

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

Методические указания

по теме «Расчет и конструирование
поликлиноремennых передач»

*для студентов
машиностроительных специальностей*

Брест 2021

УДК 621.852(075.8)

В методических указаниях рассмотрены основы расчета и конструирования поликлиноремных передач, приведены примеры их проектирования, даны необходимые справочные данные.

Методические указания предназначены для студентов машиностроительных специальностей и могут быть использовано при курсовом и дипломном проектировании.

Составитель: Баханович А. Г., д. т. н, профессор, ректор УО «БрГТУ»

Рецензент: Полуляшин Р. А., зам. главного инженера – главный конструктор
ОАО «Брестский электромеханический завод»

Введение

Ременные передачи имеют многовековую историю развития. Ввиду своих функциональных и экономических преимуществ они получили широкое применение среди механических передач мощности.

Сегодня ременные передачи используются практически во всех областях машиностроения, успешно конкурируя с цепными и зубчатыми передачами, а по ряду показателей значительно превосходят их (металлоемкость, малошумность, передача мощности на большие расстояния с большими скоростями, демпфирование нагрузки, предохранительная функция от перегрузки передачи ввиду наличия упругого скольжения и др.). Наряду с этим, ременные передачи отличаются простотой конструкции и отсутствием смазочной системы, что предопределяет их низкую стоимость.

К недостаткам ременных передач относятся: увеличенные габариты и усилия на валы и их опоры.

Общие сведения о поликлиноремных передачах

Поликлиноремные передачи относятся к классу передач мощности гибкой связью посредством сил трения между ремнем и шкивами. Наряду с присущими ременным передачам недостатками (непостоянство передаточного отношения как следствие упругого скольжения ремня; значительные нагрузки на валы и опоры ввиду консольного расположения шкивов и предварительного натяжения ремня, обеспечивающего получение требуемых сил трения на дугах обхвата шкивов; невысокая долговечность ремней; пониженный к. п. д. ввиду упругого скольжения и буксования; значительные габариты) поликлиноремные передачи имеют ряд положительных особенностей:

- поликлиновые ремни более тонкие и менее жесткие по сравнению с клиновыми ремнями, что позволяет уменьшить габариты передачи вследствие уменьшения диаметров шкивов, применять поликлиноремные передачи при скоростях ремня до 40 м/с и передаточном отношении до 15;

- неточности изготовления шкивов и ремней оказывают меньшее влияние на работоспособность передачи;

- сечение ремня используется более рационально, что приводит к повышению его несущей способности и долговечности;

- при одинаковой передаваемой нагрузке ширина поликлиновых ремней значительно меньше ширины комплекта клиновых ремней, что позволяет уменьшить габариты и массу передачи по сравнению с клиноремной передачей, а также уменьшить нагрузки на валы и опоры передачи вследствие уменьшения длины консольной части шкивов;

- поликлиновые ремни обеспечивают более равномерное распределение нагрузки по рабочей поверхности, что также способствует уменьшению габаритов передачи;

- поликлиноремные передачи отличаются повышенной плавностью работы, пониженным упругим скольжением и обеспечивают более постоянное передаточное отношение.

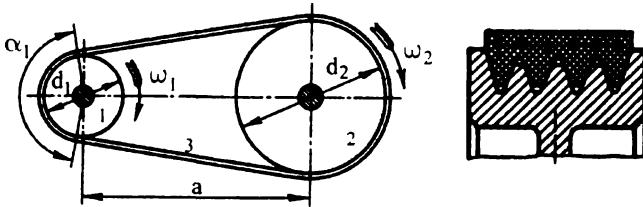
Существенным недостатком поликлиноремennых передач являются более жесткие требования к непараллельности валов и осевому смещению шкивов.

Выпускают ремни трех сечений: К (J), Л (L) и М. Ремень сечения К (J) применяют вместо клиновых ремней О и А при крутящем моменте $T_1 \leq 40$ Нм; ремень сечения Л (L) – вместо клиновых ремней А, Б и В при $T_1 = 18 \dots 400$ Нм; ремень сечения М – вместо клиновых ремней В, Г, Д и Е при $T_1 \geq 130$ Нм.

К. п. д. передачи $\eta = 0,9 \dots 0,98$ при $v < 25$ м/с, с повышением скорости ремня к. п. д. понижается.

Поликлиновые ремни выполняются бесконечными плоскими с ребрами на внутренней поверхности, которые входят в канавки шкивов (рис. 1).

Отличительной особенностью поликлиновых ремней, придающей монолитность всей конструкции, является спирально навитый кордшнур (рис. 2). Наружная (нерабочая) поверхность ремня шлифуется или покрывается тканью. Иногда для увеличения гибкости на наружной поверхности ремня формируют зубья. Необходимо также обеспечивать достаточно высокую точность шага ребер ремня.



1, 2 – шкивы; 3 – ремень

Рисунок 1 – Схема поликлиноремennой передачи

В связи с этим следует отметить, что ремни, выпускаемые различными фирмами, не взаимозаменяемы. Так, поликлиновые ремни, выпускаемые в странах СНГ, соответствуют только ремням фирмы *Bando* (Япония) [1]. Шаг ребер ремней других фирм-производителей имеет следующие значения: 2,34; 4,76 и 9,40 мм (*Hutchinson*, Франция) [2]; 2,38; 4,76 и 9,52 мм (*Good Year*, США) [3].

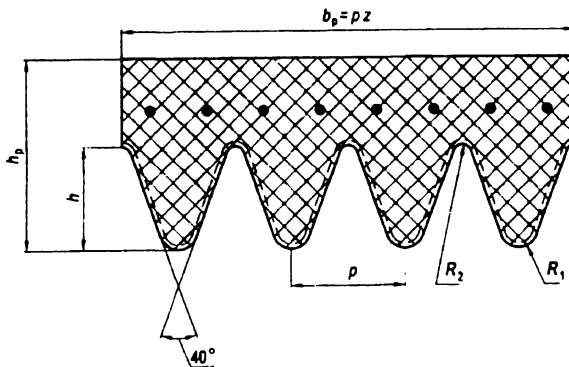


Рисунок 2 – Конструкция поликлинового ремня

Параметры поликлиноременных передач определены в ТУ 38105763-84 (табл.1).

Таблица 1 – Размеры и параметры поперечных сечений поликлиновых ремней

Тип ремня	T_1 , Нм	d_{1min} , мм	Число клиньев z , шт.	Размеры сечения, мм					Длина ремней L_p , мм
				p	h_p	h	R_1	R_2	
К(Л)	< 40	40	2...36	2,4	4,0	2,15	0,1	0,4	400...2000
Л(Л)	18...135	80	4...20	4,8	9,5	4,88	0,2	0,7	1250...4000
М	> 130	180	4...20	9,5	16,7	9,6	0,4	1,0	2000...4000

Примечания

1. Расчетные длины ремней принимать из ряда: 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000.

2. Углы профиля ремня и канавок шкива для всех сечений $\varphi = 40^\circ$.

Расчет поликлиноременной передачи

Расчет поликлиноременной передачи заключается в определении требуемого количества ребер ремня, т. е. минимальной ширины ремня B_p [4, 5, 6].

Выбор сечения ремня осуществляется либо по расчетной передаваемой мощности P_{1p} и частоте вращения ведущего шкива n_1 на основании диаграммы (рис. 3), либо по величине расчетного крутящего момента на ведущем шкиве T_{1p} (см. табл. 1).

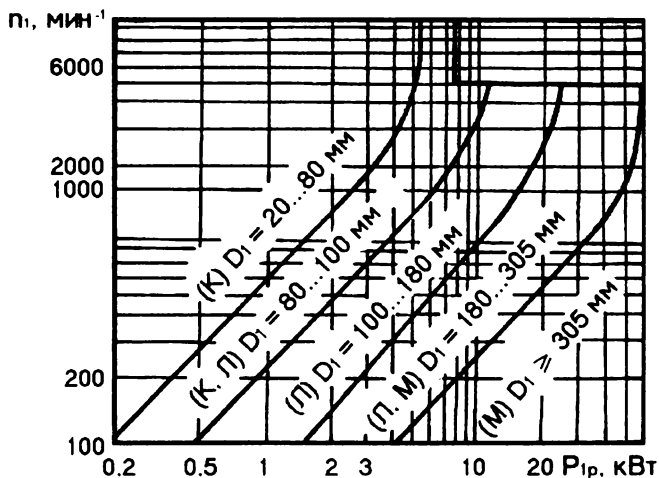


Рисунок 3 – Диаграмма для выбора сечения поликлинового ремня

$$u_a = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)},$$

где ε – коэффициент упругого скольжения: $\varepsilon = 0,01 \dots 0,02$.

Минимальное межосевое расстояние, мм:

$$a'_{\min} = 0,55(d_1 + d_2) + H_p, \quad a' \geq a'_{\min}.$$

Расчетная длина ремня, мм:

$$L'_p = 2a' + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{0,25(d_2 - d_1)^2}{a'}.$$

Действительная длина ремня, мм, $L_p \geq L'_p$ (см. табл. 1).

Межосевое расстояние передачи, мм:

$$a = a' + 0,5(L_p - L'_p).$$

Скорость ремня, м/с:

$$v = \frac{\pi d n_1}{6 \cdot 10^4}.$$

Угол обхвата ремнем ведущего шкива, градус:

$$\alpha_1^\circ = 180^\circ - \frac{57^\circ (d_2 - d_1)}{a}.$$

Поправка мощности, учитывающая влияние уменьшения изгиба ремня на ведомом шкиве, кВт:

$$\Delta P_1 = 0,0001 \Delta T_1 n_1,$$

где ΔT_1 – поправка к моменту на быстроходном валу, Нм (табл. 2).

Таблица 2 – Поправка к моменту на быстроходном валу ΔT_1 , Нм

Сечение ремня	ΔT_1 при передаточном отношении передачи u							
	1,03...1,07	1,08...1,13	1,14...1,20	1,21...1,30	1,31...1,40	1,41...1,60	1,61...2,39	$\geq 2,40$
К(Д)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,7
Л(Л)	0,9	1,9	2,7	3,6	4,0	4,5	5,0	5,4
М	7,0	13,8	20,7	27,6	31,0	34,5	38,0	41,4

Допускаемая мощность для 10 ребер, кВт:

$$[P_{10}] = ([P_{10}]_0 C_\alpha C_L + \Delta P_1) C_p,$$

где $[P_{10}]_0$ – номинальная мощность, передаваемая 10 ребрами ремня, кВт (табл. 3);
 C_a – коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата на ведущем шкиве (табл. 4);
 C_L – коэффициент, учитывающий длину ремня (табл. 5);
 C_p – коэффициент, учитывающий динамичность нагружения передачи и режим ее работы (табл. 6).

Таблица 3 – Номинальная мощность, передаваемая поликлиновым ремнем с 10 ребрами, $[P_{10}]_0$, кВт [7]

Сечение ремня	d_1 , мм	$[P_{10}]_0$, кВт, при скорости ремня v , м/с							
		2	5	10	15	20	25	30	35
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K(J)	40	0,65	1,40	2,4	3,2	3,7	–	–	–
	45	0,70	1,55	2,7	3,6	4,3	4,9	–	–
	50	0,76	1,65	2,9	4,0	4,8	5,3	–	–
	56	0,80	1,80	3,1	4,3	5,2	5,9	6,2	–
	63	0,85	1,90	3,4	4,6	5,6	6,4	6,8	–
	71	0,88	2,00	3,6	4,9	6,0	6,9	7,4	7,6
	80	0,92	2,05	3,7	5,2	6,4	7,3	7,9	8,2
	90	0,95	2,15	3,9	5,4	6,7	7,7	8,4	–
	100	0,97	2,20	4,0	5,6	6,9	8,0	8,7	–
	112	1,00	2,25	4,1	5,8	7,2	8,2	9,1	–
125	1,02	2,30	4,2	6,0	7,5	8,7	9,4	–	
140	1,05	2,35	4,3	6,2	7,6	8,8	9,6	–	
L(L)	80	1,9	3,9	6,4	7,9	8,3	–	–	–
	90	2,2	4,5	7,6	9,7	10,8	–	–	–
	100	2,3	5,0	8,6	11,2	12,7	13,0	–	–
	112	2,5	5,5	9,6	12,7	14,7	15,3	–	–
	125	2,7	5,9	10,4	13,9	16,3	17,4	17,0	–
	140	2,8	6,3	11,0	15,0	17,8	19,2	21,5	20,0
	160	2,9	6,7	11,5	16,2	19,4	21,2	22,5	21,8
	180	3,1	7,0	12,6	17,0	20,6	22,8	23,4	23,6
	200	3,2	7,2	13,0	17,9	21,6	24,0	24,8	–
	224	3,3	7,5	13,5	18,6	22,6	25,2	26,2	–
	250	3,4	7,7	14,0	19,2	23,4	26,2	27,5	–
	280	3,5	7,9	14,3	19,7	24,0	27,2	28,6	–
	315	3,6	8,0	14,7	20,3	24,8	28,0	29,7	–
	355	3,7	8,2	15,0	20,7	25,5	28,8	30,6	–
M	180	7,1	14,5	24,0	30,2	32,8	31,8	24,2	–
	200	7,7	16,3	27,7	35,8	40,3	40,4	35,4	–
	224	8,5	18,0	31,3	41,2	47,5	49,5	46,3	37,0
	250	9,1	19,7	34,4	45,9	53,8	57,0	56,0	48,0
	280	9,7	21,0	37,4	50,3	59,8	65,0	64,0	58,0
	315	10,2	22,5	40,0	54,3	65,0	71,0	72,0	68,0
	355	10,7	23,7	42,4	58,0	70,0	78,0	80,0	76,0
	400	11,0	24,8	44,6	61,0	74,0	83,0	86,0	84,0
	450	11,5	25,7	46,5	64,0	78,0	87,0	92,0	91,0
	500	11,8	26,5	47,8	66,0	81,0	91,0	96,0	95,0
	630	12,3	28,0	50,7	70,0	87,0	98,0	105,0	105,0
	800	12,8	29,0	53,1	74,0	91,0	104,0	112,0	113,0
	1000	13,0	29,8	54,7	76,0	94,0	108,0	117,0	119,0

Таблица 4 – Значения коэффициента C_a , учитывающего влияние угла обхвата

$\alpha_1, ^\circ$	220	210	200	190	180	170	160	150	140
C_a	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,95	0,92	0,89

Таблица 5 – Значения коэффициента C_L , учитывающего длину ремня

L_p/L_6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
C_L	0,80	0,85	0,89	0,91	0,96	1,0	1,03	1,06	1,8	1,11	1,12	1,14	1,16

Примечание – L_6 – базовая длина ремня. Для сечений К(Ж), Л(Л), М. $L_6 = 710, 1600$ и 2240 мм соответственно.

Таблица 6 – Значения коэффициента C_p , учитывающего динамичность нагружения передачи и режим ее работы

Режим работы	C_p при числе смен работы передачи								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	I			II			III		
Легкий	1,0	1,1	1,4	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6
Средний	1,0	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Тяжелый	1,2	1,3	1,6	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,9
Очень тяжелый	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,0

Примечания

I – электродвигатели переменного тока общепромышленного применения, электродвигатели постоянного тока шунтовые, водяные и паровые турбины, ДВС с числом цилиндров от 8 и более;

II – электродвигатели постоянного тока компаундные, ДВС с числом цилиндров от 4 до 6 и $n \geq 600$ мин⁻¹;

III – электродвигатели переменного тока с повышенным пусковым моментом, электродвигатели постоянного тока серийные, ДВС с числом цилиндров до 4 и $n < 600$ мин⁻¹.

Легкий режим работы ($T_{\max} \approx 1,2T_{\text{ном}}$):

– станки с непрерывным процессом резания (токарные, сверлильные, шлифовальные), легкие вентиляторы, насосы и компрессоры (центробежные, ротационные), ленточные конвейеры, легкие грохоты, машины для очистки и погрузки зерна и т. д.

Средний режим работы ($T_{\max} \approx 1,5T_{\text{ном}}$):

– станки фрезерные, зубофрезерные и револьверные, полиграфические машины, поршневые насосы и компрессоры с 3 и более цилиндрами, вентиляторы и воздухоподушки, цепные транспортеры, элеваторы, дисковые пилы для дерева, тяжелые грохоты, вращающиеся печи и т. д.

Тяжелый режим работы ($T_{\max} \approx 2,0T_{\text{ном}}$):

– станки строгальные, долбежные и деревообрабатывающие, насосы и компрессоры с одним или двумя цилиндрами, вентиляторы и воздухоподушки тяжелого типа, конвейеры винтовые и скребковые, прессы винтовые, машины для брикетирования кормов и т. д.

Очень тяжелый режим работы ($T_{\max} \approx 3,0T_{\text{ном}}$):

– подъемники, экскаваторы, драги, ножицы, молоты, мельницы, дробилки, лесопильные рамы и т. д.

Число ребер ремня, шт.:

$$z = \frac{10P_1}{[P_{10}]}$$

Полученное значение z округляется в большую сторону до целого числа (см. табл. 1).

Сила, нагружающая валы передачи, Н:

$$F = 2F_0 \sin \frac{\alpha_1^o}{2},$$

где F_0 – сила предварительного натяжения ремня, Н:

$$F_0 = \frac{0,5F_L}{\varphi},$$

где φ – коэффициент тяги: $\varphi = 0,45 \dots 0,55$.

Конструирование шкивов поликлиномременной передачи

Шкивы поликлиномременных передач относятся к общемашиностроительным деталям, и выбор материала для них осуществляется традиционными способами.

При $v \leq 30$ м/с шкивы изготавливают из чугуна СЧ15, СЧ20 (ГОСТ 1412-85).

При $v \leq 40$ м/с шкивы изготавливают литыми из стали 25Л (ГОСТ 977-88).

При $d \leq 200$ мм шкивы изготавливают из проката Ст. 3 (ГОСТ 380-88).

Быстроходные шкивы изготавливаются из легких сплавов на основе алюминия.

В зависимости от объема выпуска шкивы изготавливают литыми, коваными, штампованными, цельными или сборными.

Диаметр и длина ступицы, мм (рис. 4):

$$D_{ст} = (1,55 \dots 1,65)d_{вал},$$

$$L_{ст} = (1,2 \dots 1,5)d_{вал},$$

где $d_{вал} = \sqrt[3]{\frac{10^3 T_{вал}}{0,2[\tau]}}$, мм;

$T_{вал}$ – крутящий момент на валу: $T_{вал} = 9550 \frac{P_{вал}}{n_{вал}}$, Н · м;

$[\tau]$ – допускаемое напряжение кручения: $[\tau] = 20 \dots 30$ МПа.

Полученное значение $d_{вал}$ округляют до большей целой величины, оканчивающейся на 0 или 5,0 мм.

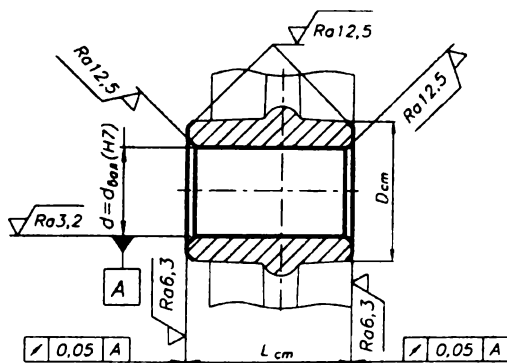
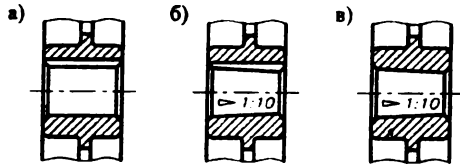


Рисунок 4 – Размеры ступиц шкивов

Окончательно длину ступицы принимают с учетом результатов расчета шпоночного или шлицевого соединения.

Вычисленные размеры округляют в ближайшую сторону до значений из ряда стандартных чисел.

Тип посадочного отверстия – см. рис. 5. Посадка цилиндрического отверстия – Н7.



а) цилиндрическое со шпонкой; б) коническое со шпонкой; в) коническое
Рисунок 5 – Посадочные отверстия шкивов

Шероховатость поверхностей:

– отверстие в ступице – $Ra = 1,6 \dots 3,2$;

– боковые поверхности ступицы – на класс ниже чистоты обработки отверстия – $Ra = 6,3$.

Допуски формы и расположения поверхностей:

– торцевое биение ступицы:

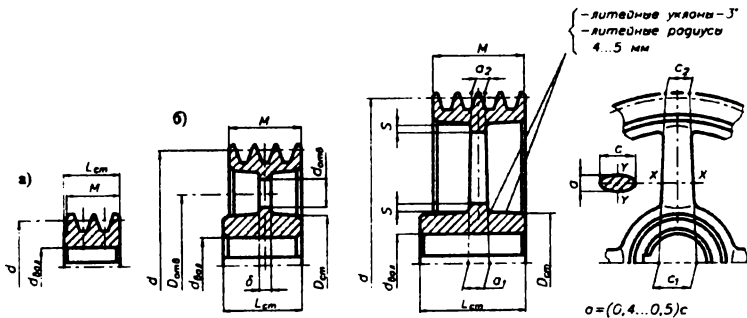
а) при $\frac{L_{cm}}{d_{axl}} \leq 1$ (табл. 7);

б) при $\frac{L_{cm}}{d_{axl}} \geq 1$ IT увеличить на 40...50 %.

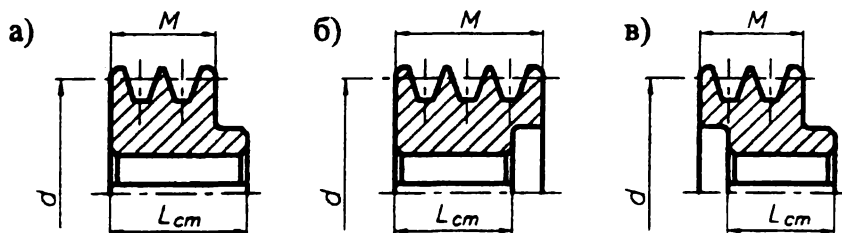
Таблица 7 – Допуск торцевого биения ступиц

Скорость ремня v_p , м/с	до 5	до 8	до 12	до 18	до 25	свыше 25
Допуск торцевого биения, мм	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

Конструкция шкива – см. рис. 6–9 [7].

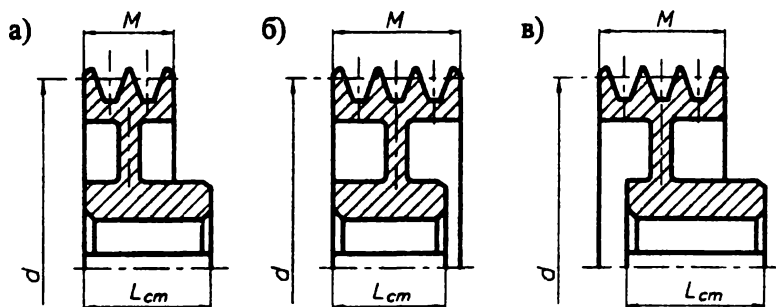


а) монолитная; б) с диском; в) со спицами
Рисунок 6 – Конструкции шкивов (ГОСТ 20889-88)



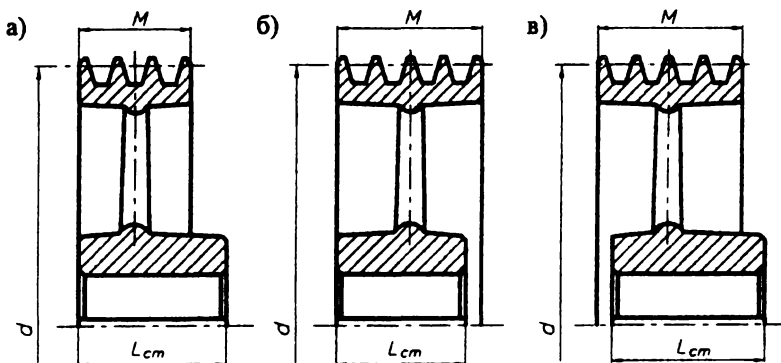
а) с односторонней выступающей ступицей; б) с односторонней выточкой;
в) с односторонней выточкой и выступающей ступицей

Рисунок 7 – Конструкции монолитных шкивов



а) выступающей с одного торца обода; б) укороченной с одного торца обода;
в) выступающей с одного и укороченного с другого торца обода

Рисунок 8 – Конструкции шкивов с диском и ступицей



а) выступающей с одного торца обода; б) укороченной с одного торца обода;
в) выступающей с одного и укороченного с другого торца обода

Рисунок 9 – Конструкции шкивов со спицами и ступицей

Размеры профиля канавок шкивов приведены в табл. 8.

Наружный диаметр шкива, мм:

$$d_e = D - 2\delta.$$

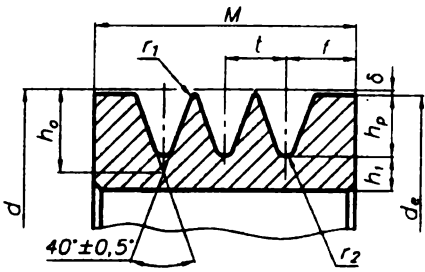
Ширина венца шкива, мм:

$$B_{ш} = (z - 1)t_p + 2l.$$

Толщина обода шкива, мм:

$$\delta_{ш} = 0,005d + 3.$$

Таблица 8 – Размеры профиля канавок шкивов поликлиноременной передачи



Тип ремня	Размеры сечения, мм						
	$t_{ш}$	h_1	l	r_1	r_2	h_0	δ
К(Ж)	2,3±0,03	2,35±0,1	3,5	0,3	0,2	3,3	1,0
Л(L)	4,8±0,04	4,85±0,15	5,5	0,5	0,4	6,6	2,4
М	9,6±0,05	10,35±0,2	10,0	0,8	0,6	13,05	3,5

Шероховатость поверхностей шкивов:

- рабочие поверхности канавок $Ra = 0,8 \dots 1,25$;
- другие обрабатываемые поверхности $Ra = 6,3 \dots 12,5$;
- фаски $Ra = 12,5 \dots 25$;
- другие необрабатываемые поверхности – без обработки.

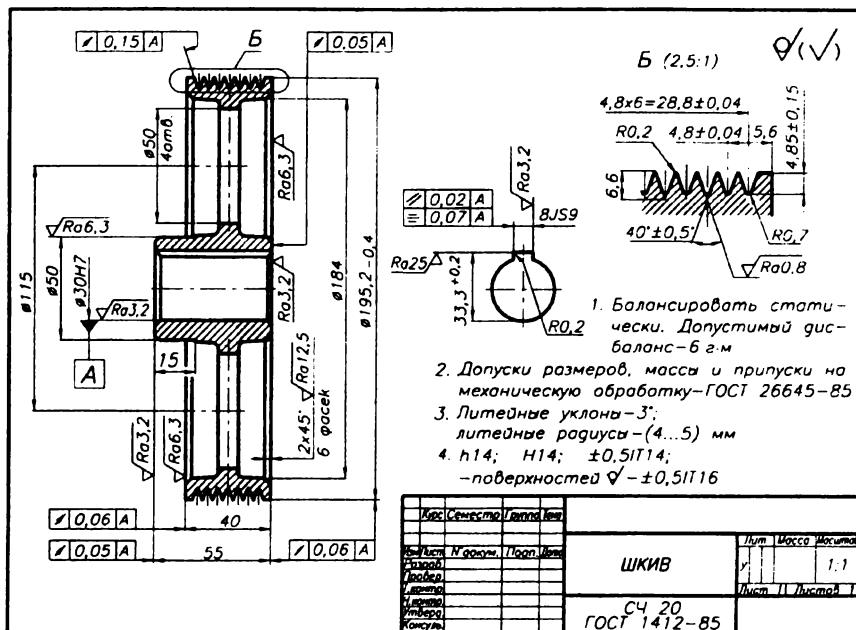
Отклонения формы и расположения поверхностей шкивов:

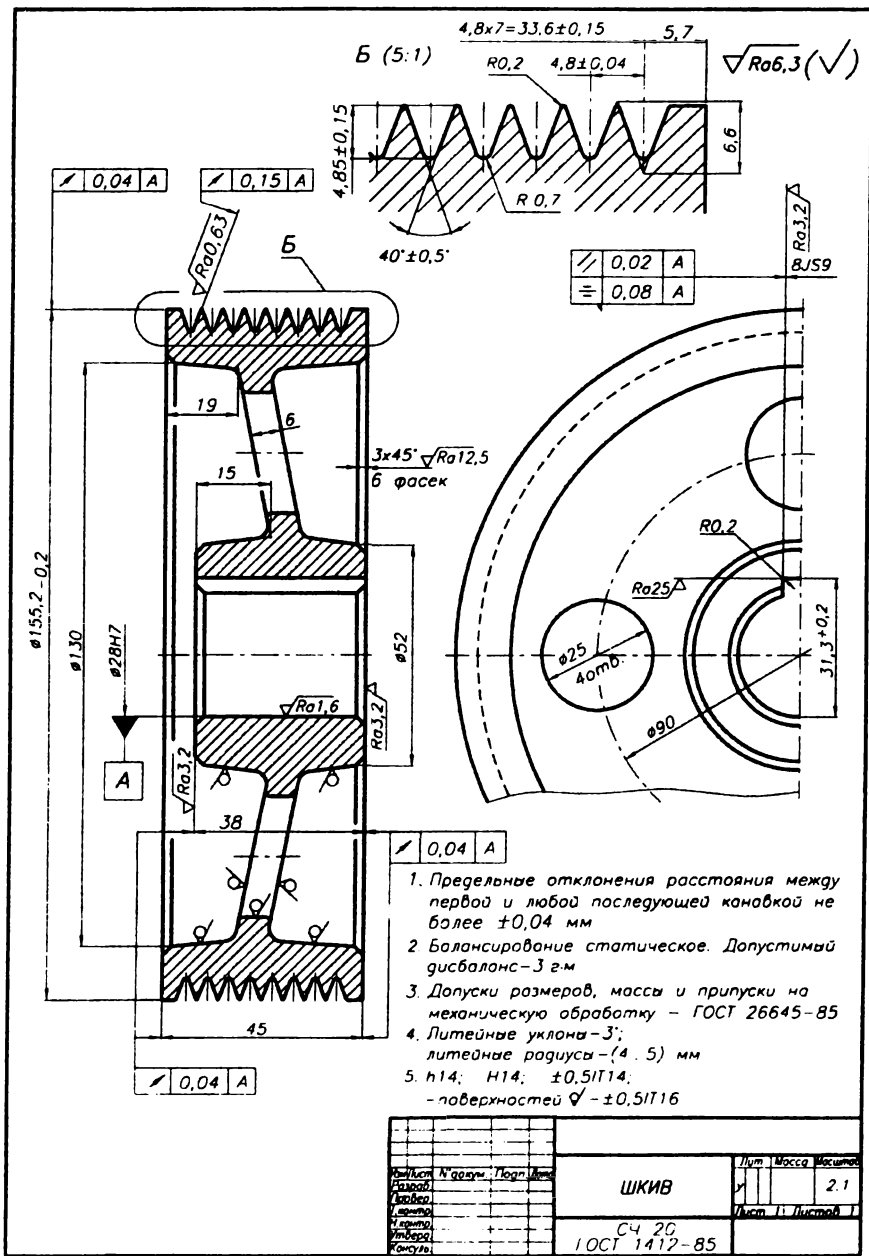
- допуск биения конусной рабочей поверхности канавки шкива на каждые 100 мм диаметра относительно оси вращения должен быть не более: 0,20 мм при $n \leq 80 \text{ с}^{-1}$; 0,15 мм при $n \leq 160 \text{ с}^{-1}$; 0,10 мм при $n > 160 \text{ с}^{-1}$;
- допуск торцевого биения поверхности обода относительно оси посадочного отверстия (см. табл. 9);
- допуск радиального биения поверхности обода относительно оси посадочного отверстия (см. табл. 9);
- предельные отклонения угла канавки шкивов, обработанных резанием, должны быть не более: $\pm 1^\circ$ – для сечений Z, A, B; $\pm 30'$ – для сечений C, D, E;
- неуказанные предельные отклонения размеров обрабатываемых поверхностей: охватываемых – H14; охватывающих – H14; прочих – $\pm IT14/2$.

Таблица 9 – Допуски радиального и торцевого биения поверхностей шкивов

Допуск биения, мм			
радиального		торцевого	
d шкива	допуск	d шкива	допуск
до 120	0,10	до 160	0,10
до 260	0,12	до 400	0,16
до 500	0,16	до 1000	0,25
до 800	0,20		

Примеры оформления рабочих чертежей шкива поликлиноременной передачи





1. Предельные отклонения расстояния между первой и любой последующей канавкой не более $\pm 0,04$ мм
2. Балансирование статическое. Допустимый дисбаланс - 3 г·м
3. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку - ГОСТ 26645-85
4. Литейные уклоны - 3°; литейные радиусы - (4..5) мм
5. H14; H14; $\pm 0,5IT14$; -поверхностей $\sqrt{\Delta} - \pm 0,5IT16$

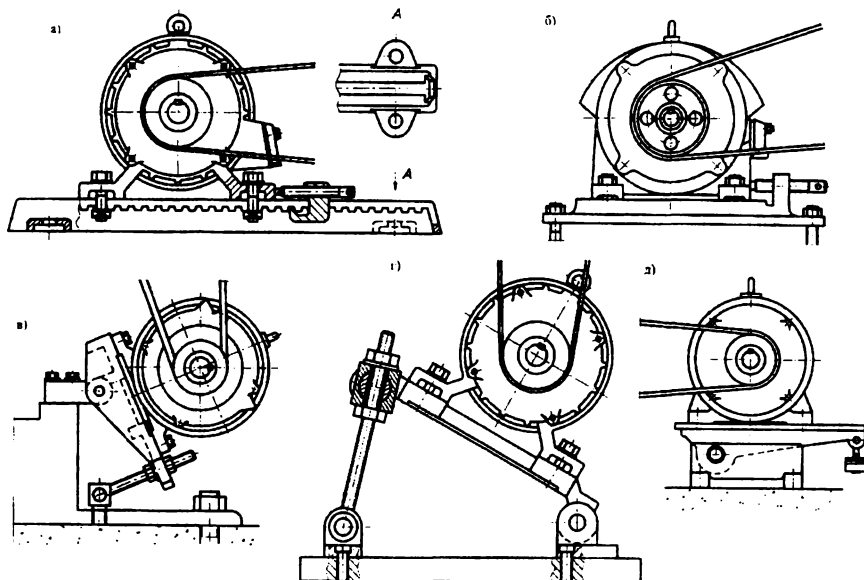
Исполн.	№ докум.	Дата изм.	ШКИВ	Лист	Масса	Материал
				1	2.1	
СЧ 20	ГОСТ 1417-85					

Примеры обозначения (маркировки) поликлиновых ремней

1) **4 J 457**: 4 – количество ребер; J – тип сечения канавок; 457 – длина ремня в мм;

2) **190 L 8**: 190 – длина ремня, равная 19,0 дюймов или 482,6 мм; L – тип сечения канавок; 8 – количество ребер.

Натяжные устройства поликлиноремненных передач



а) на салазках; б) на плите; в) – г) на специальной поворотной раме
Рисунок 10 – Установка электродвигателя

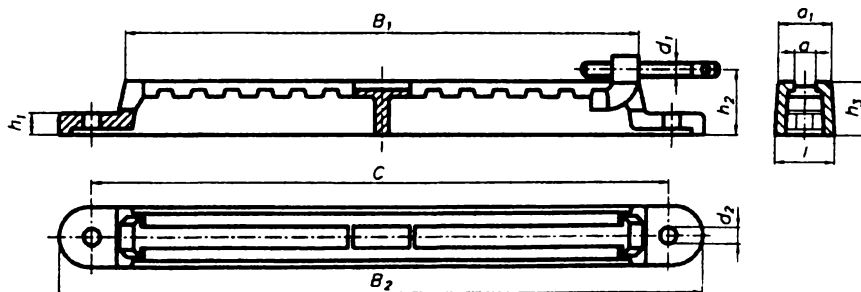


Рисунок 11 – Салазки для установки электродвигателя

Пример расчета поликлиноремленной передачи

Исходные данные:

Привод поршневого компрессора от трехфазного электродвигателя.

$$\begin{aligned}P_1 = P_{эд} &= 3 \text{ кВт}; P_2 = 2,85 \text{ кВт}; \\ \eta_{\text{крпн}} &= 0,95; \\ n_1 &= 3000 \text{ мин}^{-1}; n_2 = 1000 \text{ мин}^{-1}; \\ u &= 3; \\ T_1 &= 9,55 \text{ Нм}; T_2 = 27,2 \text{ Нм}.\end{aligned}$$

Режим работы – двухсменный; тип нагрузки – постоянный; натяжной ролик отсутствует.

$$L = 5 \text{ лет}; k_{\text{год}} = 0,8; k_{\text{сут}} = 0,5.$$

Расчет:

Предварительный выбор сечения ремня и размеров сечения

$$\begin{aligned}C_p &= 1,2 \text{ (см. табл.6);} \\ P_{1p} &= 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ кВт}; \\ T_{1p} &= 9,55 \cdot 1,2 = 11,46 \text{ Нм}.\end{aligned}$$

На основании диаграммы (рис. 3) и табл. 1 выбираем сечение ремня К(Ж).

Геометрический расчет передачи

1. Минимальный расчетный диаметр ведущего шкива принимаем по табл.1
 $d_{1\text{min}} = 40 \text{ мм}$.

2. Действительный диаметр ведущего шкива $d_1 = 45 \text{ мм}$.

3. Расчетный диаметр ведомого шкива

$$d_2' = 45 \cdot 3 = 135 \text{ мм}.$$

4. Действительный диаметр ведомого шкива $d_2 = 125 \text{ мм}$.

5. Действительное передаточное отношение передачи

$$\varepsilon = 0,015;$$

$$u_a = \frac{125}{45(1 - 0,015)} = 2,82.$$

6. Минимальное межосевое расстояние

$$a_{\text{min}} = 0,55(45 + 125) + 4 = 97,5 \text{ мм}.$$

Окончательно принимаем $a' = 98$ мм.

7. Расчетная длина ремня

$$L'_p = 2 \cdot 98 + 0,5 \cdot 3,14159 \cdot (45 + 125) + \frac{0,25(125 - 45)^2}{98} = 479,33 \text{ мм.}$$

8. Действительная длина ремня по табл.1 $L_p = 500$ мм.

9. Межосевое расстояние передачи

$$a = 98 + 0,5(500 - 479,33) = 108,33 \text{ мм.}$$

10. Скорость ремня

$$v = \frac{3,14159 \cdot 45 \cdot 3000}{6 \cdot 10^4} = 7,07 \text{ м/с.}$$

11. Угол обхвата ремнем ведущего шкива

$$\alpha_1^\circ = 180^\circ - \frac{57^\circ(125 - 45)}{108,33} = 137,91^\circ = 137^\circ 54' 30''.$$

12. Поправка мощности, учитывающая влияние уменьшения изгиба ремня на ведомом шкиве:

$$\Delta T_1 = 0,7 \text{ Нм (см. табл. 2);}$$

$$\Delta P_1 = 0,0001 \cdot 0,7 \cdot 3000 = 0,21 \text{ кВт.}$$

13. Допускаемая мощность для 10 ребер

$$[P_{10}]_0 = 2,03 \text{ кВт (см. табл. 3);}$$

$$C_\alpha = 0,89 \text{ (см. табл. 4);}$$

$$C_L = 0,93 \text{ (см. табл. 5);}$$

$$[P_{10}] = (2,03 \cdot 0,89 \cdot 0,93 + 0,21) \cdot 1,2 = 2,27 \text{ кВт.}$$

14. Число ребер ремня

$$z = \frac{10 \cdot 3}{2,27} = 13,2.$$

Принимаем $z = 14$ (см. табл.1).

15. Сила, нагружающая валы передачи:

$$F_t = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 9,55}{45} = 424,4 \text{ Н};$$

$$\varphi = 0,5;$$

$$F_0 = \frac{0,5 \cdot 424,4}{0,5} = 424,4 \text{ Н};$$

$$F = 2 \cdot 424,4 \sin \frac{137,91}{2} = 792,2 \text{ Н};$$

$$F_{\max} \cong 1,3 \cdot 792,2 = 1,03 \text{ кН}.$$

Конструирование шкивов поликлиноремной передачи

1. Выбор материала шкивов.

Так как $v < 30$ м/с, шкивы передачи изготавливаем из чугуна СЧ20 (ГОСТ 1412-85).

2. Ступицы шкивов.

Диаметр и длина ступицы

$$d_{\text{вал1}} = \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot 9,55}{0,2 \cdot 30}} = 14,7 \text{ мм}.$$

Принимаем $d_{\text{вал1}} = 15$ мм.

Если ведущий шкив расположен на валу электродвигателя, то в расчете принимается диаметр его вала.

$$d_{\text{вал2}} = \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot 27,2}{0,2 \cdot 20}} = 18,9 \text{ мм}.$$

Принимаем $d_{\text{вал2}} = 20$ мм.

$$D_{\text{ст1}} = 1,6 \cdot 15 = 24 \text{ мм};$$

$$D_{\text{ст2}} = 1,6 \cdot 20 = 32 \text{ мм};$$

$$L_{\text{ст1}} = 1,4 \cdot 15 = 21 \text{ мм};$$

$$L_{\text{ст2}} = 1,4 \cdot 20 = 28 \text{ мм}.$$

3. Тип посадочного отверстия.

Посадочные отверстия шкивов – цилиндрические со шпонкой (см. рис. 6).

Посадка цилиндрического отверстия – Н7.

4. Шероховатость поверхностей:

- отверстие в ступице – $Ra = 1,6 \dots 3,2$;
- боковые поверхности ступицы – $Ra = 6,3$.

5. Допуски формы и расположения поверхностей – торцевое биение ступицы 0,05 мм (см. табл. 7).

6. Конструкция шкивов.

Ведущий шкив – монолитный; ведомый шкив – с диском.

7. Размеры профиля канавок шкивов – см. табл. 8.

8. Наружный диаметр шкивов

$$d_{e1} = 45 - 2 \cdot 1 = 43 \text{ мм};$$
$$d_{e2} = 125 - 2 \cdot 1 = 123 \text{ мм}.$$

9. Ширина венца шкивов

$$B_{ш} = (14 - 1) \cdot 2,4 + 2 \cdot 3,5 = 38,2 \text{ мм}.$$

Окончательно принимаем $B_{ш} = 40 \text{ мм}$.

10. Толщина обода шкивов

$$\delta_{ш1} = 0,005 \cdot 45 + 3 = 3,225 \text{ мм};$$
$$\delta_{ш2} = 0,005 \cdot 125 + 3 = 3,625 \text{ мм}.$$

11. Шероховатость поверхностей шкивов:

- рабочие поверхности канавок $Ra = 1,0$;
- другие обрабатываемые поверхности $Ra = 3,2 \dots 6,3$;
- другие необрабатываемые поверхности – без обработки.

12. Отклонения формы и расположения поверхностей шкивов:

- допуск торцевого биения поверхности обода относительно оси посадочного отверстия – см. табл. 9;
- допуск радиального биения поверхности обода относительно оси посадочного отверстия – см. табл. 9;
- неуказанные предельные отклонения размеров обрабатываемых поверхностей: охватываемых – $h14$; охватывающих – $H14$; прочих – $\pm IT14/2$.

13. Маркировка ремня:

14 К(Л) 500: 14 – количество ребер; К(Л) – тип сечения канавок; 500 – длина ремня в мм.

Литература

1. The catalogue of production of firm "Bando" [Electronic resource] / Bando Chemical Industries, LTD., 2021. – Mode of access: https://www.bandousa.com/media/uploads/0/54_BUI-1009_IPTP_catalog_Vol_2_9-17.pdf. – Date of access: 28.08.2021.
2. The catalogue of production of firm "Hutchinson" [Electronic resource] / Hutchinson, 2021. – Mode of access: <https://www.hutchinsontransmission.com/-resource-center/industry/product-leaflets>. – Date of access: 28.08.2021.
3. The catalogue of production of firm "Good Year" [Electronic resource] / The Goodyear Tire & Rubber Company, 2021. , – Mode of access: https://www.goodyearbelting.com/pdf/Contitech_2015_Power_Transmission_Products_Catalog_Goodyear_Belting/pdf/Contitech_2017_Power_Transmission_Products_Catalog.pdf. – Date of access: 28.08.2021.
4. Курсовое проектирование деталей машин / Под ред. В. Н. Кудрявцева. – Л. : Машиностроение, 1984. – 400 с.
5. Скойбеда, А.Т. Детали машин и основы конструирования / А. Т. Скойбеда, А. В. Кузьмин, Н. Н. Макейчик. – Минск : Выш. шк., 2000. – 584 с.
6. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Выш. шк., 1998. – 447 с.
7. Курмаз, Л. В. Детали машин. Проектирование: Справочное учебно-методическое пособие / Л. В. Курмаз, А. Т. Скойбеда. – 2-е изд., испр.: М. : Выш. шк., 2005. – 309 с.: ил.

Содержание

Введение	3
Общие сведения о поликлиноремных передачах	3
Расчет поликлиноремной передачи	5
Конструирование шкивов поликлиноремной передачи	9
Примеры оформления рабочих чертежей шкива поликлиноремной передачи.....	13
Примеры обозначения (маркировки) поликлиновых ремней	15
Натяжные устройства поликлиноремных передач.....	15
Пример расчета поликлиноремной передачи	16
Литература.....	20

Учебное издание

Составитель:

Баханович Александр Геннадьевич

Методические указания

**по теме «Расчет и конструирование
поликлиноремennых передач»**

для студентов

машиностроительных специальностей

Ответственный за выпуск: Баханович А. Г.

Редактор: Митлошук М. А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.

Корректор: Дударук С.А.

Подписано в печать 11.10.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 1.4. Уч. изд. л. 1.5. Заказ № 1113. Тираж 20 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.