

СРАВНЕНИЕ ТАБЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ТОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС И ПЕРЕДАЧ В СТАНДАРТАХ: ISO 1328 И ГОСТ 1643-81

1. Введение

Не так много времени осталось до момента вступления нашей страны в ВТО. В связи с этим остаётся острой проблема соотнесения нашей нормативной документации требованиям международных стандартов. Из-за давно не менявшихся стандартов ГОСТ многие наши производители не имеют возможности выпускать конкурентоспособную продукцию для внешнего рынка. Для разрешения сложившегося положения в области производства эвольвентных цилиндрических колёс предполагается переработать устаревший стандарт ГОСТ 1643-81 для получения проекта нового базового стандарта, не противоречащего требованиям стандарта ISO 1328 и сохраняющего полезные стороны наших нормативных документов, имеющих многолетний опыт использования.

2. Сравнение норм точности

Задавшись определенными значениями модуля зубьев m ; делительного диаметра d и ширины зубчатого венца b произведем сравнение норм точности стандарта ГОСТ 1643-81 с аналогичными нормами стандарта ISO 1328 (ISO 1328-1:1995 [1], ISO 1328-2:1997 [2]). Отечественный стандарт ГОСТ 1643-81 [3] имеет большее количество показателей точности и иную структуру системы точности [3, 4] нежели международный стандарт ISO 1328 [1, 2, 4], поэтому будем использовать только те показатели точности, которые встречаются в обоих стандартах.

2.1. Двухпрофильный контроль зубчатых колёс

При двухпрофильном или безззорном зацеплении зубчатых колёс поверхности обеих сторон зуба одного колёса находятся в одновременном контакте с поверхностями зуба другого. Данный метод контроля обладает рядом недостатков, и был раскритикован, в частности, ещё в 1975 году Б.А. Тайцем [5]. Тем не менее, поскольку метод прост и удобен, то он продолжает использоваться на предприятиях.

2.1.1 Нормы кинематической точности (здесь и далее по ГОСТ 1643-81)

2.1.1.1 Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот зубчатого колёса, F_i'' .

Исходные данные: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=100$ мм.

Таблица 1.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	F_i'' (ISO 1328)	F_i'' (ГОСТ 1643-81)	F_i'' (ISO 1328)	F_i'' (ГОСТ 1643-81)	F_i'' (ISO 1328)	F_i'' (ГОСТ 1643-81)
5	19	22	31	25	40	28
6	27	36	44	40	57	45
7	39	50	62	56	80	63
8	55	63	88	71	114	80
9	77	90	124	112	161	125
10	109	140	176	180	227	200
11	154	180	248	224	321	250
12	218	224	351	280	454	315

Примечания для этой и всех последующих таблиц:

1. Q – степень точности.
2. Все значения погрешностей приведены в микрометрах.
3. Жирным выделены значения погрешностей в ISO 1328, которые больше, чем нормируемые ГОСТ 1643-81.

Изменим исходные данные, увеличив делительный диаметр на порядок: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=1000$ мм.

Таблица 2.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	F_i'' (ISO 1328)	F_i'' (ГОСТ 1643-81)	F_i'' (ISO 1328)	F_i'' (ГОСТ 1643-81)	F_i'' (ISO 1328)	F_i'' (ГОСТ 1643-81)
5	38	45	50	50	59	56
6	54	71	70	80	83	90
7	76	100	99	112	118	125
8	107	125	141	140	166	160
9	152	160	199	180	235	200
10	215	200	281	224	333	250
11	304	250	398	280	471	315
12	429	315	562	355	665	400

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы. При постоянном значении делительного диаметра ($d=100$ мм в первом случае и $d=1000$ мм во втором) и при увеличении модуля зубьев (с $m=1,5$ мм до $m=10$ мм) значения допуска на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот зубчатого колеса в ISO 1328 становятся грубее, чем в ГОСТ 1643-81. Причем, при модуле зубьев $m=10$ мм – во всём диапазоне степеней точности (для данной погрешности – от 5 до 12 степени).

2.1.2 Нормы плавности работы

2.1.2.1 Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе, f_i''

Исходные данные: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=100$ мм.

Таблица 3.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	f_i'' (ISO 1328)	f_i'' (ГОСТ 1643-81)	f_i'' (ISO 1328)	f_i'' (ГОСТ 1643-81)	f_i'' (ISO 1328)	f_i'' (ГОСТ 1643-81)
5	4,5	10	15	13	24	14
6	6,5	14	22	18	34	20
7	9	20	31	25	48	28
8	13	28	44	36	67	40
9	18	36	62	45	95	50
10	26	45	87	56	135	63
11	36	56	123	71	191	80
12	51	71	174	90	269	100

Изменим исходные данные, как и в предыдущем случае: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=1000$ мм.

Таблица 4.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	f_i'' (ISO 1328)	f_i'' (ГОСТ 1643-81)	f_i'' (ISO 1328)	f_i'' (ГОСТ 1643-81)	f_i'' (ISO 1328)	f_i'' (ГОСТ 1643-81)
5	4,5	14	16	16	24	18
6	6,5	20	22	22	34	25
7	9,5	28	31	32	48	36
8	13	40	44	45	68	50
9	19	50	62	56	96	63
10	27	63	88	71	136	80
11	38	80	125	90	192	100
12	53	100	176	112	272	125

Выводы к таблицам 3 и 4:

При постоянных значениях делительного диаметра ($d=100$ мм в первом случае и $d=1000$ мм во втором случае) и при увеличении модуля зубьев (от $m=1,5$ мм до $m=10$ мм) значения допуска на колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе в ISO 1328 становятся грубее, чем в ГОСТ 1643-81. При $d=100$ мм это наблюдается во всем диапазоне степеней точности (от 5 до 12 степени) уже при модуле $m=5$ мм, а при $d=1000$ – только для модуля $m=10$ мм. При $d=1000$ мм и $m=5$ мм в средних степенях точности (5-8) значения допусков в ISO 1328 и ГОСТ 1643-81 практически совпадают. При больших значениях модуля зубьев ($m=10$) в обоих случаях, в низких степенях точности (9-12) значения допуска на колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе в стандарте ISO 1328 значительно больше (для степеней точности 11-12 – в 2-2,5 раза больше), чем в ГОСТ 1643-81.

2.2. Однопрофильный контроль зубчатых колёс.

2.2.1 Нормы кинематической точности

2.2.1.1 Допуск на накопленную погрешность шага зубчатого колеса, F_p

Эта погрешность в ISO 1328 имеет название «полная накопленная погрешность шага» [1, стр. 2, 8, 11-12].

Исходные данные: диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m = 1,5$ мм.

Таблица 5.

Q	$d = 100$		$d = 1000$	
	F_p (ISO 1328)	F_p (ГОСТ 1643-81)	F_p (ISO 1328)	F_p (ГОСТ 1643-81)
3	9	8	21	20
4	13	12	29	32
5	18	20	41	50
6	26	32	59	80
7	37	45	83	112
8	52	63	117	160

Изменим исходные данные, увеличив значение модуля: диапазон изменения делительного диаметра d (100...2000) мм, модуль $m = 10$ мм

Таблица 6.

Q	$d = 100$		$d = 1000$		$d = 2000$	
	F_p (ISO 1328)	F_p (ГОСТ 1643-81)	F_p (ISO 1328)	F_p (ГОСТ 1643-81)	F_p (ISO 1328)	F_p (ГОСТ 1643-81)
3	10	8	22	20	33	36
4	14	12	31	32	46	56
5	20	20	44	50	65	90
6	29	32	62	80	92	140
7	41	45	87	112	130	200
8	58	63	123	160	184	280

Выводы по таблицам 5 и 6:

При постоянном значении модуля зубьев ($m = 1,5$ мм в первом случае и $m = 10$ мм во втором случае) и при увеличении делительного диаметра (от $d = 100$ до $d = 1000$ мм в первом случае и от $d = 100$ до $d = 2000$ мм во втором случае) разность значений допусков на накопленную погрешность шага в ISO 1328 и ГОСТ 1643-81 увеличивается с повышением степени точности (с третьей до восьмой для данной погрешности). При больших значениях делительного диаметра ($d = 2000$ мм) в восьмой степени точности допуск на накопленную погрешность шага в ГОСТ 1643-81 больше аналогичного допуска в ISO 1328 почти на 100 мкм. В высоких степенях точности (3 и 4) при диаметрах колес до $d = 2000$ мм величины допусков в обоих стандартах совпадают или незначительно отличаются (в пределах трех микрометров).

2.2.1.2 Допуск на радиальное биение зубчатого венца, F_r

Исходные данные: диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m = 1,5$ мм.

Таблица 7.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=1000$	
	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)
3	7,5	6	13	11	17	13
4	10	10	18	18	23	20
5	15	16	26	28	33	32
6	21	25	36	45	47	50
7	29	36	51	63	66	71
8	42	45	73	80	94	90
9	59	71	103	100	133	112
10	83	100	146	125	188	140
11	118	125	206	160	266	180
12	167	160	291	200	376	224

Изменим исходные данные, увеличив значение модуля: диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m = 5$ мм.

Таблица 8.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=1000$	
	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)
3	8	7	13	13	17	14
4	11	11	19	20	24	22
5	16	18	27	32	34	36
6	22	28	38	50	48	56
7	31	40	53	71	68	80
8	44	50	75	90	96	100
9	62	80	106	112	136	125
10	88	125	150	140	193	160
11	125	160	213	180	272	200
12	176	200	301	224	385	250

Изменим исходные данные, ещё раз увеличив значение модуля: диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m = 10$ мм.

Таблица 9.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=1000$	
	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)	F_r (ISO 1328)	F_r (ГОСТ 1643-81)
3	8	8	14	14	17	16
4	12	13	19	22	25	25
5	16	20	27	36	35	40
6	23	32	39	56	49	63
7	33	45	55	80	70	90
8	46	56	77	100	98	112
9	65	90	109	125	139	140
10	92	140	155	160	197	180

11	131	180	219	200	279	224
12	185	224	310	250	394	280

Выводы по таблицам 7-9:

При постоянном значении модуля зубьев ($m=1,5$ мм в первом случае, $m=5$ – во втором и $m=10$ мм в третьем случае) и при увеличении делительного диаметра (от $d=100$ до $d=1000$ мм) допуски на радиальное биение в ISO 1328 и ГОСТ 1643-81 в высоких степенях точности (3-4) примерно равны или незначительно отличаются (в пределах 3 мкм). С уменьшением модуля зубьев (от $m=10$ мм до $m=1,5$ мм) и увеличением делительного диаметра, значения допусков в ГОСТ 1643-81 даже меньше аналогичных в ISO 1328. В низких степенях точности (11-12) при диаметрах от 500 до 1000 мм значения допусков в ГОСТ 1643-81 меньше аналогичных в стандарте ISO 1328. Причем, при уменьшении модуля зубьев (от $m=10$ мм до $m=1,5$ мм) и увеличением делительного диаметра, значения допусков в ГОСТ 1643-81 меньше аналогичных в ISO 1328 уже при 8 степени точности. При больших диаметрах и мелких модулях зубьев ($d=1000$ мм, $m=1,5$ мм в данном случае) разница допусков для 12 степени точности составляет 152 мкм.

2.2.2 Нормы плавности работы

2.2.2.1 Допуск на погрешность профиля зуба, f_f

Эта погрешность в ISO 1328 имеет название «погрешность профиля зуба общая, F_a » [1, стр. 3-4, 8, 13-14].

Исходные данные: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=100$ мм.

Таблица 10.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)
3	2,9	3,6	4,8	4	6	4,5
4	4,1	4,8	6,5	5,3	8	6
5	6	6	9,5	7	12	8
6	8,5	8	13	10	16	12
7	12	11	19	14	23	17
8	17	14	27	20	33	22

Изменим исходные данные, увеличив делительный диаметр: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=500$ мм.

Таблица 11.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)
3	4,1	4,5	6	5	7	5,5
4	6	6,5	8,5	7	10	7,5
5	8,5	9	12	10	14	11
6	12	12	17	14	20	16
7	17	17	24	20	28	24
8	23	25	34	28	40	36

Изменим исходные данные, ещё раз увеличив делительный диаметр: диапазон изменения модуля m (1,5 ... 10) мм, делительный диаметр $d=1000$ мм.

Таблица 12.

Q	$m=1,5$		$m=5$		$m=10$	
	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)	F_a (ISO 1328)	f_f (ГОСТ 1643-81)
3	5	5,5	7	6	8	6,5
4	7	8	9,5	9	11	9,5
5	10	9	14	13	16	14
6	14	12	19	18	22	20
7	20	17	27	28	31	30
8	28	25	38	40	44	45

Выводы по таблицам 10-12:

С увеличением модуля зубьев (от 1,5 мм до 10 мм) и при одинаковых значениях делительного диаметра ($d=100, 500$ и 1000 мм) разность допусков на погрешность профиля зуба в ISO 1328 и ГОСТ 1643-81 увеличивается с ростом степени точности (от 3 до 8-й степени точности для данной погрешности). Исключение составляет случай при делительном диаметре $d=1000$ мм и модуле зубьев $m=5$ мм для 7-й и 8-й степени точности, где допуск на погрешность в стандарте ISO 1328 меньше аналогичного в ГОСТ 1643-81 на 1-2 мкм. При модуле зубьев $m=1,5$ мм и при значениях делительного диаметра $d=100$ мм и $d=1000$ мм допуски на погрешность профиля зуба в ГОСТ 1643-81 меньше аналогичных в ISO 1328 в средних степенях точности (6-8) или отличаются в большую сторону на 0,5–1 мкм в высоких степенях точности (3-5). При модуле зубьев $m=1,5$ мм и значении делительного диаметра $d=500$ мм допуски на погрешность профиля зуба в ISO 1328 меньше, чем в ГОСТ 1643-81 в пределах 0,4-2 мкм.

2.2.2.2 Предельные отклонения шага, $\pm f_{pt}$

Изменим исходные данные: диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m=1,5$ мм.

Таблица 13.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=1000$	
	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)
3	2,7	2,5	3,3	3,2	3,8	3,6
4	3,8	4	4,7	5	5,5	5,5
5	5,5	6	6,5	8	7,5	9
6	7,5	10	9,5	13	11	14
7	11	14	13	18	15	20
8	15	20	19	25	21	28
9	21	28	27	36	30	40
10	30	40	38	50	43	56
11	43	56	54	71	61	80
12	61	80	76	100	86	112

Изменим исходные данные, увеличив модуль и диапазон изменения делительного диаметра: диапазон изменения делительного диаметра d (100...2000) мм, модуль $m=5$ мм.

Таблица 14.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=2000$	
	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)
3	3,2	3,2	3,9	3,6	5,5	4,5
4	4,6	5	5,5	5,5	7,5	7
5	6,5	8	8	9	11	11
6	9	13	11	14	15	18
7	13	18	16	20	21	25
8	18	25	22	28	30	36
9	26	36	31	40	43	50
10	36	50	44	56	61	71
11	52	71	62	80	86	100
12	73	100	88	112	122	140

Изменим ещё раз исходные данные, увеличив модуль вдвое: диапазон изменения делительного диаметра d (100...2000) мм, модуль $m=10$ мм.

Таблица 15.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=2000$	
	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)	$\pm f_{pt}$ (ISO 1328)	$\pm f_{pt}$ (ГОСТ 1643-81)
3	3,7	3,6	4,4	4,5	6	5
4	5	5,5	6	7	8,5	9
5	7,5	9	8,5	11	12	13
6	10	14	12	18	17	20
7	15	20	17	25	23	28
8	21	28	25	36	33	40
9	30	40	35	50	47	56
10	42	56	49	71	66	80
11	59	80	70	100	94	112
12	84	112	99	140	132	160

Выводы по таблицам 13-15:

В высоких степенях точности (3-5) для всех исследуемых значений делительного диаметра (от $d=100$ мм до $d=2000$ мм) и модуля зацепления (от $m=1,5$ мм до $m=10$ мм) разность предельных отклонений шага в ГОСТ 1643-81 и ISO 1328 не превышает 1,5 мкм. В остальных случаях (6-12 степень точности) величины предельных отклонений шага в ГОСТ 1643-81 больше, чем в ISO 1328.

2.2.3 Нормы контакта зубьев.

2.2.3.1 Допуск на погрешность направления зуба, F_β

Эта погрешность в ISO 1328 имеет название «погрешность направления зуба общая» [1, стр. 5-6, 8, 15-16].

Изменим исходные данные: ширина зубчатого венца $b=15$ мм, диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m=1,5$ мм.

Таблица 16.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=1000$	
	F_β (ISO 1328)	F_β (ГОСТ 1643-81)	F_β (ISO 1328)	F_β (ГОСТ 1643-81)	F_β (ISO 1328)	F_β (ГОСТ 1643-81)
3	3,3	4,5	4,3	4,5	4,7	4,5
4	4,7	5,5	6	5,5	6,5	5,5
5	6,5	7	8,5	7	9,5	7
6	9,5	9	12	9	13	9
7	13	11	17	11	19	11
8	19	18	24	18	26	18
9	27	28	34	28	37	28
10	38	45	48	45	53	45
11	53	71	68	71	74	71
12	76	112	97	112	105	112

Изменим исходные данные, увеличив одновременно модуль и ширину зубчатого венца: ширина зубчатого венца $b=100$ мм, диапазон изменения делительного диаметра d (100...1000) мм, модуль $m=5$ мм.

Таблица 17.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=1000$	
	F_β (ISO 1328)	F_β (ГОСТ 1643-81)	F_β (ISO 1328)	F_β (ГОСТ 1643-81)	F_β (ISO 1328)	F_β (ГОСТ 1643-81)
3	6	6	6,5	6	7	6
4	8,5	8	9,0	8	9,5	8
5	12	10	13	10	14	10
6	17	12	18	12	19	12
7	24	16	26	16	27	16
8	33	25	36	25	39	25
9	56	40	52	40	55	40
10	79	63	73	63	77	63
11	112	100	103	100	109	100
12	158	160	146	160	154	160

Ещё раз изменим исходные данные, увеличив все три ранее названных параметра: ширина зубчатого венца $b=300$ мм, диапазон изменения делительного диаметра d (100...6000) мм, модуль $m=10$ мм.

Таблица 18.

Q	$d=100$		$d=500$		$d=6000$	
	F_{β} (ISO 1328)	F_{β} (ГОСТ 1643-81)	F_{β} (ISO 1328)	F_{β} (ГОСТ 1643-81)	F_{β} (ISO 1328)	F_{β} (ГОСТ 1643-81)
3	8	11	8,5	11	11	11
4	12	14	12	14	16	14
5	16	18	17	18	22	18
6	23	25	25	25	32	25
7	33	28	35	28	45	28
8	46	45	49	45	63	45
9	65	71	70	71	90	71
10	92	112	98	112	127	112
11	130	180	139	180	179	180
12	184	280	197	280	253	280

Выводы по таблицам 16-18:

При постоянных значениях модуля зубьев ($m=1,5$ мм и $m=5$ мм) и ширины зубчатого венца ($b=15$ и $b=100$ мм) для больших значений делительного диаметра (500-1000 мм), а также для случаев с параметрами $d=6000$ мм, $b=300$ мм, $m=10$ мм и $d=100$ мм, $b=100$ мм, $m=5$ мм величины допуска на погрешность направления зуба в ISO 1328 больше, чем в ГОСТ 1643-81 практически во всех степенях точности (3-12), за некоторыми исключениями в точных (3-я степень) и грубых (11-12) степенях точности. В остальных случаях ($m=1,5$ мм, $b=15$ мм, $d=100$ мм и $m=10$ мм, $b=300$ мм, $d=100-500$ мм) допуски в ГОСТ 1643-81 больше, чем в ISO 1328, кроме средних степеней точности (6-8). Стоит отметить, что в высоких степенях точности (3-4) разность допусков в ГОСТ 1643-81 и ISO 1328 во всех случаях не превышает 3 мкм.

3. Выводы

Мы можем принять нормы стандарта ISO 1328 для высоких степеней точности (3-4 степень) практически во всех диапазонах делительных диаметров и модулей при незначительной разнице (2-3 мкм) между величинами допусков в ISO 1328 и ГОСТ 1643-81. Исключение составляет накопленная погрешность шага зубчатого колеса F_{pr} , для которой при больших значениях модуля зубьев и делительного диаметра, разница допусков в ISO 1328 и ГОСТ 1643-81 составляет в 4-й степени точности 10 мкм.

В грубых степенях точности (9-12 степень) при увеличении делительного диаметра и модуля зубьев ГОСТ 1643-81 дает гораздо меньшие значения допусков по сравнению с ISO 1328. Поэтому, можно констатировать, что наша отечественная промышленность уже сегодня является конкурентоспособной на мировом рынке при производстве зубчатых колёс значительных диаметров в грубых степенях точности. Мало того, мы уже сегодня работаем в условиях более жестких допусков на зубчатые колеса указанных параметров. Исключение составляют погрешность направления зуба $F_{\beta r}$ и отклонения шага f_{pr} . У этих погрешностей допуски в низких степенях точности (9-12) в стандарте ГОСТ 1643-81 превышают аналогичные допуски в стандарте ISO 1328.

В средних степенях точности (5-8) в ГОСТ 1643-81 по следующим нормам:

- погрешность шага зубчатого колеса F_{pr} ;
- радиальное биение F_{rr} ;
- колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе f_i'' (для малых значений модуля зубьев m);
- колебание измерительного расстояния за оборот зубчатого колеса F_i'' (для малых значений модуля зубьев m);

– отклонения шага f_{prt}
величины допусков на погрешности больше, а нередко и значительно больше, чем в ISO 1328.

По нормам:

- погрешность направления зуба F_{β} ;
- колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе f_i'' (для средних и больших значений модуля зубьев m);
- колебание измерительного расстояния за оборот зубчатого колеса F_i'' (для средних и больших значений модуля зубьев m);
- погрешность профиля зуба f_f ;

наоборот, допуски на эти погрешности в средних степенях точности (5-8) в ISO 1328 больше, чем в ГОСТ 1643-81, за исключением некоторых случаев, где разница между величинами допусков находится в пределах 3-х мкм.

Принять полностью нормы ISO 1328 мы не можем, потому что отдельные показатели в средних степенях точности (5-8) не будут обеспечены отечественными станками зубообрабатывающего производства, к тому же возникнут сложности и при измерении этих погрешностей.

Кроме того, у нас принято положение, согласно которому установленная степень точности по какому-либо комплексу показателей точности не может быть оспорена при измерении показателей другого комплекса. Хотя в научной литературе доказано, что многие из комплексов показателей точности не равнозначны. Особенно четко это показано в отношении норм контакта.

Необходимо создавать новый документ, учитывающий требования стандарта ISO 1328, в виду того, что базовый стандарт ГОСТ 1643-81 устарел и создавался до выхода рекомендаций ISO 1328 (ISO 1328-1:1995, ISO 1328-2:1997). Новый стандарт, тем не менее, не должен принимать требования ISO 1328 буквально, поскольку принятие рекомендации международного стандарта по всем параметрам фактически вынудит производителей зубчатых колес и передач, использующих отечественное зубообрабатывающее и зубоизмерительное оборудование, прекратить выпуск продукции. Поэтому создание новых, производительных и эффективных средств контроля – задача важная и актуальная, но при всех изменениях принципов построения стандартов параметров точности, нельзя игнорировать сегодняшний уровень производства и контроля [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 1328-1:1995 Cylindrical gears - ISO system of accuracy - Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant to corresponding flanks of gear teeth.
2. ISO 1328-2:1997 Cylindrical gears - ISO system of accuracy - Part 2: Definitions and allowable values of deviations relevant to radial composite deviations and runout information.
3. ГОСТ 1643-81. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски. – М., Издательство стандартов, 1989.
4. **Абрамчук М.В., Тимофеев Б.П.** Рекомендации ISO 1328 в части установления параметров точности зубчатых колес и передач. II межвузовская конференция молодых учёных. Сборник научных трудов. Том 2. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. С. 127-131.
5. **Тайц Б.А.** Точность и контроль зубчатых колес. – М.: Машиностроение, 1975.
6. **Тимофеев Б.П.** Назревшие перемены в нормировании точности зубчатых колёс и передач. – Труды шестой сессии международной научной школы. Фундаментальные и прикладные проблемы теории точности процессов, машин, приборов и систем. Часть 2. – СПб, 2003. с. 60.

Поступила в редакцию 15.01.2007