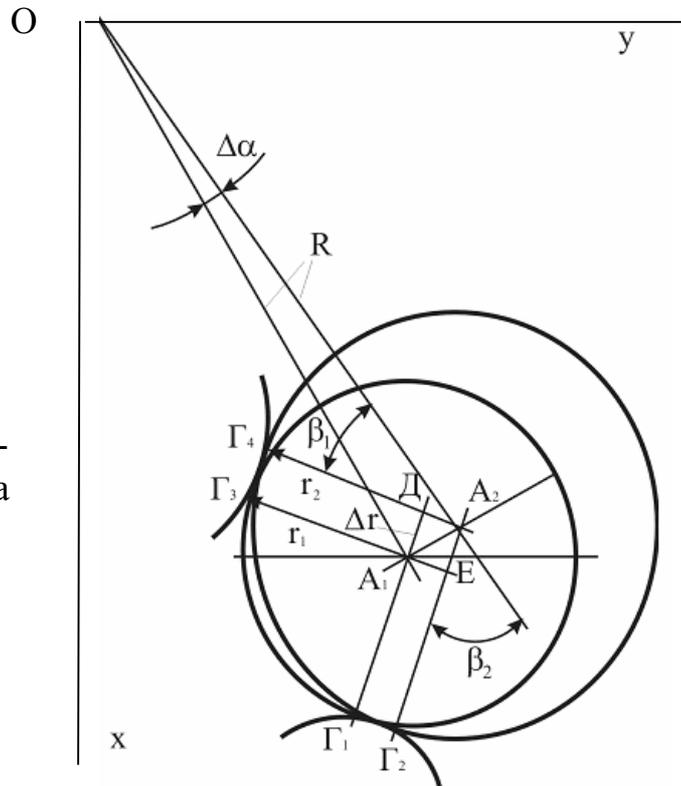


Рис.4. Схема расчета приращения радиуса

нижней ветви. Из треугольника  $A_2A_1E$  (рис.4) следует, что угол  $A_2A_1E = \beta_2$  и  $\beta_2 = \arcsin(\Delta r/R\Delta\alpha) = \arcsin\left(\frac{R\Delta r \sin \beta_1}{R\Delta r}\right) = \arcsin(\sin \beta_1) = \beta_1 = \beta$ .

Подобным образом далее определяются

$$\rho_2 = \sqrt{R^2 + r^2 + 2Rr \cos \beta_2},$$

$$\phi_2 = \arcsin(r \sin \beta_2 / \rho_2),$$

$$\varphi_2 = \alpha - \phi_2.$$

Координаты точек В и С возможно перевести в декартовую систему координат

$$x_B = \rho_1 \cos \varphi_1; \quad x_C = \rho_2 \cos \varphi_2;$$

$$y_B = \rho_1 \sin \varphi_1; \quad y_C = \rho_2 \sin \varphi_2.$$

Анализ [3] изменения координат точек В и С показал, что с увеличением радиуса детали  $r$  первоначально происходит уменьшение  $\rho_1$ , а затем – увеличение, в результате чего участок, построенный при условии  $\rho_1(i) \geq \rho_1(i-1)$  подвергается подрезанию. Таким образом, следует, что имеется предельная максимальная величина радиуса детали, при которой ее центрирование гарантировано по рассматриваемой методике. Размер детали может быть увеличен, однако закон центрирования при этом требует особого обоснования.

#### *Составление алгоритма расчета и подбор исходных данных*

Алгоритм профилирования зажимных губок имеет следующий вид (рис.5).

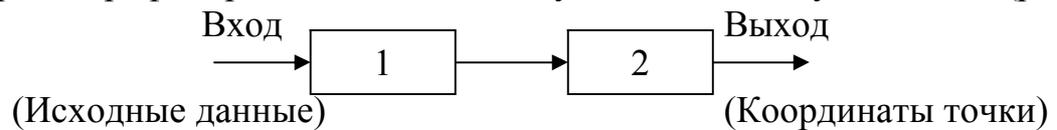


Рис.5. Алгоритм расчета профиля зажимных губок схвата: 1,2 - блоки вычислительные

Здесь вычислительные блоки 1 и 2 определяют соответственно задания номиналов величин  $\beta_1$ ,  $R$ ,  $r_{\max}$ , шаг  $\Delta r$  приращений размера радиуса детали до необходимой величины  $r_{\max}$  и последовательное изменение значения радиуса в диапазоне  $0 \leq r \leq r_{\max}$  по установленным зависимостям.

Требуется задать последовательности соотношений и их параметров для организационной полноты алгоритма. В основу алгоритма необходимо задать аналитические соотношения, свойственные самоцентрирующемуся схвату.

Угловая координата точки А (рис.3) оси детали определяется по выражению

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \Delta \alpha,$$

где  $\alpha_i$  и  $\alpha_{i-1}$  – значения угла  $\alpha$  для текущего и предыдущего циклов расчета;  $\Delta \alpha = \psi_{1i} - \psi_{1i-1}$ .

Значение угла  $\psi_{1i-1}$  определяется из предыдущего цикла расчета, а  $\psi_{1i}$  – из соотношения

$$\psi_{1i} = \arccos[(R^2 + \rho_1^2 - r^2)/2R\rho_1].$$

Для установления номинала параметра  $\rho_2$  необходимо найти величину  $\beta_2 = \arcsin(\Delta r/R\Delta \alpha)$  и через параметры  $\psi_2$  и  $\varphi_2$  выйти на координатные параметры соответствующей точки нижней ветви профиля гибки.

Исходные данные для расчета выбрать из табл.2. Вычислительные алгоритмы выпишем последовательно:

$$\begin{cases} x_1 = \rho_1 \cos \varphi_1 \\ y_1 = \rho_1 \sin \varphi_1 \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = \rho_2 \cos \varphi_2 \\ y_2 = \rho_2 \sin \varphi_2 \end{cases}$$

$$\rho_1 = \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos \beta_1}$$

$$\rho_2 = \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos \beta_2}$$

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta \quad \text{см.табл.}$$

$R$  см.табл.

$r$  - см. табл.  $0 \leq r \leq \text{табл.}$

$$\varphi_1 = \alpha - \psi_1; \quad \psi_1 = \arcsin(r \sin \beta / \rho_1)$$

$$\varphi_2 = \alpha - \psi_2; \quad \psi_2 = \arcsin(r \sin \beta / \rho_2)$$

$$\alpha = r / R \sin \beta$$

Формат расчета оформляется в виде таблицы номиналов радиусов.

R1	R2	R3 ...	... R16
x1 = y1 =	x1 = y1 =		x1 = y1 =
x2 = y2 =	x2 = y2 =		x2 = y2 =

Таблица 2

Исходные значения параметров для расчёта профиля зажимной губки самоцентрирующегося схвата

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Вариант												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Максимальный габарит детали	$\tau_{\max}$	мм	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от		
			50	50	60	70	50	60	70	50	60	70	50	60	70
			до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до
Расстояние между точками О и А на рис.3	$B_1$	град	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от		
			50	50	50	52	54	56	64	60	58	62	62		
			до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	
Углы на рис.3	R	мм	60	60	56	56	58	64	68	64	62	66	66		
			85	86	88	90	92	94	95	98	100	105	105		
Минимальный габарит детали	$\tau_{\min}$	мм	0												
Шаг приращення радиуса	$\Delta R$	мм	5												

На рис.6. показан общий вид схвата с центрирующими губками.

Рис.6. Общий вид схвата с центрирующими губками



#### *Последовательность выполнения работы*

1. Изучить специфические особенности конструкции ступенчатых деталей с цилиндрической образующей и задачу их центрирования.
2. Изучить схемы и алгоритмы центрирования цилиндрических деталей.
3. Составить алгоритм расчета профиля центрирующих губок самоцентрирующегося схвата.
4. Назначить исходные данные для расчета профиля.
5. Ввести исходные данные в блок-схему расчета и рассчитать координаты точек профиля.
6. Построить схему взаимодействия детали с профилем зажимных губок схвата.

#### *Содержание отчета*

1. Цель лабораторной работы.
2. Варианты конструкций цилиндрических деталей.
3. Схемы центрирования деталей.
4. Алгоритмы расчета схем центрирования цилиндрических деталей.
5. Таблица исходных данных.
6. Результаты расчета координат профиля зажимной губки.
7. Схема взаимодействия детали с профилем губки.

#### *Список литературы*

1. Бронштейн И.Н. Справочник по математике. – М.: Наука, 1967. – 608 с.
2. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 376 с.

3. Ким Ф.Б., Нельсон Г. Расчет профиля губок широкодиапазонного центрирующего схвата промышленного робота. – В кн.: Известия Вузов. Машиностроение. №3. – М.: МВТУ им. Н.Э.Баумана, 1990, с. 43-47.
4. Даровских В.Д. Робототехнические механизмы. – Фрунзе: Кыргызстан, 1996. – 144 с.
5. А.с. 1779581 (СССР). Захват манипулятора / В.Д.Даровских. Оpubл. в б.м. № 45, 1992.
6. А.с. 1821357 и(СССР). Захват манипулятора / В.Д.Даровских. Оpubл. в б.и. № 22, 1993.

## Лабораторная работа 2

### **Кинематические и конструктивные особенности самоцентрирующегося схвата**

#### *Цель лабораторной работы*

Изучение функциональных, схематических и конструктивных решений схвата, необходимых для роботизации технологических процессов машиностроения.

#### *Введение*

Условие возможности стабилизации центрирования деталей типа тел вращения при их позиционировании схватом робота следует реализовать в конструкции. В практически осуществленных вариантах [1] целенаправленное перемещение зажимных губок к захватываемому объекту, а равно и в противоположном направлении осуществляется от приводов, имеющих возвратно-поступательный ил возвратно-поворотный характеры движений ведомого звена. Преимущества первого варианта очевидны и подобных решений преобладающее большинство.

Кроме того, применение схватов в роботизированных системах невозможно без разделения приводного воздействия на зажимные губки, действующими парами, но на различных цилиндрических ступенях детали. Подобной дифференциации требуют различия и в радиальных перемещениях зажимных губок.

Учет системных и сопряженных состояний определяет необходимость выполнять схват в виде устройства промежуточного хранения [2]. Последние обеспечивают преимущества в цикловой производительности и имеют следующие исполнения: смонтированы на подвижном основании робота и включают две позиции для хранения заготовки и детали; независимы от робота и расположены в непосредственной близости от станка и также имеют две позиции; выполнены в виде платформы, несущей два схвата, причем, платформа жестко закреплена на руке робота; выполнены в виде платформы с двумя схватами, причем, платформа имеет кинематическую возможность возвратно-поступательного перемещения отно-

сительно руки робота; выполнены в виде платформы с двумя схватами, поворачивающейся на углы от  $60^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  относительно руки робота; выполнены в виде платформы, два схвата, которой вращаются относительно руки робота на  $180^{\circ}$ ; выполнены в виде двух рук, оснащенных однопозиционными схватами, но циклы работы которых сдвинуты по фазе.

Таким образом, определяется функциональная значимость схвата: он центрирует детали со стабильной погрешностью, независимой от диаметров этих деталей, системы зажимных элементов, действующих парами, независимы в приводном отношении друг от друга; захватный блок, содержащий две системы зажимных элементов (губок) входит составной частью в устройство промежуточного хранения известного вида; приводу задаются параметры мощности и характер приводного воздействия на зажимные элементы.

### *Поворотная головка устройства промежуточного хранения деталей*

Предназначена для диаметрального (на  $180^{\circ}$ ) поворота друг относительно друга двух независимых зажимных блоков с парами зажимных губок. На губки необходимо подать два независимых вращательных движения при зажиме детали в прямом, а при разжиме – в противоположном направлении. Этого можно достичь как с одним, так и с двумя двигателями в конструкции и соответствующим управлением ими. Во втором варианте увеличиваются габариты головки.

Зажимные губки схвата срабатывают как у первого, так и у второго блоков последовательно во времени и в определенном положении поворотной головки. Поэтому привод схвата необходим только тем губкам, которые находятся в рабочем положении и он может быть единым. Но предусматривается устройство переключения кинематических цепей для перераспределения вращения между системами зажимных элементов.

Кинематическая схема поворотной головки показаны на рис.1. Во вращающемся корпусе 1 установлен ведущий вал 2 с жестко закрепленным на нем зубчатым колесом 3. В корпусе 1 смонтированы и ведомые валы 4,5 с вращающимися шестернями 6 и 7. Последние имеют возможность осевого смещения вдоль валов 4 и 5. На свободных концах валов 4 и 5 расположены зубчатые колеса 8 и 9, необходимые для зацепления с ведомыми шестернями схвата. На шестернях 6 и 7 кинематически закреплены вилки 10, 11, свободные концы которых несут ролики 12, 13, опертые на профильные поверхности кулачков 14, 15 посредством пружин 16, 17. Кулачки 14 и 15 установлены на стационарном корпусе 18. В последнем через подшипники 19, 20 смонтирован вращающийся корпус 1. На последнем закреплена шестерня 21, с которой взаимодействует

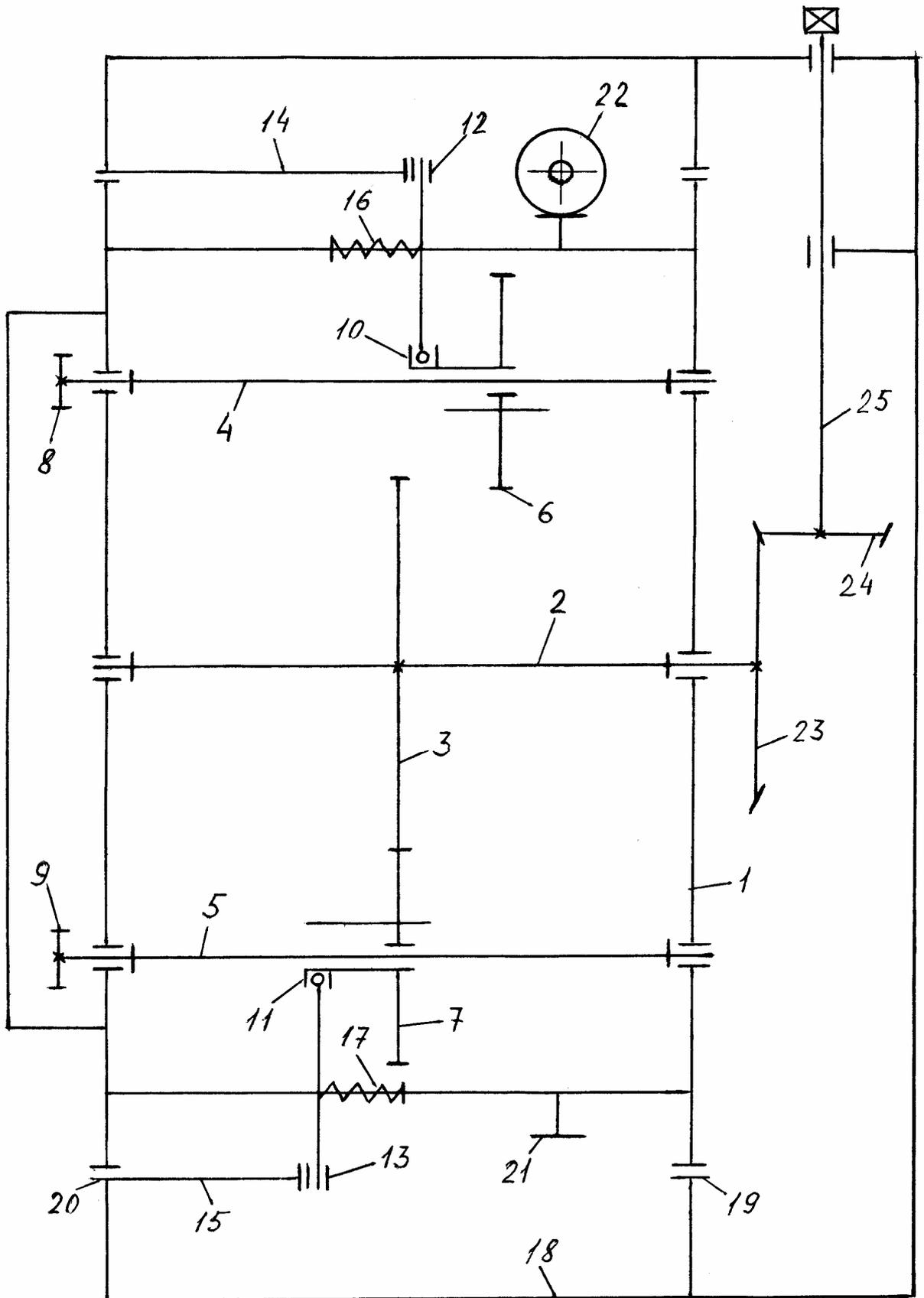


Рис.1. Кинематическая схема поворотной головки устройства: 1 – корпус вращающийся; 2 – вал ведущий; 3,8,9 – колесо зубчатое; 4,5 – вал ведомый; 6,7,21 – шестерня; 10,11 – вилка; 12,13 – ролик; 14,15 – кулачок; 16,17 – пружина сжатия; 18 – корпус стационарный; 19,20 – подшипник; 22 – червяк; 23,24 – шестерня коническая; 25 – вал приводной

червяк 22 привода поворота головки. Ведущий вал 2 несет на свободном конце коническую шестерню 23. Она зацеплена с конической шестерней 24 вала 25 неподвижного корпуса 18. Вал 25 и червяк 22 получают вращение от приводных двигателей вращения, которые на рис.1 не показаны.

От червяка 22 через шестерню 21 вращение передается на корпус 1, установленный в подшипниках 19 и 20, что приводит к диаметральной смене позиций схватов устройства промежуточного хранения. Позиционирование (управление положением) корпуса 1 осуществляется в цикловом режиме по жестким упорам, функцию которых выполняет традиционный фиксатор. Реверсом вращения червяка 22 восстанавливается исходное положение корпуса 1 и, соответственно, схватов. В процессе поворота корпуса 1 ролики 12 и 13, управляемые кулачками 14 и 15 через вилки 10 и 11 передвигают вдоль валов 4 и 5 шестерни 6 и 7. При этом одна из последних шестерен вводится в зацепление с зубчатым колесом 3, а вторая выводится из зацепления с этим же колесом. Тем самым достигается условие функционирования только одного схвата. При реверсе вращения червяка 22 выполняются не только диаметральной смена позиции схватов, но и переключение приводного воздействия на схваты.

Приводные воздействия на схваты выполняются при вращении зубчатого колеса 3 от вала 25 через коническую пару 24 и 23. Далее приводное вращение распределяется либо на зубчатое колесо 7 и, соответственно, валы 4 или 5 и, наконец, зубчатые колеса 8 или 9.

Привод поворота (рис.2) системы зажимных губок осуществляется через беззазорную пару червяк 1 и шестерня 2, в которую с целью компенсации зазоров в зацеплении введен через коническое зацепление 3 и 4 дополнительный червяк 5, зацепленный с шестерней 2 и поджатый пружиной 6 относительно корпуса 7 в осевом направлении.

### *Система зажимных губок*

Система зажимных губок образована (рис.3) в корпусе 1, который имеет возможность силового, геометрического и кинематического замыкания с поворотной головкой (рис.1) устройства промежуточного хранения. Для этих целей предусмотрены конструктивный узел 2 базирования двух корпусов, зубчатое колесо 3, взаимодействующее с шестернями поворотной головки и байонетное соединение названных корпусов. Приводное вращение на зубчатое колесо 3 (в прямом или обратном направлениях) передается на гайку 4, которая смонтирована с возможностью вращения в подшипниковых блоках 5 и 6, включающих функционально объединенные радиальный и упорный подшипники. Гайка 4 образует кинематическую пару с ходовым винтом 7, один из свободных концов которого базируется во внутренней полости гайки 4, а противоположный – несет зубчатую рейку 8. Последняя входит в зацепление с зубчатым колесом 9, на котором установлена зажимная губка 10. С зубчатым колесом 9 зацеплено и зубчатое колесо 11, несущее зажимную губку 12. В паре зажимные губки 10 и 12 выполнены с возможностью контактировать с образующей детали 13. С противоположной

стороны зубчатая рейка 8 опирается на цилиндрический ролик 14, функцию которого выполняет радиальный подшипник 14.

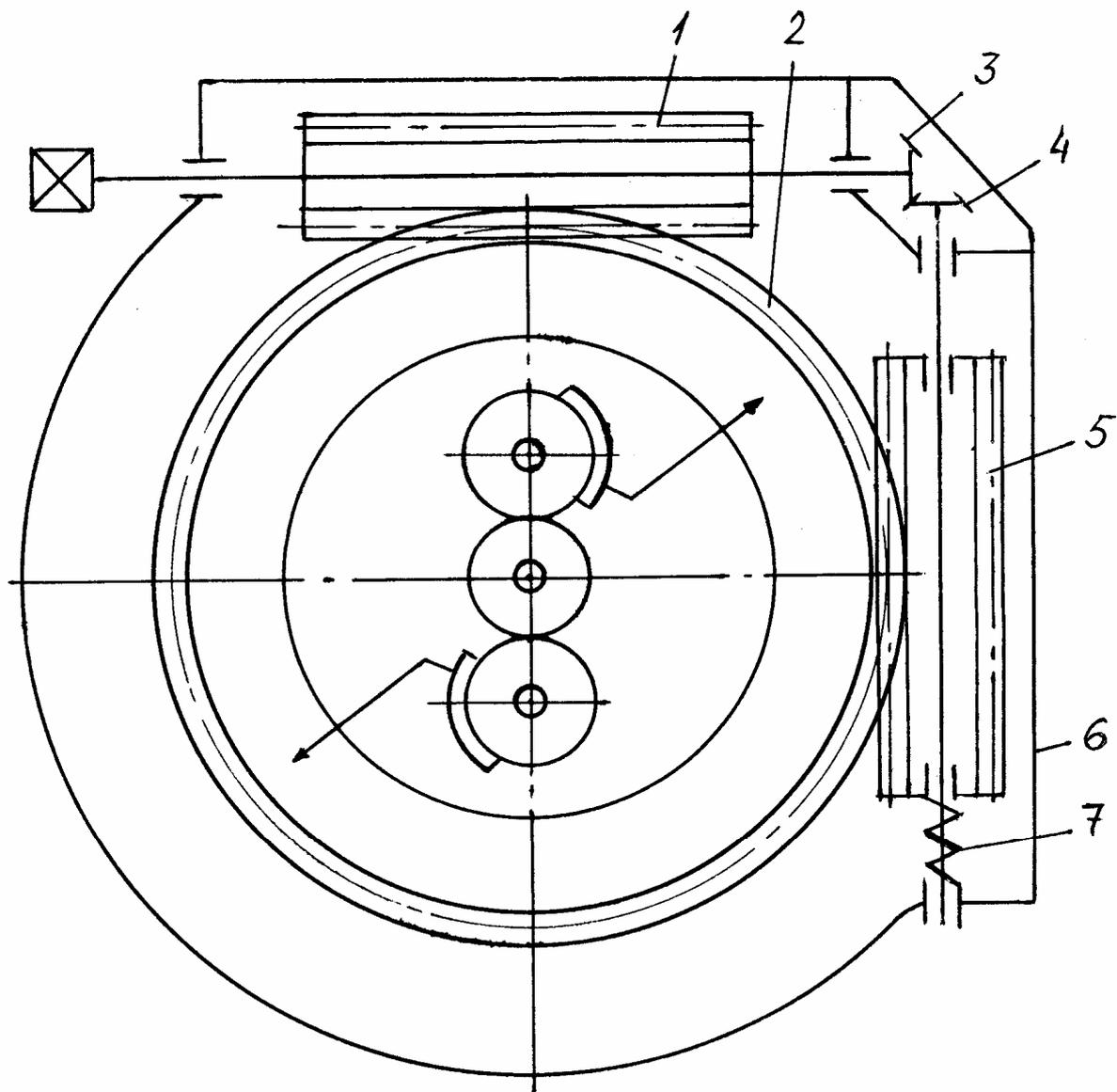


Рис.2. Устройство компенсации зазоров в приводе вращения поворотной головки: 1,5 – червяк; 2 – шестерня; 3,4 – шестерня коническая; 6 – корпус; 7 – пружина

При вращении зубчатого колеса 3 от привода поворотной головки в прямом направлении ходовой винт 7 и соответственно зубчатая рейка 8 обеспечивают разведение зажимных губок 10 и 12. Деталь 13 при этом освобождается. Реверс вращения колеса 3 приводит к сведению зажимных губок 10 и 12 и, соответственно, закреплению детали 13.

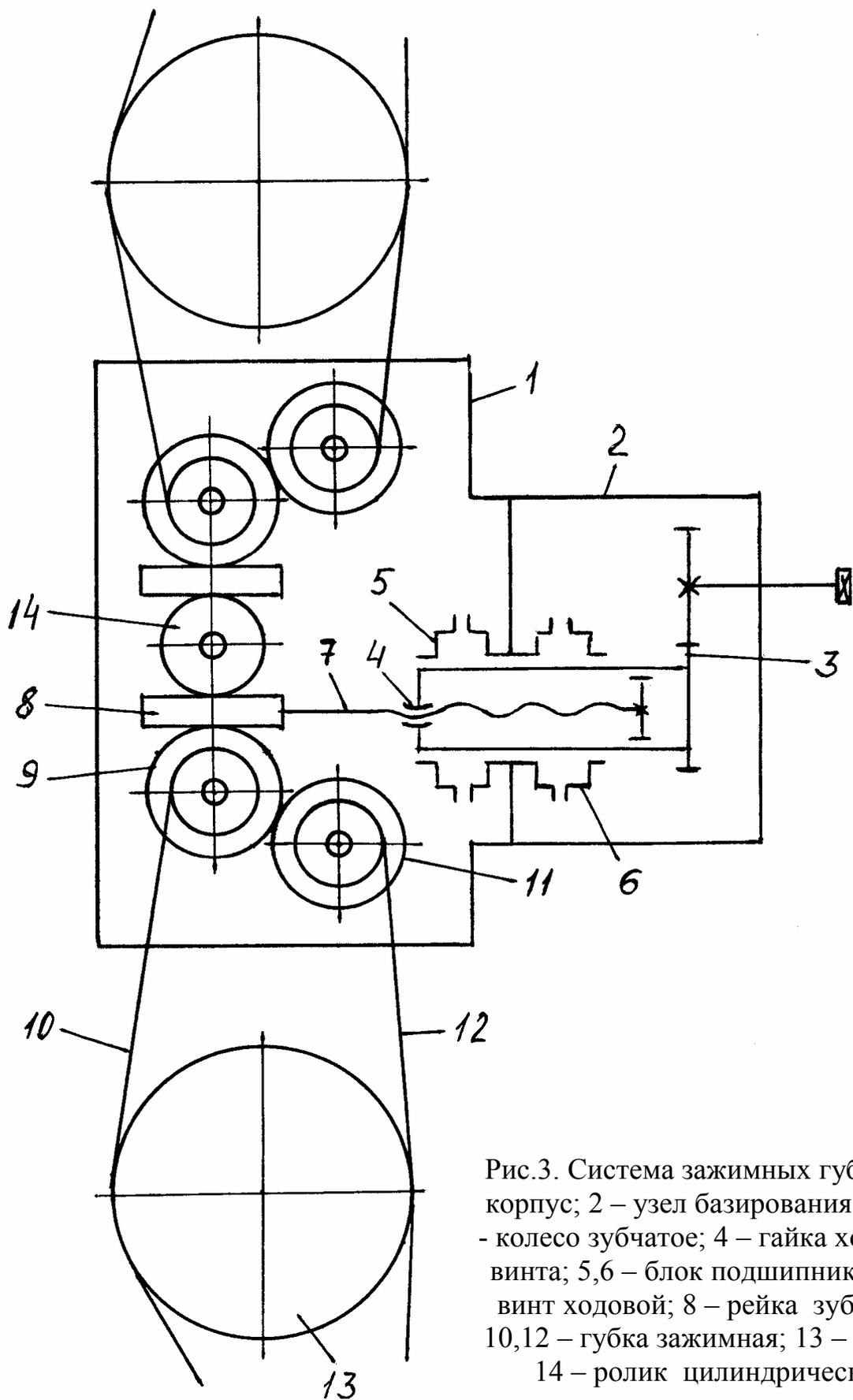


Рис.3. Система зажимных губок: 1 – корпус; 2 – узел базирования; 3,9,11 – колесо зубчатое; 4 – гайка ходового винта; 5,6 – блок подшипников; 7 – винт ходовой; 8 – рейка зубчатая; 10,12 – губка зажимная; 13 – деталь; 14 – ролик цилиндрический

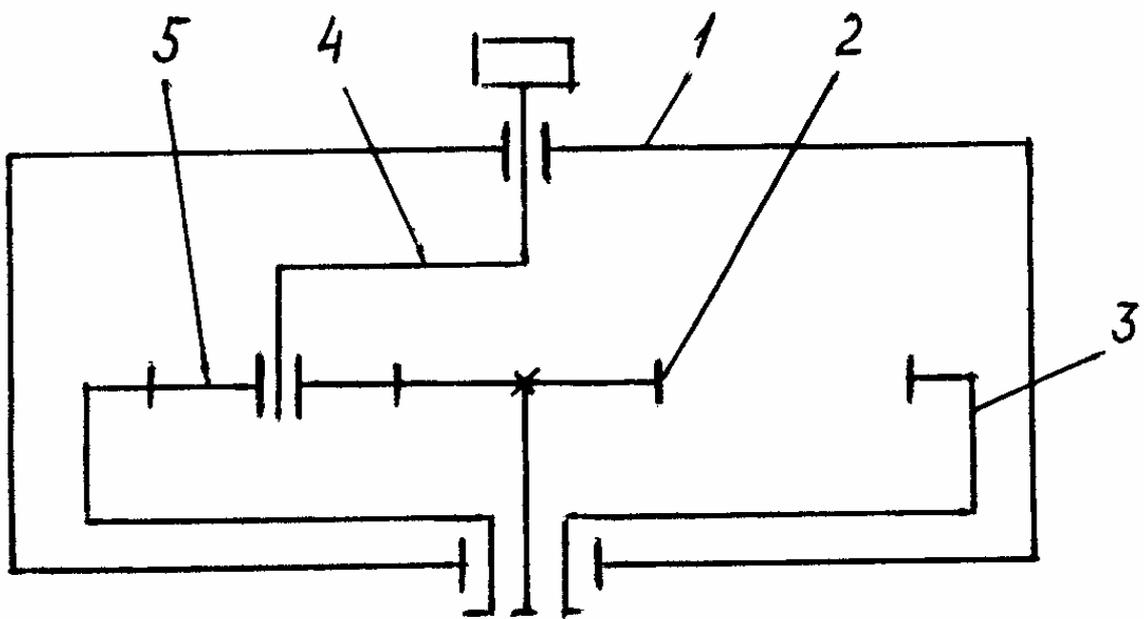


Рис.4. Редуктор дифференциальный: 1 – корпус; 2 – колесо зубчатое центральное; 3 – колесо зубчатое солнечное; 4 – водило; 5 - са-

Привод второй пары зажимных губок системы выполнен идентично, а циклы работы первой и второй пары зажимных губок сдвинуты по фазе. Технологическая пауза необходима для поворота на  $180^{\circ}$  системы зажимных губок относительно ее оси.

Для передачи вращения на пару центрирующих схватов, углы поворота зажимных губок у которых не идентичны, может быть применен дифференциальный редуктор (рис.4), имеющий единый вход и два независимых выхода [3]. Количество выходов беспрепятственно увеличивается при введении дополнительных ступеней редуктору. В корпусе 1 редуктора установлены центральное 2 и солнечное 3 зубчатые колеса, а также водило 4 сателлита 5. На водило 4 предполагается подавать входное воздействие, а выхода с валов центрального и солнечного 3 колес направлять на соответствующие зажимные губки схвата.

#### *Последовательность выполнения работы*

1. Изучить технологические и функциональные возможности схвата как устройства промежуточного хранения в системе роботизации производственного процесса.
2. Вычертить варианты устройств промежуточного хранения.
3. Изучить кинематические схемы системы зажимных элементов и поворотной головки.
4. На макете разобрать схват и затем собрать его.
5. Вычертить кинематическую схему схвата и робота.

6. Включить двигатель и проверить действия в прямом и обратном направлениях зажимных элементов.

7. Составить отчет о лабораторной работе.

### *Содержание отчета*

1. Цель лабораторной работы.
2. Перечень функций, выполняемых схватом.
3. Кинематические схемы вариантов схватов и поворотных головок.
4. Кинематическая схема схвата и работа макета.

### *Список литературы*

1. Челпанов И.Б., Колпашников С.Н. Схваты промышленных роботов. – Л.: Машиностроение, 1989. – 285 с.
2. Даровских В.Д. Многосвязные гибкие производственные системы. Учеб. пособие / Кырг. техн. ун-т. – Б.: КТУ, 1999. – 102 с.
3. А.с. 876418 (СССР). Привод манипулятора / В.Д.Даровских. Оpubл. в б.и. № 40, 1981.

### *Методическое издание*

*Владимир Дмитриевич Даровских*

Методические указания

к проведению лабораторных работ дисциплины

*\*Промышленные роботы\**

*Редактор – Н.М.Илькун*

*Технические редакторы – В.Д.Даровских*

*Компьютерный набор – В.Д.Даровских, Л.В.Веревкина*

*Корректор – В.Д.даровских*

---

Подписано к печати 10.01.05.. Формат бумаги 210х297. Бумага офсетная.

Тираж 1 экз. Объем 1,3 п.л.

---

**720044, Бишкек, КНТУ им. И.Раззакова, кафедра \*Автоматизация и робототехника\*, тел. 54 14 77**