

#### 4.5. Расчет зубчатых колес

Расчет зубчатых колес в коробках скоростей на стадии проектных разработок ведется обычно на выносливость (усталость) поверхностных слоев по контактным напряжениям и проверяется по напряжениям изгиба.

Характерной особенностью работы зубчатых колес станков является изменение в широком диапазоне, как передаваемой мощности, так и числа оборотов, при которых работают зубчатые колеса, что находит свое отражение в определении коэффициента долговечности.

Модуль цилиндрических зубчатых колес определяют по контактным напряжениям:

$$m_{\text{конт}} = \sqrt[3]{\frac{i \pm 1}{i \cdot \psi} \left( \frac{2060100}{Z \cdot \sigma_{\text{конт}}} \right)^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot k \cdot k_{\text{нпр}} \cdot k_{\text{дин}}}, \text{ мм} \quad (4.22)$$

по напряжениям изгиба

$$m_{\text{изг}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{6080}{\sigma \cdot \psi \cdot y \cdot \sigma_{\text{изг}}} \cdot \frac{N}{n} \cdot k \cdot k_{\text{нпр}} \cdot k_{\text{дин}}}, \text{ мм} \quad (4.23)$$

где  $m$  – модуль, мм;

$N$  – мощность в цепи от электродвигателя до рассчитываемой шестерни с учетом КПД и с учетом предполагаемой перегрузки электродвигателя, кВт;

$n$  – число оборотов (об/мин) шестерни (малого зубчатого колеса) передачи расчетной кинематической цепи, по которой на шпиндель передается примерно верхняя частота нижней трети диапазона регулирования, а  $n_{\text{мин}}$  этого диапазона передает полную мощность;

$Z$  – число зубьев рассчитываемой шестерни;

$i$  – передаточное отношение числа зубьев большего колеса к меньшему ( $i \geq 1$ );

$\psi$  – отношение ширины зубчатого колеса  $b$  к модулю  $m$  (обычно  $\psi = b / m = (6 \dots 10)$ );

$y$  – коэффициент формы зуба (см. табл. 4.3);

$\sigma_{\text{конт}}$  – допустимое контактное напряжение, МПа (см. табл. 4.4);

$\sigma_{\text{изг}}$  – допустимое напряжение изгиба, МПа (см. табл. 4.4);

$k$ ,  $k_{\text{нер}}$ ,  $k_{\text{дин}}$  – коэффициенты соответственно долговечности, неравномерности распределения нагрузки вследствие деформации валов и динамичности.

Таблица 4.3.

Коэффициент формы зуба при нормальном зацеплении ( $\alpha=20^\circ$ ,  $h=2,2 \cdot m$ ) и коэффициенте высоты зуба основной, рейки  $f_{\text{он}} = 1$ .

$Z$ $\text{Cos}^3\beta \cdot \text{cos}\varphi$	$y$	$Z$ $\text{Cos}^3\beta \cdot \text{cos}\varphi$	$y$	$Z$ $\text{Cos}^3\beta \cdot \text{cos}\varphi$	$y$
16	0,095	24	0,108	40	0,128
17	0,096	26	0,107	45	0,133
18	0,098	28	0,110	50	0,136
19	0,099	30	0,113	60	0,141
20	0,100	32	0,120	80	0,148
21	0,101	35	0,123	100	0,152
22	0,103	37		150	0,156
				300	0,160
				рейка	0,164

Модуль конических зубчатых колес по напряжениям изгиба определяют по формуле (4.23), по контактным напряжениям по формуле:

$$m_{\text{кон}} = \sqrt[3]{\left( \frac{K \pm 1}{i \cdot \varphi} \right)^2 \cdot \left[ \frac{2060100}{Z \cdot Y_{\text{кон}}} \right]^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot k \cdot k_{\text{нер}} \cdot k_{\text{дин}}} \quad (4.24)$$

При расчете косозубых цилиндрических колес определяют нормальный модуль, при этом вместо  $Z$  подставляют  $Z/\cos\beta$  ( $\beta$  – угол наклона зубьев), а коэффициент формы зуба определяют по приведенному числу зубьев

$$Z_{\text{пр}} = Z/\cos^3\beta$$

При расчете конических зубчатых колес определяют модуль на половине ширины зуба

$$m_{\text{ср}} = m \cdot (L - 0,5 \cdot b) / L, \quad (4.25)$$

где  $L$  – конусное расстояние, мм,  $b$  – ширина зуба, мм.

Коэффициент формы зуба для прямозубых конических колес определяют по приведенному числу зубьев  $Z/\cos^3\varphi$ , для косозубых конических колес  $Z/\cos\varphi \cos^3\beta$

где  $\varphi$  – угол начального конуса,  $\beta$  – угол наклона зуба. Коэффициент долговечности  $k$  при расчете на изгиб можно принимать равным единице, а при расчете на контактные напряжения

$$k = k_N \cdot k_n \sqrt[3]{\frac{60 \cdot T \cdot n_{\min}}{N_0}}, \quad (4.26)$$

где  $k_N$  – коэффициент, характеризующий предполагаемые изменение мощности, передаваемой рассчитываемой шестерней (определяется по табл. 4.5);

$T$  – расчетное время работы передачи в часах  $T = 10000$  для постоянно включенных передач, для поочередно включаемых передач  $T = 10000/X$ , ( $X$ - число поочередно включаемых передач между смежными валами);

$N_0$  – базовое число циклов нагружений для материала рассчитываемой шестерни (см. табл. 4.4);

$n_{\min}$  – наименьшая частота вращения рассчитываемой шестерни, при которой передается полная мощность двигателя (кинематическая цепь реализующая верхнюю частоту нижней трети диапазона регулирования), об/мин;

$k_n$  – коэффициент, характеризующий работу передачи на различных частотах вращения (определяется по табл. 4.6) и графику (см. рис. 4.16).

Предельные значения коэффициента долговечности  $0,3 \leq k \leq 1$ . Если коэффициент долговечности получается больше единицы, то следует принимать его равным единице, если же коэффициент долговечности получается меньше 0,3, то его следует принимать равным 0,3.

Таблица 4.4

Допускаемые напряжения для зубчатых колес

Материал	Способ термообработки	Твердость HB или HRC	Допускаемые напряжения		Базовое число циклов, $N_0$
			$\sigma_{\text{изг.}}$ МПа	$\sigma_{\text{кон}}$ МПа	
Сталь 45	Нормализация	HB170-217	140	490	$1 \cdot 10^7$
Сталь 45	Улучшение	HB220-250	180	590	$1,5 \cdot 10^7$
Сталь 45	Закалка	HRC38-48	250	930	$20 \cdot 10^7$
Сталь 50Г	Закалка	HRC28-33	235	740	$2,5 \cdot 10^7$
Сталь 40Х	Улучшение	HB230-260	215	640	$2 \cdot 10^7$
Сталь 40Х	Закалка	HRC35-42	290	760	$10 \cdot 10^7$
Сталь 40Х	Закалка	HRC45-50	370	880	$15 \cdot 10^7$
Сталь 20Х	Цементация и закалка	HRC56-62	235	740	$2,5 \cdot 10^7$
Сталь 12ХН3	Цементация и закалка	HRC56-62	310	1080	$25 \cdot 10^7$
Сталь 18ХГТ	Цементация и закалка	HRC56-62	340	1030	$25 \cdot 10^7$

Таблица 4.5.

Значения коэффициента  $k_N$  – характеризующее предполагаемое изменение мощности.

Характер изменения мощности	$k_N$
Специальные станки, работа при постоянной мощности.....	1,0
Специализированные станки, одинаковое время работы при каждом значении мощности в пределах от половины до полной мощности.....	0,78
Универсальные станки, одинаковое время работы при каждом значении мощности в пределах от нуля до полной мощности.....	0,63-0,68
Универсальные станки широкого назначения, распределение времени по закону треугольника.....	0,64-0,54

Таблица 4.6.

Значение коэффициента  $k_n$ , характеризующего работу зубчатых колес на разных числах оборотов.

Режимы работы станка	Передачи между валами			
	I-II	II-III	III-Д	Шпиндельные
Работа во всем диапазоне чисел оборотов шпинделя с постоянной мощностью ( $N=Const$ )	0,1	0,85-0,95	0,65-0,85	По графику (см. рис. 4.13) в зависимости от $R_1$ и $R$
Работа на нижней четверти Диапазона регулирования с Постоянным моментом ( $M=Const$ ) $R_1 = \sqrt[4]{R}$	0,95-0,97	0,9-1,0	0,95-1,05	

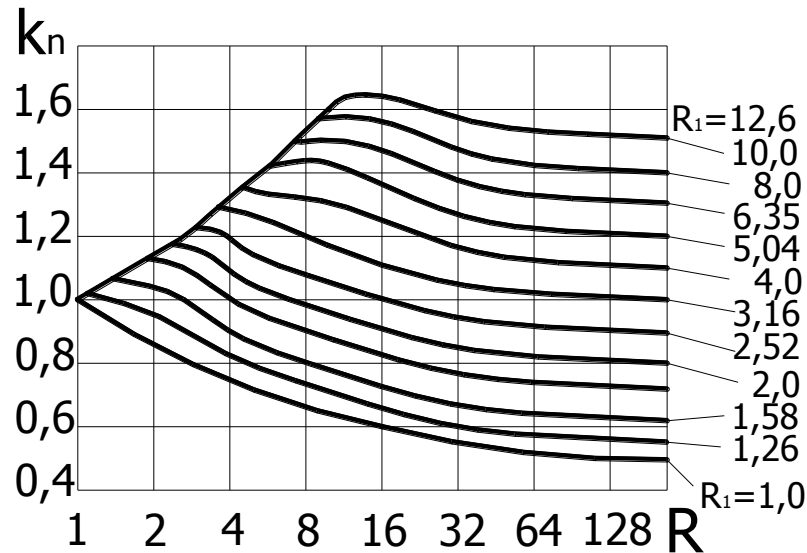


Рис. 4.13.

На рис. 4.13 принято:

$R = n_{\max} / n_{\min}$  – полный диапазон частот вращения рассчитываемой шестерни,

где  $n_{\max}$  и  $n_{\min}$  – соответственно наибольшая и наименьшая частоты.

$R_1 = n / n_{\min}$  – диапазон частот вращения рассчитываемой шестерни, в котором не может быть использована полная мощность двигателя, где  $n$  – частота вращения рассчитываемой шестерни, начиная с которой и выше может быть использована полная мощность двигателя.

Величина коэффициента неравномерности  $k_{\text{нер}}$  зависит от условий монтажа зубчатых колес:

$k_{\text{нер}}=1$  – при расположении колес между опорами на валах нормальной жесткости;

$k_{\text{нер}} = 1,1 \div 1,2$  – при расположении колес вблизи опоры при нежестких валах и  $b/d_0 \leq 0,2$  ( $b$  – ширина и  $d_0$  – диаметр начальной окружности рассчитываемой шестерни, мм), а также при консольном расположении колес,

$k_{\text{нер}} = 1,3 \div 1,4$  – при  $b/d_0 = 0,3 \div 0,5$ ;

$k_{\text{нер}} = 1,0 \div 1,2$  – для конических колес.

$k_{\text{дин}}$  – учитывает дополнительные динамические нагрузки вследствие неточности изготовления зубьев. Первоначально, при определении модуля передачи, рекомендуется принимать  $k_{\text{дин}} = 1$ .

После расчета  $m_{\text{кон}}$  и  $m_{\text{изг}}$  больший из них округляем в большую сторону до ближайшего стандартного значения по

ГОСТ 9563-60 (предпочтительный ряд m: 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16).

Коэффициент динамичности определяется по формулам: для не закаленных зубчатых колес ( $HV \leq 350$ )

$$k_{дин} = 1 + \frac{0,245 \cdot V}{2F} \sqrt{\frac{A \Delta - 5}{i}} \quad (4.27)$$

для закаленных зубчатых колес:

$$k_{дин} = \frac{1 + 0,245v}{F} \sqrt{A \Delta - 5} i, \quad (4.28)$$

где F – окружное усилие на зубе рассчитываемой шестерни, Н;

v – окружная скорость на начальной окружности шестерни, м/с;

A – межцентровое расстояние пары зубчатых колес, мм;

i – передаточное отношение пары зубчатых колес;

$\Delta$  – погрешность в шаге рассчитываемой шестерки, мкм (определяется по табл. 4.7).

Таблица 4.7.

Расчетное значение  $\Delta$  (мкм) для цилиндрических зубчатых колес.

Степень точности	Модуль, мм					
	До 2,5	2,5...4	4...6	6...8	8...10	10...14
6	11	11	14	14	17	...
7	17	21	25	28	28	35
8	28	35	42	50	56	64

Динамическая нагрузка, приходящаяся на 1 мм ширины зуба, Н определяется по формуле:

$$U = 0,245 \cdot V \cdot \sqrt{A \Delta - 5} i, \text{ Н} \quad (4.29)$$

В коробках скоростей размер шестерен в большинстве случаев определяется контактными напряжениями. Специфика расчета, по сравнению с принятыми в курсе «Деталей машин», заключается в том, что число зубьев Z известно из кинематического расчета. Поэтому определяется модуль  $m_{кон}$  М, а не межцентровое расстояние:

$$A = (Z_1 + Z_2) / 2 \cdot m \quad (4.30)$$

Таблица 4.8.

Расчетные значения  $\Delta$  (мкм) для конических зубчатых колес

Модуль торцовый (наибольший)	Степень точности					
	6		7		8	
	Диаметр начального конуса, мм					
	40-100	100-200	40-100	100-200	40-100	100-200
1-3	15	18	25	30	45	50
3-6	18	20	30	35	50	60
6-10	20	25	35	40	60	70

#### 4.5.1. Определение ширины колес

При принятом в расчетах отношению ширины зубчатого колеса к модулю  $B/m = \psi = 8$  находим ширину зубчатых колес: ширина для зубчатых колес блока  $B_1$  (рис. 4.14):

$$B = 3,0 \cdot 8 = 24 \text{ мм};$$

$$B \text{ для колес блока } B_2: B = 4 \cdot 8 = 32 \text{ мм};$$

$$B \text{ для колес блока } B_3: B = 4 \cdot 8 = 32 \text{ мм};$$

На рис. 4.14 приведена схема коробки скоростей для определения ее габаритов ( $Z=18$ ).

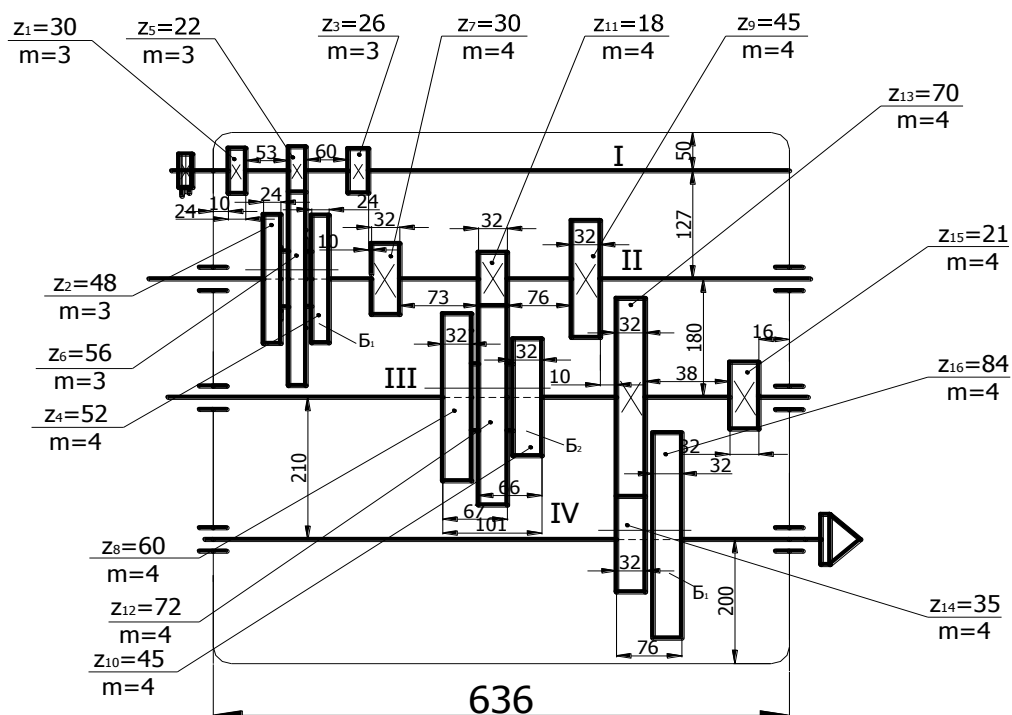


Рис. 4.14. Схема коробки скоростей для определения ее габаритов

# Приложение Д

## Выбор числа зубьев передачи при заданном передаточном отношении

i	$\Sigma Z$																			
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
1,00	20		21		22		23		24		25		26		27		28		29	
1,06		20		21		22		23									27		28	
1,12	19							22		23		24		25		26		27		28
1,19					20		21		22		23					25		26		27
1,26		18				20					22		23		24		25			26
1,33	17		18	10	19			20		21		22			23		24		25	
1,41		17					19		20			21		22		23			24	
1,50	16					18		19			20		21			22		23		
1,58		16			17					19			20		21			22		23
1,68	15			16					18			19			20		21			22
1,78			15					17			18			19			20		21	
1,88	14			15			16			17			18			19			20	
2,00			14			15			16			17			18			19		
2,11					14			15			16			17			18			19
2,24			13			14				15			16			17			18	
2,37					13			14				15			16			17		
2,51			12				13			14				15			16			
2,66					12				13			14				15			16	
2,82																				16
2,99									12					13				14		

i	$\Sigma_Z$																			
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
1,00	30		31		32		33		34		35		36		37		38		39	
1,06	29		30		31		32		33		34		35		36		37		38	
1,12			29		30		31		32		33		34		35		36	36	37	
1,19		28		29	29		30		31		32		33		34	34	35	35		36
1,26		27		28		29	29		30		31		32		33	33		34		35
1,33		26		27		28			29		30		31			32		33		34
1,41	25			26		27		28	28		29		30	30		31		32		33
1,50	24					26		27	27		28		29	29		30		31	31	
1,58	23		24			25		26					28	28		29		30	30	
1,68			23		24			25		26			27	27		28		29	29	
1,78		22			23			24		25	25		26			27			28	
1,88	21	21		22	22		23	23		24			25			26			27	
2,00	20			21			22			23			24			25			26	
2,11			20			21	21		22	22		23	23		24	24			25	
2,24		19	19			20			21			22	22		23	23		24	24	
2,37		18			19			20	20			21			22			23	23	
2,51	17			18			19	19			20	20		21	21			22	22	
2,66			17				18			19	19			20	20			21		
2,82		16				17			18	18			19	19			20	20		20
2,99	15				16			17	17			18	18			19	19			19
3,16							16	16			17	17				18				18
3,35										16	16				17				18	
3,55													16	16				17	17	
3,76												15	15				16	16		



*Продолжение приложения Д*

i	$\Sigma Z$																			
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1,00	40		41		42		43		44		45		46		47		48	49	49	50
1,06	39		40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47		48
1,12	38	38		39		40		41		42		43	43	44		45	45	46	46	47
1,19		37		38		39	39	40	40	41	41		42				44	44	45	45
1,26		36	36	37	37		28		39		40	40	41	41	44	42		43		44
1,33	34	35	35		36		37	37	38	38		39		40	43	41	41		42	
1,41	33		34		34	35		36		37	37	38	38		40		40	40		41
1,50	32		33	33		34		35	35		36		37	37	39	38		39	39	40
1,58	31		32	32		33	33		34		35	35		36	38	37	37		38	38
1,68	30	30		31		32	32		33	33		34		35			36	36		37
1,78	29	29		30	30		31			32		33	33		35	34		35	35	
1,88	28	28		29	29		30	30		31	31		32	32	34	33	33		34	34
2,00		27			28		29	29		30	30		31	31		32	32		33	33
2,11		26			27			28	28		29	29		30			31	31		32
2,24		25			26	26		27	27		28	28		29	30			30	30	
2,37		24			25	25		26	26			27	27		29	28			29	
2,51	23	23			24	24		25	25			26	26		28	27			28	28
2,66	22	22			23	23		24	24			25	25		27	26	26		27	27
2,82	21	21			22			23	23			24	24			25	25			26
2,99	20			21	21			22	22			23	23			24	24			25
3,16	19			20	20			21	21			22	22			23	23			24
3,35			19	19			20	20	20			21	21			22	22			23
3,55		18	18	18			19	19			20	20	20			21	21			22
3,76	17	17				18	18				19	19				20	20			21
3,98	16	16			17	17	17			18	18	18			19	19	19			20
4,22				16	16					17	17			18	18	18			19	19
4,47		15	15	15									17	17	17			18	18	18
4,73	14	14				15	15	15				16	16				17	17	17	17

**Продолжение приложения Д**

i	ΣZ																					
	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
1,00	50	51	51	52	52	53	54	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	
1,06		49		50		51		52		53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	
1,12	47		48		49		50		51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	
1,19	46	46		47		48		49	49	50	50	51	51	52	52		53		54	54	55	
1,26	44	45	45		46		47	47	48	48	49	49	50	50		51	51	52	52	53	53	
1,33	43	43	44	44		45		46	46	47	47		48	48	49	49	50	50	51	51	52	
1,41		42	43	42	43		44	44	45	45	46	46		47	47	48	48		49	49	50	
1,50	40		42	41	42	42		43	43	44	44		45	45	46	46		47	47	48	48	
1,58	39	39	41	40	40	41	41	41	42	42		43	43	44	44		45	45	46	46	46	
1,68	37	38			39	39		40	40	41	41		42	42		43	43	44	44	44	45	
1,78	36	36	38	38		38	38		39	39		40	40	41	41	41	42	42		43	43	
1,88	35	35	36	36	36		37	37		38	38		39	39		40	40		41	41	42	
2,00		34			35	35		36	36		37	37		38	38	38	38	39	39	40	40	
2,11	32		34			34	34		35	35	35	36	36	36		37	37		38	38		
2,24	31	31	33	33	32		33	33	33	34	34	34		35	35		36	36		37	37	
2,37		30		32	31	31		32	32	32		33	33		34	34		35	35			
2,51		29	30			30	30		31	31	31		32	32		33	33	33		34	34	
2,66			29			29	29	29		30	30	30		31	31		32	32	32		33	
2,82	26		28	28	27		28	28	28		29	29	29		30	30			31	31		
2,99	25		27	27	26	26		27	27			28	28			29	29			30	30	
3,16	24	24		26	25	25		26	26	26			27	27			28	28			29	
3,35	23	23		25	24	24			25	25	25		26	26	26			27	27			
3,55	22	22			23	23	23		24	24	24			25	25	25		26	26	26		
3,76	21				22	22	22		23	23	23			24	24	24			25	25	25	
3,98	20	20		21	21	21	21		22	22	22	22		23	23	23	23		24	24	24	
4,22				20	20	20	20		21	21	21	21		22	22	22	22			23	23	
4,47				19	19				20	20	20	20	20		21	21	21	21			22	22
4,73			18	18	18				19	19	19			20	20	20	20			21	21	

**Приложение Б**

Нормальные ряды чисел в станкостроении  
(по нормали станкостроения Н II – 1)

Значение знаменателя ряда ф						
<b>1,06</b>	<b>1,12</b>	<b>1,26</b>	<b>1,41</b>	<b>1,58</b>	<b>(1,78)</b>	<b>(2)</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1,06</b>						
<b>1,12</b>	<b>1,12</b>					
<b>1,18</b>						
<b>1,25</b>	<b>1,25</b>	<b>1,25</b>				
<b>1,32</b>						
<b>1,4</b>	<b>1,4</b>		<b>1,4</b>			
<b>1,5</b>						
<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>		<b>1,6</b>		
<b>1,7</b>						
<b>1,8</b>	<b>1,8</b>				<b>1,8</b>	
<b>1,9</b>						
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>2</b>
<b>2,12</b>						
<b>2,24</b>	<b>2,24</b>					
<b>2,36</b>						
<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>		<b>2,5</b>		
<b>2,65</b>						
<b>2,8</b>	<b>2,8</b>		<b>2,8</b>			
<b>3</b>						
<b>3,15</b>	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>			<b>3,15</b>	
<b>3,35</b>						
<b>3,55</b>	<b>3,55</b>					
<b>3,75</b>						
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
<b>4,25</b>						
<b>4,5</b>	<b>4,5</b>					
<b>4,75</b>						
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>				
<b>5,3</b>						
<b>5,6</b>	<b>5,6</b>		<b>5,6</b>		<b>5,6</b>	
<b>6</b>						
<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>		<b>6,3</b>		
<b>6,7</b>						
<b>7,1</b>	<b>7,1</b>					
<b>7,5</b>						
<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>8</b>
<b>8,5</b>						
<b>9</b>	<b>9</b>					
<b>9,5</b>						

**Продолжение приложения Е**

Значение знаменателя ряда ф						
<b>1,06</b>	<b>1,12</b>	<b>1,26</b>	<b>1,41</b>	<b>1,58</b>	<b>(1,78)</b>	<b>(2)</b>
<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	
<b>10,6</b>						
<b>11,2</b>	<b>11,2</b>					
<b>11,8</b>						
<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>				
<b>13,2</b>						
<b>14</b>	<b>14</b>					
<b>15</b>						
<b>16</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>16</b>
<b>17</b>						
<b>18</b>	<b>18</b>				<b>18</b>	
<b>19</b>						
<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>				
<b>21,2</b>						
<b>22,4</b>	<b>22,4</b>		<b>22,4</b>			
<b>23,6</b>						
<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>		<b>25</b>		
<b>26,5</b>						
<b>28</b>	<b>28</b>					
<b>30</b>						
<b>31,5</b>	<b>31,5</b>	<b>31,5</b>	<b>31,5</b>		<b>31,5</b>	<b>31,5</b>
<b>33,5</b>						
<b>35,5</b>	<b>35,5</b>					
<b>37,5</b>						
<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>		<b>40</b>		
<b>42,5</b>						
<b>45</b>	<b>45</b>		<b>45</b>			
<b>47,5</b>						
<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>				
<b>53</b>						
<b>56</b>	<b>56</b>				<b>56</b>	
<b>60</b>						
<b>63</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>63</b>		<b>63</b>
<b>67</b>						
<b>71</b>	<b>71</b>					
<b>75</b>						
<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>				
<b>85</b>						
<b>90</b>	<b>90</b>		<b>90</b>			
<b>95</b>						

### **Продолжение приложения Е**

Значение знаменателя ряда ф						
1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	(1,78)	(2)
100	100	100		100	100	
106						
112	112					
118						
125	125	125	125			125
132						
140	140					
150						
160	160	160		160		
170						
180	180		180		180	
190						
200	200	200				
212						
224	224					
236						
250	250	250	250	250		250
265						
280	280					
300						
315	315	315			315	
335						
355	355		355			
375						
400	400	400		400		
425						
450	450					
475						
500	500	500	500			
530						
560	560				560	
600						
630	630	630		630		
670						
710	710		710			
750						
800	800	800				
850						
900	900					
950						
1000	1000	1000	1000	1000	1000	

**Приложение Е**

**Примечания:** 1. Нормаль распространяется на ряды размеров, чисел оборотов подач, мощностей и др. параметров.

2. Ряды чисел более 1000 и менее 1 получаются умножением или делением табличных данных на 1000.

3. Числа оборотов ряда не должны отклоняться от табличных более чем на  $\pm 10^*(\varphi-1)\%$ . В приводе от асинхронного эл. Двигателя допускается смещение в сторону уменьшения до 5% от чисел, подсчитанных по синхронному числу ряда оборотов.

4. Допускается составление произвольных рядов из нормальных путем пропуска части чисел (например применение ряда 132,190,265,375,530 и т.д.)

**Кузнецов Валерий Васильевич  
Схиртладзе Александр Георгиевич**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

*Методические указания к курсовому проектированию*

Москва  
МГОУ, 2005