

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Цель работы: изучение конструкции редуктора; определение основных параметров червячного зацепления, червяка и червячного колеса; ознакомление с методикой регулировки пятна контакта и радиального зазора в подшипниках.

Инструменты: штангенциркуль с пределом измерения до 250 мм; ключ 17х19, набор плоских щупов.

Подготовка к выполнению лабораторной работы: ознакомиться с теоретическим материалом по червячным передачам [1, с. 172–188; 2, с. 96–156; 2, с. 112–113, 219–244; 3, с. 87–97].

1. Общие сведения

Червячный редуктор применяется в случаях, когда оси ведущего и ведомого валов скрещиваются и необходимо значительно увеличить крутящий момент. Червячная передача – зубчато-винтовая передача, движение в которой осуществляется по принципу винтовой пары. Основные элементы червячной передачи – червяк и червячное колесо. По сравнению с зубчатыми передачами, они обеспечивают плавность и бесшумность работы, высокую кинематическую точность, большие передаточные числа (от 10 до 60, в слабонагруженных механизмах до 1000), возможность получения самотормозящей передачи.

Передача крутящего момента от червяка к колесу осуществляется посредством трения скольжения, а не трения качения, как в зубчатых передачах, поэтому червячная передача имеет пониженный КПД (табл. 3.1), в результате чего при работе в зацеплении выделяется большое количество тепла. Это приводит к заеданию передачи. Для снижения силы трения применяются дорогие и дефицитные антифрикционные материалы (чаще всего на медной основе), что является недостатком. Для уменьшения температуры иногда следует применять искусственное охлаждение передачи или увеличивать ее до размеров больших, чем необходимо по условиям прочности.

При малой мощности пониженный КПД не играет существенной роли, но уже при средних мощностях применение червячной передачи становится менее экономически выгодным, чем зубчатой. Поэтому мощность червячных передач обычно не превышает 50 кВт и только в редких случаях доходит до 100–150 кВт.

Червячные передачи классифицируют по: расположению червяка относительно червячного колеса с верхним, нижним и боковым (горизонтальным и вертикальным); количеству заходов червяка (одно- и многозаходные (2, 4)); форме червяка (цилиндрические и глобоидные); форме поверхности витка червяка (архимедовы, эвольвентные, конволютные); направлению витков (правое и левое).

Таблица 3.1

Число заходов червяка Z_1	КПД передачи с учетом потерь на трение в подшипниках
1	0,7–0,75
2	0,75–0,82
4	0,82–0,92

Червяк. Наибольшее распространение получили червячные передачи с цилиндрическим червяком, имеющим архимедов профиль витка. Червяки изготавливают из углеродистой или легированной стали. Они могут выполняться за одно с валом или насадными. Для увеличения КПД передачи червяки подвергают термической обработке, шлифуют, а иногда и полируют.

Червячное колесо. Колеса могут быть выполнены как цельными, так и составными. В этом случае, колесо состоит из чугунного или стального центра и закрепленного на нем бронзового (либо другого антифрикционного материала) обода (венца). При малых размерах колеса из антифрикционных материалов и чугунные любых размеров изготавливают цельными.

Опоры валов червяка и червячного колеса. Опоры предназначены для удержания вращающейся детали в нужном для правильной работы положении. Обычно их изготавливают с применением подшипников качения (шариковых радиальных, шариковых радиально-упорных или конических роликовых радиально-упорных). Выбор типа подшипников зависит от величины и соотношения осевой и радиальной сил, действующих в зацеплении.

В редукторах внутренние кольца подшипников устанавливают на вал с натягом, и они вращаются вместе с валом, а наружное кольцо устанавливают в корпус по скользящей посадке. Благодаря этому обеспечивается равномерный износ дорожки нагруженного кольца.

Уплотнение. Уплотнения устанавливают в сквозных крышках, через которые выходят концы валов. Они предназначены для

предотвращения попадания посторонних частиц в подшипники и зацепление через зазор между крышками подшипников и валом, а также предотвращения вытекания смазки из редуктора. Тип уплотнения выбирается в зависимости от скорости валов и вида смазки.

Корпус редуктора. Обычно изготавливают из чугуна. Конструкция должна обеспечить легкую установку в него червяка и вала червячного колеса, а также достаточную прочность и жесткость. Для червячных редукторов с верхним (или нижним) расположением червяка корпус делается разъемным по горизонтальной плоскости, проходящей через ось вала червячного колеса.

2. Описание лабораторной установки

Объектом исследования является червячный редуктор с верхним расположением червяка, конструкция которого представлена на рис. 3.1. Все детали редуктора монтируются в литом чугунном корпусе, состоящем из двух частей: основания корпуса 22 и крышки 16, которые соединяются между собой при помощи болтов 13 с гайками 14. Пружинные шайбы 15 предохраняют болтовое соединение от само-раскручивания.

Опорами для валов червяка 17 и червячного колеса 19 служат радиально-упорные роликовые конические однорядные подшипники 18 и 20, установленные враспор. Между крышками подшипников 2, 4, 8, 11 и корпусом устанавливается набор металлических прокладок 3, 5, 9, 12, служащих для регулирования зазора в подшипниках и осевого положения червячного колеса. Крышки подшипников крепятся к корпусу болтами 1 и 7.

Основание корпуса 22 одновременно служит и резервуаром для масла, уровень которого контролируется щупом 23. Пробка 24 предназначена для слива масла, прокладка 25 – уплотнения, смотровая крышка – наблюдения за состоянием червячного зацепления. На смотровой крышке приварена грузовая петля 28, обеспечивающая удобство подъема и переноса редуктора (чаще с этой целью ставят рым-болты или делают проушины).

Взаимное положение основания 22 и крышки 16 корпуса фиксируется двумя штифтами 27.

Для обеспечения жесткости корпус редуктора имеет ребра жесткости. На крышке корпуса отлиты ребра охлаждения, позволяющие снизить температуру нагрева редуктора при работе.

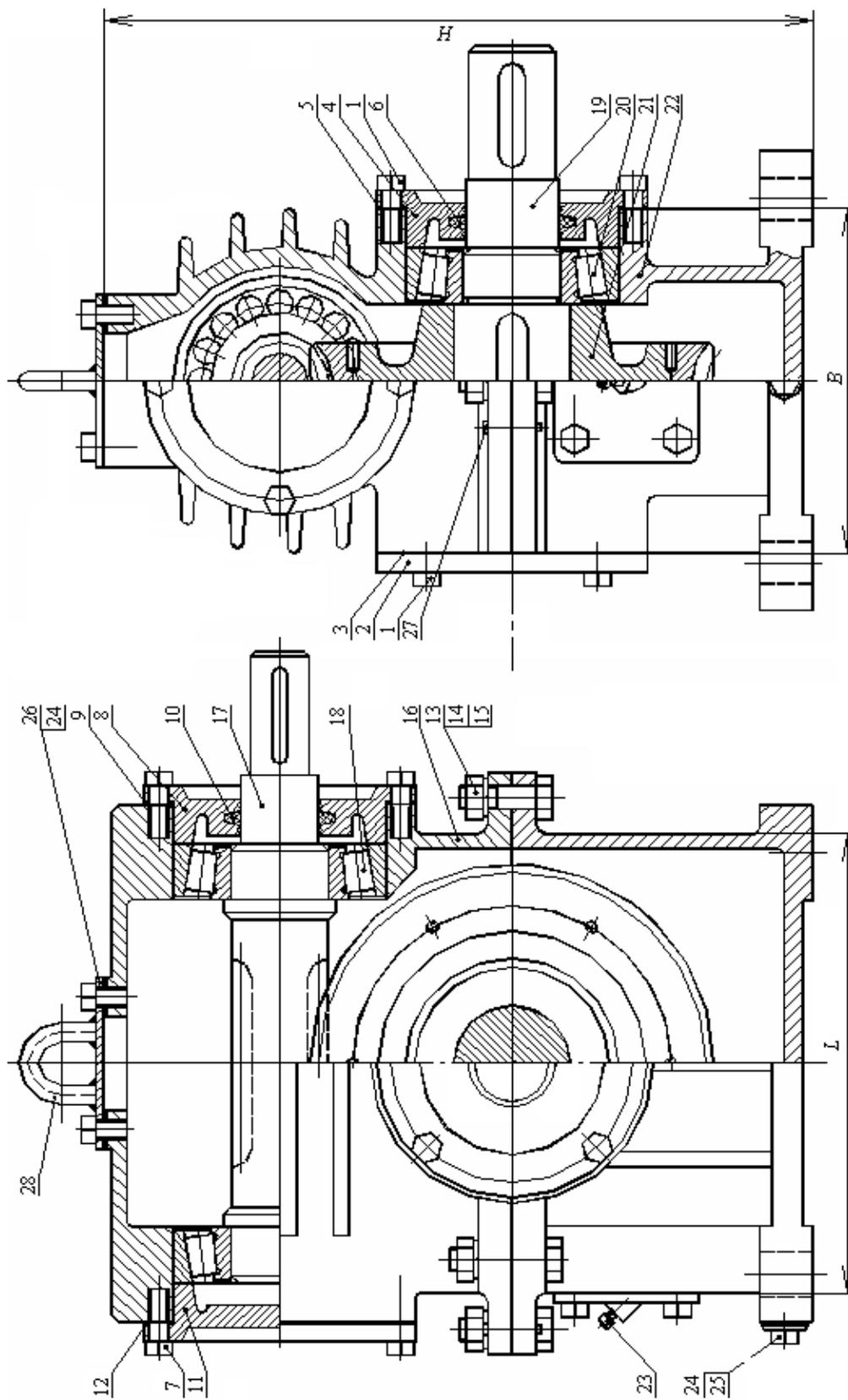


Рис. 3.1. Червячный редуктор

3. Порядок выполнения работы

3.1. Разборка редуктора, составление кинематической схемы и измерение межосевого расстояния

Отвернуть болты крышек подшипников 1, 7; снять сквозные крышки 4, 8 с прокладками 5, 9, глухие крышки 2, 11 с прокладками 3, 12.

Измерить межосевое расстояние a_w , мм, между центровыми отверстиями на валу червяка 17 и линией разъема корпуса редуктора, совпадающей с осью вала червячного колеса.

Отвернуть болты 13 с гайками 14 и пружинными шайбами 15. Снять крышку корпуса 16 в сборе с валом червяка 17. Вынуть вал червяка 17 в сборе с подшипниками 18 и изучить их конструкцию.

Изучить конструкции сквозных крышек 4, 8 и уплотнений 6, 10.

Достать вал 19 с подшипниками 20 и червячным колесом 21 из основания корпуса 22. Изучить конструкцию червячного колеса 21, вала 19, основания корпуса редуктора 22.

Снять маслоуказатель 23, вывернуть сливную пробку 24 с прокладкой 25.

Выполнить кинематическую схему редуктора согласно требованиям. Условные обозначения представлены в прил. 1.

3.2. Определение основных параметров зацепления

Определить число заходов (витков) червяка Z_1 . Для этого необходимо совершить один полный оборот червяка и подсчитать сколько раз начинаются витки. Подсчитать число зубьев колеса Z_2 .

Измерить диаметры окружностей выступов червяка d_{a1} (рис. 3.2) и червячного колеса d_{a2} , наружный диаметр червячного колеса d_{am2} , ширину колеса b_2 и длину нарезанной части червяка b_1 .

Измерить габаритные размеры корпуса редуктора: высоту H , ширину B , длину L (рис. 3.1). Результаты замеров занести в табл. 3.2.

Определить передаточное число редуктора U по формуле

$$U = \frac{Z_2}{Z_1}.$$

Определить осевой модуль m , мм, зацепления по формуле

$$m = \frac{d_{a2}}{Z_2 + 2}.$$

Полученное значение округлить до ближайшего стандартного m_{cm} (табл. 3.3).

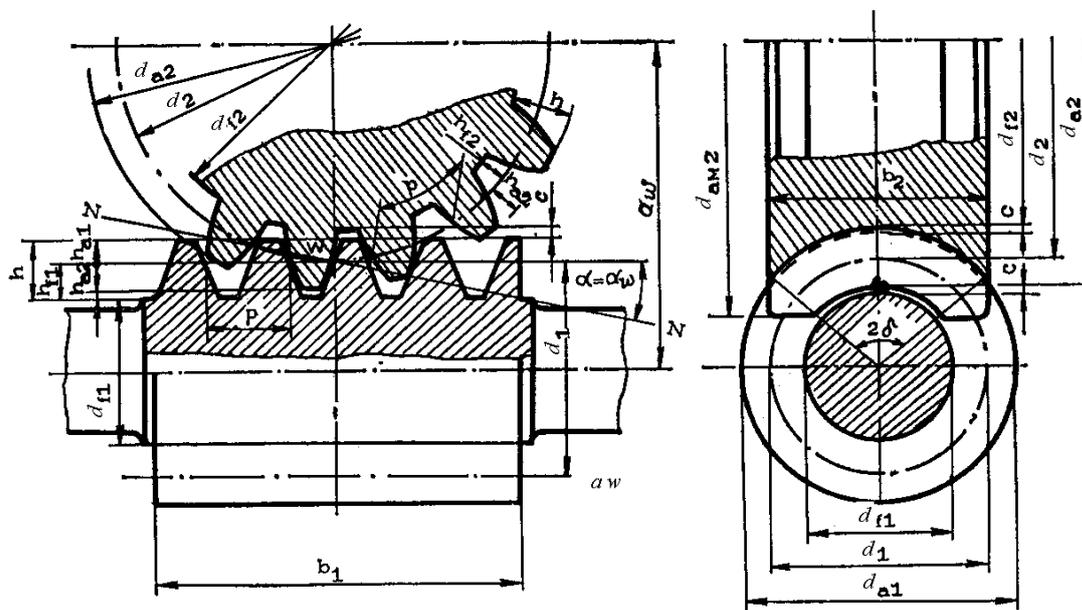


Рис. 3.2. Геометрические параметры червячного зацепления

Таблица 3.2

Названия параметров	Значения
1. Межосевое расстояние a_w , мм	
2. Число заходов червяка Z_1	
3. Число зубьев червячного колеса Z_2	
4. Диаметр окружности выступов d_a , мм	
червяка d_{a1}	
колеса d_{a2}	
5. Наружный диаметр червячного колеса d_{am2} , мм	
6. Длина нарезанной части червяка b_1 , мм	
7. Ширина колеса b_2 , мм	
8. Габаритные размеры корпуса редуктора, мм:	
высота H	
ширина B	
длина L	

Определить делительные диаметры червяка d_1 и колеса d_2 по формулам

$$d_1 = d_{a1} - 2m_{cm} \quad \text{и} \quad d_2 = m_{cm}Z_2. \quad (3.3) \text{ и } (3.4)$$

Определить коэффициент относительной толщины червяка q по формуле

$$q = \frac{d_1}{m_{cm}}.$$

Полученное значение округлить до стандартного q_{cm} для выбранного стандартного модуля (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Модуль m , мм	Число заходов червяка Z_1							
	при коэффициенте относительной толщины червяка q							
	8	(9)	10	(12)	12,5	(14)	16	20
1,00							1	1;2;4
1,25					1;2;4		1;2;4	1;2;4
(1,50)						(1;2;4)	(1)	
1,60			1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4
2,00	1;2;4		1;2;4	(1;2;4)	1;2;4		1;2;4	1;2;4
2,50	1;2;4		1;2;4	(1;2;4)	1;2;4		1;2;4	1;2;4
(3,00)			(1;2;4)	(1;2;4)				
3,15	1;2;4		1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4
(3,50)			(1;2;4)	(1)		(1)		
4,00	1;2;4	(1;2;4)	1;2;4	(1)	1;2;4		1;2;4	1;2;4
5,00	1;2;4		1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4
(6,00)		(1;2;4)	(1;2;4)					
6,30	1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4	1;2;4	1;2;4
(7,00)				(1;2;4)				
8,00	1;2;4		1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4
10,00	1;2;4		1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4
(12,00)			(1;2)					
12,50	1;2;4		1;2;4		1;2;4		1;2;4	1;2;4
(14,00)	(2)							
16,00	1;2;4		1;2;4		1;2;4		1;2;4	
20,00	1;2;4		1;2;4					

Примечание. В скобках приведены допускаемые значения. Следует предпочитать значения, приведенные без скобок.

Уточнить делительный диаметр червяка d_1 по формуле

$$d_1 = m_{cm} q_{cm}.$$

Определить угол подъема винтовой линии червяка γ по формуле

$$\gamma = \operatorname{arctg}\left(\frac{Z_1}{q_{cm}}\right). \quad (3.5)$$

Уточнить межосевое расстояние a_w по формуле

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2}.$$

Сравнить рассчитанное значение a_w с ранее измеренным (табл. 3.2) и объяснить расхождение, если оно имеется.

Уточнить диаметр вершин витков червяка d_{a1} и зубьев червячного колеса d_{a2} по формулам

$$d_{a1} = d_1 + 2h_a \quad \text{и} \quad d_{a2} = d_2 + 2h_a,$$

где h_a – высота головки зуба, мм, $h_a = m_{cm}$.

Уточнить наружный диаметр червячного колеса d_{am2} по формуле

$$d_{am2} = d_{a2} + 2h_a.$$

Сравнить рассчитанные значения d_{a1} , d_{a2} и d_{am2} с ранее измеренными (табл. 3.2).

Диаметр впадин зубьев колеса d_{f2} по формуле

$$d_{f2} = d_2 - 2h_f,$$

где h_f – высота ножки зуба, мм

$$h_f = 1,2m_{cm}.$$

Определить длину нарезной части червяка b_1 и ширину венца червячного колеса b_2 по формулам.

При числе заходов $Z_1=1, Z_1=2$

$$b_1 \geq (11 + 0,06Z_2)m_{cm} + L_K;$$

$$b_2 \leq 0,75d_{a1}.$$

При числе заходов $Z_1=4$

$$b_1 \geq (12,5 + 0,09Z_2)m_{cm} + L_K;$$

$$b_2 \leq 0,67d_{a1},$$

где L_K – технологический припуск, мм, принимаемый по табл. 3.4.

Таблица 3.4

Обработка	Модуль	L_K , мм
Не шлифуется	Любой	0
Шлифование	$m < 10$	25
	$10 \leq m \leq 16$	35–40

Результаты расчетов занести в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Параметры	Значения
1. Число заходов червяка Z_1	
2. Число зубьев червячного колеса Z_2	
3. Передаточное число U	
4. Стандартный модуль m , мм	
5. Коэффициент относительной толщины червяка q	
6. Делительный диаметр d , мм	
червяка d_1	
колеса d_2	
7. Диаметр вершин d_a , мм	
червяка d_{a1}	
колеса d_{a2}	
8. Диаметр впадин d_f , мм	
червяка d_{f1}	
колеса d_{f2}	
9. Наружный диаметр колеса d_{am2} , мм	
10. Межосевое расстояние a_w , мм	
11. Угол подъема винтовой линии червяка γ , град	
12. Длина нарезной части червяка b_1 , мм	
13. Ширина колеса b_2 , мм	

3.3. Определение основных параметров подшипников

Методика выполнения изложена в лабораторной работе 1 п. 3.3.

3.4. Сборка редуктора

Сборка редуктора производится в порядке, обратном разборке. После установки вала червячного колеса в корпус и крышки корпуса в сборе с червяком, прежде чем затягивать болты 1 и 7, нужно провести регулировку радиального зазора подшипников и пятна контакта в зацеплении.

3.4.1. Регулировка радиального зазора подшипников

Регулировка осевого зазора в подшипниках вала червяка осу-

ществляется при помощи прокладок 9 и 12, установленных между корпусом редуктора и торцом крышек подшипников 8 и 11. Выполняется в следующей последовательности.

Крышку 11 устанавливают в корпус с комплектом прокладок и зажимают винты 7 до отказа. Затем крепят вторую крышку 8 без прокладок и равномерно зажимают винты до тех пор, пока вал червяка не сможет вращаться. После этого отпускают винты на четверть оборота. С помощью комплекта щупов измеряют зазор между корпусом редуктора и фланцем крышки подшипника δ_1 . С учетом того, что величина осевого зазора в подшипниках должна составлять $\delta_2=0,08-0,15$ мм (для вала диаметром 50 мм), суммарная толщина прокладок должна быть равна $\delta_1+\delta_2$. Снимают крышку подшипника и подбирают набор прокладок этой толщины. Устанавливают крышку с прокладками в корпус и закручивают винты до отказа. Проворачивают вал рукой. Если вал вращается туго, то требуется добавить еще одну тонкую прокладку и проверить индикатором величину полученной осевой игры. Окончательный осевой зазор не должен превышать рекомендуемые границы δ_2 .

3.4.2. Регулировка пятна контакта в зацеплении

Сборка червячных передач должна обеспечить правильное зацепление витков червяка с зубьями червячного колеса. Для этого необходимо, чтобы оси червяка 17 и средней плоскости червячного колеса 21 совпадали (рис. 3.3, а). Проверка положения оси червяка относительно средней плоскости червячного колеса производится с помощью отвеса, шаблонов или отпечатка краски. Краску наносят на винтовую поверхность червяка, после чего его вводят в зацепление с червячным колесом и медленным поворотом червяка получают отпечатки на зубьях указанного колеса, по которым и судят о правильности зацепления: правильное – рис. 3.3, а; неправильное – рис. 3.3, б, в.

Регулировка пятна контакта выполняется после регулирования радиального зазора в подшипниках вала червячного колеса.

После установки червячного колеса относительно червяка производят осевую регулировку подшипников вала колеса следующим образом: вставляют крышки 2 и 4 без прокладок в корпус до упора в подшипники и измеряют щупом величины зазоров δ_3 между крышкой 2 и корпусом и δ_4 между крышкой 4 и корпусом. К величине полученных зазоров следует прибавить половину необходимого осевого зазо-

ра в подшипниках $\frac{\delta_2}{2}$, подобрать комплекты прокладок, по толщине равных

$$\delta' = \delta_3 + \frac{\delta_2}{2} \quad \text{и} \quad \delta'' = \delta_4 + \frac{\delta_2}{2},$$

поставить крышки 2 и 4 с соответствующими прокладками в корпус, зажать болт до отказа. Затем провернуть вал рукой: если вал вращается туго, то необходимо добавить с каждой стороны по одной тонкой прокладке, после этого следует проверить индикатором величину полученной осевой игры. Окончательный осевой зазор не должен выходить за пределы рекомендованного δ_2 .

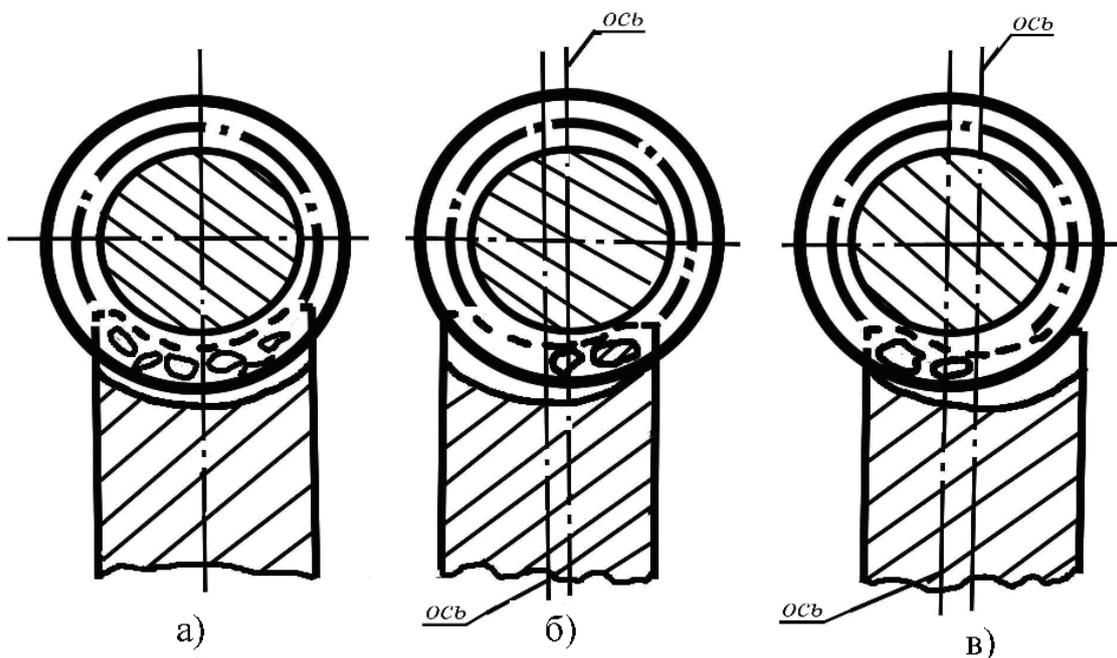


Рис. 3.3. Расположение пятна контакта

3.5. Определение кинематических и силовых параметров

Методика выполнения изложена в лабораторной работе 1 п. 3.5.

3.6. Тепловой расчет червячной передачи

При работе червячной передачи значительная часть мощности расходуется на преодоление трения в зацеплении, в результате чего происходит нагревание редуктора. Выделяемое тепло отводится в окружающую среду через стенки редуктора. В случае недостаточного отвода тепла редуктор перегревается и выходит из строя. Поэтому

необходимо производить тепловой расчет с целью определения температуры масла t_m , которая не должна превышать допустимой величины $[t_m]=60-90^\circ\text{C}$. Температуру масла определяют по формуле

$$t_m = \frac{(1 - \eta_{ч.п.})P}{KA} + t_g \leq [t_m],$$

где $\eta_{ч.п.}$ – КПД червячной передачи; P – мощность на входном валу редуктора, Вт; K – коэффициент теплопередачи (8–12); A – площадь поверхности редуктора, м^2 , определяемая по формуле

$$A = K[2H(B + L) + BL],$$

где H , B , L – соответственно высота, ширина и длина корпуса редуктора, м; K – вспомогательный коэффициент, учитывающий увеличение площади охлаждения за счет ребер жесткости и охлаждения. Для изучаемого редуктора $K=1,27$.

4. Содержание отчета

В отчете нужно привести: название и цель работы; краткое описание конструкции редуктора и его основных элементов; кинематическую схему редуктора с необходимыми обозначениями; параметры зацепления в виде табл. 3.2 и 3.5; схему червячного зацепления (рис. 3.2); тип и номера подшипников (табл. 1.5); определение мощности на ведущем валу редуктора; тепловой расчет редуктора.

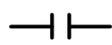
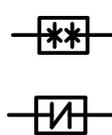
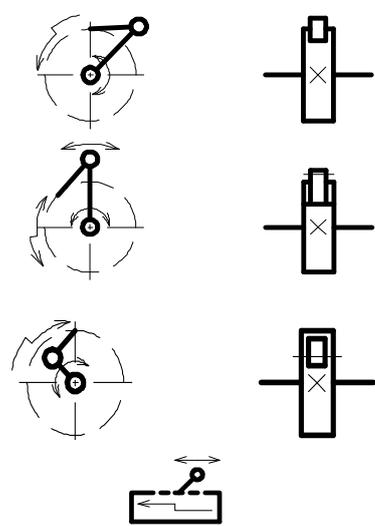
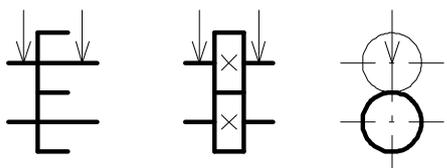
5. Контрольные вопросы

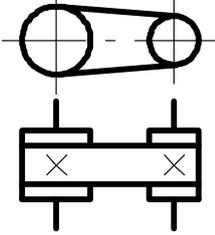
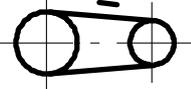
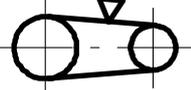
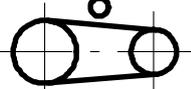
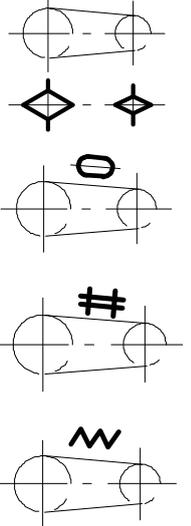
1. Какие преимущества и недостатки имеют червячные передачи по сравнению с зубчатыми? 2. В каких случаях целесообразно применение червячной передачи? 3. Чем обусловлено различное расположение червяка относительно червячного колеса? 4. Как определяется передаточное число червячной передачи? 5. Как осуществляется смазка червячного зацепления и подшипников? 6. Зачем необходимо регулировать пятно контакта зацепления? 7. Почему требуется регулирование зазора в подшипниках? 8. Почему венцы червячных колес изготавливаются из антифрикционных материалов? 9. Как связаны диаметры червяка и червячного колеса и модуль зацепления?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

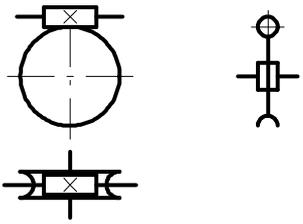
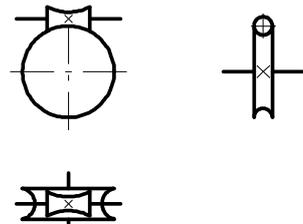
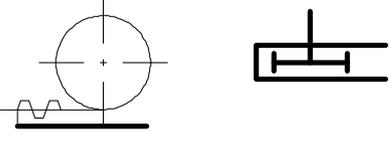
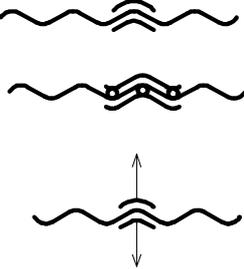
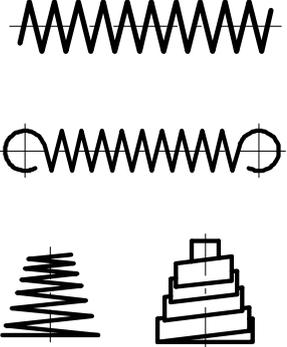
ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ В СХЕМАХ.
ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ
(ПО ГОСТ 2.770-80)

Наименования	Обозначения
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.	
Гибкий вал для передачи вращающего момента	
Неподвижное звено (стойка). Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой, например	
Кинематическая пара а) вращательная	
б) поступательная	
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) радиальные	
б) упорные	
Подшипники скольжения: а) радиальные	
б) радиально-упорные одно- сторонние	
в) радиально-упорные двух- сторонние	
г) упорные односторонние	
д) упорные двухсторонние	
Подшипники качения а) радиальные	

Наименования	Обозначения
<p>б) радиально-упорные одно- сторонние</p> <p>в) радиально-упорные двух- сторонние</p> <p>г) упорные односторонние</p> <p>д) упорные двухсторонние</p>	
<p>Муфта. Общее обозначение без уточнения типа</p>	
<p>Муфта нерасцепляемая (неуправ- ляемая):</p> <p>а) глухая</p> <p>б) упругая</p>	
<p>Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа</p>	
<p>Храповые зубчатые механизмы:</p> <p>а) с наружным зацеплением односторонние</p> <p>б) с наружным зацеплением двухсторонние</p> <p>в) с внутренним зацеплением односторонние</p> <p>г) с реечным зацеплением</p>	
<p>Фрикционные передачи с цилин- дрическими роликами</p>	

Наименования	Обозначения
Маховик на валу	
Передача ремнем без уточнения типа	
Передача плоским ремнем	
Передача клиновидным ремнем	
Передача круглым ремнем	
Передача зубчатым ремнем	
<p>Передача цепью:</p> <p>а) общее обозначение без уточнения типа цепи</p> <p>б) круглозвенной</p> <p>в) пластинчатой</p> <p>г) зубчатой</p>	

Наименования	Обозначения
<p>Передатки зубчатые (цилиндрические):</p> <p>а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p> <p>б) то же с прямыми зубьями</p> <p>косыми зубьями</p> <p>шевронными зубьями</p> <p>в) внутреннее зацепление</p>	
<p>Передатки зубчатые с пересекающимися валами и конические:</p> <p>а) общее обозначение без уточнения типа зубьев</p> <p>б) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями</p>	

Наименования	Обозначения
Червячные передачи с цилиндрическим червяком	
Червячные глобоидные передачи	
Передачи зубчатые реечные (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
Винт, передающий движение	
Гайка на винте, передающем движение: а) неразъемная б) неразъемная с шариками в) разъемная	
Пружины: а) цилиндрические сжатия б) цилиндрические растяжения в) конические сжатия	

Окончание прил. 1

Наименования	Обозначения
г) цилиндрические, работающие на кручение	
д) рессора	
е) тарельчатые	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ
ОДНОРЯДНЫЕ (ПО ГОСТ 8388-75)

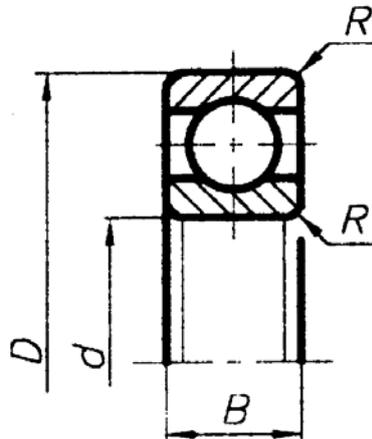


Рис. 1. Габаритные размеры шариковых радиальных однорядных подшипников

Таблица 1

Основные размеры и параметры шариковых
радиальных однорядных подшипников

Условное обо- значение под- шипника	d , мм	D , мм	B , мм	R , мм	Грузоподъемность, кН	
					динами- ческая C	стати- ческая C_0
1	2	3	4	5	6	7
<i>Особо легкая серия</i>						
100	10	26	8	0,5	4,62	1,96
101	12	28	8	0,5	5,07	2,24
104	20	42	12	1,0	9,36	4,5
105	25	47	12	1,0	11,2	5,6
106	30	55	13	1,5	13,3	6,8
107	35	62	14	1,5	15,9	8,5
108	40	68	15	1,5	16,8	9,3
109	45	75	16	1,5	21,2	12,2
110	50	80	16	1,5	21,6	13,2
111	55	90	18	2,0	28,1	17,0
112	60	95	18	2,0	29,6	18,3
113	65	100	18	2,0	30,7	19,6
114	70	110	20	2,0	37,7	24,5
115	75	115	20	2,0	39,7	26,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
116	80	125	22	2,0	47,7	31,5
117	85	130	22	2,0	49,4	33,5
118	90	140	24	2,50	57,2	39,0
119	95	145	24	2,5	60,5	41,5
120	100	150	24	2,5	60,5	41,5
<i>Легкая серия</i>						
200	10	30	9	1,0	5,9	2,65
201	12	32	10	1,0	6,89	3,1
202	15	35	11	1,0	7,8	3,55
203	17	40	12	1,0	9,56	4,5
204	20	47	14	1,5	12,7	6,2
205	25	52	15	1,5	14,0	6,95
206	30	62	16	1,5	19,5	10,0
207	35	72	17	2,0	25,5	13,7
208	40	80	18	2,0	32,0	17,8
209	45	85	19	2,0	33,2	18,6
210	50	90	20	2,0	35,1	19,8
211	55	100	21	2,5	43,6	25,0
212	60	110	22	2,5	52,0	31,0
213	65	120	23	2,5	56,0	34,0
214	70	125	24	2,5	61,8	37,5
215	75	130	25	2,5	66,3	41,0
216	80	140	26	3,0	70,2	45,0
217	85	150	28	3,0	89,5	53,0
218	90	160	30	3,0	95,6	62,0
219	95	170	32	3,5	108,0	69,5
220	100	180	34	3,5	124,0	79,0
<i>Средняя серия</i>						
300	10	35	11	1,0	8,06	3,75
301	12	37	12	1,5	9,75	4,65
302	15	42	13	1,5	11,4	5,4
303	17	47	14	1,5	13,5	6,65
304	20	52	15	2,0	15,9	7,8
305	25	62	17	2,0	22,5	11,4
306	30	72	19	2,0	29,1	14,6
307	35	80	21	2,5	33,2	18,0
308	40	90	23	2,5	41,0	22,4
309	45	100	25	2,5	52,7	30,0
310	50	100	27	3,0	61,8	36,0
311	55	120	29	3,0	71,5	41,5
312	60	130	31	3,5	81,9	48,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
313	65	140	33	3,5	92,3	56,0
314	70	150	35	3,5	104,0	63,0
315	75	160	37	3,5	112,0	72,5
316	80	170	39	3,5	124,0	80,0
317	85	180	41	4,0	133,0	90,0
318	90	190	43	4,0	143,0	99,0
319	95	200	45	4,0	153,0	110,0
320	100	215	47	4,0	174,0	132,0
<i>Тяжелая серия</i>						
403	17	62	17	2,0	22,9	11,8
405	25	80	21	2,5	36,4	20,4
406	30	90	23	2,5	47,0	26,7
407	35	100	25	2,5	55,3	31,0
408	40	110	27	3,0	63,7	36,5
409	45	120	29	3,0	76,1	45,5
410	50	130	31	3,5	87,1	52,0
411	55	140	33	3,5	100,0	63,0
412	60	150	35	3,5	108,0	70,0
413	65	160	37	3,5	119,0	78,1
414	70	180	42	4,0	143,0	105,0
416	80	200	48	4,0	163,0	125,0
417	85	210	52	5,0	174,0	135,0

ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ОДНОРЯДНЫЕ (ПО ГОСТ 831-75)

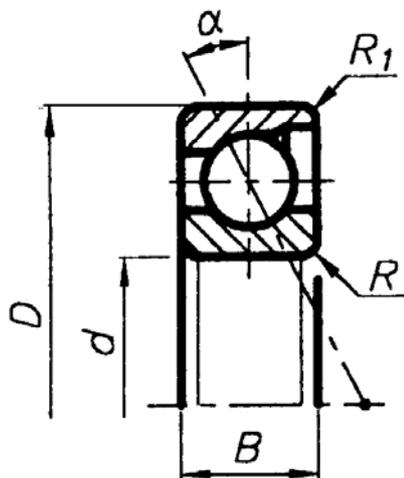


Рис. 2. Габаритные размеры шариковых радиально-упорных подшипников

Таблица 2

Основные размеры и параметры шариковых радиально-упорных подшипников

Условное обозначение подшипника		d , мм	D , мм	B , мм	R , мм	R_1 , мм	Грузоподъемность, кН			
							динамическая C типа		статическая C_0 типа	
$\alpha=12^\circ$	$\alpha=26^\circ$						36000	46000	36000	46000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Легкая серия</i>										
36202	46202	15	35	11	1,0	0,3	8,15	8,25	3,83	3,65
36203	—	17	40	12	1,0	0,3	12	—	6,12	—
36204	46204	20	47	14	1,5	0,5	15,7	14,8	8,31	7,64
36205	46205	25	52	15	1,5	0,5	16,7	15,7	9,1	8,34
36206	46206	30	62	16	1,5	0,5	22,0	21,9	12,0	12,0
36207	46207	35	72	17	2,0	1,0	30,8	29,0	17,8	16,4
36208	46208	40	80	18	2,0	1,0	38,9	36,8	23,2	21,3
36209	46209	45	85	19	2,0	1,0	41,2	38,7	25,1	23,1
36210	46210	50	90	20	2,0	1,0	43,2	40,6	27,0	24,9
36211	46211	55	100	21	2,5	1,2	58,4	50,3	34,2	31,5
36212	46212	60	110	22	2,5	1,2	61,5	60,8	39,3	38,8
36213	46213	65	120	23	2,5	1,2	—	69,4	—	45,9
36214	—	70	125	24	2,5	1,2	80,2	—	54,8	—
36215	46215	75	130	25	2,5	1,2	—	78,4	—	53,8
36216	46216	80	140	26	3,0	1,5	93,6	87,9	65,0	60,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36217	46217	85	150	28	3,0	1,5	101,0	94,4	70,8	65,1
36218	46218	90	160	30	3,0	1,5	118,0	111,0	83,0	76,2
36219	46219	95	170	32	3,5	2,0	134,0	–	95,0	–
–	46220	100	180	34	3,5	2,0	–	148,0	–	107,0

**ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ КОНИЧЕСКИЕ ОДНОРЯДНЫЕ
(ПО ГОСТ 333-79)**

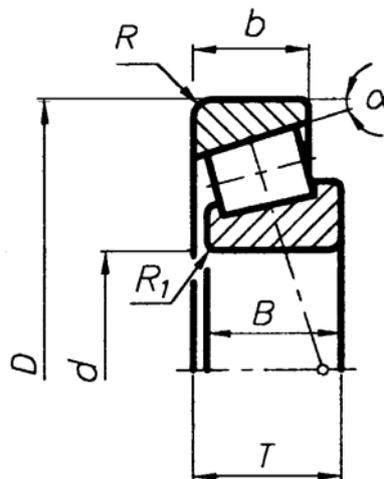


Рис. 3. Габаритные размеры роликовых конических однорядных подшипников

Таблица 3

**Основные размеры и параметры роликовых конических
однорядных подшипников**

Условное обозначение подшипника	Размеры, мм							Грузоподъемность, кН		Факторы приведенной нагрузки		
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>B</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ₁	динамическая <i>C</i>	статическая <i>C</i> ₀	<i>e</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i> ₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Легкая серия α=12÷16°</i>												
7202	15	35	12,0	11	9	1,0	0,3	10,5	6,1	0,451	1,329	0,731
7203	17	40	13,5	12	11	1,5	0,5	14,0	9,0	0,314	1,909	1,050
7204	20	47	15,5	14	12	1,5	0,5	21,0	13,0	0,360	1,666	0,916
7205	25	52	16,5	15	13	1,5	0,5	24,0	17,5	0,360	1,666	0,916
7206	30	62	17,5	16	14	1,5	0,5	31,0	22,0	0,365	1,645	0,905
7207	35	72	18,5	17	15	2,0	0,8	38,5	26,0	0,369	1,624	0,893

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7208	40	80	20,0	19	16	2,0	0,8	46,5	32,5	0,383	1,565	0,861
7209	45	85	21,0	20	16	2,0	0,8	50,0	33,0	0,414	1,450	0,798
7210	50	90	22,0	21	17	2,0	0,8	56,0	40,0	0,374	1,604	0,882
7211	55	100	23,0	21	18	2,5	0,8	65,0	46,0	0,411	1,459	0,802
7212	60	100	24,0	23	19	2,5	0,8	78,0	58,0	0,351	1,710	0,940
7214	70	125	26,5	26	21	2,5	0,8	96,0	82,0	0,369	1,624	0,893
7215	75	130	27,5	26	22	2,5	0,8	107,0	84,0	0,388	1,547	0,851
7216	80	140	28,5	26	22	3,0	1,0	112,0	95,0	0,421	1,426	0,784
7217	85	150	31,0	28	24	3,0	1,0	130,0	109,0	0,435	1,380	0,759
7218	90	160	33,0	31	26	3,0	1,0	158,0	125,0	0,383	1,565	0,861
7219	95	170	35,0	32	27	3,5	1,2	168,0	131,0	0,407	1,476	0,812
7220	100	180	37,5	34	29	3,5	1,2	185,0	146,0	0,402	1,493	0,821
<i>Легкая широкая серия $\alpha=12\div 16^\circ$</i>												
7506	30	62	21,5	20,5	17	1,5	0,5	36,0	27,0	0,365	1,645	0,905
7507	35	72	24,5	23,0	20	2,0	0,8	53,0	40,0	0,346	1,733	0,953
7508	40	80	25,0	23,5	20	2,0	0,8	56,0	44,0	0,381	1,575	0,866
7509	45	85	25,0	23,5	20	2,0	0,8	60,0	46,0	0,416	1,442	0,793
7510	50	90	25,0	23,5	20	2,0	0,8	62,0	54,0	0,421	1,426	0,784
7511	55	100	27,0	25,0	21	2,5	0,8	80,0	61,0	0,360	1,666	0,916
7512	60	110	30,0	28,0	24	2,5	0,8	94,0	75,0	0,392	1,528	0,840
7513	65	120	33,0	31,0	27	2,5	0,8	119,0	98,0	0,369	1,624	0,893
7514	70	125	33,5	31,0	27	2,5	0,8	125,0	101,0	0,388	1,547	0,851
7515	75	130	33,5	31,0	27	2,5	0,8	130,0	108,0	0,407	1,476	0,812
7516	80	140	35,5	33,0	28	3,0	1,0	143,0	126,0	0,402	1,493	0,821
7517	85	150	39,0	36,0	30	3,0	1,0	162,0	141,0	0,388	1,547	0,851
7518	90	160	43,0	40,0	34	3,0	1,0	190,0	171,0	0,388	1,547	0,851
7519	95	170	46,0	45,5	37	3,5	1,2	230,0	225,0	0,383	1,565	0,861
7520	100	180	49,5	46,0	39	3,5	1,2	250,0	236,0	0,402	1,493	0,821
<i>Средняя серия $\alpha=10\div 14^\circ$</i>												
7304	20	52	16,5	16	13	2,0	0,8	26,0	17,0	0,296	2,026	1,114
7305	25	62	18,5	17	15	2,0	0,8	33,0	23,2	0,360	1,666	0,916
7306	30	72	21,0	19	17	2,0	0,8	43,0	29,5	0,337	1,780	0,979
7307	35	80	23,0	21	18	2,5	0,8	54,0	38,0	0,319	1,881	1,035
7308	40	90	25,5	23	20	2,5	0,8	66,0	47,5	0,278	2,158	1,187
7309	45	100	27,5	26	22	2,5	0,8	83,0	60,0	0,287	2,090	1,150
7310	50	110	29,5	29	23	2,5	1,0	100,0	75,5	0,310	1,937	1,065
7311	55	120	32,0	29	25	3,0	1,0	107,0	81,5	0,332	1,804	0,992
7312	60	130	34,0	31	27	3,0	1,0	128,0	96,5	0,305	1,966	1,081
7313	65	140	36,5	33	28	3,5	1,2	146,0	112,0	0,305	1,966	1,081
7314	70	150	38,5	37	30	3,5	1,2	170,0	137,0	0,310	1,937	1,065
7315	75	160	40,5	37	31	3,5	1,2	180,0	148,0	0,328	1,829	1,006

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7317	85	180	45,0	41	35	4,0	1,5	230,0	195,0	0,314	1,909	1,050
7318	90	190	47,0	43	36	4,0	1,5	250,0	201,0	0,319	1,881	1,035
<i>Средняя широкая серия $\alpha=11\div 15^\circ$</i>												
7604	20	52	22,5	21	18,5	2,0	0,8	31,5	22,0	0,298	2,011	1,106
7605	25	62	25,5	24	21	2,0	0,8	47,5	36,6	0,273	2,194	1,205
7606	30	72	29,0	29	23	2,0	0,8	63,0	51,0	0,319	1,882	1,035
7607	35	80	33,0	31	27	2,5	0,8	76,0	61,5	0,296	2,026	1,114
7608	40	90	35,5	33	28,5	2,5	0,8	90,0	67,5	0,296	2,026	1,114
7609	45	100	38,5	36	31	2,5	0,8	114,0	90,5	0,291	2,058	1,131
7611	55	120	46,0	44,5	36,5	3,0	1,0	160,0	140,0	0,323	1,855	1,020
7612	60	130	49,0	47,5	39	3,5	1,2	186,0	157,0	0,305	1,966	1,081
7613	65	140	51,5	48	41	3,5	1,2	210,0	168,0	0,328	1,829	1,006
7614	70	150	54,5	51	43	3,5	1,2	240,0	186,0	0,351	1,710	0,940
7615	75	160	58,5	55	46,5	3,5	1,2	280,0	235,0	0,301	1,996	1,198
7616	80	170	62,0	59,5	49	4,0	1,5	310,0	290,0	0,316	1,895	1,042
7618	90	190	68,0	66,5	53,5	4,0	1,5	370,0	365,0	0,301	1,996	1,198
7620	100	215	78,0	73	61,5	4,0	1,5	460,0	460,0	0,314	1,909	1,050
<i>Средняя серия* $\alpha=25\div 29^\circ$</i>												
27306	30	72	21,0	19,0	14,0	2,0	0,8	35,0	20,6	0,721	0,833	0,458
27307	35	80	23,0	21,0	15,0	2,5	0,8	45,0	29,0	0,786	0,763	0,420
27308	40	90	25,5	23,0	17,0	2,5	0,8	56,0	37,0	0,786	0,763	0,420
27310	50	110	29,5	29,0	19,0	3,0	1,0	80,0	53,0	0,797	0,752	0,414
27311	55	120	32,0	29,0	21,0	3,0	1,0	92,0	58,0	0,814	0,737	0,504
27312	60	130	34,0	31,0	22,0	3,5	1,2	105,0	61,0	0,699	0,858	0,472
27313	65	140	36,5	33,0	23,0	3,5	1,2	120,0	70,0	0,753	0,796	0,438
27315	75	160	40,5	37,0	26,0	3,5	1,2	150,0	93,5	0,826	0,726	0,400
27317	85	180	45,0	41,0	30,0	4,0	1,5	180,0	146,0	0,764	0,785	0,432
* По ГОСТ 7260-81												