

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к лабораторной работе*  
**«Изучение конструкции червячных фрез»**  
*по дисциплине «Режущий инструмент»*  
*для студентов специальности*  
36 01 01 «Технология машиностроения»

Брест 2009

УДК 621.9

В методических указаниях описываются конструкции и основные конструктивные параметры червячных зуборезных фрез. Предлагается выполнить оценку точности изготовления отдельных элементов конструкции фрезы на основании измерений на стенде. В работе также описывается сам стенд и основной его элемент - оптическая головка с техническими характеристиками и руководством по пользованию. Методические указания содержат необходимые рисунки и пояснения. Содержание работы соответствует учебной программе по дисциплине «Режущий инструмент». Методические указания предназначены для студентов специальности 36 01 01 «Технология машиностроения». Использовать методические указания рекомендуется как для студентов дневной, так и заочной форм обучения.

Составители: Горбунов В. П., доцент, к.т.н.  
Левданский А. М., ст. преподаватель

Рецензент: Шевченко А. Г., главный инженер СПОАО «Газоаппарат»

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### «Изучение конструкции червячных фрез»

Цель работы:

1. Изучение конструкции червячных зуборезных фрез.
2. Изучение основных конструктивных параметров червячной зуборезной фрезы.
3. Оценка точности изготовления отдельных элементов конструкции фрезы.

Порядок выполнения работы:

Для выполнения работы необходимо:

1. Ознакомиться с основными понятиями об элементах червячных зуборезных фрез.
2. Изучить инструменты и приборы, которые используются при измерении параметров червячных зуборезных фрез.
3. Заэскизировать предложенную фрезу.
4. Измерить геометрические параметры и конструктивные элементы фрезы.
5. Измерить и определить погрешность изготовления отдельных элементов конструкции фрезы.
6. Результаты измерения и расчета вписать в протокол.

Червячные зуборезные фрезы применяются для нарезания на специальных зубофрезерных станках прямозубых, косозубых и шевронных цилиндрических колес, а также для обработки зубьев червячных колес с различными видами зацепления.

Червячная фреза представляет собой червяк, у которого прорезаны под углом к оси  $\omega$  канавки для размещения стружки и для образования режущих кромок / рис. 1/. По конструкции зуба данные фрезы затылованные. Червяк, на основе которого спроектирована фреза, называется **исходным** червяком.

По виду исходного червяка фрезы бывают эвольвентные, архимедовы, конволютные для нарезания колес с эвольвентным зацеплением.

Фрезы, в основе которых лежит исходный червяк, теоретически наиболее точные, но практически не применяются из-за сложности изготовления затылованных боковых поверхностей.

Второе место по точности занимают фрезы, профилированные на основе архимедова червяка. Его прямолинейные режущие кромки расположены в осевой плоскости. Точные и прецизионные червячные затылованные фрезы в настоящее время делают только **архимедовыми**.

Наименее точными получаются фрезы, которые профилируются на основе **конволютного** червяка, то есть с прямолинейным профилем в нормальном сечении. Данные фрезы применяются для обработки зубчатых колес 9-10-ой степени точности.

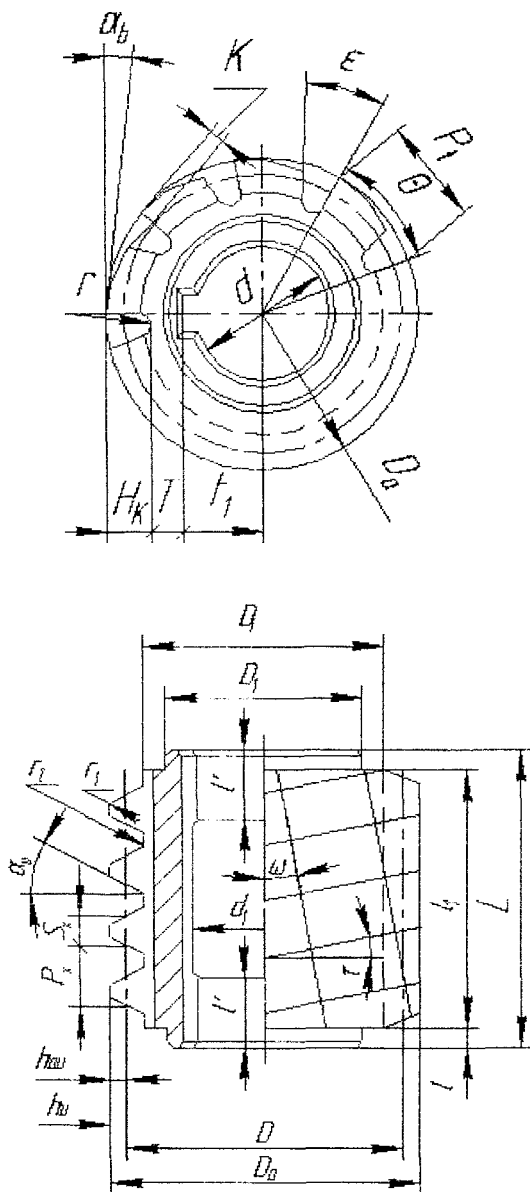


Рисунок 1 – Червячная зуборезная фреза

## 1. Основные части и конструктивные элементы червячной зуборезной фрезы.

Эскизирование червячной фрезы производится с проставлением основных размеров. Наименование измеряемых параметров и рекомендуемые методы и средства измерения приведены в таблице 1.

Шероховатость поверхностей червячной фрезы не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 9324-90Е /приложение 4/.

Таблица 1 – Методы и средства измерения

Измеряемые параметры		Метод и средства измерения
Обозначение	Наименование	
m	Модуль	По маркировке Подсчетом По маркировке
z	Число зубьев на одном витке	
$\omega$	Угол подъема винтовых канавок	
$D_a$	Наружный диаметр	Штангенциркуль ценной деления: 0,05; 0,1мм
L	Общая длина	
l	Длина буртика	
$D_1$	Диаметр буртика	
l	Длина шлифованной части отверстия	
b	Ширина шпоночного паза	
$t_1$	Размер, характеризующий глубину шпоночного паза	
d	Диаметр посадочного отверстия	
$d_1$	Диаметр выточки	
$H_k$	Глубина стружечной канавки	
$h_u$	Параметры профиля зубьев	БМИ-Ц
$\alpha_u$	Высота зуба	
$P_x(P)$	Угол профиля /зацепления/	
$S_x$	Шаг зубьев в осевом /нормальном/ сечении	
$\gamma$	Толщина зуба на делительной прямой	
$\alpha$	Передний угол	Установка на оптической делительной головке: штангенрейсмус, индикатор, стойка, оправка, ОДГ
$\alpha$	Задний угол	
K	Величина затылования	

### 1.1 Геометрические параметры червячной фрезы

Зуб червячной фрезы имеет три режущих кромки – одну периферийную  $aa$  и две боковые  $av$  /рис. 2,б/. Для периферийной режущей кромки  $aa$  задний угол  $\alpha_v$  определяется как угол между касательной линией к окружности фрезы и касательной к задней поверхности / рис. 2,а/.

Передний угол  $\gamma$  определяется как угол между передней поверхностью и радиальным направлением, проходящим через вершину зуба. Для чистовых фрез обычно угол  $\gamma=0^0$ .

Для боковых режущих кромок  $av$  задний угол  $\alpha_v$  определяется из развертки на плоскость делительного цилиндра /рис. 2,г/. Значение заднего бокового угла определяется по формуле:

$$tg\alpha_v = tg\alpha_u \cdot tg\alpha_s, \quad (1)$$

где  $tg\alpha_u$  - угол зацепления, град;

$tg\alpha_s$  - задний угол периферийной режущей кромки, град.

У затылованного зуба фрезы различают также величину затылования K, которую определяют из выпрямленного треугольника  $omn$  /рис. 2,в/.

$$K = \frac{\pi \cdot D_a}{\varepsilon} \cdot tg\alpha_v \quad (2)$$

При двойном затыловании /рис. 2,д/ величина  $K_1$  – затылование не шлифованной части зуба обычно равно  $(1,25...1,5)K$ .

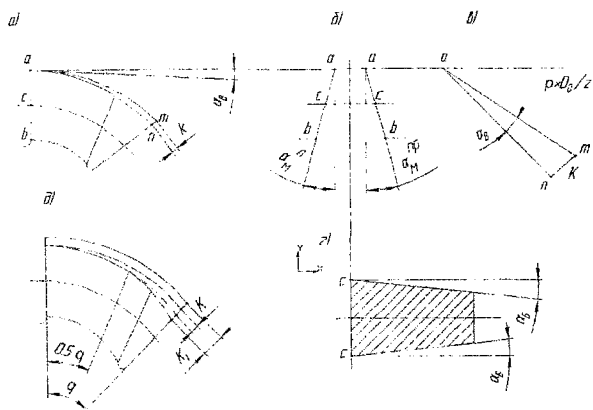


Рисунок 2 - Геометрические параметры червячной фрезы

### 1.2 Измерение падения затылка и определение заднего угла

Задний угол  $\alpha_n$  периферийной режущей кромки определяют с помощью индикатора, для чего используют установку, состоящую из плиты, стойки и делительной головки /рис.3/. Делительная головка 1 дает возможность определить угол поворота фрезы  $\psi$  соответствующей дуге  $e$  и падению затылка  $b_n$ . Величину  $b_n$  определяют с помощью индикатора 2, а дуга  $e$  вычисляется по формуле:

$$e = \frac{\pi \cdot D_a}{360^\circ} \cdot \psi, \quad /3/$$

где  $D_a$  – наружный диаметр фрезы, мм

$\psi$  – угол поворота фрезы, отсчитываемый на делительной головке, град.

Фреза 3 закреплена на оправке 4.

Из рассмотрения выпрямленного треугольника  $ahp$  /см. рис. 3/ имеем:

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{b_n}{e} = \frac{b_n \cdot 360^\circ}{\pi \cdot D_a \cdot \psi} \quad /4/$$

$$\alpha_n = \operatorname{arctg} \frac{b_n \cdot 360^\circ}{\pi \cdot D_a \cdot \psi} \quad /5/$$

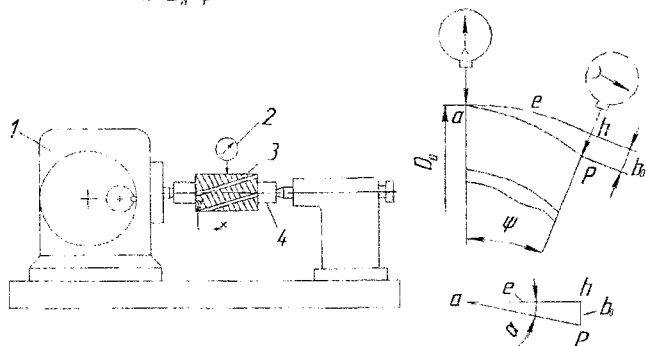


Рисунок 3 – Измерение падения затылка

Величина падения затылка соответственно будет определяться:

$$K = b_0 \cdot \frac{\theta}{\psi}, \quad /6/$$

где  $b_0$  – показание индикатора 2, мм;

$\theta = \frac{360^\circ}{z}$  – центральный угол между зубьями, град.

Приведенные зависимости соответствуют фрезам, затылованным по архимедовой спирали.

## 2. Оценка параметров точности изготовления червячной зуборезной фрезы

Параметры, которые определяют точность червячных зуборезных фрез, можно разделить на две группы:

1. Параметры, которые **непосредственно** характеризуют точность фактического расположения режущих кромок фрезы на винтовой поверхности исходного червяка. К ним относятся:

- погрешность зацепления  $\Delta t$ ;
- погрешность винтовой линии фрезы  $\Delta t_b$ ;
- погрешность профиля  $\Delta f$ ;
- отклонение толщины зубьев  $\Delta S$ .

2. Параметры, которые **косвенно** характеризуют точность расположения режущих кромок фрезы по отношению к винтовой поверхности исходного червяка. К ним относятся:

- погрешность окружного шага  $\Delta t_{окр}$ ;
- погрешность направления стружечных канавок  $\Delta H$ ;
- отклонение от радиальности передней поверхности  $\Delta r$ ;
- радиальное биение по наружному диаметру фрезы  $\Delta a$ ;
- конусность по наружному диаметру фрезы  $k$ ;
- радиальное  $\Delta a_6$  и торцевое биение буртиков  $\Delta a_7$ ;
- отклонение диаметра посадочного отверстия  $\Delta d$ .

Согласно ГОСТ 9324-90E рекомендуется проводить три группы измерений из выше – указанных погрешностей.

1-я группа:  $\Delta d, \Delta t_1, \Delta a_6, \Delta a_7, \Delta r, \Delta H, \Delta a, \Delta t_{окр \Sigma}$ .

2-я группа:  $\Delta d, \Delta t_b, \Delta t_{б \Sigma}, \Delta f, \Delta r, \Delta S, \Delta a_6, \Delta a_7$ .

3-я группа:  $\Delta d, \Delta P, \Delta P_{\Sigma}, \Delta f, \Delta r, \Sigma_{\Sigma}$ , или  $\Delta t_{окр}, \Delta a, \Delta H, r, \Delta S, \Delta a_6, \Delta a_7$ .

Фрезы классов точности AA и A аттестуются по 1-ой или 2-ой группам проверок.

В настоящей работе проводятся измерения части погрешностей, относящихся к 3-й группе точности, а именно:

$\Delta P, \Delta P_{\Sigma}, \Delta S, \Delta f, \Delta t_{окр}, \Delta r, \Delta a_6, \Delta a_7, \Delta a$ .

### 2.1 Измерение погрешностей шага

Погрешностями шага называются отклонения действительного осевого шага  $P$  от номинального его значения, рассчитанного как осевой шаг теоретической винтовой поверхности.

ГОСТ 9324-80E устанавливает предельные отклонения на два вида погрешностей шага.

1. Наибольшая погрешность шага  $\Delta P$ , то есть наибольшее по абсолютной величине отклонение любого из измеренных осевых шагов фрезы /рис.4,б/.

2. Наибольшая накопленная погрешность шага на длине любых трех соседних шагов /рис. 4,в/.

$$\Delta P_i = \Delta P^+ + \Delta P^- + \Delta P^- \quad /7/$$

Проверка производится на большом инструментальном микроскопе. Непосредственное измерение осевого шага возможно лишь у фрез с прямыми канавками.

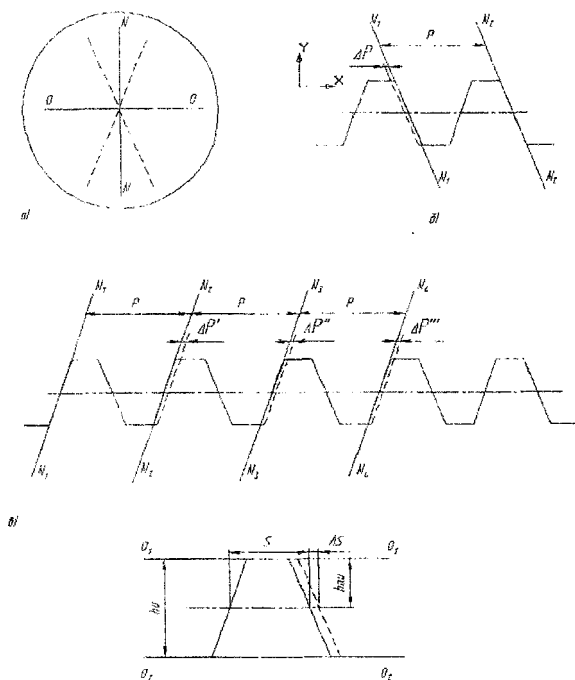


Рисунок 4 – Погрешность шага

У фрез с винтовыми канавками производят измерения так называемого проекционного шага, который связан с нормальным шагом зависимостью:

$$\Delta P_{np} = P \cdot \cos \omega, \quad /8/$$

где  $P$  – нормальный шаг фрезы /см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2/;

$\omega$  – угол подъема стружечной канавки на делительном цилиндре.

а/ укрепить фрезу на оправке в центрах;

б/ повернуть тобус микроскопа на угол  $\omega$ ;

в/ поворотом фрезы /совмещения передней поверхности с осью центров/ и перемещениями стола ввести в поле зрения микроскопа

г/ визирную линию N-N /рис.4, а/ в окуляре установить касательно к стороне профиля зуба /см. рис.4, б/;

д/ произвести сброс на отсчетных приборах;

е/ произвести перемещение стола до совмещения изображения визирной линии с одноименным профилем второго зуба;

ж/ снять показания с отчетных приборов.

Для исключения систематических погрешностей измерения повторить замер на 3-5 зубьев для левых и правых сторон профиля. Результаты измерения занести в протокол.

Определение  $\Delta P_{\gamma}$  произвести в вышеуказанном порядке согласно схеме на рис.4, в.



## 2.2 Измерение погрешности профиля

Измерение погрешности профиля производится также на микроскопе в следующем порядке:

а/ проверить с помощью контрольной оправки параллельность оси центров и визирной линии О-О в окуляре микроскопа при нулевом отсчете на угловой шкале;

б/ поворотом угловой шкалы устанавливается визирная линия N-N под углом  $\alpha_{пр}$  - проекционный угол / рис. 5/;

в/ совмещая визирную линию N-N с точками 1 и 2 на прямолинейном участке профиля по показывающему прибору, находим величину  $\delta$ . Расстояние  $2fm$  отсчитываем поперечным перемещением стола.

Значения  $\alpha_{пр}$  и  $\delta$  определяются по следующим зависимостям:

$$\operatorname{tg} \alpha_{пр} = \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \omega} \quad /9/$$

$$\Delta f = \delta \cdot \cos \alpha_{пр} \quad /10/$$

Указанные замеры повторить для каждой стороны профиля не менее 3-х раз. Результаты измерений занести в протокол.

## 2.3 Измерение отклонения толщины зуба

Отклонения толщины зуба  $\Delta S$  определяется по следующей зависимости:

$$\Delta S = S - S_k \quad /11/$$

где  $S$  - действительное значение толщины зуба, измеренное на делительном цилиндре, мм

$S_k$  - теоретическое значение толщины зуба / приложение 2/.

Измерение производится на микроскопе согласно рис.4, г.

Положение делительной прямой определяется поперечным перемещением стола на величину  $h_{ав}$ .

Рисунок 5 – Погрешности профиля

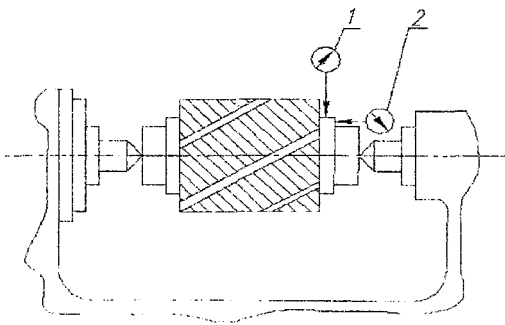
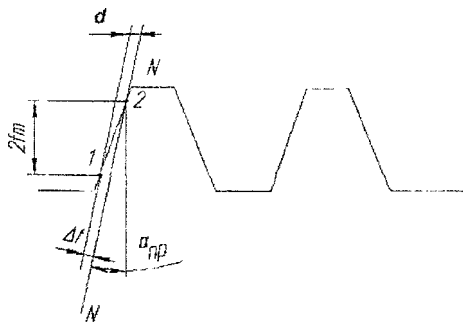


Рисунок 6 – Измерение биения фрезы

## 2.4 Измерение погрешностей окружного шага канавок

ГОСТ 9324-80Е устанавливает два вида погрешностей окружного шага канавок:

1. Накопленная погрешность окружного шага канавок  $\Delta t_{\text{окр}}$ , то есть наибольшая погрешность во взаимном расположении передних поверхностей зубьев по дуге окружности, близкой к делительной, с центром на оси вращения фрезы.

2. Наибольшая разность окружных шагов канавок в пределах оборота  $\Delta t_{\text{окр}}$  – то есть наибольшая разность показаний индикатора при измерении неравномерности окружного шага фрезы в пределах ее оборота с жестким упором.

Измерения производятся на оптической делительной головке согласно схеме, указанной на рис.7.

Показания индикатора заносятся в протокол.

## 2.5 Измерение биения фрезы

Измерение радиального биения по наружному диаметру  $\Delta a$ , радиального  $\Delta a_r$  и торцевого  $\Delta a_t$  биения буртика производится на установке, схема измерения которой показана на рис. 6. Установленная на оправке фреза закрепляется в центрах. Показания индикаторов / наибольшее значение при повороте фрезы на один оборот / 1 и 2 заносятся в протокол.

Максимальные значения всех полученных погрешностей сравниваются с допускаемыми отклонениями по ГОСТ 9324-80Е /ПРИЛОЖЕНИЕ 1/.

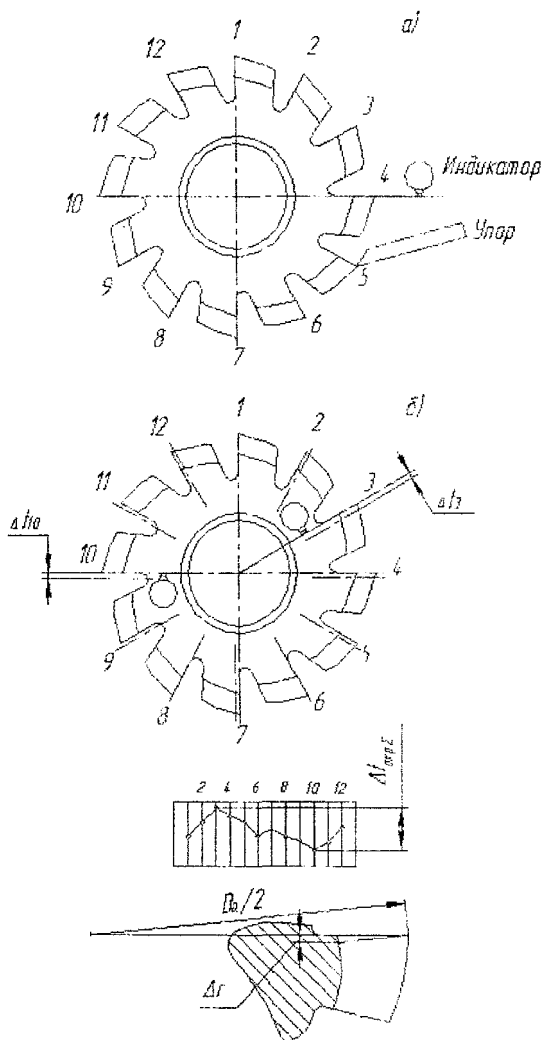


Рисунок 7 – Погрешности окружного шага канавок

### Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Эскиз червячной зуборезной фрезы с указанием основных конструктивных элементов.
4. Протокол с полученными результатами измерений, расчетов.
5. Анализ полученных результатов. Вывод.

### Контрольные вопросы

1. Что такое исходный червяк?
2. Типы червячных фрез в зависимости от вида исходного червяка. Области их применения?
3. Дайте определение основных элементов конструкции червячной фрезы?
4. Укажите параметры профиля зубьев фрезы?
5. Параметры, определяющие точность червячных зуборезных фрез.
6. Методы измерения проверяемых параметров червячной зуборезной фрезы.

### Литература

1. Акозсмцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1984. 272 с.
2. Егоров С.В., Червяков П.Г. Резание конструкционных материалов и режущий инструмент. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. 2-е изд., переработанное. М.: Высшая школа, 1975. – 188 с.
3. Фрезы червячные чистовые однозаходные для эвольвентных цилиндрических колес: ГОСТ 9324-80Е. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 28 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 3-Допускаемые отклонения на изготовление червячных зуборезных фрез

№ п/п	Обозначение параметра	Классы точности	Модули, мм		
			Св.1 до 2	Св.2 до 3,55	Св.3,55 до 6
1	2	3	4	5 мкм	6
1.	$\Delta P$	AA	-	-	-
		A	$\pm 5$	$\pm 6$	$\pm 8$
		B	$\pm 8$	$\pm 10$	$\pm 12$
2	$\Delta P_k$	C	$\pm 12$	$\pm 14$	$\pm 18$
		AA	-	-	-
		A	$\pm 8$	$\pm 8$	$\pm 10$
3.	$\Delta f$	B	$\pm 12$	$\pm 15$	$\pm 18$
		C	$\pm 18$	$\pm 22$	$\pm 28$
		AA	5	6	8
4.	$\Delta r$	A	8	10	12
		B	12	16	18
		C	16	20	25
5.	$\Delta a$	AA	18	20	24
		A	26	30	36
		B	40	45	53
6.	$\Delta t_{\text{оп}\Sigma}$	C	60	67	80
		AA	15	17	20
		A	22	25	30
7.	$\Delta t_{\text{оп}}$	B	34	38	45
		C	50	56	67
		AA	25	32	40
8.	$\Delta S$	A	40	48	63
		B	63	71	85
		C	80	100	125
9.	$\Delta a_6$	AA	12	16	20
		A	20	25	32
		B	40	50	63
10.	$\Delta a_r$	C	50	56	67
		AA	$\pm 8$	$\pm 8$	$\pm 10$
		A	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 15$
11.	$\Delta d$	B	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 25$
		C	$\pm 25$	$\pm 25$	$\pm 32$
		AA	5	5	5
12.	K	A	6	6	8
		B	8	8	10
		C	10	12	12
11.	$\Delta d$	AA	4	4	4
		A	5	5	6
		B	6	6	8
11.	$\Delta d$	C	8	10	12
		AA		0,7 H6	
		A		0,7 H6	
11.	$\Delta d$	B		H6	
		C		H6	
		AA	16	20	25
12.	K	A	25	32	40
		B	40	50	63
		C	63	80	100

Таблица 4 - Размеры профиля зубьев в нормальном сечении

Модуль, m			$h_{ua}$ mm	$h_{ua}$	P	$S_n$ $\frac{\pi \cdot m}{2}$	$S_k$	$r_1$	$r_2$
Ряды									
1	2	3							
1	1,125		2,5	1,25	3,142	1,57	1,67	0,4	0,3
			2,8	1,44	3,534	1,77	1,87	0,45	0,33
1.25	1,375		3,13	1,56	3,927	1,96	2,06	0,5	0,37
			3,44	1,72	4,320	2,16	2,66	0,55	0,41
1.5	1,75		3,75	1,88	4,712	2,36	2,47	0,6	0,45
			4,38	2,19	5,498	2,75	2,86	0,7	0,52
2	2,25		5	2,5	6,283	3,14	3,25	0,8	0,6
			5,63	2,81	7,068	3,53	3,64	0,9	0,67
2.5	2,75		6,25	3,13	7,864	3,93	4,07	1,0	0,75
			6,88	3,44	8,639	4,32	4,46	1,1	0,82
3	3,25	3,25	7,5	3,75	9,425	4,71	4,85	1,2	0,9
			8,13	4,06	10,210	5,11	5,25	1,3	0,97
4	3,75	3,75	8,75	4,38	10,996	5,5	5,64	1,4	1,05
			9,38	4,69	11,781	5,89	6,03	1,5	1,12
5	4,25	4,25	10	5	12,566	6,28	6,45	1,6	1,2
			10,63	5,31	13,352	6,68	6,85	1,7	1,27
5	4,5	4,5	11,25	5,63	14,137	7,07	7,24	1,8	1,35
			12,50	6,25	15,708	7,85	8,02	2,0	1,5

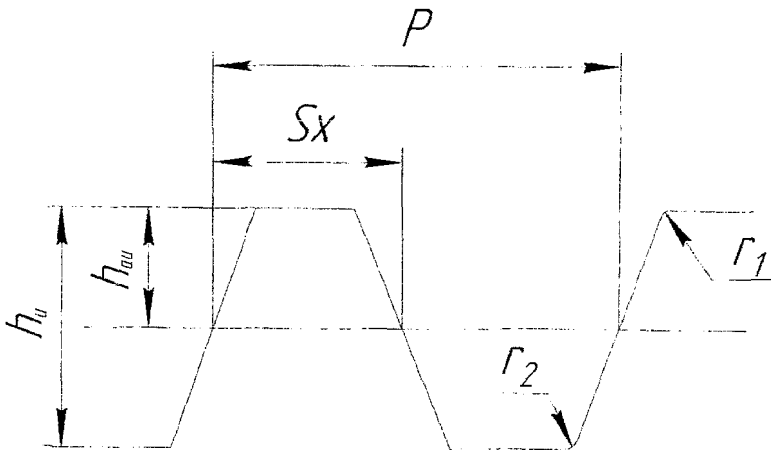


Рисунок 8 – Профиль зубьев в нормальном сечении

Таблица 5 - Размеры профиля зубьев в осевом сечении

Модули			Р		$\alpha_u^{np}$		$\alpha_u^i$	
Ряды			Для фрез		Для фрез		Для фрез	
1	2	3	Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2
1			3,142	3,142			19°59	19°59
	1,125		3,534	3,534			19°58	19°58
1,26			3,928	3,928		20°02	19°58	19°59
	1,375		4,329	4,321			19°58	19°58
1,5			4,713	4,714	20°02		19°59	
	1,75		5,499	5,5		20°03	19°58	
2			6,285	6,286			19°59	19°58
	2,25		7,071	7,073		20°04		
2,50			7,857	7,859			19°58	
	2,75		8,643	8,646	20°03	20°04		
3			9,429	9,431	20°02			
	3,25	3,25	10,215	10,218		20°05		
	3,5		11,002	11,006	20°03		19°58	19°57
		3,75	11,789	11,794				
4			12,574	12,579		20°06		
		4,25	13,361	13,367		20°05		
	4,5		14,148	14,156	20°04	20°06		
5			15,720	15,720		20°07		19°56

Тип 1 – фрезы цельные прецизионные класса точности АА  
 Тип 2 – фрезы цельные общего назначения классов точности А, В и С

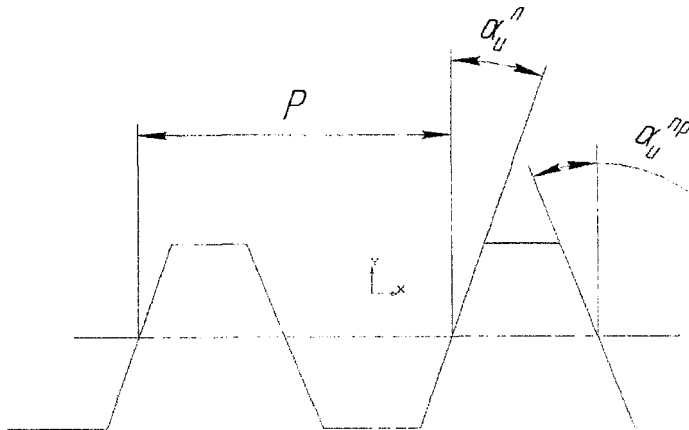


Рисунок 9 – Профиль зубьев в осевом сечении

Таблица 6 – Шероховатость поверхностей фрезы

Наименование поверхности	Класс точности фрез	Шероховатость по ГОСТ 2789-73, мкм	
		$R_a$	$R_z$
Передняя поверхность зубьев	AA	0,32	1,6
	A, B	0,63	3,2
	C	1,25	6,3
Поверхность отверстия	AA	0,16	0,8
	A	0,32	1,6
	B	0,63	3,2
	C	1,25	6,3
Поверхность торцов и цилиндрическая поверхность буртиков	AA, A, B	0,63	3,2
	C	1,25	6,3
Задняя поверхность зубьев: - на боковых сторонах	AA, A	0,32	1,6
	B	0,63	3,2
	C	1,25	6,3
- на вершине	AA	0,32	1,6
	A, B	0,63	3,2
	C	1,25	6,3

### **Принцип работы оптической головки, используемой в стенде**

Головки представляют собой высокоточные измерительные приборы с отсчетным устройством проекционного типа. Принцип действия головок заключается в одновременном вращении вокруг одной и той же оси угломерного лимба и закрепленного проверяемого изделия. Такой осью является шпindelь головки, на котором жестко закреплен угломерный лимб и устанавливается проверяемое изделие.

### **Устройство**

Основной частью головки является корпус 1, на котором крепятся все узлы. Он представляет собой цельную жесткую чугунную конструкцию, имеющую два взаимно перпендикулярных основания. В корпусе с помощью подшипников скольжения закреплен шпindelь 2. На шпинделе закреплен неподвижно оптический лимб 3 и вспомогательный лимб 5 грубой настройки. При установки головки на плите шпindelь может занимать горизонтальное или вертикальное положение.

Для закрепления измеряемых и обрабатываемых деталей, а также центра в шпинделе имеется коническое отверстие (конус Морзе 4).

В нужном положении шпindelь фиксируется электромагнитным зажимом 4. Зажим включается тумблером. На передней панели прибора крепится привод вращения 6 шпинделя. Привод приводится в движение при помощи червяка, сцепляющегося с червячным колесом, жестко закрепленным на шпинделе. Червяк выводится из зацепления с червячным колесом при помощи эксцентрика поводком 5. Поворот шпинделя от руки осуществляется с помощью гайки 6. При включении сцепления червяка с червячным колесом нужно одновременно вращать маховик привода, чтобы сцепление произошло плавно, без ударов.



В кожухе маховика грубой установки предусмотрен предохранительный механизм, который в случае приложения больших моментов позволяет проворачивать маховик относительно червяка. Это предотвращает повреждение червячного зацепления и возможность сбивания установки шпинделя при случайных поворотах маховика.

Для удобства эксплуатации плоскость экрана наклонена под углом  $45^\circ$  к оператору.

Осветитель состоит из корпуса 2 и кожуха 1. Источником света служит лампа КГМ9-70. Лимб головки подсвечивается от источника света по гибкому световоду 3, присоединенному к головке с помощью втулки 8.

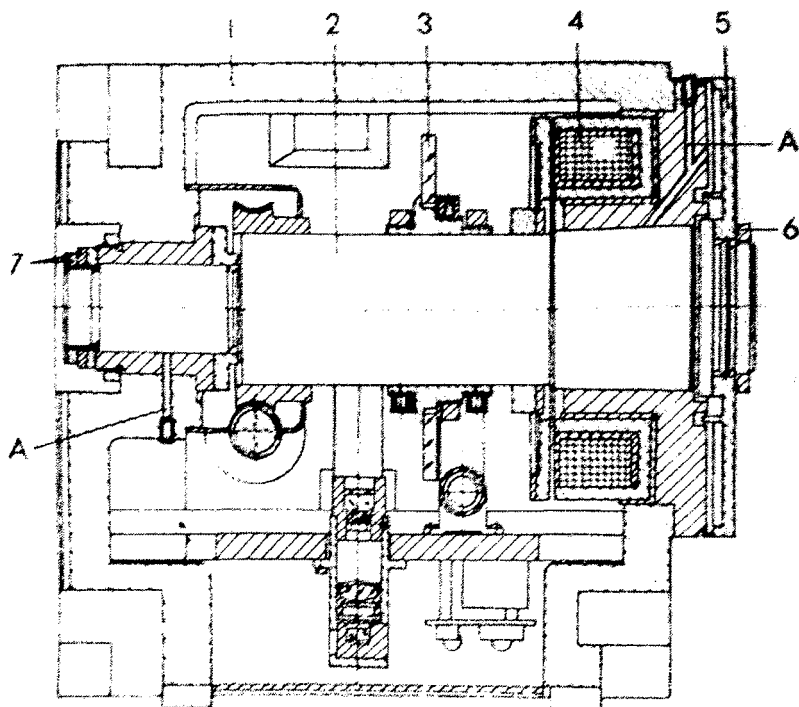


Рисунок 10 – Конструкция

### **Работа с головкой**

Для обработки деталей под заданным углом необходимо вращением маховичка 4 установить нулевое положение секундной шкалы и, вращая шпиндель, установить нулевое положение лимба, т. е. совместить штрихи  $0^\circ$  и  $180^\circ$  на линии раздела (для головки ОДГЭ-20 ввести нулевой штрих в бисектор). После этого тумблером 3 включить электромагнитный зажим и выполнить первую операцию. По окончании операции выключить электромагнитный зажим, установить шпиндель на нужный угол и проделать следующую операцию.

Установку шпинделя на требуемый угол производить следующим образом. Поворотом маховика 4 установить необходимое значение минут и секунд. После этого поворотом шпинделя установить необходимое число градусов и десятков минут в центре экрана. Например, нужно установить шпиндель на угол 235°41'32". Сначала установить 1'32", затем, вращая шпиндель, совместить бифиляр лимба 235°4 с диаметрально расположенным бифиляром на линии раздела.

Движение от центра головки к оправке с изделием передается при помощи хомутика 2 и поводка 1, жестко закрепленного на центре головки. Поводок входит в паз хомутика и при повороте шпинделя головки ведет хомутик за собой, а вместе с ним и оправку с изделием.

При обработке детали или применение оправок с наружными конусами (центрами) можно применять обратные центры, поставляемые по требованию потребителя.

### Точность измерений

Точность измерений зависит от многих факторов.

Особо следует отметить степень совпадения оси вращения шпинделя с осью измеряемой или обрабатываемой детали.

Достаточно заметить, что эксцентриситет в 0,001 мм при диаметре детали 100 мм дает погрешность в 8". Поэтому необходимо проверить перед работой биение детали, когда она зажата в центрах. Детали, закрепленные в шпинделе на восу, для особо точных работ должны быть отцентрированы наиболее тщательно с применением чувствительной пружинной головки с ценой деления от 0,0005 до 0,0001 мм.

Погрешность  $S$  заготовок ОДГЭ-2, ОДГЭ-5 и ОДГЭ-20 определяется по формуле:

$$S = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2},$$

где  $\Delta_1^2$  - погрешность по основному лимбу;

$\Delta_2^2$  - погрешность показаний шкалы компенсатора.

При практических измерениях на величину погрешности прибора влияют величина децентрировки детали, закрепленной в шпинделе, несоосность линии центров головки и задней бабки, ошибки оператора, вибрации и т.д., поэтому при точных измерениях необходимо сводить к минимуму влияние этих факторов.

Таблица 7 - Технические характеристики

	ОДГЭ-2	ОДГЭ-5	ОДГЭ 20
Пределы измерения углов, ...°		0-360n	где n – 1,2,3...
Углы установки оси шпинделя относительно основания, ...°		0, 90	
Диаметр изделия, измеряемого в центрах, без использования подставок для увеличения высоты центров, мм, не более		300	
Диаметр изделия, измеряемого в центрах, мм, не более		600	
при малой станине		1100	
при большой станине		1	
Цена деления лимба грубой установки, ...°	10	1	

Продолжение таблицы 7

Цена деления основного лимба, ...	2	10	
Цена деления отсчетной скалы, ...		5	60
Посадочное отверстие шпинделя		Конус Морзе 4	20
Посадочное отверстие конической втулки задней бабки		Конус Морзе 2	
Допуск параллельности линии центров головки и задней бабки относительно поверхности основания и боковым поверхностям направляющих сухарей головки и задней бабки на длине 100 мм, мм, не более		0,01	
Радиальное биение образующей конуса центра, вставленного в шпиндель, мм, не более	0,0025		
Осевое биение шпинделя, мм, не более	0,0025	0,004	
Допуск параллельности оси шпинделя головки в горизонтальном положении относительно боковых поверхностей направляющих сухарей и опорной поверхности корпуса головки на длине 100 мм, мм, не более		0,003	0,008
Допуск перпендикулярности оси шпинделя в вертикальном положении и относительно опорной поверхности корпуса головки на длине 140 мм, мм, не более	0,002		0,005
Предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении любого угла на любом участке лимба, ...", не более	0,003	0,003	
Предел допускаемой вариации показаний головки при измерении прямым и обратным ходами, ...", не более	$2 + 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	$5 + 5 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$	0,005
Изменение показаний при зажиме шпинделя, ...", не более	1	2	20
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения погрешности наведения штрихов ...", не более	1	1	5
Вариация показаний компенсатора, ...", не более	0,5	1	8
Допуск параллельности направляющего паза станины относительно ее боковой рабочей поверхности на длине 1000 мм, мм, не более	2	3	4
Допуск перпендикулярности рабочей, боковой поверхности станины относительно ее верхней поверхности, ...", не более	0,005	0,005	15
Допустимая нагрузка, кг	5	5	
Напряжение, В		70	0,01
Частота, Гц		$220 \pm \frac{10}{33} \text{ В}$	
Потребляемая мощность, Вт, не более:		50	
Габаритные размеры, мм, не более:		120	10
головки		280x395x250	
бабки задней		270x85x195	
станины малой		1320x385x230	
станины большой		1825x385x275	
Масса, кг, не более:			
головки		60	
бабки задней		15	
станины малой		160	
станины большой		230	
осветителя		10	

Учебное издание

Составители:  
Горбунов Виктор Петрович  
Левданский Алексей Маратович

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к лабораторной работе*

**«Изучение конструкции червячных фрез»**

*по дисциплине «Режущий инструмент»*

*для студентов специальности*

36 01 01 «Технология машиностроения»

Ответственный за выпуск: Левданский А. М.  
Редактор: Строкач Т. В.  
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.  
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 3.09.2009 г. Формат 60х84 1/16. Бумага «Снегурочка.»  
Гарнитура Arial Narrow. Усл. п. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,25. Тираж 50 экз. Заказ № 706.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.