

Цель работы: знакомство с методом проверки предельного отклонения межцентрового расстояния, а также с методом контроля колебания этого расстояния при двухпрофильном зацеплении мелко модульных зубчатых цилиндрических колес (насадных и валковых), конических колес и червячных пар.

Комплексная двухпрофильная проверка зубчатых колес характеризуется сравнительно простой конструкцией приборов и высокой производительностью контроля.

Двухпрофильный контроль позволяет вскрыть такие неустойчивые факторы технологических процессов, как состояние режущего инструмента и точность установки на зуборезном станке заготовки нарезаемого колеса.

Принципиальная схема прибора для комплексной проверки зубчатых колес в двухпрофильном зацеплении показана на рис. 1.

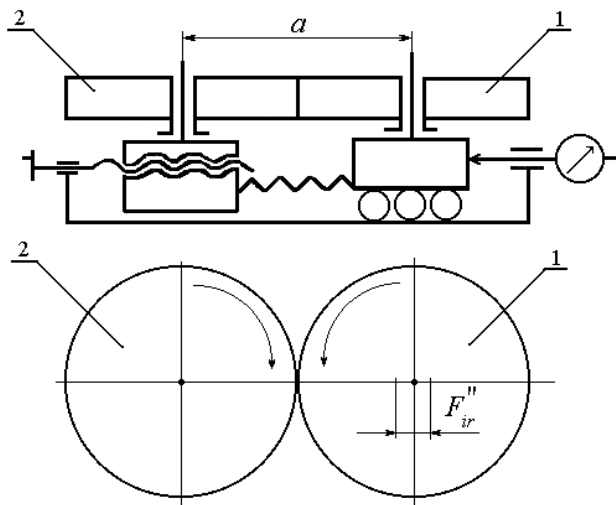


Рис. 1. Принципиальная схема прибора КДП-150:
1-эталонное колесо; 2- проверяемое колесо

Измерительное эталонное колесо 1 и проверяемое 2 насаживаются без зазора на цапфы, установленные на передвигаемых по станине салазках. Левые салазки с проверяемым колесом 1 устанавливаются в требуемое положение при помощи винта с маховичком. Правые салазки, несущие на себе измерительное эталонное колесо (1),

притягиваются пружиной к левым салазкам и воздействуют на индикатор (3). Зацепление измерительного и проверяемого колес получается беззазорным.

Отступление зуба проверяемого колеса от теоретической формы при сопряжении его с зубом измерительного колеса ведет к изменению межосевого расстояния колес, что отмечается индикатором. Вращение одного из колес (обычно проверяемого) в процессе контроля производится от руки.

Прибор, принципиальная схема которого изображена на рис. 1, служит не только для проверки биения, но главным образом – для комплексного контроля зубчатых колес при двухпрофильном зацеплении.

Так при повороте проверяемого колеса на один зуб или оборот определяется колебание измерительного межосевого расстояния соответственно на одном зубе f''_{ir} или за оборот зубчатого колеса F''_{ir} (m_1 для конических и червячных колес).

Разность между наибольшим и наименьшим действительными межосевыми расстояниями при двухпрофильном зацеплении измерительного колеса с контролируемым зубчатым колесом при повороте последнего на полный или соответственно на один угловой шаг (зуб) и будет являться колебанием измерительного межосевого расстояния (показатель кинематической погрешности F''_{ir} и m_1) рис. 2. Синусоидальный характер колебаний показывает наличие эксцентриситета проверяемого колеса.

Колебание измерительного межосевого расстояния при повороте проверяемого колеса на один-два и более зуба является показателем как плавности работы колеса (циклической зубцовой частоты α_1), так и ошибки отклонения шага f_{pir} и погрешности профиля f_{fr} (для эвольвентных колес).

Предельные отклонения ($+E\alpha''t$, $-E\alpha''s$) измерительного межосевого расстояния являются показателями измерения величины бокового зазора между зубьями колес передачи.

На приборах для комплексной двухпрофильной проверки боковой зазор в передаче можно определить и непосредственно. Для этого измерительное и проверяемое колеса устанавливаются с заданным межосевым расстоянием. Салазки, на которых эти колеса устанавливаются, жестко фиксируются на станине. Колеса приводятся во вращение, во время которого зубья приходят в соприкосновение

одной своей боковой поверхностью. В этих условиях зазор измеряется по противоположной стороне поверхности зубьев при помощи щупа.

При контроле проверяемых колес измерительные колеса применяются трех различных степеней точности. При этом степень точности измерительного колеса должна быть на три порядка выше степени точности проверяемого колеса. Так, при контроле зубчатых колес 5-6 степени точности измерительные колеса применяются 3-й степени точности; при контроле колес 7-й степени точности измерительное колесо должно быть 4-й степени точности и для контроля колес 8-9 степени точности применяют измерительное колесо 5-й степени точности.

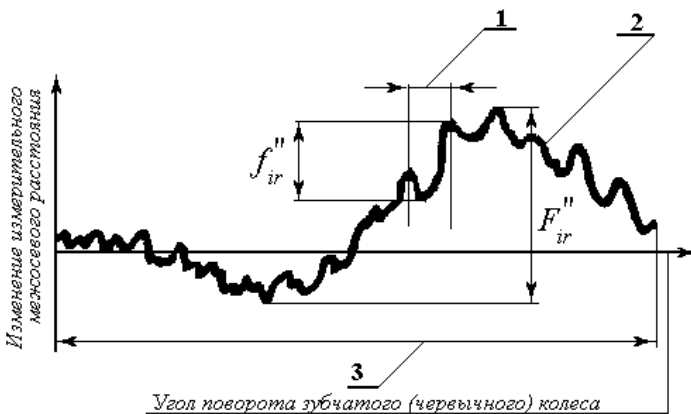


Рис. 2. Диаграмма колебания измерительного межосевого расстояния:

- 1 - один угловой шаг;
- 2 - кривая изменения измерительного межосевого расстояния;
- 3 - один оборот зубчатого колеса

При двухпрофильном контроле зубчатых колес не допускается интерференция, т.е. контакт между сопряженными зубьями в точках, лежащих вне рабочего участка линии зацепления. Даже при контроле с использованием стандартных измерительных колес рекомендуется расчетным путем убедиться в отсутствии интерференции.

Некоторые приборы для комплексной двухпрофильной проверки зубчатых колес снабжены самописцами, которые все погрешности при контроле проверяемого колеса автоматически записывают на прямолинейной диаграмме (рис. 2).

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА КДП-150

Прибор КДП-150 предназначен для проверки предельного отклонения межосевого расстояния, а также для проверки колебания этого расстояния при двухпрофильном зацеплении мелко модульных зубчатых цилиндрических колес (насадных и валковых), конических колес и червячных пар.

Прибор (рис. 3) состоит из станины (1), имеющей направляющие. На направляющих помещены установочные салазки (9). Эти салазки устанавливаются в требуемое положение при помощи маховичка (10) по блоку концевых мер (мерительные плитки). Крепление салазок на станине осуществляется эксцентриковым валиком (8).

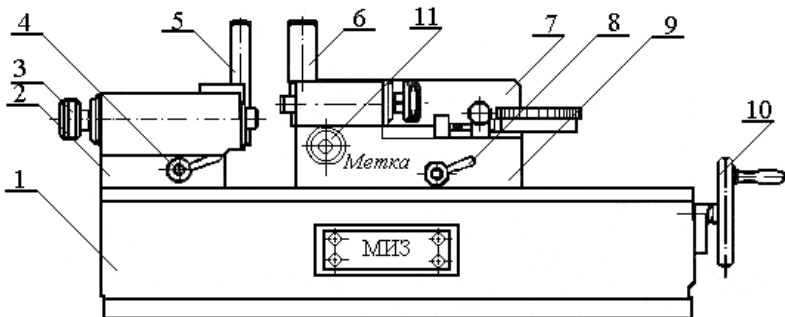


Рис. 3. Схема прибора КДП-150:

- 1 - станина; 2 - направляющие корпуса; 3 - маховичок крепления оправки;
- 4 - рукоятка; 5,6 - оправки; 7 - измерительная каретка;
- 8 - эксцентриковый валик; 9 - установочные салазки; 10 - маховичок для установки салазок; 11 - маховичок перемещения измерительной каретки

На установочных салазках (9) смонтирована на шариках измерительная каретка (7), которая несет на себе оправку (6). Измерительная каретка перемещается при помощи маховичка (11) в пределах 3 мм. При проверке колебания межосевого расстояния на оправку 6 измерительной каретки устанавливается измерительное эталонное колесо, а на оправки или центры сменных кронштейнов, установленных на направляющих станины (1), в зависимости от типа передачи - проверяемое колесо.

Измерительная каретка (7) под действием пружины, находящейся внутри каретки, прижимает измерительное эталонное колесо к проверяемому, создавая плотное зацепление.

Величина колебания межосевого расстояния фиксируется индикатором с ценой деления 0,001 мм. Наконечник индикатора, установленного на измерительной каретке (7), упирается в планку, жестко связанную с установочными салазками (9).

Для проверки цилиндрических насадных зубчатых колес прибор (рис.3) снабжен кронштейном, корпус (2) которого крепится в направляющих станины (1) поворотом рукоятки (4) эксцентрикового валика. В призматических направляющих корпуса (2) устанавливается оправка (5), которая крепится поворотом маховичка (3).

Для проверки валковых зубчатых колес прибор снабжен кронштейном, изображенным на рис. 4. В призматических направляющих корпуса (4) помещаются центры (3) и (6), которые закрепляются поворотом маховичков (2) и (4). Кронштейн крепится в направляющих станины поворотом рукоятки (5).

Для проверки конических зубчатых колес имеется специальный кронштейн (рис. 5), у которого по вертикальным направляющим корпуса (4) перемещается каретка (5) от винта, заканчивающегося маховичком (3). На каретке (5) крепится болтами сменная державка (8) для конических колес. В призматических направляющих державки (8) винтом (6) крепится оправка (7).

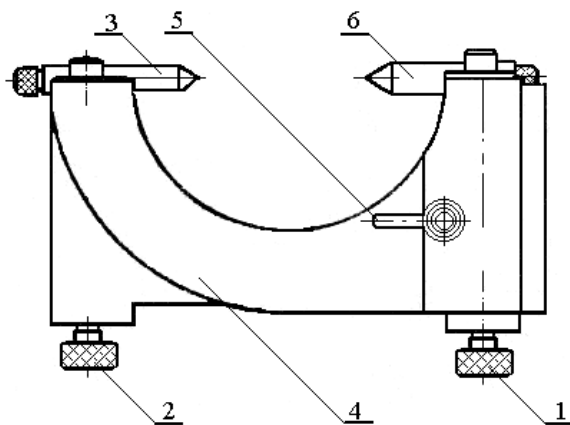


Рис. 4. Схема кронштейна для валковых колес:
1,2 - маховички; 3,4 - центры; 5 - рукоятка крепления

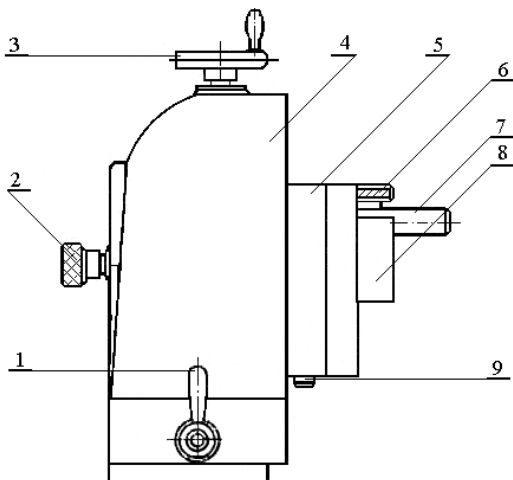


Рис. 5. Схема кронштейна для конических колес:
 1 - рукоятка крепления; 2 - маховичок крепления; 3 – маховичок перемещения; 4 - корпус; 5 - каретка; 6 - винт; 7 - оправка;
 8 - сменная державка; 9 - опорный штифт

Кронштейн устанавливается в направляющих станины (1) (рис. 3) и закрепляется поворотом рукоятки (1). Установка каретки (5) производится по блоку концевых мер, закладываемому между опорным штифтом (9) и направляющими станины (1). В требуемом положении каретка (5) крепится маховичком (2).

При проверке червячных пар на каретке 5 (рис. 5) устанавливается специальный кронштейн (рис. 6).

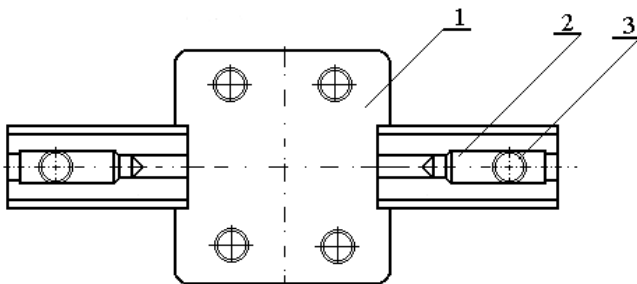


Рис. 6. Схема кронштейна для червячных пар:
 1 - корпус; 2 - центр; 3 – гайка

Кронштейн устанавливается на место державки (8) для конических колес. В призматических направляющих корпуса (1) устанавливаются центры (2), которые закрепляются при помощи винта и гайки (3).

РАБОТА С ПРИБОРОМ

Проверка насадных цилиндрических зубчатых колес

Проверка колебания измерительного межосевого расстояния производится следующим образом.

1. Измерительную каретку (рис. 3) устанавливают в среднее положение. Для этого поворачивают маховичок (11) до тех пор, пока метка на торце маховичка не займет нижнее положение.

2. Установочные салазки (9) отводятся маховичком (10).

3. На оправке (5), установленной на корпусе кронштейна (2), помещают проверяемое колесо, а на оправке 6 измерительной каретки (7) - измерительное эталонное колесо.

4. Колеса вводят в зацепление, перемещая установочные салазки (9) в направлении кронштейна (2). Рукояткой (8) закрепляют на станине (1) установочные салазки (9). После этого освобождают измерительную каретку (7), которая под действием пружины переместится влево до полного зацепления колес.

5. Индикатор устанавливают на нулевое деление. Затем, вращая рукой проверяемое колесо, определяют наибольшее и наименьшее показания индикатора.

6. По результатам показаний индикатора, пользуясь таблицей 1 (Приложения), определяют класс точности измеряемого колеса по колебанию F''_{ir} измерительного межосевого расстояния за оборот колеса.

При необходимости проверки отклонения теоретического (расчетного) межосевого расстояния от действительного значения, работа с прибором осуществляется следующим образом.

Каретку (7) необходимо при помощи маховичка (11) установить по блоку концевых мер, закладываемых между оправками (5) и (6). Размер блока концевых мер определяется соотношением:

$$M = a - \frac{d_1 + d_2}{2},$$

где М – размер блока концевых мер; а – теоретическое межосевое расстояние; d_1, d_2 – диаметры оправок.

Установить прибор на заданное межосевое расстояние и закрепить салазки (9) рукояткой (8).

Измерительную каретку (7) отвести при помощи маховичка (11) в крайнее правое положение, затем выполнить пункт 3.

Освободив измерительную каретку (7), поворачивают проверяемое колесо и отсчитывают наибольшее и наименьшее показания индикатора.

Разность показаний индикатора определяет отклонение действительного межосевого расстояния от теоретического значения.

Проверка валковых цилиндрических зубчатых колес

При проверке валковых колес на станину (1) прибора устанавливается кронштейн (рис. 4) для контроля валковых колес.

В центрах (3) и (6) кронштейна вставляется оправка (5) (рис. 3) для настройки прибора. Проверка межосевого расстояния и его колебания у валковых колес проводится аналогично описанной выше проверке цилиндрических насадных зубчатых колес.

Проверка конических колес

При проверке конических зубчатых колес на станине (1) прибора устанавливается кронштейн (рис. 5) с державкой (8) для контроля конических колес.

Проверка колебаний измерительного межосевого расстояния производится следующим образом.

1. При помощи блока концевых мер, помещаемого опорным торцом державки (8) и оправкой (6) (рис. 3), закрепленной на измерительной каретке (7), устанавливают теоретическое расстояние K (расстояние от базового торца колеса, установленного на оправке (7) (рис. 5) до оси вращения сопряженного колеса).

2. Размер блока концевых мер определяется соотношением (рис. 7):

$$M_1 = K - \frac{d}{2},$$

где M_1 – размер блока концевых мер; K – теоретическое расстояние от базового торца колеса, установленного на оправке державки, до оси сопряженного колеса; d – диаметр оправки.

2. Дают натяг индикатору и устанавливают проверенные колеса.

3. При помощи блока концевых мер, помещаемого между опорным штифтом (9) (рис. 5) и направляющими станины (1), устанавливают каретку (5) с державкой (8) по высоте на теоретическое расстояние K_1 – от базового торца колеса, установленного на оправке (6) (рис. 3) измерительной каретки (7), до оси сопряженного колеса.

Величина блока подсчитывается по соотношению:

$$M_2 = N + (K - 20),$$

где N – величина блока концевых мер между опорным штифтом (9) и направляющими станины (1) при наименьшем расстоянии между базовой поверхностью измерительной каретки (7) (рис. 3) и осью оправки (7) (рис. 5), равном 20 мм. Для прибора КДП-150 размер $N = 11,36$ мм.

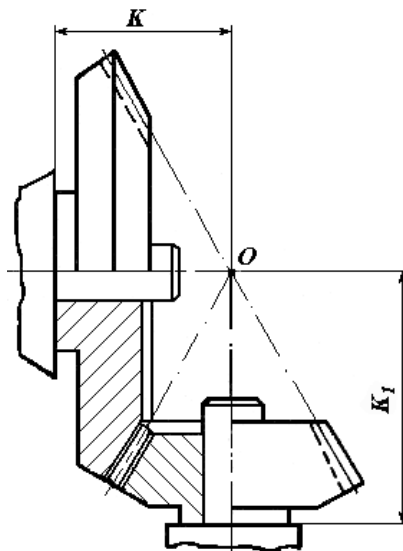


Рис. 7. Размеры блока концевых мер

4. Индикатор устанавливают на нулевое деление. Затем вращая рукой проверяемое колесо, определяют наибольшее и наименьшее показания индикатора.

5. По показаниям индикатора, пользуясь таблицей 2 (Приложения), определяют класс точности измеряемого колеса по колебанию f_{ar} измерительного межосевого расстояния за оборот колеса.

Проверка блока червячных пар

При проверке червячных пар используется тот же кронштейн, что и при проверке конических колес.

1. На каретке (5), вместо державки (8), устанавливается кронштейн (1) для червячных пар (рис. 6).

2. Каретка (5)(рис. 5) с кронштейном (1) (рис. 3) устанавливается по высоте по блоку концевых мер, размер которого определяется по формуле

$$M_3 = N_1 + E,$$

где N_1 – величина блока концевых мер, помещаемого между опорным штифтом (9) и направляющими станины (1), при наименьшем расстоянии от оси центров (2) суппорта до базовой плоскости измерительной каретки (7), равном 0. Для данного прибора КДП-150 размер $N_1 = 20,23$ мм; E – расстояние от оси червяка до опорного торца проверяемого червячного колеса.

3. Салазки (9) (рис. 3) устанавливают на теоретическое расстояние d от оси червячного колеса до оси червяка по блоку концевых мер, помещаемому между оправкой 6 измерительной каретки (7), и оправкой, закрепленной в центрах (2) кронштейна (1).

Размер блока концевых мер определяется соотношением (рис. 8):

$$M_4 = a - \frac{d_1 + d_2}{2},$$

где d_1, d_2 – диаметры оправок.

4. Установив салазки (9), закрепляют их рукояткой (8). Дают натяг индикатору.

5. Устанавливают червячное колесо и червяк.

6. Подводят измерительную каретку (7) и начинают проверку. Червяк приводят во вращение, наблюдая за показаниями индикатора.

7. По показаниям индикатора, пользуясь таблицей 3 (Приложения), определяют класс точности измеряемого червяка и червячного колеса по колебанию f_{ar} измерительного расстояния за оборот червячного колеса.

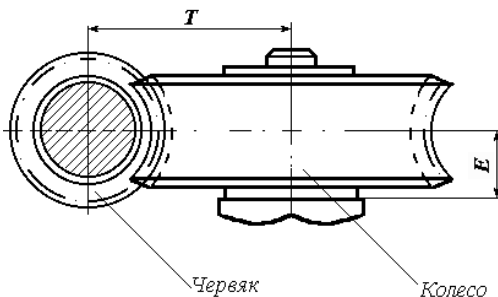


Рис. 8. Размер блока концевых мер для червячных колес

Червячные колеса обычно проверяют только на правильность их зацепления с измерительным червяком, определяя при этом (по колебанию межосевого расстояния) радиальное биение колеса и изменение боковых зазоров в зацеплении.

Однако возможна также и комплексная проверка червяка. Для этого с червяком сопрягают измерительное червячное колесо.

Приложения

Таблица 1. Нормы кинематической точности (показатель F'')
Передачи зубчатые цилиндрические

Степень точности	Модуль m , мм	Делительный диаметр ϕ , мм					
		До 12	От 12 до 20	От 20 До 32	От 32 До 50	От 50 До 80	От 80 До 125
		мкм					
5	От 0,1 до 0,5	11	12	13	15	17	19
	От 0,5 до 1,0	14	15	16	17	19	21
6	От 0,1 до 0,5	17	19	21	24	26	30
	От 0,5 до 1,0	22	24	26	28	30	34
7	От 0,1 до 0,5	24	26	30	34	38	42
	От 0,5 до 1,0	30	32	34	38	42	48
8	От 0,1 до 0,5	30	34	38	42	45	53
	От 0,5 до 1,0	38	40	45	48	53	60
9	От 0,1 до 0,5	38	42	45	50	55	63
	От 0,5 до 1,0	48	50	55	60	67	75
10	От 0,1 до 0,5	48	53	60	63	70	80
	От 0,5 до 1,0	60	63	70	75	85	95
11	От 0,5 до 1,0	75	80	85	95	105	120
12	От 0,5 до 1,0	95	100	110	120	130	150

Таблица 2. Нормы контакта зубьев в передаче (показатель f_{ar})
Передачи зубчатые конические

Степень точности	Среднее конусное расстояние $P = \frac{K + K_1}{2}$, мм						
	До 12	От 12 До 20	От 20 До 32	От 32 До 50	От 50 До 80	От 80 До 125	От 125 До 200
	мкм						
4 - 5	7	7	8	9	9	10	12
6 - 7	10	11	12	12	12	16	20
8 - 9	20	22	24	26	28	30	35
10 - 12	4-	44	48	52	58	63	72

Таблица 3. Нормы контакта зубьев и витков (показатель f_{ar})
 Передачи червячные цилиндрические

Степень точности	Межосевое расстояние d, мм							
	До 12	От 12 До 20	От 20 До 32	От 32 До 50	От 50 До 80	От 80 До 125	От 125 До 180	От 180
	мкм							
3	3	4	4	5	6	7	8	9
4 и 5	4	5	6	8	9	11	12	14
6	8	9	11	14	16	18	20	22
7	11	14	16	20	22	28	30	35
8	18	22	25	32	35	45	50	55
9	30	36	40	50	60	70	80	90
10	45	55	63	80	90	110	120	140
11 и 12	75	90	105	125	150	175	200	230