ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ МЕЛКОМОДУЛЬНЫЕ

ДОПУСКИ

ГОСТ 9178—81
(СТ СЭВ 642—77)

Издание официальное

Цена 10 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.833.1 : 621.753.1 : 006.354 Группа Г15

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Основные нормы взаимозаменяемости

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ МЕЛКОМОДУЛЬНЫЕ

Допуски

Basic norms of interchangeability. Cylindrical fine-pitch gears. Tolerances

ГОСТ 9178—81

(СТ СЭВ 642—77)

Взамен ГОСТ 9178—72

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 июня 1981 г. № 3068 срок введения установлен

с 01.01.82

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на эвольвентные цилиндрические зубчатые колеса и зубчатые передачи внешнего и внутреннего зацепления с прямозубыми и косозубыми зубчатыми колесами с модулем от 0,1 до 1,0 мм (исключительно), делительным диаметром до 400 мм (при модуле менее 0,5 мм — до 200 мм) и исходным контуром по ГОСТ 9587—81.

Требования стандарта распространяются на зубчатые колеса, используемые в винтовых передачах.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 642—77, а в части терминов и обозначений — стандартам СЭВ СТ СЭВ 643—77 и СТ СЭВ 644—77.

1. СТЕПЕНИ ТОЧНОСТИ И ВИДЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1. Устанавливаются двенадцать степеней точности зубчатых колес и передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12.

Примечание. Для + степеней точности 1 и 2 допуски и предельные отклонения не даны. Эти степени точности предусмотрены для будущего развития.

1.2. Для каждой степени точности зубчатых колес и передач устанавливаются нормы кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев зубчатых колес в передаче.

1.3. Допускается комбинирование норм кинематической точности, норм плавности работы и норм контакта зубьев зубчатых колес и передач разных степеней точности.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

Переиздание. Декабрь 1986 г.

© Издательство стандартов, 1987

1.4. При комбинировании норм разных степеней точности нормы плавности работы зубчатых колес и передач могут быть не более чем на одну степень точнее или грубее норм кинематической точности; нормы контакта зубьев могут назначаться по любым степеням более точным и не более чем на одну степень точности грубее норм плавности работы передач.

1.5. Для передач с нерегулируемым и регулируемым расположением осей устанавливается пять видов сопряжений D, E, F, G, H, приведенных на чертеже, и четыре вида допуска T_{jn} на боковой зазор e, f, g, h. Обозначения даны в порядке убывания величины бокового зазора и допуска на него.

Виды сопряжений зубчатых колес в передаче в зависимости от степени точности по нормам плавности работы указаны в табл. 1.

Таблица 1

Вид сопряжения	D		E		F	G	H
Модуль m, мм	От 0,1 до 0,5	Св. 0,5 до <1,0	От 0,1 до 0,5	Св. 0,5 до 1,0	От 0,1 до <1,0		
Степень точности по нормам плавности	3—10	3—12	3—10	3—12	3—10	3—8	3—7

Примечание. Для зубчатых колес с модулем $m \leqslant 0{,}3$ мм, подлежащих изготовлению полнопрофильным инструментом и зубчатых колес с модулем $m < 0{,}2$ мм, подлежащих изготовлению инструментом с открытым профилем, должна производиться проверка коэффициента перекрытия ε.

1.6. Видам сопряжений D и E соответствует вид допуска на боковой зазор e, а видам сопряжений F, G, H — виды допусков f, g, h соответственно.

Соответствие между видом сопряжений зубчатых колес в передаче и видом допуска на боковой зазор допускается изменять.

1.7. Для нерегулируемых передач устанавливается пять классов отклонений межосевого расстояния, обозначаемых в порядке убывания точности римскими цифрами от II до VI.

Гарантированный боковой зазор в каждом сопряжении обеспечивается при соблюдении предусмотренных классов отклонений межосевого расстояния (для сопряжения H—II класса, а для сопряжений G, F, E и D классов III, IV, V, VI соответственно).

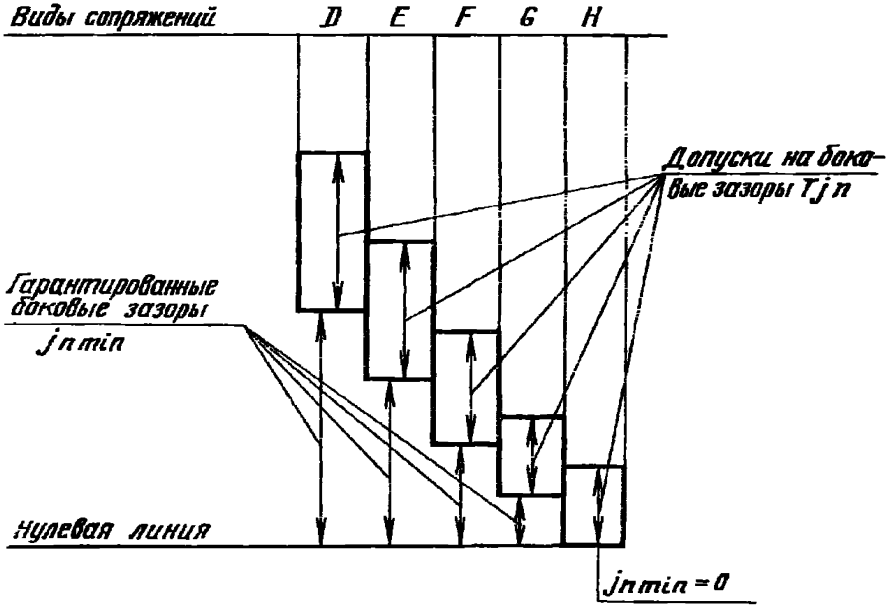
Допускается изменять соответствие между видом сопряжения и классом отклонений межосевого расстояния.

1.8. Точность изготовления зубчатых колес и передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору — видом сопряжения по нормам бокового зазора.

Пример условного обозначения точности цилиндрической передачи со степенью точности 7 по всем трем нормам, с видом сопряжения зубчатых колес G и соответствием между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор, а также между видом сопряжения и классом отклонений межосевого расстояния:

7—G ГОСТ 9178—81

Виды сопряжений и гарантированные боковые зазоры



1.9. При комбинировании норм разных степеней точности и изменений соответствия между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор, но при сохранении соответствия между видом сопряжения и классом отклонений межосевого расстояния, точность зубчатых колес и передач обозначается последовательным написанием трех цифр и двух букв.

Первая цифра обозначает степень по нормам кинематической точности, вторая — степень по нормам плавности работы, третья — степень по нормам контакта зубьев, первая из букв — вид сопряжения, а вторая — вид допуска на боковой зазор.

Цифры между собой и от слитно пишущихся букв разделяются тире.

Пример условного обозначения точности цилиндрической передачи со степенью 7 по нормам кинематической точ-

ности, со степенью 8 по нормам плавности работы, со степенью 8 по нормам контакта зубьев, с видом сопряжения G, видом допуска на боковой зазор f и соответствием между видом сопряжения и классом отклонений межосевого расстояния:

7—8—8—Gf ГОСТ 9178—81

Примечание. В случае, когда на одну из норм не задается степень точности, взамен соответствующей цифры указывается буква *N*.

1.10. При выборе более грубого класса отклонений межосевого расстояния, чем предусмотрено для данного вида сопряжения, в условном обозначении точности цилиндрической передачи указывается принятый класс и рассчитанный по формуле уменьшенный гарантированный боковой зазор

$$j'_{nmin} = j_{nmin} - 0{,}68(|f'_a| - |f_a|),$$

где j_{nmin} и f_a — табличные значения гарантированного бокового зазора и предельного отклонения межосевого расстояния для данного вида сопряжения согласно табл. 9;

j'_{nmin} — рассчитанный гарантированный боковой зазор;

f'_a — отклонение межосевого расстояния для более грубого класса.

Пример условного обозначения точности цилиндрической передачи со степенью точности 7 по всем нормам, с видом сопряжения зубчатых колес F, видом допуска на боковой зазор e и классом отклонений межосевого расстояния V (при межосевом расстоянии передачи $a_w = 45$ мм, $j'_{nmin} = 4$ мкм):

7—Fe/V—*4* ГОСТ 9178—81

Примечание. При принятии более точного класса отклонений межосевого расстояния наименьший боковой зазор в передаче будет больше бокового зазора, указанного в табл. 9. Его величина, рассчитанная по той же формуле, может не указываться в условном обозначении точности передачи.

1.11. Термины и обозначения, используемые в настоящем стандарте, соответствуют стандарам СЭВ 643—77 и СТ СЭВ 644—77 и приведены в справочном приложении 1.

Допускается вместо обозначений F_{vwr}, F_{vw}, f_{vptr}, f_{vpt} применять обозначения v_{wr}, v_w, v_{ptr} и v_{pt} — соответственно.

2. НОРМЫ ТОЧНОСТИ

2.1. Показатели кинематической точности устанавливаются по табл. 2.

2.1.1. Если кинематическая точность зубчатых колес относительно рабочей оси (см. п. 2.8) соответствует требованиям настоящего стандарта и требование селективной сборки не выдвигается, кинематическую точность зубчатых передач допускается не контролировать.

Таблица 2

Показатели кинематической точности

Контролируемый объект	Показатель точности или комплекс	Степень точности									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зубчатое колесо	F'_{ir}	X	X	X	X	X	X	—	—	—	—
	F_{pr} и F_{pnr}	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—
	F_{pr}	—	—	—	—	X	X	—	—	—	—
	F_{cr} и F_{rr}	X	X	X	X	X	X	—	—	—	—
	F_{vwr} и F_{rr}	X	X	X	X	X	X	—	—	—	—
	F_{vwr} и F''_{ir}	—	—	X	X	X	X	—	—	—	—
	F_{cr} и F''_{ir}	—	—	X	X	X	X	—	—	—	—
	F''_{ir}	—	—	—	—	—	—	X	X	X	X
	F_{rr}	—	—	—	—	—	—	X	X	X	X
Зубчатая передача	F'_{ior}	X	X	X	X	X	X	—	—	—	—

2.1.2. При соответствии кинематической точности окончательно собранной передачи требованиям настоящего стандарта контроль кинематической точности зубчатых колес не является необходимым.

2.2. Показатели плавности работы зубьев устанавливаются по табл. 3.

2.2.1. Если точность зубчатых колес по нормам плавности соответствует требованиям настоящего стандарта, плавность работы передач допускается не контролировать.

2.2.2. При соответствии плавности работы зубчатой передачи требованиям настоящего стандарта контроль плавности работы зубчатых колес не является необходимым.

2.2.3. Взамен отклонения шага f_{ptr} в качестве показателя плавности работы зубчатого колеса может применяться разность шагов f_{vptr} (см. примечание 2 к табл. 6).

2.3. Показатели контакта зубьев устанавливаются по табл. 4.

2.3.1. Если точность зубчатых колес по нормам контакта и действительные значения f_{xr} и f_{yr} соответствуют требованиям настоящего стандарта, пятно контакта в зубчатой передаче допускается не контролировать.

Таблица 3

Показатели плавности работы

Контролируемый объект	Показатель точности или комплекс	Степень точности									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зубчатое колесо	f'_{ir}	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—
	f_{pbr} и f_{fr}	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—
	f_{pbr} и f_{ptr}	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—
	f''_{ir}	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×
	f_{pbr}	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×
	f_{ptr}	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×
Зубчатая передача	f'_{ior}	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—

Таблица 4

Показатели контакта зубьев

Контролируемый объект	Показатель точности или комплекс	Степень точности									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зубчатое колесо	$F_{\beta r}$	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зубчатая* передача	f_{xr} и f_{yr}**	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	Суммарное пятно контакта	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—

* Для винтовых передач см. примечание 5 к табл. 7.

** Комплекс только для передач с нерегулируемым расположением осей.

2.3.2. При соответствии суммарного пятна контакта требованиям настоящего стандарта контроль по другим показателям, определяющим контакт зубьев в передаче, не является необходимым.

2.3.3. Допускается оценивать точность зубчатого колеса по суммарному пятну контакта его зубьев с зубьями измерительного зубчатого колеса.

2.3.4. В зависимости от эксплуатационных условий работы передачи разрешается не предъявлять требований к пятну контакта.

2.4. Допуски и предельные отклонения по нормам кинематической точности, нормам плавности работы и нормам контакта

зубьев для различных степеней точности зубчатых колес и передач устанавливаются по табл. 5—7.

Примечание. Зависимости допусков и предельных отклонений от геометрических параметров зубчатых колес и их взаимосвязь, принятые в настоящем стандарте, приведены в справочных приложениях 2 и 3.

2.5. Нормы кинематической точности, кроме F_r, F_{vW}, F_i, нормы плавности работы, кроме f'', и нормы контакта зубьев в передаче, кроме f_x и f_y, в зависимости от условий работы зубчатых колес по правым и левым профилям допускается назначать из разных степеней точности.

2.6. Комплексы показателей точности в соответствии с п. 2.1—2.3 и показатели, обеспечивающие гарантированный боковой зазор (п. 3.2), устанавливаются изготовителем. Каждый установленный комплекс показателей, используемый при контроле зубчатых колес и передач, является равноправным с другими.

При сравнительной (например, расчетной) оценке влияния точности передач на их эксплуатационные качества предпочтительными являются функциональные показатели: F'_{ior}, f'_{ior} и суммарное пятно контакта.

2.7. Непосредственный контроль зубчатых колес и передач по всем показателям установленного комплекса не является обязательным, если изготовитель существующей у него системой контроля точности производства гарантирует выполнение соответствующих требований настоящего стандарта.

2.8. Точностные требования установлены настоящим стандартом для зубчатых колес, находящихся на рабочих осях.

В чертеже требования к точности зубчатого колеса допускается устанавливать относительно другой оси (например, оси отверстия под вал), которая может не совпадать с рабочей осью.

Погрешности, вносимые при использовании в качестве измерительной базы поверхностей, имеющих неточности формы и расположения относительно рабочей оси, должны быть учтены при установлении точности передачи или компенсированы введением сокращенного производственного допуска.

2.9. В тех случаях, когда взаимозаменяемость не является обязательной, допускается принимать за номинальные следующие элементы одного из зубчатых колес:

а) среднее значение действительного направления зуба;

б) среднее значение действительного шага зацепления;

в) действительное дополнительное смещение исходного контура (или действительное уменьшение средней длины общей нормали, или размера по роликам). При этом дополнительное смещение исходного контура (или уменьшение средней длины общей нормали, или размера по роликам) второго зубчатого колеса определяется наименьшим действительным дополнительным смещением

Таблица 5

Нормы кинематической точности
(показатели F'_{ir}, F_{rr}, F_{vwr}, F''_{ir}, F_{or}, F_{pr}, F_{pkr})

Степень точности	Обозначения	Модуль m, мм	Делительный диаметр d, мм								
			До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 200	Св. 200* до 315	Св. 315* до 400
			мкм								
3	F'_i	От 0,1 до <1,0	F_p+f_f (см. примечание 2)								
	F_r	От 0,1 до 0,5	2	3	4	4	5	6	6	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	4	4	4	5	6	6	8	9	9
	F_{vw}	От 0,1 до <1,0	2	2	2	2	3	4	5	6	7
	F_c	От 0,1 до <1,0	2	2	2	2	3	4	5	6	7
	F_p	От 0,1 до <1,0	4	4	5	6	6	8	9	10	11
	F^{**}_{pk}	От 0,1 до <1,0	3	4	4	5	6	6	8	9	10
4	F'_i	От 0,1 до <1,0	F_p+f_f (см. примечание 2)								
	F_r	От 0,1 до 0,5	4	5	6	7	8	9	10	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	6	6	7	8	9	10	12	14	15
	F_{vw}	От 0,1 до <1,0	3	3	3	3	4	6	8	10	12
	F_c	От 0,1 до <1,0	3	3	3	3	4	6	8	10	12
	F_p	От 0,1 до <1,0	6	7	8	9	10	12	14	16	18
	F^{**}_{pk}	От 0,1 до <1,0	5	6	7	8	9	10	12	14	16
5	F'_i	От 0,1 до <1,0	F_p+f_f (см. примечание 2)								
	F_r	От 0,1 до 0,5	7	8	9	10	12	14	16	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	9	10	11	12	14	16	19	22	22
	F_{vw}	От 0,1 до <1,0	4	4	4	5	7	9	12	16	18
	F''_i	От 0,1 до 0,5	11	12	13	15	17	19	22	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	14	15	16	17	19	21	24	28	32
	F_c	От 0,1 до <1,0	4	4	4	5	7	9	12	16	18
	F_p	От 0,1 до <1,0	10	11	12	14	16	19	22	25	30

Продолжение табл. 5

Степень точности	Обозначения	Модуль m, мм	Делительный диаметр d, мм								
			До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 200	Св. 200* до 315	Св. 315* до 400
			мкм								
5	F^{**}_{pk}	От 0,1 до <1,0	7	10	11	12	14	16	19	22	25
6	F'_i	От 0,1 до <1,0	F_p+f_f (см. примечание 2)								
	F_r	От 0,1 до 0,5	11	12	14	16	19	22	26	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	15	16	18	20	22	25	30	35	36
	F_vw	От 0,1 до <1,0	5	5	6	8	11	15	20	26	28
	F''_i	От 0,1 до 0,5	17	19	21	24	26	30	35	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	22	24	26	28	30	34	40	45	50
	F_c	От 0,1 до <1,0	5	5	6	8	11	15	20	26	28
	F_p	От 0,1 до <1,0	16	17	19	22	25	30	36	40	45
	F^{**}_{pk}	От 0,1 до <1,0	11	16	17	19	22	25	30	35	40
7	F'_i	От 0,1 до <1,0	F_p+f_f (см. примечание 2)								
	F_r	От 0,1 до 0,5	16	18	20	22	26	30	36	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	21	22	24	26	30	36	42	48	50
	F_vw	От 0,1 до <1,0	6	7	9	11	15	21	28	36	40
	F''_i	От 0,1 до 0,5	24	26	30	34	38	42	48	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	30	32	34	38	42	48	55	63	70
	F_c	От 0,1 до <1,0	6	7	9	11	15	21	28	36	40
	F_p	От 0,1 до <1,0	22	24	26	30	35	42	50	56	63
8	F'_i	От 0,1 до <1,0	F_p+f_f (см. примечание 2)								
	F_r	От 0,1 до 0,5	19	21	25	28	32	38	45	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	26	28	30	34	38	45	50	55	63
	F_vw	От 0,1 до <1,0	7	9	11	14	20	26	35	45	50
	F''_i	От 0,1 до 0,5	30	34	38	42	45	53	60	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	38	40	45	48	53	60	70	80	90

Продолжение табл. 5

Степень точности	Обозначения	Модуль m, мм	Делительный диаметр d, мм								
			До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 200	Св. 200* до 315	Св. 315* до 400
			мкм								
8	F_e	От 0,1 до <1,0	7	9	11	14	20	26	35	45	50
	F_p	От 0,1 до <1,0	32	34	38	42	50	60	70	80	90
9	F_r	От 0,1 до 0,5	24	26	30	36	42	48	55	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	34	36	40	45	50	55	63	75	90
	F''_i	От 0,1 до 0,5	38	42	45	50	55	63	75	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	48	50	55	60	67	75	85	100	120
10	F_r	От 0,1 до 0,5	30	34	38	45	53	60	70	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	42	45	50	55	60	70	80	95	110
	F''_i	От 0,1 до 0,5	48	53	60	63	70	80	95	—	—
		Св. 0,5 до <1,0	60	63	70	75	85	95	110	125	150
11	F_r	Св. 0,5 до <1,0	50	55	63	70	80	90	105	120	140
	F''_i	Св. 0,5 до <1,0	75	80	85	95	105	120	140	160	180
12	F_r	Св. 0,5 до <1,0	63	70	75	85	95	110	130	150	180
	F''_i	Св. 0,5 до <1,0	95	100	110	120	130	150	170	200	240

* Для этих диапазонов диаметров числовые значения допусков относятся к зубчатым колесам с модулями свыше 0,5 мм.

** Все допуски, кроме F_{pk}, назначаются в зависимости от диаметра делительной окружности, а допуск F_{pk} назначается в зависимости от длины дуги делительной окружности (см. примечание 5). В этом случае показанные в таблице диапазоны указывают длины дуг.

Примечания:

1. Принятые обозначения:

F'_i — допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса;

F_r — допуск на радиальное биение зубчатого венца;

$F_v w$ — допуск на колебание длины общей нормали;

F''_i — допуск на колебание измерительного межосевого расстояния на оборот колеса;

F_e — допуск на погрешность обката;

F_p — допуск на накопленную погрешность шага зубчатого колеса;

F_{pk} — допуск на накопленную погрешность k шагов.

2. Для определения F'_i принимают F_p по табл. 5 и f_t по табл. 6.

Допускается нормировать кинематическую погрешность на k шагах — F'_{ik}, величина которой определяется по формуле:

$$F'_{ik}=F_{pk}+f_f;$$

F_{pk} — принимается по табл. 5.

3. Допуск на кинематическую погрешность передачи F'_{io} равен сумме допусков на кинематическую погрешность ее зубчатых колес. Для передач, составленных из зубчатых колес, имеющих кратные между собой числа зубьев при отношении этих чисел не более трех (1, 2, 3), допуск на кинематическую погрешность передачи, при ее селективной сборке, может быть сокращен на 25% или более, исходя из расчета.

4. При комбинировании норм кинематической точности и плавности работы из разных степеней точности допуск на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот зубчатого колеса определяют по формуле:

$$[F''_i]_{комб}=[F''_i-f''_i]_F+[f''_i]_f,$$

где допуски, входящие в первое слагаемое (с индексом F), принимаются по степени для норм кинематической точности, а допуск, входящий во второе слагаемое (с индексом f), принимается по степени для норм плавности работы.

5. При отсутствии специальных требований допуск F_{pk} назначается для длины дуги делительной окружности, соответствующей $^1/_6$ части, числа зубьев зубчатого колеса (или дуги, соответствующей ближайшему большему целому числу зубьев).

6. Допускается, чтобы одна из величин, входящих в комплекс показателей кинематической точности, превосходила предельное значение, если суммарное влияние обеих величин не превышает F'_i.

Таблица 6

Нормы плавности работы
(показатели f'_{ir}, f_{ptr}, f_{pbr}, f_{fr}, f''_{ir})

Обозначения	Модуль m, мм	Степень точности									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		мкм									
f'_i	От 0,1 до 0,5	4	6	9	14	20	26	—	—	—	—
	Св. 0,5 до <1,0	5	7	10	16	22	30	—	—	—	—
f_{pt}	От 0,1 до 0,5	±3	±4	±6	±8	±11	±16	±22	±32	—	—
	Св. 0,5 до <1,0	±3	±4	±6	±9	±13	±18	±25	±34	±48	±7
f_{pb}	От 0,1 до 0,5	±2	±3	±5	±7	±10	±14	±20	±30	—	—
	Св. 0,5 до <1,0	±2	±3	±5	±8	±11	±16	±22	±32	±45	±63
f_f	От 0,1 до 0,5	2	3	5	7	9	11	—	—	—	—
	Св. 0,5 до <1,0	3	4	6	8	10	13	—	—	—	—
f''_i	От 0,1 до 0,5	—	—	7	9	13	17	22	28	—	—
	Св. 0,5 до <1,0	—	—	9	12	17	22	28	35	45	56

Примечания:

1. Принятые обозначения:

f'_i — допуск на местную кинематическую погрешность зубчатого колеса;

$\pm f_{pt}$ — предельные отклонения шага;

$\pm f_{pb}$ — предельные отклонения шага зацепления;

f_f — допуск на погрешность профиля зуба;

f''_i — допуск на колебания измерительного межосевого расстояния на одном зубе.

2. При установлении допуска на разность любых шагов f_{vpt} в пределах зубчатого колеса взамен предельных отклонений шага, его значение не должно превышать 1,6 (f_{pt}).

3. Допуск на местную кинематическую погрешность передачи f'_{io} принимается равным 1,25 f'_i колеса передачи.

4. При установлении допуска на среднюю величину местных кинематических погрешностей в пределах зубчатого колеса (циклическую погрешность) его значение не должно превышать 0,5 f'_i.

исходного контура (наименьшим действительным уменьшением средней длины общей нормали или размера по роликам) на первом зубчатом колесе и выбранным видом сопряжения (бокового зазора в передаче).

3. НОРМЫ БОКОВОГО ЗАЗОРА

3.1. Величины гарантированного бокового зазора j_{nmin} для различных видов сопряжений устанавливаются независимо от степеней точности зубчатых колес и передач и их комбинирования по табл. 9.

3.2. Показателями, обеспечивающими гарантированный боковой зазор, являются: для зубчатых колес E_{Hs} или E_{Wms} или E_{Ws} или E''_{as}; для зубчатых передач с нерегулируемым расположением осей f_{ar}, а для зубчатых передач с регулируемым расположением осей j_{nmin}.

3.3. Наименьшее дополнительное смещение исходного контура E_{Hs} устанавливается по табл. 10 (или наименьшее отклонение средней длины общей нормали E_{Wms} — по табл. 12 и 13, или наименьшее отклонение длины общей нормали E_{Ws} по табл. 12, или верхнее предельное отклонение измерительного межосевого расстояния $E_{a''s}$ по табл. 8) в зависимости от степени точности по нормам плавности работы и вида сопряжения.

Примечание. Для передач с регулируемым расположением осей наименьшее дополнительное смещение исходного контура может назначаться по любому установленному (см. п. 1.5) виду сопряжения.

3.4. Допуск на смещение исходного контура T_H устанавливается по табл. 11 (или допуск на среднюю длину общей нормали T_{Wm} — по табл. 14, или допуск на длину общей нормали T_W по табл. 15, или нижнее предельное отклонение измерительного

межосевого расстояния E_{a_1} — по табл. 8) в зависимости от вида сопряжения или вида допуска на боковой зазор, если он указан в условном обозначении передачи (см. п. 1.9).

Таблица 7

Нормы контакта зубьев

(показатели $F_{\beta r}$, f_{xr}, f_{yr}, суммарное пятно контакта)

Обозначения	Ширина зубчатого венца b_w, мм	Степень точности									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		мкм									
F_β	До 10	4	5	6	7	9	13	18	25	36	50
	Св. 10 до 20	4	5	7	9	11	15	22	30	45	60
	Св. 20 до 40	5	6	7	9	11	17	24	34	48	70
f_x	До 10	4	5	6	7	9	13	18	25	36	50
	Св. 10 до 20	4	5	7	9	11	15	22	30	45	60
	Св. 20 до 40	5	6	7	9	11	17	24	34	48	70
f_y	До 10	2	2	3	4	5	7	9	12	18	25
	Св. 10 до 20	2	3	3	4	5	8	11	15	22	30
	Св. 20 до 40	2	3	4	5	6	9	12	17	24	35
Суммарное пятно контакта	По высоте зуба, не менее	%									
		55		50		40		—		—	
	По длине зуба, не менее	75		70		50		—		—	

Примечания:

1. Принятые обозначения:

F_β — допуск на направление зуба;

f_x — допуск параллельности осей;

f_y — допуск на перекос осей.

2. Если не указаны специальные требования по нагрузке (торможению) зубчатой передачи, пятно контакта устанавливают при легком торможении, обеспечивающем непрерывное контактирование зубьев обоих зубчатых колес.

3. При контроле с измерительным зубчатым колесом относительные размеры суммарного пятна контакта должны быть соответственно увеличены по сравнению с указанными в табл. 7.

4. Дополнительные указания о требованиях к суммарному пятну контакта см. пп. 2.3.1—2.3.4.

5 Нормы на f_x и f_y и суммарное пятно контакта не относятся к винтовым передачам. Для винтовых зубчатых передач вместо f_x и f_y назначается допуск на угол скрещивания осей. Величина допуска принимается равной f_x.

Таблица 8

Нормы бокового зазора
(показатели $E_{a''s}$ и $E_{a''i}$)

$E_{a''s}$	Для зубчатых колес с внешними зубьями равно $+f''_i$ по табл. 6. Для зубчатых колес с внутренними зубьями равно $+T_H$ по табл. 11.
$E_{a''i}$	Для зубчатых колес с внешними зубьями — T_H по табл. 11. Для зубчатых колес с внутренними зубьями — f''_i по табл. 6.

Таблица 9

Нормы бокового зазора
(показатели $j_{n\min}$, f_{ar})

Вид сопряжения	Класс отклонений межосевого расстояния*	Обозначения	Межосевое расстояние a_w, мм									
			До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400
			мкм									
H	II	$j_{n\min}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	III		6	8	9	11	13	15	18	20	23	25
F	IV		9	11	13	16	19	22	25	29	32	36
E	V		15	18	21	25	30	35	40	46	52	57
D	VI		22	27	33	39	46	54	63	72	81	89
H	II	f_a	±8	±9	±11	±14	±16	±18	±20	±22	±25	±28
G	III		±11	±14	±16	±20	±22	±28	±30	±35	±40	±45
F	IV		±18	±22	±25	±32	±35	±45	±50	±55	±60	±70
E	V		±30	±36	±40	±50	±60	±70	±80	±90	±100	±110
D	VI		±45	±55	±63	±80	±90	±110	±120	±140	±160	±180

* Класс отклонений межосевого расстояния используется при изменении соответствия между видом сопряжения и классом отклонения межосевого расстояния (см. пп. 1.7 и 1.10).

Примечание. Принятые обозначения:
$j_{n\min}$ — гарантированный боковой зазор;
$\pm f_a$ — предельные отклонения межосевого расстояния.

3.5. Предельное отклонение межосевого расстояния f_a устанавливается по табл. 9 в соответствии с видом сопряжения или, если это указано в условном обозначении точности передачи (см. п. 1.10), с классом отклонений межосевого расстояния.

3.6. При контроле предельных отклонений измерительного межосевого расстояния, верхнее $E_{a''s}$ и нижнее $E_{a''i}$ отклонения определяются по табл. 8.

3.7. Для зубчатых передач, составленных из зубчатых колес, изготавливаемых полнопрофильными инструментами, нормы бокового зазора допускается изменять.

3.8. При контроле размера по роликам наименьшее отклонение E_{Ms} и допуск T_M определяют пересчетом величин E_{Wms} и T_{Wm} по формулам:

Наименьшее отклонение размера по роликам

$$E_{Ms} \approx \frac{E_{Wms}}{\sin \alpha_D \cdot \cos \beta_b}$$

и допуск на размер по роликам

$$T_M \approx \frac{T_{Wm}}{\sin \alpha_D \cdot \cos \beta_b},$$

где α_D — угол профиля в точке на концентрической окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика; определяется при геометрическом расчете размера по роликам;

β_b — угол наклона зуба на основном цилиндре.

3.9. Вероятные максимальные боковые зазоры цилиндрических мелкомодульных передач приведены в справочном приложении 4.

Примеры использования таблиц настоящего стандарта для назначения норм точности приведены в таблице справочного приложения 5.

Таблица 10

Нормы бокового зазора

(показатели E_{Hs} — для зубчатых колес с внешними зубьями
$+E_{Hi}$ — для зубчатых колес с внутренними зубьями)

Виды сопряжений	Степень точности по нормам плавности	Делительный диаметр d, мм									
		До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400
		мкм									
H	3—7	5	6	7	8	9	11	13	14	16	18
G	3—6	12	14	16	18	22	25	28	38	40	45
	7	16	18	20	22	26	28	30	40	40	45
	8	22	24	26	28	30	32	34	45	50	50
F	3—6	18	22	26	30	35	40	45	55	60	63
	7	22	24	28	32	36	42	48	55	60	63
	8	26	30	34	38	42	45	53	60	63	70
	9	36	40	45	48	53	55	60	63	70	75
	10	48	53	55	60	60	63	70	75	80	85
E	3—7	28	32	38	45	53	60	70	80	90	100
	8	35	40	45	50	55	63	75	85	95	105
	9	42	48	55	60	63	70	80	90	100	110
	10	55	60	63	70	75	80	90	100	105	120
	11	70	75	80	85	90	100	110	110	120	130
	12	100	105	110	118	120	125	130	130	140	150
D	3—7	40	55	60	70	80	90	110	130	150	160
	8	50	55	60	70	80	95	118	130	150	160
	9	55	60	70	80	90	100	120	130	150	160
	10	63	70	80	90	100	105	125	130	150	160
	11	80	85	95	105	110	120	140	150	170	180
	12	105	110	118	125	132	150	160	170	180	190

Примечания: 1. Принятые обозначения:

E_{Hs} — наименьшее дополнительное смещение исходного контура для зубчатых колес с внешними зубьями (со знаком минус);

E_{Hi} — наименьшее дополнительное смещение исходного контура для зубчатых колес с внутренними зубьями (со знаком плюс).

2. При больших величинах E_{Hs} и E_{Hi} следует обращать внимание на достаточность радиального зазора, предусмотренного инструментом (с открытым профилем) и, при малых числах зубьев, на возникновение подрезания.

3. Значения E_{Hs} и E_{Hi} для степеней точности 11 и 12 сопряжения E и D действительны для зубчатых колес с модулями $m>0{,}5$ мм.

4. При выполнении зубчатых передач по сопряжению H и G имеется вероятность получения бокового зазора менее гарантированного.

Таблица 11

Нормы бокового зазора

(T_H — допуск на смещение исходного контура)

мкм

Вид сопряжения	Вид допуска бокового зазора*	Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r															
		До 6	Св. 6 до 8	Св. 8 до 10	Св. 10 до 12	Св. 12 до 16	Св. 16 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 125	Св. 125 до 160	Св. 160
H	h	14	16	18	20	25	30	34	40	50	60	70	90	110	140	170	190
G	g	16	18	20	22	28	32	38	45	53	67	75	100	120	150	190	210
F	f	18	20	22	25	30	36	42	50	60	70	85	110	130	160	200	230
E, D	e	20	22	25	30	34	40	48	56	70	80	100	125	150	190	240	260

* Вид допуска бокового зазора используется при изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска (см. п. 1.6 и п. 1.9).

Примечание. Величины F_r принимаются в соответствии с нормой кинематической точности по табл. 5.

Таблица 12

Нормы бокового зазора

(показатели —E_{wms} или +E_{wmi} слагаемое 1 и — E_{ws} или +E_{wi})

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	Делительный диаметр d, мм									
		До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400
		мкм									
H	3—7	3	4	5	6	7	8	9	9	10	10
G	3—6	8	9	11	13	15	17	19	25	28	30
	7	11	12	13	15	17	19	21	26	28	32
	8	15	16	17	18	20	22	24	30	32	35
F	3—6	12	15	18	21	24	26	30	36	40	45
	7	15	16	19	22	25	28	32	36	40	45
	8	18	20	22	25	28	32	36	40	42	45
	9	25	28	30	32	35	38	42	42	45	50
	10	32	35	38	40	40	45	48	50	53	55
E	3—7	19	22	26	30	36	42	48	55	63	70
	8	24	26	30	35	40	45	50	60	63	70
	9	28	32	36	40	45	50	55	60	63	70
	10	38	40	42	45	50	55	60	63	70	75
	11	48	50	55	60	63	70	75	75	80	85
	12	63	70	75	80	80	85	90	90	95	100
D	3—7	28	34	40	48	55	63	75	85	95	105
	8	34	38	42	48	55	63	80	85	95	105
	9	38	42	48	55	60	70	80	90	100	110
	10	45	50	55	60	70	70	85	90	100	110
	11	55	60	63	70	75	80	95	100	110	120
	12	70	75	80	85	90	100	110	110	120	130

Примечание. Принятые обозначения:

E_{wms} — наименьшее отклонение средней длины общей нормали (слагаемое I) для зубчатых колес с наружными зубьями (со знаком минус);

E_{ws} — наименьшее отклонение длины общей нормали для зубчатых колес с наружными зубьями (со знаком минус);

E_{wmi} — наименьшее отклонение средней длины общей нормали (слагаемое I) для зубчатых колес с внутренними зубьями (со знаком плюс);

E_{wi} — наименьшее отклонение длины общей нормали для зубчатых колес с внутренними зубьями (со знаком плюс).

Таблица 13

Нормы бокового зазора

(показатели — E_{wms} или $+E_{wmi}$ — слагаемое II)

мкм

Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r															
До 6	Св. 6 до 8	Св. 8 до 10	Св. 10 до 12	Св. 12 до 16	Св. 16 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 125	Св. 125 до 160	Св. 160
1	2	2	3	3	4	5	7	9	11	14	18	22	25	35	45

Примечания:

1. Принятые обозначения:

E_{wms} — наименьшее отклонение средней длины общей нормали (слагаемое II) для зубчатых колес с наружными зубьями (со знаком минус);

E_{wmi} — наименьшее отклонение средней длины общей нормали (слагаемое II) для зубчатых колес с внутренними зубьями (со знаком плюс).

2. Величина наименьшего отклонения средней длины общей нормали E_{wms} определяется сложением величины, указанной в табл. 12 (зависящей от диаметра зубчатого колеса и выбранного вида сопряжения) с величиной, указанной в табл. 13 (зависящей от допускаемого радиального биения зубчатого колеса F_r). Например, величина E_{wms} для колеса 7 степени точности с d=52 мм, m=0,5 мм и сопряжения G будет равна: по табл. 12—17 мкм и по табл. 13—7 мкм, так как для этого зубчатого колеса радиальное биение F_r по табл. 5 равно 26 мкм.

Таким образом, $E_{wms}=(-17)+(-7)=-24$ мкм (или $E_{wmi}=+24$ мкм).

Величина наименьшего отклонения длины общей нормали E_{ws} определяется по табл. 12. Она равна —17 мкм.

Таблица 14

Нормы бокового зазора

(T_{wm} — допуск на среднюю длину общей нормали)

мкм

Вид сопряжения	Вид допуска бокового зазора*	Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r															
		До 6	Св. 6 до 8	Св. 8 до 10	Св. 10 до 12	Св. 12 до 16	Св. 16 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 125	Св. 125 до 160	Св. 160
H	h	6	7	7	8	9	10	11	12	14	16	18	21	25	28	35	38
G	g	8	8	9	9	11	12	14	15	16	20	21	28	32	40	48	50
F	f	9	10	10	11	12	14	16	19	21	22	28	35	38	45	56	63
E, D	e	11	11	12	14	15	17	21	22	26	30	38	45	53	67	80	85

* Вид допуска бокового зазора используется при изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска (см. пп. 1.6 и 1.9).

Примечание. Величины F_r принимаются в соответствии с нормой кинематической точности по табл. 5.

Таблица 15

Нормы бокового зазора

(Tw — допуск на длину общей нормали)

мкм

Вид сопряжения	Вид допуска бокового зазора*	Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r															
		До 6	Св. 6 до 8	Св. 8 до 10	Св. 10 до 12	Св. 12 до 16	Св. 16 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 125	Св. 125 до 160	Св. 160
H	h	10	11	12	14	17	20	22	26	34	40	48	60	75	95	112	130
G	g	11	12	14	15	19	22	26	30	36	45	50	67	80	100	130	140
F	f	12	14	15	17	20	24	28	34	40	48	56	75	90	110	140	160
E, D	e	14	15	17	20	22	28	32	38	48	53	67	85	100	130	160	180

* Вид допуска бокового зазора используется при изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска (см. пп. 1.6 и 1.9).

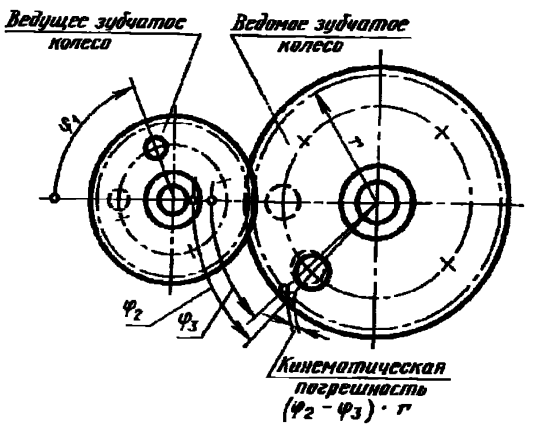
Примечание. Величины F_r принимаются в соответствии с нормой кинематической точности, по табл. 5.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ТЕРМИНЫ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Кинематическая погрешность передачи

Разность между действительным и номинальным (расчетным) углами поворота ведомого зубчатого колеса передачи. Выражается в линейных величинах длиной дуги его делительной окружности (черт. 1).



$$\varphi_3 = \varphi_1 \frac{z_1}{z_2},$$

где z_1—число зубьев ведущего зубчатого колеса; z_2—число зубьев ведомого зубчатого колеса; φ_1—действительный угол поворота ведущего зубчатого колеса; φ_2—действительный угол поворота ведомого зубчатого колеса; φ_3—номинальный угол поворота ведомого зубчатого колеса.

Черт. 1

1.1. Наибольшая кинематическая погрешность передачи F_{1or}.

Наибольшая алгебраическая разность значений кинематической погрешности передачи за полный цикл изменения относительного положения зубчатых колес (т. е. в пределах числа оборотов большого зубчатого колеса, равного частному от деления числа зубьев меньшего зубчатого колеса на общий наибольший делитель чисел зубьев обоих зубчатых колес передачи) (черт. 2).

1.2. Допуск на кинематическую погрешность передачи F'_{1o}.

2. Кинематическая погрешность зубчатого колеса.

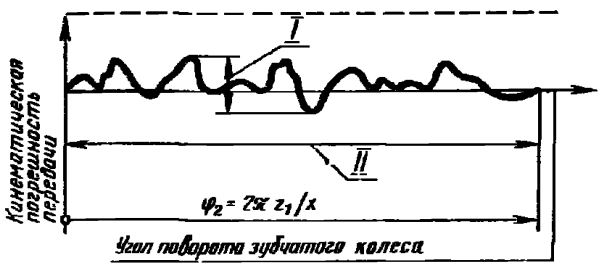
Разность между действительным и номинальным (расчетным) углами поворота зубчатого колеса на его рабочей оси, ведомого измерительным зубчатым колесом при номинальном взаимном положении осей вращения этих колес.

Выражается в линейных величинах длиной дуги делительной окружности.

Примечания:

1. Под рабочей осью зубчатого колеса понимается ось, вокруг которой оно вращается в передаче.

2. Под измерительным зубчатым колесом понимается зубчатое колесо повышенной точности, применяемое в качестве измерительного элемента для однопрофильного и двухпрофильного методов контроля зубчатых колес.

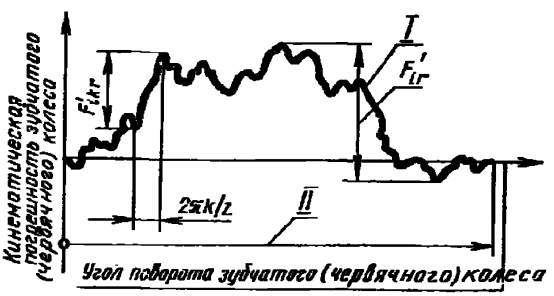


φ_2—гол поворота большего колеса; x—общий наибольший делитель чисел зубьев z_1 и z_2, соответственно шестерни и колеса;
I—наибольшая кинематическая погрешность передачи F'_{1or}; II—полный цикл изменения относительного положения зубчатых колес.

Черт. 2

2.1. Наибольшая кинематическая погрешность зубчатого колеса F'_{1r}.

Наибольшая алгебраическая разность значений кинематической погрешности зубчатого колеса, в пределах его полного оборота (черт. 3).



I—кривая кинематическая погрешность зубчатого колеса;
II—один оборот зубчатого колеса

Черт. 3

2.2. Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса F'_i.

3. Кинематическая погрешность зубчатого колеса на k шагах F'_{ikr}.

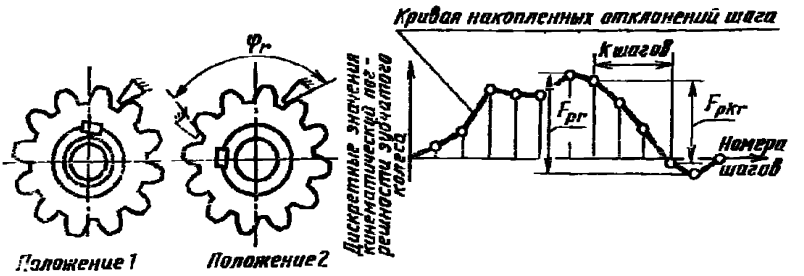
Разность между действительным и номинальным (расчетным) углами поворота зубчатого колеса (на рассматриваемом числе зубьев k) на его рабочей оси, ведомого измерительным зубчатым колесом при номинальном взаимном положении осей вращения обоих колес.

Выражается в линейных величинах длиной дуги делительной окружности (чертеж, см. п. 2.1).

3.1. Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса на k шагах F'_{1k}.

4. Накопленная погрешность k шагов F_{pkr}.

Наибольшая разность дискретных значений кинематической погрешности зубчатого колеса при номинальном его повороте на k целых угловых шагов (черт. 4).



$$F_{pkr} = (\varphi_r - k\frac{2\pi}{z}) \cdot r,$$

φ_r—действительный угол поворота зубчатого колеса; z—число зубьев зубчатого колеса; k—число целых угловых шагов от $k \geqslant 2$; r—радиус делительной окружности зубчатого колеса.

Черт. 4

4.1. Допуск на накопленную погрешность k шагов F_{pk}.

5. Накопленная погрешность шага зубчатого колеса F_{pr}.

Наибольшая алгебраическая разность значений накопленных погрешностей в пределах зубчатого колеса (чертеж, см. п. 4).

5.1. Допуск на накопленную погрешность шага зубчатого колеса F_p.

6. Радиальное биение зубчатого венца F_{rr}.

Разность действительных предельных положений исходного контура в пределах зубчатого колеса (от его рабочей оси).

6.1. Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r.

7. Погрешность обката F_{cr}.

Составляющая кинематическая погрешности зубчатого колеса, определяемая при вращении его на технологической оси и при исключении циклических погрешностей зубцовой частоты и кратных ей более высоких частот.

Примечания: 1. Под технологической осью зубчатого колеса понимается ось, вокруг которой оно вращается в процессе окончательной обработки зубьев по обеим их сторонам.

2. Погрешность обката может определяться как погрешность кинематической цепи деления зубообрабатывающего станка.

7.1. Допуск на погрешность обката F_i.

8. Колебание длины общей нормали F_{vwr}.

Разность между наибольшей и наименьшей действительными длинами общей нормали в одном и том же зубчатом колесе.

Примечание. Под действительной длиной общей нормали понимается расстояние между двумя параллельными плоскостями, касательными к двум разноименным активным боковым поверхностям зубьев зубчатого колеса.

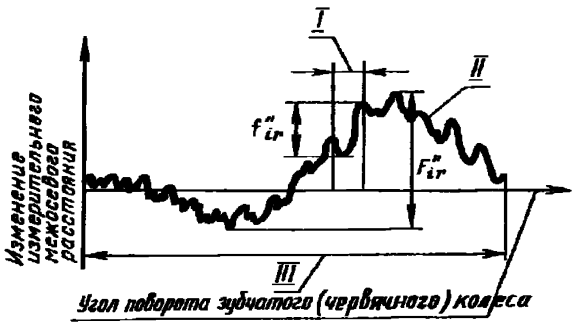
8.1. Допуск на колебание длины общей нормали F_{vw}.

9. Колебание измерительного межосевого расстояния:

— за оборот зубчатого колеса F''_{ir};

— на одном зубе f''_{ir}.

Разность между наибольшим и наименьшим действительными межосевыми расстояниями при двухпрофильном зацеплении измерительного зубчатого колеса с контролируемым зубчатым колесом при повороте последнего на полный оборот или соответственно на один угловой шаг (черт. 5).



I—один угловой шаг; II—кривая изменения измерительного межосевого расстояния; III—один оборот зубчатого колеса.

Черт. 5

9.1. Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния:
— за оборот зубчатого колеса F''_i;
— на одном зубе f''_i.

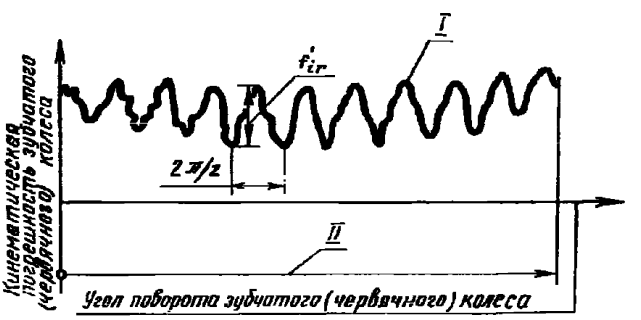
10. Местная кинематическая погрешность зубчатой передачи f'_{ior}.

Наибольшая разность между местными соседними экстремальными (минимальными и максимальными) значениями кинематической погрешности передачи за полный цикл изменения относительного положения зубчатых колес передачи.

10.1. Допуск на местную кинематическую погрешность зубчатой передачи f'_{io}.

11. Местная кинематическая погрешность зубчатого колеса f'_{ir}. (Комплексная тангенциальная погрешность на зубе f'_{ir}.).

Наибольшая разность между местными соседними экстремальными (минимальными и максимальными) значениями кинематической погрешности зубчатого колеса в пределах его оборота (черт. 6).



I—кривая кинематической погрешности зубчатого колеса; II—один оборот зубчатого колеса.

Черт. 6

11.1. Допуск на местную кинематическую погрешность зубчатого колеса f'_i;
(Допуск на комплексную тангенциальную погрешность на зубе f'_i).

12. Отклонение шага f_{Ptr}
(Отклонение торцового шага f_{Ptr}).

Разность действительного шага P_{tr} и расчетного торцового шага P_t.

12.1. Предельные отклонения шага $\pm f_{Pt}$
(Предельные отклонения торцового шага $\pm f_{Pt}$.)

13. Разность шагов $f_{\nu Ptr}$

Разность между двумя отклонениями шагов в любых участках зубчатого колеса.

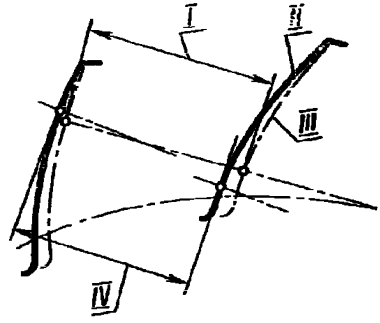
13.1. Допуск на разность шагов $f_{\nu Pt}$.

14. Отклонение шага зацепления f_{Pbr}.

Разность между действительным и номинальным шагами зацепления (черт. 7).

Примечания: 1. Под действительным и номинальным шагом зацепления понимается кратчайшее расстояние между двумя параллельными плоскостями, касательными к двум одноименным активным боковым поверхностям соседних зубьев зубчатого колеса.

2. Определение и символ всегда относятся к нормальному сечению.



I—номинальный шаг зацепления; *II*—действительный профиль зуба; *III*—номинальный профиль зуба; *IV*—действительный шаг зацепления на примере цилиндрического прямозубого колеса.

Черт. 7

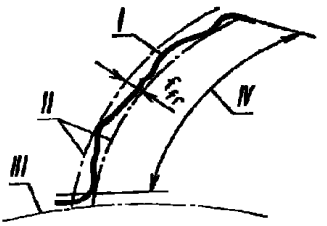
14.1. Предельные отклонения шага зацепления $\pm f_{Pb}$.

15. Погрешность профиля зуба f_{fr} (черт. 8).

Расстояние по нормали между двумя ближайшими друг к другу номинальными торцовыми профилями зуба, между которыми размещается действительный торцовый активный профиль зуба зубчатого колеса.

Примечание. Под действительным торцовым профилем зуба понимается линия пересечения действительной боковой поверхности зуба зубчатого колеса в плоскости, перпендикулярной его рабочей оси.

15.1. Допуск на погрешность профиля зуба f_f.



I—действительный торцовый активный профиль зуба; *II*—номинальные торцовые профили зуба; *III*—основная окружность; *IV*—границы активного профиля зуба.

Черт. 8

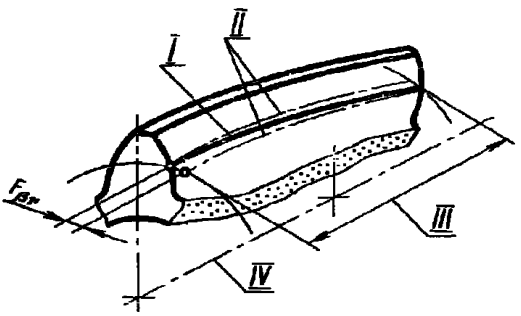
16. Суммарное пятно контакта

Часть активной боковой поверхности зуба зубчатого колеса, на котором располагаются следы прилегания зубьев парного зубчатого колеса в собранной передаче после вращения под нагрузкой, устанавливаемой конструктором.

17. Погрешность направления зуба $F_{\beta r}$

Расстояние между двумя ближайшими друг к другу номинальными делительными линиями зуба в торцовом сечении, между которыми размещается действительная делительная линия зуба, соответствующая рабочей ширине зубчатого венца или полушеврона (черт. 9).

Примечание. Под действительной делительной линией зуба понимается линия пересечения действительной боковой поверхности зуба зубчатого колеса делительным цилиндром, ось которого совпадает с рабочей осью.



I—действительная делительная линия зуба; *II*—номинальные делительные линии зуба; *III*—ширина зубчатого венца; *IV*—рабочая ось зубчатого колеса.

Черт. 9

17.1. Допуск на направление зуба F_β .

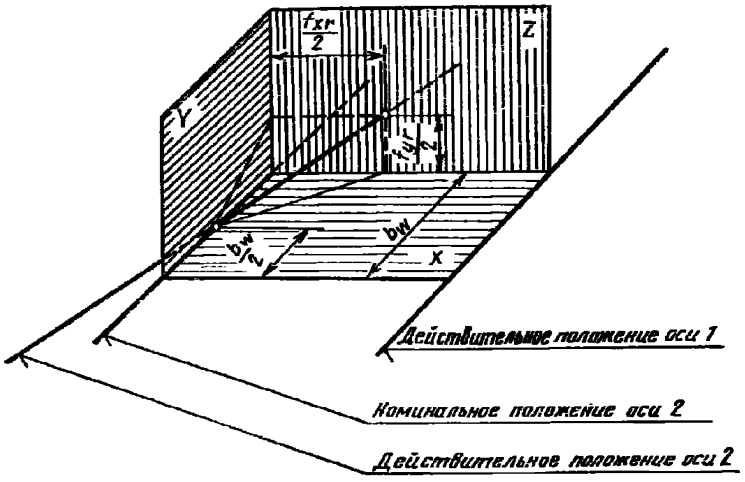
18. Отклонение от параллельности осей f_{xr}.

Отклонение от параллельности проекций рабочих осей зубчатых колес в передаче на плоскость, в которой лежит одна из осей, и точка второй оси в средней плоскости передачи (черт. 10).

Примечания:

1. Определяется в торцовой плоскости в линейных единицах на длине, равной рабочей ширине зубчатого венца или ширине полушеврона.

2. Под средней плоскостью передачи понимается плоскость, проходящая через середину рабочей ширины зубчатого венца, или, для шевронной передачи, через середину расстояния между внешними торцами, ограничивающими рабочую ширину полушеврона.



Черт. 10

18.1. Допуск параллельности осей f_x.

19. Перекос осей f_{yr}.

Отклонение от параллельности проекций рабочих осей зубчатых колес в передаче на плоскость, перпендикулярную номинальным положениям осей, проходящую через одну из осей и перпендикулярную плоскости, в которой лежит эта ось, и точка второй оси в средней плоскости передачи. Определяется в торцовой плоскости в линейных единицах на длине, равной рабочей ширине зубчатого венца или ширине полушеврона (чертеж, см. п. 18).

19.1. Допуск на перекос осей f_y.

20. Отклонение межосевого расстояния f_{ar}.

Разность между действительным и номинальным межосевыми расстояниями в средней торцовой плоскости передачи.

20.1. Предельные отклонения межосевого расстояния $\pm f_a$.

21. Гарантированный боковой зазор $j_{n\min}$.

Наименьший предписанный боковой зазор.

21.1. Допуск на боковой зазор T_{jn}.

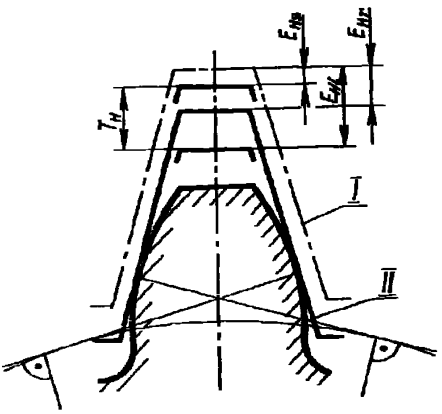
22. Дополнительное смещение исходного контура E_{Hr}.

Дополнительное смещение исходного контура от его номинального положения в теле зубчатого (червячного) колеса (зубчатой рейки), осуществляемое с целью обеспечения в передаче гарантированного бокового зазора (черт. 11).

22.1. Наименьшее дополнительное смещение исходного контура:

для зубчатого колеса с внешними зубьями — E_{Hs};

для зубчатого колеса с внутренними зубьями $+E_{Hs}$.



I—номинальное положение исходного контура; *II*—действительное положение исходного контура.

Черт. 11

Наименьшее предписанное смещение элемента исходного контура (одиночного зуба или впадины), условно наложенного на профиль зубьев зубчатого колеса, осуществляемое с целью обеспечения в передаче гарантированного бокового зазора.

22.2. Допуск на дополнительное смещение исходного контура T_H.

23. Предельные отклонения измерительного межосевого расстояния:

— для зубчатых колес с внешними зубьями:

верхнее $+E_{a''s}$;

нижнее $-E_{a''i}$;

— для зубчатых колес с внутренними зубьями:

верхнее $-E_{a''s}$;

нижнее $+E_{a''i}$.

Разность между допускаемыми наибольшими или соответственно наименьшими измерительным и номинальным межосевыми расстояниями (черт. 12).

Примечание. Под номинальным измерительным межосевым расстоянием понимается расчетное межосевое расстояние при двухпрофильном зацеплении измерительного зубчатого колеса с контролируемым зубчатым колесом, имеющим наименьшее дополнительное смещение исходного контура.

24. Средняя длина общей нормали W_{mr}.

Средняя арифметическая из всех действительных длин общей нормали по зубчатому колесу (черт. 13).

$$W_{mr}=\frac{W_1+W_2+\ldots W_n}{n}$$

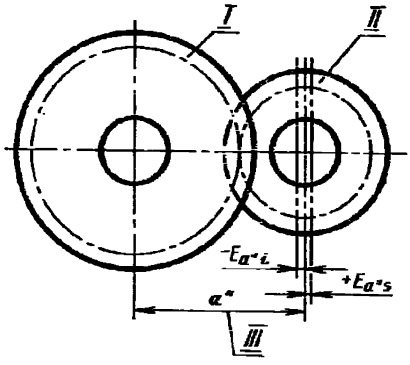
24.1. Отклонение средней длины общей нормали Ew_{mr}.

Разность значений средней длины общей нормали по зубчатому колесу и номинальной длины общей нормали.

24.2. Наименьшее отклонение средней длины общей нормали:

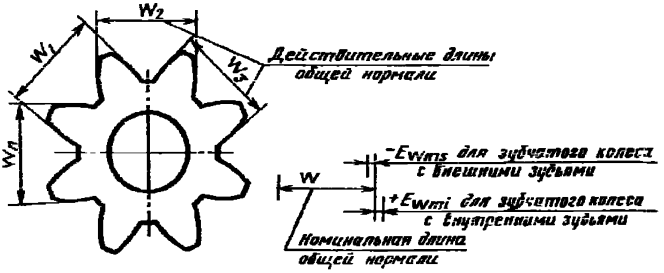
для зубчатого колеса с внешними зубьями — Ew_{ms},

для зубчатого колеса с внутренними зубьями $+Ew_{mi}$.



I—контролируемое зубчатое колесо; *II*—измерительное зубчатое колесо; *III*—номинальное измерительное межосевое расстояние.

Черт. 12



Черт. 13

Наименьшее предписанное отклонение средней длины общей нормали, осуществляемое с целью обеспечения в передаче гарантированного бокового зазора.

24.3. Допуск на среднюю длину общей нормали T_{Wm}.

25. Номинальная длина общей нормали W.

25.1. Отклонение длины общей нормали E_{Wr}.

Разность значений действительной и номинальной длины общей нормали.

25.2. Наименьшее отклонение длины общей нормали:

для зубчатого колеса с внешними зубьями — E_{Ws},

для зубчатого колеса с внутренними зубьями $+E_{Wi}$.

Наименьшее предписанное отклонение длины общей нормали, осуществляемое с целью обеспечения в передаче гарантированного бокового зазора.

25.3. Допуск на длину общей нормали T_W.

26. Отклонение размера по роликам (шарикам) $E_{мг}$.

Разность действительной и нормальной величин размера по роликам (шарикам).

26.1. Наименьшее отклонение размера по роликам (шарикам):

для зубчатого колеса с внешними зубьями — $E_{мв}$,

для зубчатого колеса с внутренними зубьями $+E_{мн}$.

26.2. Допуск на размер по роликам (шарикам) $T_м$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Зависимости предельных отклонений и допусков по нормам кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев от геометрических параметров зубчатых колес для степени точности 6.

1. По нормам кинематической точности

$$F_p=2\sqrt{d}+9; \qquad F_{pk}=1{,}6\sqrt{L}+9$$

$$F_r=7{,}5m+1{,}44\sqrt{d}+5$$

$$F_{vw}=0{,}6\sqrt{d}+0{,}065d+1{,}5$$

$$F''_i=9m+1{,}6\sqrt{d}+0{,}01d+10$$

Коэффициенты перехода:
для F_r, F''_i, F_{vw}

1,58 — от 6 к 5, 4 и 3 степеням точности;
1,4 — от 6 к 7 степени точности;
1,26 — от 7 к более грубым степеням точности;

для F_p и F_{pk}

1,58 — от 6 к 5, 4 и 3 степеням точности;
1,4 — от 6 к более грубым степеням точности.

2. По нормам плавности

$$f_{pt}=2m+7{,}4$$
$$f_f=2m+6{,}4$$
$$f''_i=5{,}5m+8$$

Коэффициенты перехода:
для f_{pt} и f_{pb}

1,58 — от 6 к 5, 4 и 3 степеням точности;
1,4 — от 6 к более грубым степеням точности;

для f_f

1,4 — от 6 к 5, 4 и 3 степеням точности;
1,26 — от 6 к более грубым степеням точности;

для f''_i

1,4 — от 6 к 5, а также к 7 и 8 степеням точности;
1,26 — от 8 к более грубым степеням точности.

3. По нормам контакта

$$F_\beta = \sqrt{b_w}+5$$

Коэффициенты перехода:
1,26 — от 6 к 5, 4 и 3, а также к 7 степеням точности,
1,4 — от 7 и более грубым степеням точности.

Примечания:

1. Принятые обозначения:
d — делительный диаметр зубчатого колеса;
m — модуль;
b_w — ширина венца;
L — длина дуги делительной окружности.

2. При расчете допусков d, m, b_w, L принимаются среднеарифметическими в интервале, а значения z — среднегеометрическими. Размерность параметров — в миллиметрах, допусков — в микрометрах.

3. Числовые значения отклонений и допусков в таблицах стандарта округлены по рядам R20 и R40.

Таблица 1

Зависимости для отклонений и допусков по нормам боковых зазоров

Наименование параметра	Вид сопряжения				
	H	G	F	E	D
Гарантированный боковой зазор $j_{n\min}$	0	IT5	IT6	IT7	IT8
Предельные отклонения межосевого расстояния $\pm f_a$	0,5(IT7) (II класс)	0,5(IT8) (III класс)	0,5(IT9) (IV класс)	0,5(IT10) (V класс)	0,5(IT11) (VI класс)
Наименьшее дополнительное смещение исходного контура E_{Hs}	$IT3+C_1$	$IT6+C_2$	$IT7+C_3$	$IT8+C_4$	$IT9+C_5$
Допуск на смещение исходного контура T_H	F_r+9 (h)	$1{,}1F_r+10$ (g)	$1{,}2F_r+11$ (f)	$1{,}4F_r+12$ (e)	

Примечания:

1. Величины $j_{n\min}$ и $\pm f_a$ выбираются в зависимости от межосевого расстояния передачи, а величины E_{Hs} от диаметра делительной окружности колеса.
2. При комбинировании норм из разных степеней точности для E_{Hs} принимается во внимание степень по нормам плавности.

Таблица 2

Значения C_1, C_2, C_3, C_4, C_5

мкм

Обозначение	Диаметр делительной окружности d, мм	Степень точности						
		3—6	7	8	9	10	11	12
C_1	До 400	4	4	—	—	—	—	—
C_2	До 400	3	8	14	—	—	—	—
C_3	До 50	5	8	14	23	36	—	—
	От 50 до 400	5	7	12	19	29	—	—
C_4	До 50	5	7	12	20	32	51	79
	От 50 до 180	5	7	11	17	27	45	71
	От 180 до 400	8	8	14	18	25	38	57
C_5	До 100	4	6	10	16	26	44	68
	От 100 до 180	3	4	7	10	19	33	56
	От 180 до 400	15	15	15	15	20	35	50

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

Взаимосвязи допусков и предельных отклонений, установленных в настоящем стандарте

Норма	Показатель точности	Формула или обозначение
Кинематической точности	Допуск на кинематическую погрешность передачи	$F'_{io}=F'_{i1}+F'_{i2}$
	Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса	$F'_i=F_p+f_f$
	Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса на k шагах	$F'_{ik}=F_{pk}+f_f$
	Допуск на накопленную погрешность шага зубчатого колеса	F_p
	Допуск на накопленную погрешность k шагов	F_{pk}
	Допуск на радиальное биение зубчатого венца	F_r
	Допуск на погрешность обката	$F_c=F_{vw}$
	Допуск на колебание длины общей нормали	F_{vw}
	Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот зубчатого колеса	$F''_i\approx 1{,}4F_r$
Плавности работы	Допуск на местную кинематическую погрешность передачи	$f'_{io}=1{,}25f'_{i2}$
	Допуск на местную кинематическую погрешность зубчатого колеса	$f'_i=\lvert f_{pt}\rvert+f_f$
	Предельное отклонение шага	f_{pt}
	Допуск на разность любых шагов	$f_{vpt}=1{,}6\lvert f_{pt}\rvert$
	Предельные отклонения шага зацепления	$\lvert f_{pb}\rvert=\lvert f_{pt}\rvert\cos\alpha$
	Допуск на погрешность профиля зуба	f_f
	Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе	f''_i

Продолжение

Норма	Показатель точности	Формула или обозначение
Контакта зубьев	Допуск на погрешность направления зуба	F_β
	Допуск на непараллельность осей	$f_x = F_\beta$
	Допуск на перекос осей	$f_y = 0{,}5F_\beta$
Бокового зазора	Гарантированный боковой зазор	$j_{n\min}$
	Предельное отклонение межосевого расстояния	$[f_a] = 2j_{n\min}$
	Наименьшее дополнительное смещение исходного контура	$E_{Hs} = -\left(\frac{j_{n\min} + k_j}{4 \sin \alpha}\right)$
	Допуск на смещение исходного контура	$T_H > F_r$
	Наименьшее отклонение средней длины общей нормали	$F_{wms} = -(\lvert F_{Hs} \rvert + 0{,}35F_r) 2 \sin \alpha$
	Допуск на среднюю длину общей нормали	$T_{wm} = (T_H - 0{,}7F_r) \cdot 2 \sin \alpha$
	Наименьшее отклонение длины общей нормали	$E_{ws} = E_{Hs} \cdot 2 \sin \alpha$
	Допуск на длину общей нормали	$T_w = T_H \cdot 2 \sin \alpha$
	Предельные отклонения измерительного межосевого расстояния	$E_{a''s} = +f''_i$ $E_{a''i} = -T_H$
	Наименьшее отклонение размера по роликам	$E_{Ms} = \frac{E_{wms}}{\sin \alpha_D \cdot \cos \beta_b}$
	Допуск на размер по роликам	$T_M = \frac{T_{wm}}{\sin \alpha_D \cdot \cos \beta_b}$
	Вероятный максимальный боковой зазор	$j_{n\max} = j_{n\min} + \sqrt{0{,}5(T_{H1}^2 + T_{H2}^2) + 2f_a^2}$

Примечания:

1. Подстрочные индексы 1, 2 и 0 относятся к шестерне, колесу и передаче соответственно.

2. k_j — компенсация уменьшения бокового зазора, возникающего из-за погрешности изготовления зубчатых колес и монтажа передачи. Величина компенсации определяется по формуле:

$$k_j = \sqrt{(f_a 2 \sin \alpha)^2 + 2f_{pb}^2 + 2F_\beta^2 + (f_x \sin \alpha)^2 + (f_y \cos \alpha)^2}$$

3. Для сопряжения H величины E_{Hs} (или E_{Hi}), рассчитанные по формуле $E_H = -\frac{1}{4 \sin \alpha}(j_{n\min} + k_j)$ приняты в табл. 10 равными 0,7 от вычисленных значений.

4. Отклонения по нормам бокового зазора даны для зубчатых колес внешнего зацепления.

Для колес внутреннего зацепления меняется подстрочный индекс s на i для E_{Hs}, E_{Ms}, E_{wms} и для E_{Hs} и E_{wms} — меняется знак отклонения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

Таблица 1

Вероятные максимальные боковые зазоры
(m=0,1—0,5 мм)

Степень точности по нормам кинематической точности	Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм						
		До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125
		мкм						
3, 4	H	17	18	20	22	26	30	34
	G	28	32	36	42	50	60	70
	F	40	45	55	63	75	85	100
	E	60	70	85	100	120	140	160
	D	90	105	125	150	180	210	240
5	H	20	22	24	26	30	34	40
	G	30	35	40	45	53	60	70
	F	40	45	55	63	75	90	105
	E	63	70	85	100	125	140	160
	D	90	110	130	150	180	210	240
6	H	22	24	26	30	35	40	48
	G	32	38	45	50	56	63	80
	F	45	50	60	70	80	95	110
	E	63	75	90	105	130	140	160
	D	90	110	130	150	180	210	240
7	H	25	28	32	38	42	48	55
	G	34	42	48	55	63	70	85
	F	48	55	63	75	85	95	110
	E	70	80	95	110	130	150	170
	D	95	110	130	160	190	220	250
8	G	40	45	50	60	70	80	95
	F	50	60	70	80	95	105	125
	E	70	85	100	120	140	160	180
	D	95	110	130	160	190	220	250
9	F	55	63	75	85	105	110	130
	E	80	90	105	120	140	160	180
	D	100	120	140	160	190	220	260
10	F	63	75	80	95	110	125	140
	E	80	95	110	125	150	170	200
	D	105	125	140	170	210	240	260

Таблица 2

Вероятные максимальные боковые зазоры
(0,5<m<1,0 мм)

Степень точности по нормам кинематической точности	Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм						
		До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180
		мкм						
3, 4	H	17	19	22	25	28	32	36
	G	28	32	38	45	53	56	63
	F	40	45	55	63	75	85	105
	E	60	70	85	100	120	140	160
	D	90	105	125	150	180	210	240
5	H	21	22	24	26	30	34	40
	G	32	36	42	48	55	60	70
	F	45	50	60	70	80	90	100
	E	63	75	90	100	130	140	160
	D	90	110	130	160	190	210	240
6	H	25	26	30	34	38	42	48
	G	35	40	45	53	60	63	80
	F	48	53	60	70	85	95	110
	E	63	75	95	105	130	140	160
	D	95	110	130	160	190	210	240
7	H	32	34	38	42	45	50	55
	G	45	48	53	60	63	75	85
	F	55	60	63	80	90	105	120
	E	75	85	95	110	130	150	170
	D	100	110	130	160	190	220	250
8	G	50	55	60	63	70	85	95
	F	60	63	75	85	95	110	125
	E	80	90	100	120	140	160	180
	D	105	120	140	160	190	220	250

Продолжение табл. 2

Степень точности по нормам кинематической точности	Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм						
		До 12	Св. 12 до 20	Св. 20 до 32	Св. 32 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180
		мкм						
9	F	70	75	80	90	100	120	140
	E	90	95	110	125	150	170	190
	D	110	125	140	170	200	240	280
10	F	80	85	90	100	110	130	150
	E	100	105	120	140	160	180	220
	D	120	130	150	180	200	240	280
11	E	110	120	140	150	170	200	240
	D	130	140	170	200	220	260	300
12	E	130	140	150	170	190	240	280
	D	150	160	180	220	240	280	340

Величины вероятных максимальных боковых зазоров рассчитаны по формуле:

$$j_{n\max} = j_{n\min} + \sqrt{0{,}5(T^2_{H_1} + T^2_{H_2}) + 2f^2_a}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

Примеры использования таблиц настоящего стандарта для назначения норм точности

Наименование параметра		№№ таблиц	Обозначение	Пример 1		Пример 2		Пример 3	
Прямозубое зубчатое колесо Модуль		—	m	0,5 мм					
Число зубьев шестерен и колеса		—	z	24	72	24	72	24	72
Межосевое расстояние и ширина венца		—	a_w, b_w	a_w=24 мм				b_w=6 мм	
Степень точности и вид сопряжения		—	—	7F		7—8—8—F		7—8—8—F_e	
По нормам кинематической точности	Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса	5	F'_i	31	39	—	—	—	—
	Допуск на радиальное биение зубчатого венца	5	F_r	—	—	16	22	—	—
	Допуск на колебание длины общей нормали	5	F_{vw}	—	—	6	11	—	—
	Допуск на калебание измерительного межосевого расстояния	5	F''_i	—	—	—	—	24	34
По нормам плавности работы	Допуск на местную кинематическую погрешность	6	f'_i	20	20	—	—	—	—
	Предельное отклонение шага зацепления	6	f_{pb}	—	—	±14	±14	—	—
	Допуск на погрешность профиля зуба	6	f_f	—	—	11	11	—	—
	Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе	6	f''_i	—	—	—	—	17	17
По нормам контакта	Допуск на погрешность направления зуба	7	F_β	13	13	13	13	—	—
	Суммарное пятно контакта	7	—	—	—	—	—	По высоте 40%, по длине 50%	

Продолжение

	Наименование параметра	№№ таблиц	Обозначение	Пример 1		Пример 2		Пример 3	
По нормам бокового зазора	Гарантированный боковой зазор	9	j_{nmin}	13					
	Предельное отклонение межосевого расстояния	9	f_a	±25					
	Наименьшее дополнительное смещение исходного контура	10	E_{Hs}	—22	—32	—	—	—	—
	Допуск на смещение исходного контура	11	T_H	30	42	—	—	—	—
	Наименьшее отклонение средней длины общей нормали	12, 13	E_{Wms}	—	—	—21	—30	—21	—30
	Допуск на среднюю длину общей нормали	14	T_{Wm}	—	—	12	16	15	21
	Наименьшее отклонение длины общей нормали	12	E_{Ws}	—	—	—18	—25	—18	—25
	Допуск на длину общей нормали	15	T_W	—	—	20	28	22	32
	Верхнее предельное отклонение измерительного межосевого расстояния	8 и 6	$E_{a''s}$	—	—	—	—	+17	+17
	Нижнее предельное отклонение измерительного межосевого расстояния	8 и 11	$E_{a''i}$	—	—	—	—	—34	—48

Примечание. В каждом из примеров сочетание комплексов по всем нормам может быть другим.

Редактор *В. Н. Шалаева*
Технический редактор *М. М. Герасименко*
Корректор *Г. И. Чуйко*

Сдано в наб. 20.03.87 Подп. в печ. 19.05.87 2,5 усл. п. л. 2,625 усл. кр.-отт. 2,46 уч.-изд. л.
Тираж 10 000 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 2155.

gost.e-ecolog.ru