

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт им. С.П.Королева

М.И.КОЧНЕВ

РЕЗЬБЫ, РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ,
ЗУБЧАТЫЕ ЗАЦЕПЛЕНИЯ, ЗАКЛЕЮЧНЫЕ
И СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие по курсу
„Машиностроительное черчение“

Утверждено Советом института
15 декабря 1966 года

Куйбышев - 1967

Резьбой называется совокупность витков определенного профиля, расположенных по винтовым линиям на наружной или внутренней поверхности цилиндра или конуса.

Резьбы делятся на цилиндрические и конические. Цилиндрическая резьба выполняется на цилиндрических элементах деталей, коническая — на конических. Наибольшее распространение в машиностроении получили резьбы цилиндрические. В зависимости от формы профиля резьбы бывают треугольные, трапециoidalные, прямоугольные и круглые (фиг. I).

В зависимости от направления винтовой линии различают резьбы правые и левые. Проще всего отличить по наружному виду правую резьбу от левой, если поставить перед собой резьбовую деталь вертикально. Тогда при правой резьбе ви-



Фиг. I . . .

длинные участки винтовой линии будут подниматься слева вверх направо (фиг.2), а при левой резьбе справа вверх налево (фиг.3).



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

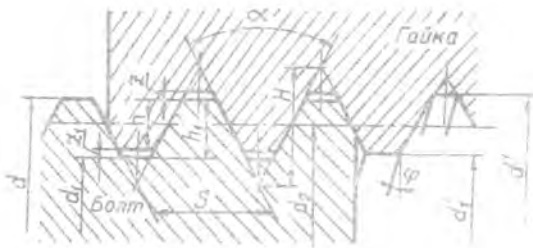
В зависимости от количества витков, образующих резьбу, различают резьбы однозаходные и многозаходные. Если в стверсти или на стержне нарезают один виток (часто называют его «нитка»), то резьба называется однозаходной. При нарезке нескольких витков резьба называется многозаходной. Многозаходная резьба получается так же как и однозаходная, с той лишь разницей, что начала последующих витков сдвинуты по отношению к первому на определенный угол (для двухзаходной на угол 180° , для трехзаходной на угол 120° и т.д.). Для того, чтобы определить, сколько заходов имеет резьба, надо посмотреть в торец винта, где начинаются витки. На фиг. 4 показана схематично двухзаходная резьба. В машиностроении чаще всего встречаются одно-трехзаходные резьбы и реже резьбы с большим числом заходов.

§ 2

Основные элементы резьбы

Если рассечь изделие с нарезанной на нем резьбой плоскостью, проходящей через ось, то получим профиль резьбы (фиг.5). По этому профилю различают основные элементы резьбы:

- наружный диаметр болта (d) или гайки (d');
- внутренний диаметр болта (d_1) или гайки (d'_1);



Фиг. 5.

средний диаметр болта и гайки (d_2) – диаметр воображаемого цилиндра, поверхность которого должна пересечь витки резьбы таким образом, чтобы ширина витков была равна ширине впадин;

угол профиля (α) – угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в плоскости оси болта или гайки;

теоретическую высоту профиля (H) – высоту остроугольного профиля, полученного при продолжении боковых сторон профиля до их пересечения;

высоту профиля (h_1) – высоту основного расчетного профиля, болта и гайки, измеренную перпендикулярно оси;

работочую высоту профиля (h) – наибольшую высоту соприкосновения сторон профиля резьбовой пары, измеренную перпендикулярно оси;

шаг резьбы (S) – расстояние между параллельными сторонами двух рядом лежащих витков, измеренное вдоль оси болта или гайки. Для многозаходных резьб следует различать термины «шаг» и «ход». Под термином «ход» имеется в виду то расстояние, на которое переместится вдоль оси болта гайка при одном ее полном обороте. При однозаходной резьбе шаг и ход равны по величине. Ход многозаходных резьб равен произведению шага на число заходов $L = S z$,

где z – число заходов;

угол подъема резьбы (φ) – угол, образованный винтовой линией и плоскостью, перпендикулярной оси резьбы. В расчетных зависимостях берут угол φ , соответствующий среднему диаметру, т.е.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{\pi d_2} ; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{S}{\pi d_2} . \text{ Для многозаходных резьб}$$

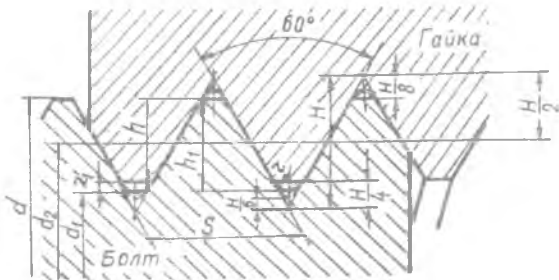
зазор между наружными диаметрами болта и гайки Z ;
зазор между внутренними диаметрами болта и гайки Z_1 .

§ 3

Цилиндрические резьбы и их условное обозначение на чертежах

Цилиндрические резьбы разделяются на крепежные и ходовые. К крепежным резьбам относятся метрическая резьба с крупным шагом (ГОСТ 9150-59), метрическая резьба с мелким шагом (ГОСТ 8724-58), дюймовая (ОСТ 1260) и трубная резьба (ГОСТ 6357-52). К ходовым резьбам относятся трапецеидальная (ГОСТ 9484-60), упорная (ГОСТ 10177-62), прямоугольная или ленточная, круглая.

Метрическая резьба. В метрических резьбах теоретический профиль представляет собой равносторонний треугольник ($\alpha = 60^\circ$), основание которого равно шагу резьбы S . Действительный профиль отличается от теоретического тем, что по наружному диаметру болта он плоско срезан на восьмую часть высоты от вершин исходного треугольника $\frac{H}{8}$ (фиг.6).



Фиг. 6.

Форма резьбы по внутреннему диаметру болта стандартом не регламентируется и может выполняться как плоскосрезанной, так и закругленной. Все размеры метрических резьб выражаются в миллиметрах. Зависимость элементов профиля от шага в метрических резьбах следующая: $H = 0,866 \cdot S$;

$$h_1 = 0,541 \cdot S ; \quad r = \frac{h_1}{6} = 0,09017 \cdot S$$

Метрические резьбы разделяются на резьбы с мелкими шагами для диаметров от 1 до 600 мм по ГОСТ 8724-58 (таблица 1) и с крупными шагами от 1 до 68 мм по ГОСТ 9150-59 (таблица 2). В таблице 1 диаметры резьб распределены в три ряда. При выборе диаметра следует предпочитать первый ряд - второму, второй - третьему.

При обозначении резьбы на чертежах для метрических резьб с крупным шагом пишется буква М и диаметр, например, М16. Это обозначает метрическую резьбу с крупным шагом, однозаходную, имеющую наружный диаметр резьбы 16 мм.

Резьбы с мелким шагом обозначаются буквой М, диаметром и шагом, например, М16 х 1,5. Это обозначает метрическую резьбу с мелким шагом, однозаходную, имеющую наружный диаметр резьбы 16 мм и шаг 1,5 мм. Если резьба левая, то после условного обозначения пишется сокращенно «лев.», например, М16лев. Размер резьбы как для болта, так и для гайки должен быть проставлен всегда по наружному диаметру. Для резьб, по которым стандартизовано несколько классов точности, к условному обозначению добавляется соответствующий класс точности резьбы, например, М24кд.2. Резьба со стандартным профилем, но с размерами, отличными от стандартизованных, должна обозначаться сокращенно СИ (специальная), например, СИМ24х2,5.

Метрические резьбы - наиболее распространенные крепежные резьбы. Они находят широкое применение во всех областях машиностроения и приборостроения. Резьбы с мелкими шагами применяются для соединения тонкостенных деталей с большим диаметром, чтобы не ослаблять их глубокой резьбой, для увеличения количества витков на деталях, имеющих незначительную длину нарезки (в измерительных приборах и в деталях, подверженных динамическим нагрузкам). В некоторых об-

ИСТРИЧОВЫЕ РЕЗЬБЫ (по ГОСТ 8724-58)

Диаметры		Линия	Шаг						
1-й ряд	2-й ряд		1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2	
I	-	-	0,25	-	-	-	-	-	0,2
I,2	I,1	-	0,25	-	-	-	-	-	0,2
I,6	I,4	-	0,35	-	-	-	-	-	0,2
2	1,8	-	0,35	-	-	-	-	-	0,2
2,5	2,2	-	0,4	-	-	-	-	0,25	-
3	-	-	0,45	-	-	-	-	0,25	-
4	3,5	-	0,5	-	-	-	-	0,35	-
4	-	-	(0,6)	-	-	-	-	0,35	-
5	4,5	-	0,7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	(0,75)	-	-	-	-	-	-
6	-	(5,5)	0,8	-	-	-	-	-	-
6	-	-	I	-	-	0,75	-	-	-
8	-	7	I	-	-	0,75	-	-	-
8	-	-	(I,25)	-	-	0,75	-	-	-
10	-	9	(I,25)	-	-	0,75	-	-	-
10	-	-	I,5	I,25	I	0,75	0,5	-	-
12	-	II	(I,5)	-	-	-	I,25	0,75	0,5
12	-	-	1,75	-	-	-	1,25	0,75	0,5
14	-	-	2	-	-	-	-	0,75	0,5
16	-	15	2	-	-	-	-	0,75	0,5
16	-	-	-	-	-	-	-	0,75	0,5
18	-	17	2,5	-	-	-	-	0,75	0,5
20	-	-	2,5	-	-	-	-	0,75	0,5
20	-	-	2,5	-	-	-	-	0,75	0,5
24	-	-	3	-	-	-	-	0,75	-
24	-	-	3	-	-	-	-	0,75	-
-	-	25	-	-	-	-	-	0,75	-
-	-	(26)	-	-	-	-	-	0,75	-
-	-	-	3	-	-	-	-	0,75	-
30	-	(28)	3,5	(3)	2	I,5	-	0,75	-
-	-	(32)	3,5	(3)	2	I,5	-	0,75	-
-	-	33	3,5	(3)	2	I,5	-	0,75	-
36	-	35	4	3	2	I,5	-	-	-
-	-	(38)	4	3	2	I,5	-	-	-
-	-	-	4	3	2	I,5	-	-	-
42	-	40	4,5	(4)	(3)	(2)	I,5	-	-
-	-	-	4,5	(4)	(3)	2	I,5	-	-
48	-	-	4,5	(4)	3	2	I,5	-	-
-	-	-	5	(4)	3	2	I,5	-	-
-	-	50	-	(3)	(2)	I,5	-	-	-
-	-	52	5	(4)	3	2	I,5	-	-
-	-	55	5,5	(4)	(3)	2	I,5	-	-
56	-	-	5,5	(4)	(3)	2	I,5	-	-
-	-	58	5,5	(4)	(3)	2	I,5	-	-
-	-	60	(5,5)	(4)	(3)	2	I,5	-	-
-	-	62	6	(4)	(3)	2	I,5	-	-
64	-	-	6	(4)	(3)	2	I,5	-	-
-	-	65	6	(4)	(3)	2	I,5	-	-
-	-	68	6	4	3	2	I,5	-	-

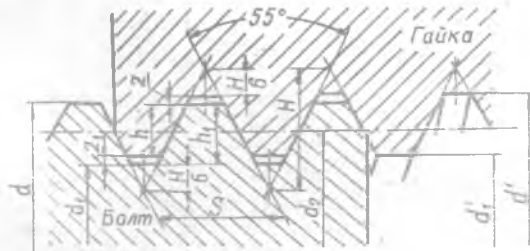
Таблица № 2

Основные размеры резьб с крупными шагами в мм
(по ГОСТ 9150-59)

Наружный	Диаметры резьб		Шаг резьбы	Высота профиля
	Средний	Внутренний		
I	0,838	0,730	0,25	0,135
I,1	0,938	0,830	0,25	0,135
I,2	1,038	0,930	0,25	0,135
I,4	1,205	1,075	0,35	0,162
I,6	1,373	1,221	0,35	0,189
I,8	1,573	1,421	0,35	0,189
2	1,740	1,567	0,40	0,216
2,2	1,908	1,713	0,45	0,243
2,5	2,208	2,013	0,45	0,243
3	2,675	2,459	0,50	0,270
3,5	3,110	2,850	0,60	0,325
4	3,546	3,242	0,70	0,379
4,5	4,013	3,688	0,75	0,406
5	4,480	4,134	0,80	0,433
6	5,350	4,918	I	0,541
7	6,350	5,918	I	0,541
8	7,188	6,647	I,25	0,676
9	8,188	7,647	I,25	0,676
10	9,026	8,376	I,5	0,812
11	10,026	9,376	I,5	0,812
12	10,863	10,106	I,75	0,947
14	12,701	11,835	2	1,082
16	14,701	13,835	2	1,082
18	16,376	15,294	2,5	1,353
20	18,376	17,294	2,5	1,353
22	20,376	19,294	2,5	1,353
24	22,051	20,752	3	1,624
27	25,051	23,752	3	1,624
30	27,727	26,211	3,5	1,894
33	30,727	29,211	3,5	1,894
36	33,402	31,670	4	2,165
39	36,402	34,670	4	2,165
42	39,077	37,129	4,5	2,435
45	42,077	40,129	4,5	2,435
48	44,752	42,587	5	2,706
52	48,752	46,587	5	2,706
56	52,428	50,046	5,5	2,977
60	56,428	54,046	5,5	2,977
64	60,103	57,505	6	3,247
68	64,103	61,505	6	3,247

ластях точного машиностроения применяются резьбы с еще более мелким шагом, например, для крепежных деталей подшипников качения.

Дюймовая резьба. Профиль дюймовой резьбы - равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° (фиг. 7). В дюймовой



Фиг. 7.

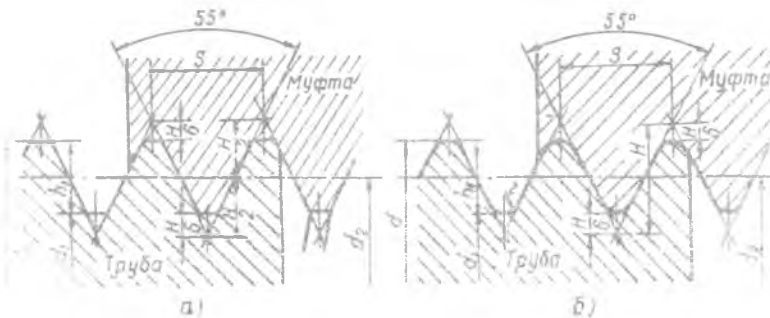
резьбе предусмотрены зазоры по наружному и по внутреннему диаметрам λ и λ_1 . Выступы и впадины дюймовой резьбы имеют плоский срез на высоту $\frac{1}{8}H$ от вершины теоретического профиля резьбы. Диаметр дюймовой резьбы измеряется в дюймах, а шаг числом ниток, приходящихся на длину одного дюйма ($1'' = 25,4$ мм) $S = \frac{25,4}{n}$, где n - число ниток. Все остальные размеры, относящиеся к деталям с дюймовой резьбой, проставляются в мм. Элементы дюймовой резьбы даны в ОСТ'е I260 (с января 1933 г.). Зависимость элементов профиля от шага в дюймовой резьбе такова: $H = 0,96049 \cdot S$; $h = 0,6403 \cdot S$. Зазор по внутреннему диаметру резьбы $\lambda_1 = 0,074 \cdot S$, зазор по наружному диаметру $\lambda = \frac{75 \cdot S + 50}{2}$, здесь S в мм, а результат - в микронах. Дюймовые резьбы по ОСТ I260 включают диаметры от $3/16''$ до $4''$ с числом ниток на дюйм от 24 до 3.

В СССР с целью унификации резьб одного и того же назначения применение дюймовой резьбы при проектировании новых изделий запрещено, в них применяется метрическая резьба. Дюймовые резьбы в нашей стране применяются при ремонте и изгото-

товлении деталей для станков и машин иностранного происхождения (американского и английского).

На чертежах дюймовая резьба обозначается следующим образом: $3/16''$; $1/4''$; $3/4''$ и т.д. При обозначении дюймовой резьбы, не соответствующей ОСТу 1260, кроме диаметра резьбы указывается число витков, приходящихся на длину одного дюйма, например, СПД27х16 витков. В данном случае 27 - наружный диаметр, выраженный в миллиметрах. Все размеры дюймовой резьбы приведены в таблице 3.

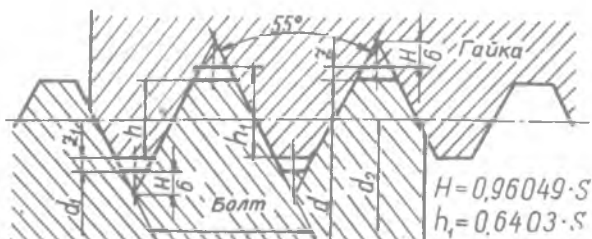
Трубная резьба. Трубная цилиндрическая резьба (ГОСТ 6357-52) применяется для соединения водопроводных, газопроводных и других труб. Угол профиля трубной резьбы такой же, как у дюймовой резьбы, но высота профиля и шаг значительно меньше. Это позволяет не ослаблять стенки труб и деталей трубных соединений. Другой особенностью трубной резьбы является отсутствие зазоров по наружному и по внутреннему диаметру. Это делает резьбовое соединение более герметичным. Профиль трубной цилиндрической резьбы треугольный (фиг.8). Он может выполняться или с плоскими срезами (а) или с закруглениями при вершине (б). Плоскосрезанный профиль более прост и может применяться для резьб обычных трубных соединений с низким давлением, с уплотнением льняными нитями или прядей с суриком. Закругленный профиль рекомендуется применять при повышенном требовании



Фиг. 8.

Таблица № 3

РЕЗЬБА ДЮМОВАЯ ПО ОСТ НКТП-1260



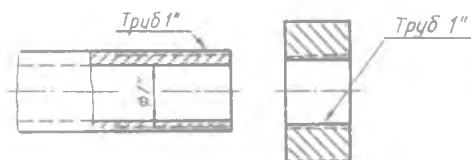
Номинал: Диаметр резьбы : Шаг : Число : Высота :
 диаметр: : резьбы : витков : профи- : Зазоры :
 в дюймах : наруж- : внут- : сред- : на 1" : для :
 : ренний : ний : : : : :

d''	d	d_1	d_2	S		h_1	z	z_1
3/16	4,762	3,408	4,085	1,058	24	0,677	0,132	0,152
1/4	6,350	4,724	5,537	1,270	20	0,814	0,150	0,186
5/16	7,938	6,131	7,034	1,411	18	0,903	0,158	0,209
3/8	9,525	7,492	8,509	1,588	16	1,017	0,165	0,238
1/2	12,700	9,989	11,345	2,117	12	1,355	0,200	0,311
5/8	15,875	12,918	14,397	2,309	11	1,479	0,225	0,342
3/4	19,050	15,798	17,424	2,540	10	1,626	0,240	0,372
7/8	22,225	18,611	20,418	2,822	9	1,807	0,265	0,419
1	25,400	21,334	23,367	3,175	8	2,033	0,290	0,466
1/8	28,575	23,929	26,252	3,629	7	2,323	0,325	0,531
1/4	31,750	27,104	29,427	3,629	7	2,323	0,330	0,536
3/8	34,925	29,504	32,215	4,233	6	2,711	0,365	0,626
1/2	38,100	32,679	35,390	4,233	6	2,711	0,370	0,631
3/4	44,450	37,945	41,198	5,070	5	3,253	0,430	0,755
2	50,800	43,572	47,186	5,644	4,5	3,614	0,480	0,838
1/4	57,150	49,019	53,084	6,350	4	4,066	0,530	0,941
1/2	63,500	55,369	59,434	6,350	4	4,066	0,530	0,941
3/4	69,850	60,557	65,204	7,257	3,5	4,647	0,590	1,073
3	76,200	66,907	71,554	7,257	3,5	4,647	0,590	1,073

1. Диаметры резьб, взятые в скобки, по возможности не применять.
2. Дюймовую резьбу при проектировании новых изделий не применять.

к герметичности трубных соединений. Зависимость элементов профиля от шага в трубной резьбе следующая: $H = 0,96049 \cdot S$;
 $h = 0,64031 \cdot S$; $r = 0,13733 \cdot S$. Все элементы трубных резьб приведены в таблице 4.

Характерной особенностью в обозначении трубной резьбы на чертежах является то, что размер в дюймах соответствует внутреннему диаметру трубы (так называемый размер «в свету»), а не наружному диаметру резьбы (фиг.9). Наружный диаметр



Фиг. 9.

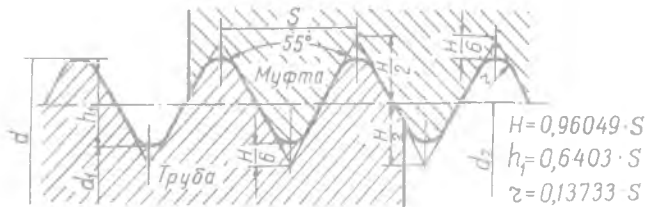
трубной резьбы больше номинального на удвоенную толщину стенок трубы. Так, например, размер наружного диаметра трубной резьбы в один дюйм равен не 25,4 мм., а 33,25. Трубную резьбу с плоскосрезанным профилем при вершине обозначают так: Труб.2" ПР. Трубную резьбу с закругленным профилем при вершине обозначают так: Труб.2" КР.

Кроме цилиндрической трубной резьбы имеется коническая трубная резьба (ГОСТ 6211-52). При обозначении конической трубной резьбы приписывают слева букву «К», например, К Труба.1/2"

Трапецидальная резьба относится к ходовым резьбам, предназначенным для передачи движения. Она широко применяется в передаточных устройствах машин и станков, например, с этой резьбой делают ходовые винты, винты суппортов, штурвальные винты, грузовые винты и др. Ходовые резьбы имеют более крупный шаг по сравнению с крепежными. Трапецидальная резьба мо-

Таблица № 4

РЕЗЬБА ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ (ГОСТ 6357-52)

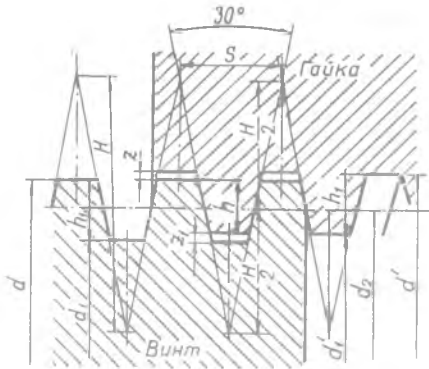


Обозначение резьбы в дюймовом и метрическом размерах	Диаметр резьбы			Шаг резьбы	Число витков на дюйм	Высота профиля	Радиус
	в дюймах	внутренний	средний				
d"	d	d ₁	d ₂	S	n	h ₁	z
(1/8)	9,729	8,567	9,148	0,907	28	0,581	0,125
1/4	13,158	11,446	12,302	1,337	19	0,856	0,184
3/8	16,663	14,951	15,807	1,337	19	0,856	0,184
1/2	20,956	18,632	19,794				
(5/8)	22,912	20,588	21,750	1,819	14	1,162	0,249
3/4	26,442	24,119	25,281				
(7/8)	30,202	27,878	29,040				
1	33,250	30,293	31,771				
(1 1/8)	37,898	34,941	36,420				
1 1/4	41,912	38,954	40,433				
1 3/8	44,325	41,367	42,846				
1 1/2	47,805	44,847	46,326				
1 3/4	53,748	50,791	52,270				
2	59,616	56,659	58,137	2,309	11	1,479	1,317
(2 1/4)	65,712	62,755	64,234				
2 1/2	75,187	72,230	73,708				
(2 3/4)	81,537	78,580	80,058				
3	87,887	84,930	86,409				
(3 1/4)	93,984	91,026	92,505				
3 1/2	100,334	97,376	98,855				
3 3/4	106,684	103,727	105,205				
4	113,034	110,077	111,556				

Примечание: Диаметры резьбы, взятые в скобки, по возможности не применять.

3-6732

жет быть однозаходной и многозаходной, правой и левой. Профиль резьбы - равнобедренная трапеция с углом наклона сторон по 15° , т.е. с углом профиля 30° (фиг.10). Зависимость основных элементов профиля от шага следующая: $H = 1,866 \cdot S$; $h = 0,5S + z$



Фиг. 10.

$h = 0,5S$; $d_2 = d - 0,5 \cdot S$; $d_1 = d - 2h_1$;
 $d' = d + 2z$. В трапецидальной резьбе зазоры по наружному и внутреннему диаметрам равны между собой и предназначены для смазки. Величину зазора z , а также радиус закругления r можно выбрать по таблице 5.

Примеры обозначения трапецидальной резьбы на чертежах:

Трап.50x12 - трапецидальная резьба крупная, однозаходная, правая, диаметром 50 мм. с шагом 12 мм;

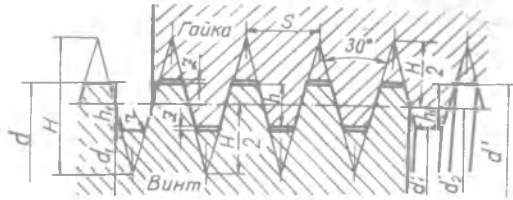
Трап.60x(3x8) левая - трапецидальная резьба трехзаходная, нормальная, левая диаметром 60 мм. с шагом 8 мм;

СП.Трап.80x(2x12) - специальная трапецидальная резьба.

Допускается указание о числе заходов давать также надписью, присоединяя ее к обозначению резьбы или нанося возле вычерчиваемого профиля специальной резьбы, например - резьба трехзаходная (фиг.23).

Таблица № 5

ПРОФИЛЬ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ

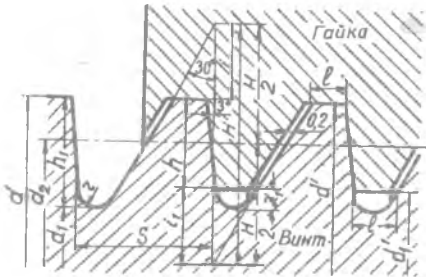


Шаг резьбы S	: Глубина : Рабочая : резьбы h ₁ : высота h :	: Зазор z :	Радиус r
2	1,25	1	0,25
3	1,75	1,5	0,25
4	2,25	2	0,25
5	3	2,5	0,25
6	3,5	3	0,25
8	4,5	4	0,25
10	5,5	5	0,5
12	6,5	6	0,5
16	9	8	0,5
20	11	10	0,5
24	13	12	0,5
32	17	16	0,5
40	21	20	0,5
48	25	24	0,5

РЕЗЬБА ТРАПЕЦЕИДАЛЬНАЯ ОДНОЗАХОДНАЯ, мм (ДИАМЕТРЫ И ШАГИ РЕЗЬБЫ)

Диаметры			Шаги S
1-й ряд	: 2-й ряд :	: 3-й ряд :	
10			3
12			3
16	14		4
20	18		4
26	22	24	5
32	28	30	5
40	36	34	6
		38	6
		42	6

Упорная или пилообразная резьба применяется в механизмах с большим односторонним осевым давлением, например, в гидравлических прессах, нажимных винтах прокатных станков, в резьбе крышек, тисках, домкратах и т.д. Упорная резьба имеет профиль трапеции, одна из сторон которой наклонена к вертикали под углом 30° , а вторая под углом 3° , т.е. с углом профиля 33° (фиг. II). Зависимость элементов профиля от шага для упорной



Фиг. II.

резьбы следующая: $H = 1,73205 S$; $h_1 = h + z_1$; $h = 0,75 S$;
 $e = 0,26384 S$; $i = 0,52507 S$; $i_1 = 0,45698 S$;
 $z_1 = 0,11777 S$; $z = 0,12427 S$. Размеры профиля упорной резьбы регламентированы тремя стандартными сериями с последовательным измельчением шагов: крупная для диаметров от 22 до 400 мм, нормальная для диаметров от 22 до 300 мм и мелкая для диаметров от 10 до 650 мм (таблица 6).

Примеры обозначения упорной резьбы на чертежах.

УП.40x10 – резьба упорная, однозаходная правая диаметром 40 мм с шагом 10 мм.

УП.50x(2x8) лев. – резьба упорная, двухзаходная левая диаметром 50 мм и шагом 8 мм.

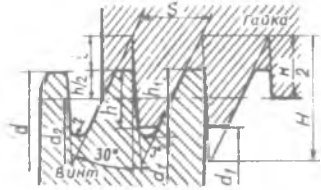
Прямоугольная или ленточная резьба, так же как и трапециевидная, предназначена для передачи движения. Раньше прямо-

РЕЗЬБА УПОРНАЯ (ПО ГОСТ 10177-62)

Диаметры и шаги
упорной резьбы, мм.

Профиль и основные
размеры резьб.

Диаметры				Шаги
1-ряд:	2-ряд:	3-ряд:		
10	-	-	-	2
12	-	-	-	2
16	14	-	-	2
20	18	-	-	2
-	22	-	8	5
26	-	24	8	5
-	28	-	8	5
32	-	30	10	6
-	-	34	10	6
-	36	-	10	6
40	-	38	10	6
-	-	42	10	6
-	44	-	12	8
-	-	46	12	8
50	-	48	12	8
-	55	-	12	8
60	-	-	12	8
-	-	65	16	10
-	70	-	16	10
80	-	75	16	10
-	-	85	20	12
-	90	-	20	12
-	-	95	20	12
100	-	-	20	12
120	110	-	20	12
-	-	24	16	6
-	-	130	16	6
-	140	-	24	16
-	-	150	24	16
160	-	-	24	16
-	-	170	24	16
-	180	-	32	20
-	-	190	32	20
200	-	-	32	20



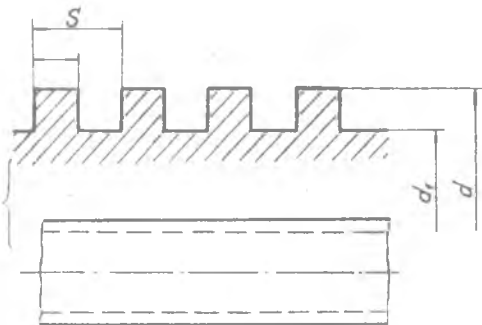
Шаг резьбы	: Глубина на резь- бы	: Рабо- чая вы- сота : профи- ля	: Рабо- чая вы- сота : профи- ля	: Радиус : z
S	: h ₁	: h	: z	
2	1,736	1,5	0,249	
3	2,603	2,25	0,373	
4	3,471	3	0,497	
5	4,339	3,75	0,621	
6	5,207	4,5	0,746	
8	6,942	6	0,994	
10	8,678	7,5	1,243	
12	10,415	9	1,491	
16	13	12	1,988	
20	17	15	2,485	
24	20	18	2,982	
32	27	24	3,977	
40	34	30	4,971	
48	41	36	5,965	

угольная резьба имела широкое применение, но ряд недостатков, присущих ей, привел к отказу от стандартизации и внедрения ее как в СССР, так и в других промышленных странах и к замене ее трапециевидальной резьбой.

Недостатки прямоугольной резьбы следующие:

1. При незначительном износе создаются осевые зазоры, которые не могут быть устранены без замены гайки.
2. Прямоугольная резьба менее прочная, так как у нее при одном и том же шаге основание витка меньше, чем у трапециевидальной.
3. Прямоугольную резьбу труднее нарезать, чем трапециевидную.

Ввиду отсутствия стандарта на прямоугольную резьбу и условного обозначения, на чертежах следует давать все необходимые размеры (фиг. 12).



Фиг. 12.

Круглая резьба применяется в вагонных стяжках, в пожарной арматуре, а также для крюков подъемных кранов. Эта резьба отличается продолжительным сроком службы при частом заворачивании и отворачивании в загрязняющих средах (песок и пр.) а также повышенным сопротивлением динамическим нагрузкам.

Стандартизация круглой резьбы в СССР была признана нецелесообразной ввиду ограниченности ее применения. К круглым

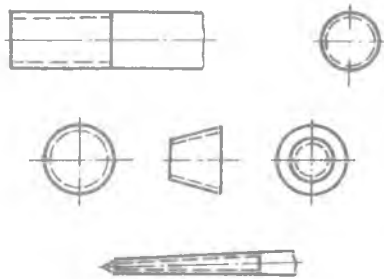
резьбам также относят резьбы, накатанные на тонкостенных полых изделиях, в патронах и цоколях электрических лампочек и т.д. Однако эти резьбы отличаются от обычных круглых резьб значительно меньшей высотой профиля.

§ 4 Условное изображение резьбы на чертежах

Различные резьбы изображаются на чертежах одинаково. Вид стандартизованной резьбы определяется условными обозначениями, данными ранее для различных резьб.

При изображении резьбы следует руководствоваться следующими основными правилами.

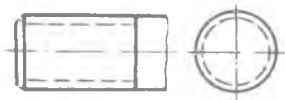
I. Резьба на стержне должна быть показана сплошными линиями по наружному диаметру резьбы и штриховыми – по внутреннему (фиг.13). Обе границы резьбы (начало и конец) следует по-



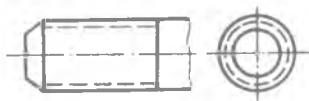
Фиг. 13.

казывать сплошными линиями такой же толщины, как линии видимого контура. Штриховая линия должна подходить к границе резьбы без каких-либо скосов или закруглений.

Если на нарезанном конце стержня имеется фаска, совпадающая с внутренним диаметром резьбы, то ее внутренняя окружность на чертеже не показывается (фиг.14), в случае несовпадения - показывается (фиг.15). Штриховая линия резьбы на стержне не должна пересекать границу фаски (фиг.14 и 15).

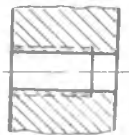


Фиг. 14.

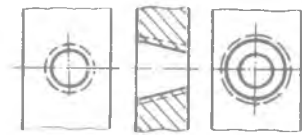


Фиг. 15.

2. Резьба в отверстии при вычерчивании в разрезе должна быть изображена сплошными линиями по внутреннему диаметру резьбы и штриховыми по наружному (фиг.16,17). Штриховку в разрезе следует доводить до сплошных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы. Если резьба изображается в от-



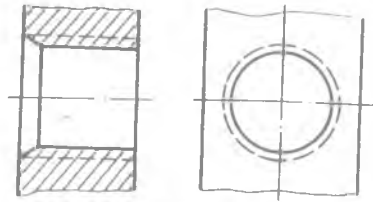
Фиг. 16.



Фиг. 17.

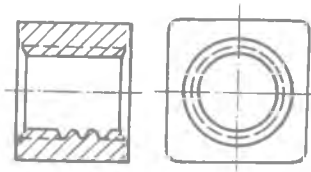
верстии и при этом внутренний диаметр совпадает с окружностью фаски, то фаска в соответствующей проекции не показывается (фиг.18). Если фаска не совпадает с внутренним диаметром резьбы, то показывается на чертеже (фиг.19).

3. Для изображения резьбы допускается вместо штриховой применять тонкую сплошную линию (фиг.20 и 21). В этом случае в



Фиг. 18.

проекция на плоскости, перпендикулярной к оси стержня или отверстия, должна проводиться тонкой сплошной линией дуга, приблизительно равная $3/4$ окружности.

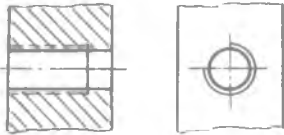


Фиг. 19.

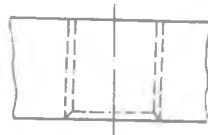


Фиг. 20.

4. Если отверстие с резьбой показывается как невидимое, то резьба изображается штриховыми линиями и по наружному и по внутреннему диаметру (фиг.22).

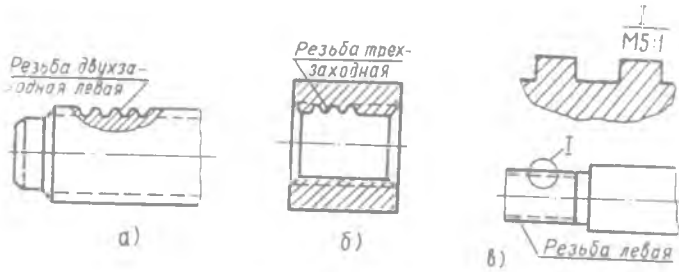


Фиг. 21.



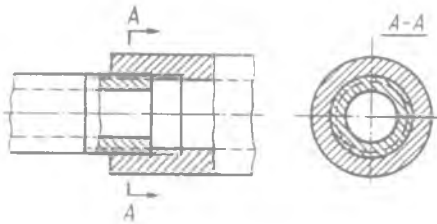
Фиг. 22.

5. Если необходимо показать профиль резьбы, то следует применять местный разрез (фиг.23 а и 23 б) или изображать участок резьбы в увеличенном виде (фиг.23 в).



Фиг. 23.

6. При изображении резьбового соединения в разрезе в отверстии следует показывать только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (фиг.24)



Фиг.24.

Глава II

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 5. Резьбовые крепежные детали

Резьбовые крепежные детали применяются для осуществления разъемных соединений. Разъемным называется такое соединение, при котором отделение одной детали от другой совершается без разрушения связывающего их элемента. Основными деталями для крепления разъемных соединений являются болты и шпильки, которые участвуют в соединении деталей совместно с гайками. Дополнительными деталями в резьбовых соединениях являются шайбы и шплинты.

Болт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом. Профиль резьбы на болтах треугольный. Головка болтов, в зависимости от назначения, может иметь различную форму (четырёхгранная, шестигранная, восьмигранная, круглая, фасонная). Наибольшее распространение в машиностроении получили болты с шестигранной головкой. Материал для изготовления деталей резьбового соединения может быть самый различный: обычная углеродистая сталь, легированная сталь, латунь, бронза и др. В общем машиностроении чаще применяется мягкая углеродистая сталь, в самолетостроении – легированные стали.

Болты изготавливаются горячей или холодной штамповкой, или вытачиваются на станках из чистотянутой прутковой стали. Для того, чтобы гайка легко навинчивалась на болт, концу его придают форму конуса (фаска), реже сферы. В зависимости от степени чистоты обработки болты разделяются на чистые, получистые и черные.

Чистые болты изготавливаются токарной обработкой из чистотянутого шестигранного прутка.

Получистые холодной или горячей штамповкой; опорная поверхность головки обрабатывается на станке, резьба нарезается или накатывается.

Черные болты изготавливаются ковкой или штамповкой без обработки головки и стержня, с резьбой, образованной накаткой или нарезкой.

Болты на чертежах обозначаются следующим образом:

Болт М20х100 ГОСТ 7798-62 - болт с наружным диаметром 20 мм, длиной 100 мм с метрической резьбой крупного шага;

Болт М20х1,25х100 ГОСТ 7798-62 - тот же болт, но с мелким шагом резьбы.

Номер ГОСТ'а предусматривает, кроме формы и размеров болта, также и степень чистоты обработки.

Болты следует вычерчивать по действительным размерам, замеренным в натуре или взятым из таблиц ГОСТ'а (таблица 7).

Гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые и гайки-барашки, по конструкции делятся на обыкновенные и корончатые, с одной и двумя фасками. Наиболее распространены обыкновенные шестигранные гайки. Выбор того или иного вида гайки обусловлен назначением и работой машины. В стационарных машинах и конструкциях, не подверженных сотрясениям, применяются гайки обыкновенные. В машинах, где соединения испытывают переменные нагрузки (в самолетах, автомобилях, тракторах) часто пользуются корончатыми гайками.

Для предохранения от самоотвинчивания корончатые гайки прошплинтовываются, а обыкновенные-укрепляются стопорными устройствами различной конструкции.

Гайки - барашки применяются для соединения деталей откидными болтами. Они в большинстве случаев завинчиваются от руки.

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ БОЛТОВ
с шестигранными головками (черных, полнучастных, чистых)



Диаметр резьбы d, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75
Размер под ключ S, мм	10	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75				
Нормальная головка	Размер под ключ S, мм																		
Диаметр описанной окружности D, мм	11,5	16,2	19,6	21,9	25,4	27,7	31,2	34,6	36,9	41,6	47,3	51,1	63,5	75,0	86,0				
Диаметр описанной окружности D, мм	10	12	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	50	55	65				
Размер под ключ S, мм	11,5	13,8	16,2	19,6	21,9	25,4	27,7	31,2	34,6	36,9	41,6	47,3	57,7	63,5	75,0				
Размер под ключ S, мм	-	-	-	22	24	27	30	32	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Диаметр описанной окружности D, мм	-	-	-	25,4	27,7	31,2	34,6	36,9	41,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Высота головки h, мм для всех типов болтов

Диаметр шлицевого отверстия в стержне, мм

Диаметр шлицевого отверстия в головке, мм

Величина фаски C, мм

Примечание: Длину наружной части болта на чертежах можно показывать приближенно, принимая $l_0 = 1,5 - 2d$, мм.

По чистоте обработки гайки (як и болты) делятся на чистые, полчистые и черные.

На чертежах гайки обозначаются следующим образом:

Гайка М12 ГОСТ 5915-62 - шестигранная черная гайка с метрической резьбой крупного шага диаметром 12 мм, 3 класс точности, из материала подгруппы 00;

Гайка М12 кл.2-0II ГОСТ 5915-62 - шестигранная черная гайка с метрической резьбой крупного шага диаметром 12 мм, 2 класс точности, из материала подгруппы 0I, с покрытием по группе I;

Гайка М12 кл.2-0II ГОСТ 5932-62 - гайка шестигранная прорезная с метрической резьбой крупного шага диаметром 12 мм., 2 класс точности, из материала подгруппы 0I, с покрытием по группе I.

Обыкновенные шестигранные гайки следует вычерчивать по размерам, приведенным в таблице 8, а корончатые - по размерам, приведенным в таблице 9.

Шпилька отличается от болта тем, что у нее отсутствует головка и на обоих концах имеется резьба со скошенными фасками под углом в 45° для более удобного навинчивания гайки.

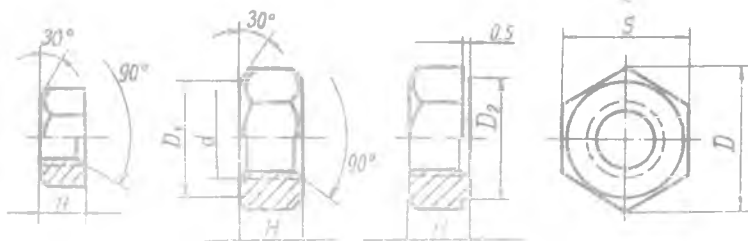
Шпильки в качестве крепежных деталей широко применяются во всех областях современного машиностроения, (например, для соединения головок в двигателях внутреннего сгорания, в паровых машинах, в генераторах, центробежных насосах и других агрегатах). Применение шпилек дает возможность уменьшить габариты машин, а вместе с тем и их вес. Шпильки обычно ставят там, где не могут быть применены болты. Посадочным концом шпилька ввертывается в тело основной детали при помощи гайки и контргайки, навинчиваемых на свободный конец и образующих как бы временную головку. Длина нарезанной части посадочного конца стальной шпильки с метрической резьбой крупного шага при завинчивании в сталь равна диаметру d . Шпильки, при завинчивании в хрупкие и более мягкие металлы (чугун, латунь) 1,5 диаметра и при завинчивании в мягкие металлы от 2-х до 3-х диаметров. Длина резьбы шпильки под гайку принимается в зависимости от диаметра резьбы шпильки и типа принимаемых гаек.

Таблица № 8

РАЗМЕРЫ ШЕСТИГРАННЫХ ГАЕК
(ЧЕРНЫХ, ПОЛУЧЕРНЫХ И ЧЕРНЫХ)

$D_1 = 0,95S$

$D_2 = S$



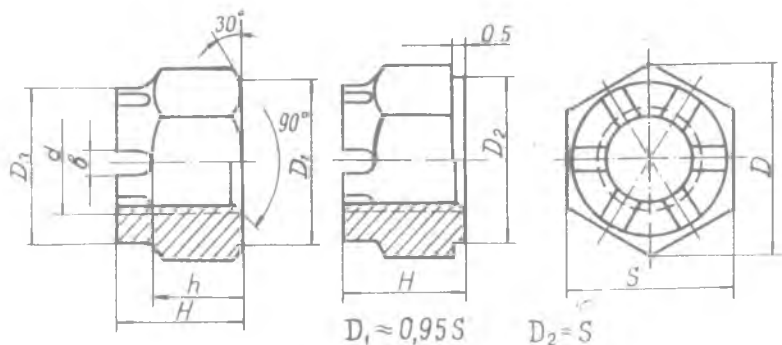
Для d до 16 мм

Для d до 18 мм и больше

d	Объемные		Облегченные		В ы с о т а			
	S	D	S	D	Гайка пор- малей высо- ты	высо- те	высо- те	осо- высо- те
6	11	12,7	10,0	11,5	5	4	(8)	-
8	14	16,2	12	13,8	6	5	(9)	-
10	17	19,6	14	16,2	8	6	(12)	-
12	22	25,4	19	21,9	-	-	-	-
	(19)	(21,9)	(17)	(19,6)	10	7	(15)	-
14	24	27,7	22	25,4	10	-	-	-
	(22)	(25,4)	(19)	(21,9)	(11)	8	(16)	-
16	27	31,2	24	27,7	12	-	-	-
	(24)	(27,7)	(22)	(25,4)	(13)	8	(19)	(25)
18	32	36,9	27	31,2	-	-	-	-
	(30)	(34,9)	(24)	(27,7)	14	9	(20)	(28)
20	32	36,9	30	34,6	-	-	-	-
	(30)	(34,6)	(27)	(31,2)	16	9	(22)	(32)
22	36	41,6	32	36,9	-	-	-	-
	(32)	(36,9)	(30)	(34,6)	18	10	(25)	(35)
24	36	41,6	32	36,9	20	10	(27)	(38)
27	41	47,3	36	41,6	22	12	(30)	42
30	46	53,1	41	47,3	24	12	(32)	(48)
36	55	63,5	50	57,7	28	14	(38)	(55)
42	65	75	60	69,3	-	-	-	-
			(55)	(63,5)	32	16	(44)	(65)
48	75	86,5	70	80,8	-	-	-	-
			(65)	(75)	38	18	(50)	(75)

Таблица № 9

РАЗМЕРЫ КОРОНЧАТЫХ ГАЕК (в мм)



d	Получистые (по ГОСТ 5920-51)					Чистые (по ГОСТ 5934-51)					Чис- ло про- резей	Ширина про- резей b
	S	D	D ₃	H	h	S	D	D ₃	H	S		
12	22	25,4	20	15	10	19	21,9	18	15	10	6	3,5
14	24	27,7	22	15	10	22	25,4	20	16	11	6	3,5
16	27	31,2	25	18	12	24	27,7	22	19	13	6	3,5
18	32	36,9	30	20	14	27	31,2	25	20	14	6	4,5
20	32	36,9	30	22	16	30	34,6	28	22	16	6	4,5
22	36	41,6	34	25	18	32	36,9	30	25	18	6	6
24	36	41,6	34	27	20	36	41,6	34	27	20	6	6
27	41	47,3	38	30	22	41	47,3	38	30	22	6	6
30	46	53,1	42	32	23	46	53,1	42	32	23	6	7
36	55	63,5	50	38	28	55	63,5	50	38	28	10	7
42	65	75,0	57	46	34	65	75,0	57	44	32	10	9
48	75	86,5	65	50	38	75	86,5	65	50	38	10	9

Цилиндрическая боюшка применяется только у чистых гаек.

В общих случаях длину нарезки верхнего конца шпильки принимают равной $1,5$ диаметра резьбы. Размеры шпилек приведены в таблице IO.

Шпильки делятся на два типа:

без проточки; условно обозначаются буквой А;

с проточкой; условно обозначаются буквой Б.

В зависимости от глубины завинчивания в тело детали шпильки бывают: с глубиной завинчивания равной около $1,35d$ условно обозначаемые I; с глубиной завинчивания равной $1d$ условно обозначаемые II.

В зависимости от длины нарезанной части под гайку, шпильки применяются: под гайку обыкновенную, условно обозначаются буквой O; под гайку корончатую, условно обозначаются буквой K;

Пример условного обозначения:

Шпилька M12x80 A1-0 OCT 2000I-38 - шпилька с метрической резьбой, диаметром 12 мм, длиной 80 мм, без проточки, с глубиной завинчивания $1,35d$ под обыкновенную гайку.

Шайбы служат для равномерной передачи давления от болта или гайки на поверхность детали, а также для предохранения ее от износа и задиров. Шайбы изготавливаются: чистые - из крутой стали путем токарной обработки, с фаской (ГОСТ 6959-54) и черные - из листовой стали вырубной, с дальнейшей очисткой в барабане (ГОСТ 6957-54).

Пример условного обозначения:

Шайба I8 ГОСТ 6959-54 - шайба чистая для болта диаметром 18 мм.

Размеры шайб, в зависимости от диаметра болта, винта или шпильки, приведены в таблице II.

Шплинты служат для предотвращения самоотвинчивания гаек. Наибольшее распространение получили шплинты разводные, изготовленные из проволоки.

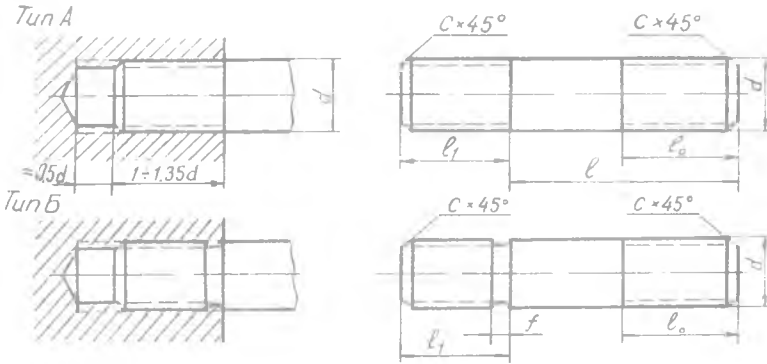
Пример условного обозначения:

Шплинт 5x40 ГОСТ 397-54 - шплинт с условным диаметром $d_0 = 5$ мм, длиной 40 мм.

Размеры шплинтов выбираются по таблице I2.

Таблица № 10

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ШПИЛЕК (в мм) ПО ОСТ 20001-38



Диаметр резьбы	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Глубина завинчивания $l_1 = 1,35d$ (тип I)	10	12	15	18	20	22	25	28	30	35	38	42	50	58	65
Глубина завинчивания - $l_1 = d$ (тип II)	-	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48	
Фаска конца шпильки С	1	1	1,5	1,8	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
Для метрической резьбы с крупным шагом f	2	2	3	4	4	4	5	5	5	6	6	8	8	10	10
Для метрической резьбы с мелким шагом f	1,5	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	6	6	6
Диаметр шпилькового отверстия	1,5	2	2,5	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	8	8

Таблица № II

РАЗМЕРЫ ШАЙБ (в мм)

Чистые - по ГОСТ 6959-54
Черные - по ГОСТ 6957-54
черные увеличенные - по ГОСТ 6958-54



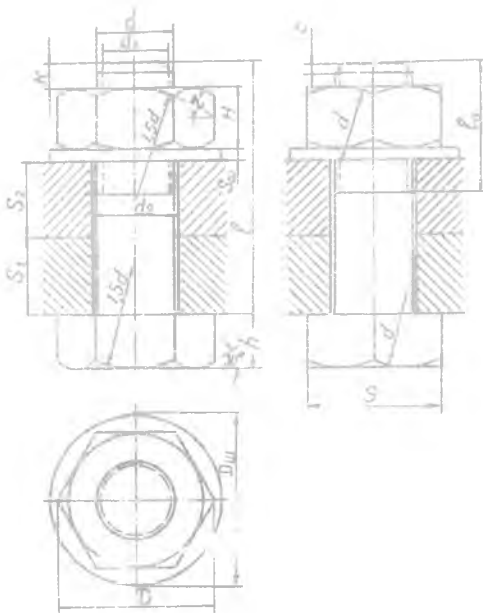
Диаметр болта, винта, шпильки	2	2,3	2,6	3,0	3,5	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48	
Шайбы:																							
чистые и черные	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,2	5,5	6,5	8,5	10,5	12,5	14,5	16,5	19	21	23	25	28	31	38	44	50	
черные увеличенные	-	-	-	-	-	4,4	5,5	6,5	8,5	10,5	12,5	14,5	16,5	19	21	23	25	28	31	-	-	-	
чистые и черные	5	6	-	8	9	10	12	14	18	21	25	28	32	36	38	42	45	50	55	68	80	90	
черные увеличенные	-	-	-	-	-	12	14	18	22	28	34	38	45	50	52	58	65	70	80	-	-	-	
чистые и черные	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1	1,2	1,5	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	
черные увеличенные	-	-	-	-	-	1,2	1,5	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	-	-	
С высотой фланца	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1,2	1,2	1,5	1,5	2	

§ 6

Болтовое соединение

Основными деталями болтового соединения являются болт, гайка и шайба, с вычерчиванием которых приходится встречаться при выполнении сборочных чертежей. Вычерчивать можно по приближенным размерам или по действительным.

Вычерчивание по приближенным размерам. Во всех случаях, когда на сборочных чертежах не требуется соблюдения точных размеров крепежных деталей, следует вычерчивать головки болтов, гайки и шайбы по приближенным размерам, в зависимости от заданного диаметра болта (фиг.25).



Зная приближенные соотношения, в зависимости от диаметра болта, можно вычертить любую проекцию болтового соединения, не вычерчивая других.

Соотношения принимаются следующие:

Диаметр болта - d ;

Фиг. 25.

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = 0,85 d$;

Высота головки болта $h_1 = 0,7 d$;

Длина резьбы на болте $l = (1,5+2) d$;

Размер фаски $C = 0,12 d$;

Наибольшая ширина гайки и головки болта $D = 2 d$,

Размер под ключ на гайке и болте $S = 1,7 d$;

Высота гайки $H = 0,8 d$;

Диаметр шайбы $D_w = 2,2 d$;

Толщина шайбы $S_w = 0,15 d$;

Диаметр отверстия под болт $d_2 = 1,1 d$;

Выступающая часть болта $K = (0,25+0,5) d$;

γ - определяется построением.

Длина стержня болта l при заданной толщине соединяемых деталей S_1 и S_2 определяется по формуле: $l = S_1 + S_2 + H + K + S_w$

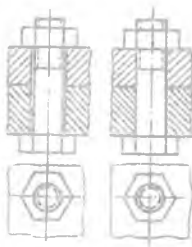
Переход от стержня болта к головке скругляют радиусом $0,5+1,5$ мм.

Наружная фаска головки болта или гайки вычерчивается под углом 30° к торцам гайки.

На главном и боковом видах штриховые линии, обозначающие внутренний диаметр резьбы в пределах проекций шайбы, гайки и фаски не проводят. Наружный диаметр в пределах проекций шайбы и гайки также не проводят.

Вычерчивание по действительным размерам. При необходимости выдержать на чертеже действительные размеры головок болтов и гаек нужно пользоваться соответствующими таблицами ГОСТ'а (таблицы 7 и 8). Кривые, ограничивающие грани головок болта и гаек, вычерчиваются дугами, радиусы которых приведены ранее (фиг.25). Длина стержня болта определяется аналогично приведенной выше. Шайбы вычерчивают по размерам, приведенным в таблице II.

На сборочных чертежах малого формата и на эскизах рекомендуется согласно ГОСТу 3453-59 применять упрощенное изображение болтового соединения (фиг.26).



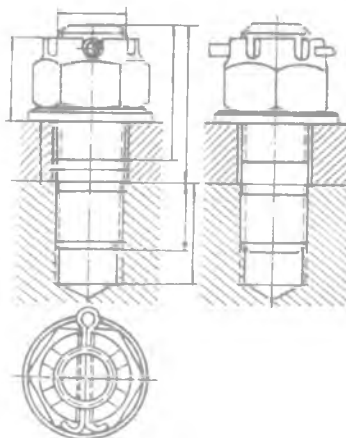
Фиг. 26.

§ 7

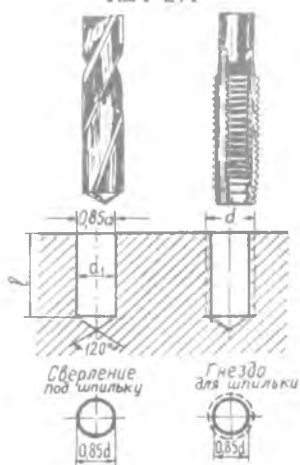
Соединение шпильками

Соединение состоит из шпильки, гайки обыкновенной или корончатой, шайбы и шплинта, при этом шпилька своим посадочным концом ввертывается в гнездо основной детали (фиг.27). Гнездо под шпильку вначале сверлят диаметром, равным внутреннему диаметру резьбы d_1 шпильки, а затем нарезают резьбу метчиком. Гнездо всегда берется длиннее ввертываемого конца шпильки, т.к. нижние витки резьбы из-за конического конца метчика не имеют полного профиля и шпилька не может быть ввернута до упора. Поэтому глубина сверления ℓ (фиг.28) берется равной длине посадочного конца шпильки плюс $0,5 d$.

Если не имеется особых указаний, то резьба условно изображается до конца гнезда. Угол конуса на дне гнезда, вне зависимости от угла сверла, всегда выполняется на чертежах



Фиг. 27.



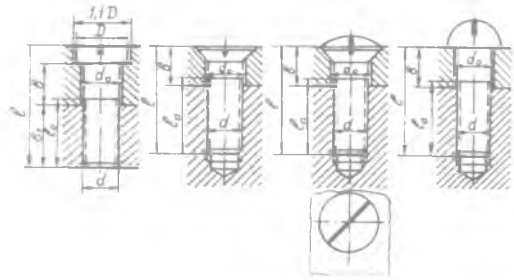
Фиг. 28.

равным 120° . Размер угла не представляется.

На фиг.28 показана последовательность изготовления гнезда под шпильку. На чертежах конец резьбы посадочного конца показывается на одном уровне с плоскостью разреза деталей.

Вычерчивание соединения шпильками аналогично вычерчиванию болтового соединения. Все основные размеры шпильки берутся по таблице 10, размеры корончатой гайки - по таблице 9, шайбы - по таблице II и шпильки - по таблице 12.

Винтовое соединение представляет собою соединение двух или нескольких деталей при помощи винта (фиг.29).



Фиг. 29.

Винт состоит из стержня с резьбой на одном конце и с головкой на другом. В зависимости от формы головки винты бывают с головкой под отвертку и под ключ.

Винт резьбовым концом ввинчивается в отверстие одной из соединяемых деталей. Длина винта выбирается так, чтобы конец резьбы был выше плоскости разреза соединяемых деталей. Это дает возможность при необходимости усилить затяжку соединения.

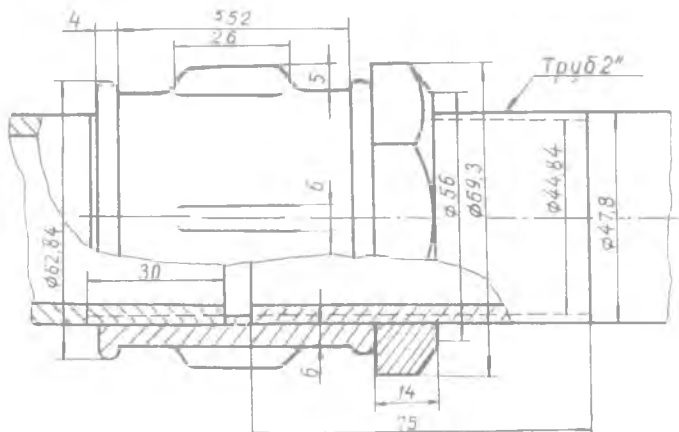
На чертежах на виде сверху шлицы головок винтов под отвертку условно принято изображать под углом 45° .

§ 9

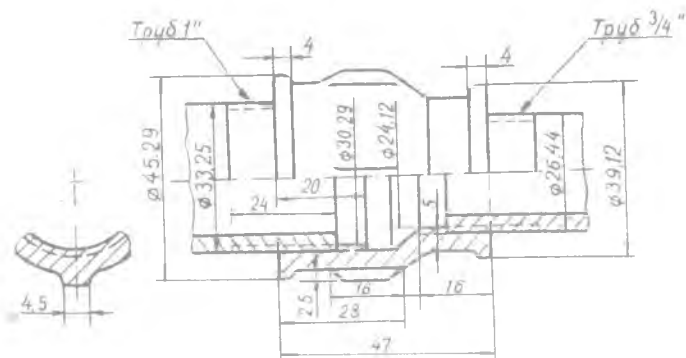
Трубные соединения

Соединение труб на резьбе производится при помощи различных фасонных соединительных частей (фитингов), изготовленных из ковкого чугуна или стали. Как на трубах, так и на фитингах нарезана трубная резьба. Фитинги применяются в водопроводных, отопительных, масляных и газовых системах при давлении в трубопроводах до 10+16 атм. и температуре до 175°.

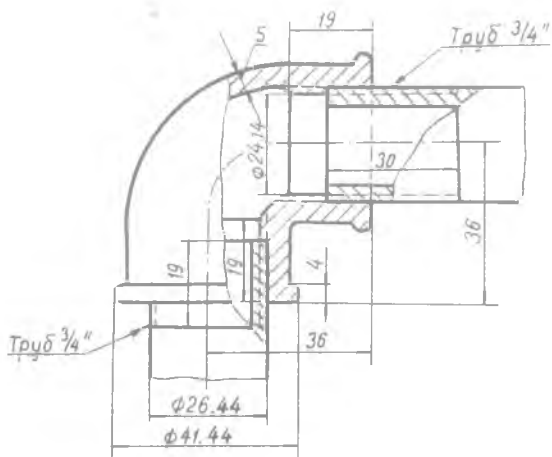
Уплотняющим материалом для резьбовых соединений труб и фитингов при температурах до 50° служат пенька или льняное волокно; при температурах свыше 100° - асбестовые кольца и алюминиевые прокладки. Условным проходом фитингов и трубопроводов считается внутренний диаметр трубопровода. Наиболее распространенными являются соединения труб прямой муфтой (фиг.30), переходной муфтой (фиг.31), соединением угольником (фиг.32), тройником (фиг.33) и крестовиной (фиг.34). При вычерчивании трубных соединений указывают только основные размеры, конструктивные размеры не проставляются.



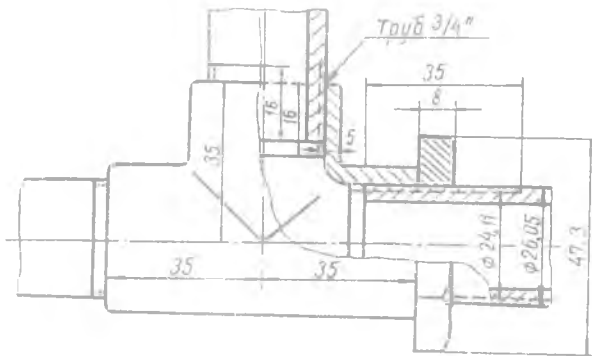
Фиг. 30 .



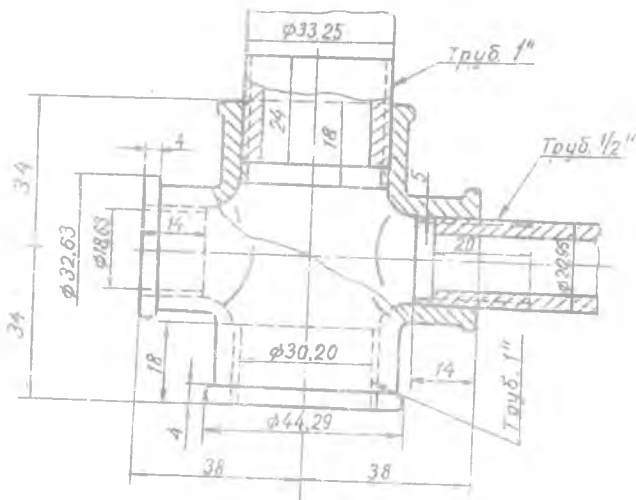
Фиг. 31.



Фиг. 32.



Фиг. 33.



Фиг. 34.

10 Построение резьбы на винте и в гайке

Выше было указано условное изображение резьбы на болтах и гайках, а также приведены обозначения различных резьб. Однако при проектировании многих механизмов возникает необходимость в точном построении винтовой поверхности. На фиг. 35 дан пример построения двухзаходного винта и гайки с трапециевидальной резьбой, а также построение поперечного сечения винта. Построение рекомендуется выполнять в следующей последовательности: в средней части формата проводится ось винта, а также линии, соответствующие его наружному, среднему и внутреннему диаметрам. На линии среднего диаметра выбирается точка и от нее откладывается величина, равная половине шага. Через полученные точки проводят линии под углом, равным половине угла профиля (для трапециевидальной резьбы 15°) к оси винта. В пересечении этих линий с линиями, соответствующими наружному и внутреннему диаметрам получаем точки a , b , c , d , которые и определяют форму профиля резьбы (трапеция). При вращении этой фигуры по винтовой линии получим винтовую поверхность. Построение винтовых линий выполняется следующим образом: на виде слева проводятся две окружности, соответствующие наружному и внутреннему диаметрам резьбы винта. Эти окружности делятся на несколько равных частей (например, на 24 части, как показано на фиг. 35) и через точки деления проводятся горизонтальные линии. На такое же количество делится шаг (однозаходная резьба) или ход (многозаходная резьба) и из точек деления проводятся вертикальные параллельные линии, которые при взаимном пересечении с соответствующими горизонтальными дают точки винтовой линии.

Построив последовательно винтовые линии всех точек (a , b , c , d) профиля, и, соединив их по лекалу, получим однозаходную трапециевидальную резьбу. Построение двухзаходной резьбы выполняется таким же способом. При этом на длине хода должно поместиться два витка.

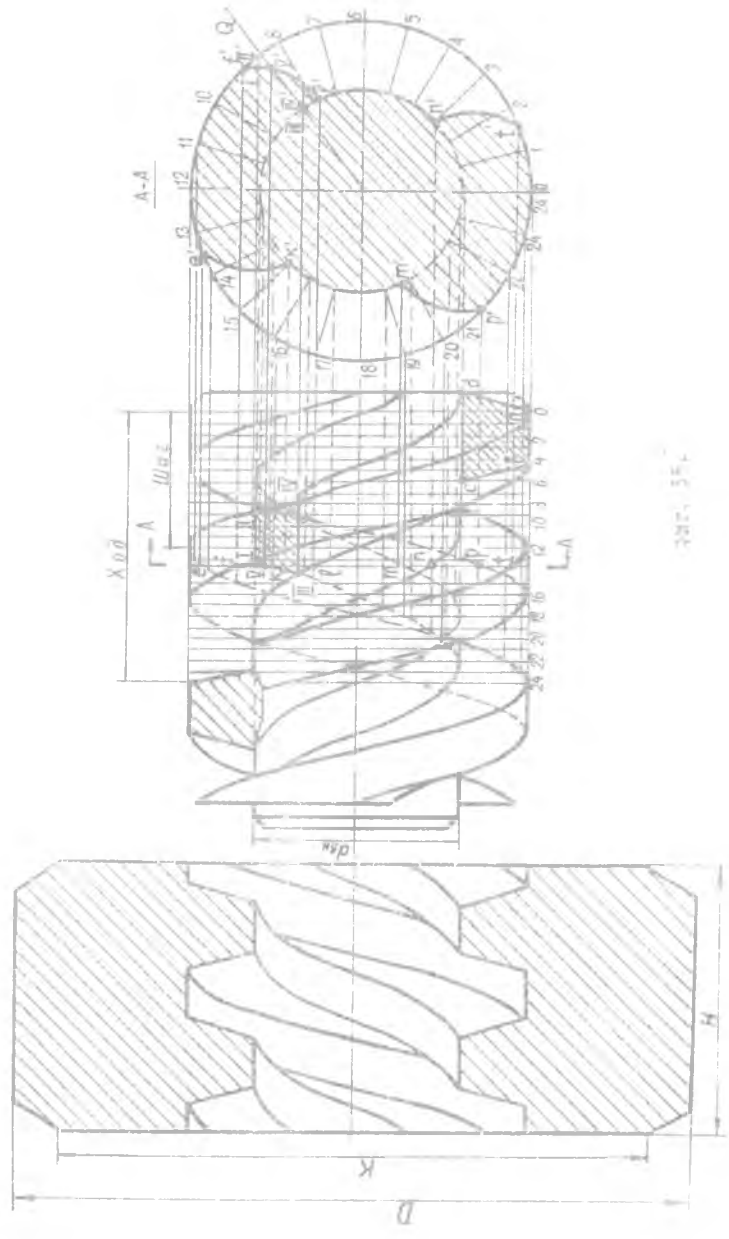


FIG. 354

Построение продольного разреза гайки почти ничем не отличается от построения резьбы винта, но вместо передних частей витков показываются задние. Размеры гайки принимаются следующие: $H = 0,8d$; $D = 2d$; $K = 1,62d$, где d - наружный диаметр винта.

Для построения поперечного сечения винта проводим секущую плоскость перпендикулярную к оси винта (след плоскости А-А) и точки пересечения следа с винтовыми линиями точек трапециевидального профиля e, f, k, l, m, n, p, t проектируем на вид слева $e', f', k', l', m', n', p', t'$. Кроме этих характерных точек строим между ними промежуточные. Для этого на боковом виде проводим секущую плоскость Q через ось винта и находим сечение витка на главном виде (трап. I, II, III, IV). Пересечение стороны трапеции I-III со следом секущей плоскости А-А даст точку V , проектируя которую на боковой вид, получаем точку V' . Построение других дополнительных точек для поперечного сечения винта производится аналогично.



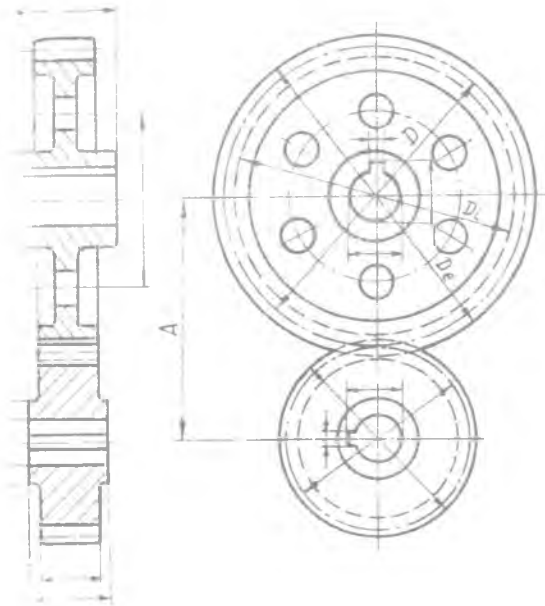
Механизмы, передающие вращательное движение с одного вала на другой при помощи зубчатых колес, называются зубчатыми зацеплениями. По форме колес и расположению валов зубчатые зацепления делятся на цилиндрические (оси валов параллельны), конические (оси валов пересекаются) и червячные (оси валов скрещиваются). Для преобразования вращательного движения в поступательное и поступательного во вращательное применяется реечное зацепление.

Каждое зубчатое зацепление состоит из двух деталей. В цилиндрических и конических зацеплениях это — зубчатые колеса (шестерни) определенного вида, в червячных — червяк и червячное колесо, а в реечных зацеплениях — рейка и зубчатое колесо.

Рабочая поверхность зуба колеса обычно выполняется по лекальным кривым — эвольвенте или циклоиде.

Так как вычерчивание лекальных кривых требует больших затрат труда и времени, то на чертежах зубчатых колес зубья не вычерчивают, а изображают условно.

Для изображения зубьев на чертежах зубчатых колес проводится (фиг.36) окружность выступов зубьев (D_e) - наружная окружность, проходящая через вершины зубьев; окружность впадин зубьев (D_i) - внутренняя окружность, проходящая через основания зубьев; начальная окружность (D).^{*} Она проходит между окружностью выступов и впадин и делит зубья по высоте на две неравные части: головку h_1 и ножку h_2 (фиг.37).



Фиг. 36.

Окружность выступов и образующие поверхностей выступов зубьев изображаются основной - контурной линией.

Окружность впадин и образующие поверхностей впадин зубьев изображаются штриховой линией. При вычерчивании конических и червячных колес окружность впадин можно не наносить (фиг. 40, 42).

^{*} Здесь понятие „начальная окружность“ аналогично понятию „геометрическая окружность“ принятому в других курсах.

Начальная окружность и образующие начальных поверхностей изображаются штрихпунктирной линией. При изображении зубчатых колес в зацеплении начальные окружности должны касаться друг друга (фиг.36).

При изображении цилиндрических, червячных и реечных зацеплений на видах, полученных проектированием на плоскость, перпендикулярную к оси колес, окружности поверхностей выступов в зоне зацепления следует показывать штриховыми линиями (фиг.36, 42, 44). Допускается вместо штриховой применять сплошную основную.

При изображении зубчатых колес в разрезе вдоль их оси зубья показываются неразрезанными; при этом образующие поверхностей выступов и впадин показываются сплошными основными линиями (фиг.36, 41, 44).

Если секущая плоскость проходит через зубчатое зацепление и перпендикулярна к оси колеса, то зубчатые колеса и рейки показываются нерассеченными. При необходимости показать их рассеченными, окружности впадин и образующие поверхностей впадин изображаются сплошными основными линиями и штриховка доводится до этих линий (фиг.43). При разрезах зубчатых колес, находящихся в зацеплении, зуб одного (предпочтительно ведущего) показывается перед зубом второго (ведомого).

При изображении червячного зацепления виток червяка показывается перед зубом колеса (фиг.42). Чтобы показать направление зубьев колеса или рейки (косозубое зацепление) на изображении поверхности зубьев следует (как правило, вблизи оси) наносить три сплошные тонкие линии с соответствующим наклоном (фиг.39).

§ 13 Основные элементы зубчатых колес

Шаг зацепления. Шагом зацепления называется расстояние между двумя одноименными точками двух соседних зубьев,

измеренное в миллиметрах по дуге начальной окружности. Шаг обозначается буквой t (фиг. 37) и равен длине начальной окружности, разделенной на число зубьев зубчатого колеса:

$$t = \frac{\pi D}{z}$$

где D - диаметр начальной окружности;

z - число зубьев колеса; $\pi = 3,14$.

Длина начальной окружности равна $\pi D = t z$. Отсюда может быть определен диаметр начальной окружности $D = \frac{t}{\pi} z$. Величину $\frac{t}{\pi}$ принято называть модулем зубчатого зацепления и обозначать буквой m , т.е. $m = \frac{t}{\pi}$; таким образом, модулем называется отношение величины шага зацепления к числу π .

Выражение диаметра начальной окружности принимает вид:

$D = m z$, откуда $m = \frac{D}{z}$, т.е. модуль определяет длину, выраженную в миллиметрах, приходящуюся по диаметру начальной окружности на один зуб колеса. Эта формула является основной расчетной формулой для зубчатых зацеплений.

Модули для всех видов зубчатых колес стандартизованы.

ОСТ 1597 устанавливает следующие модули:

- от 0,3 до 0,8 с изменением через 0,1 мм;
- от 1 до 4,5 с изменением через 0,25 мм;
- от 4,5 до 7 с изменением через 0,5 мм;
- от 7 до 16 с изменением через 1 мм;
- от 8 до 30 с изменением через 2 мм.

Из фиг. 37 видно, что высота зуба h делится на две неравные части: h_1 - высоту головки и h_2 - высоту ножки. Высота головки зуба берется равной модулю, т.е. $h_1 = m$. Высота ножки зуба берется равной $1,25 m$, т.е. $h_2 = 1,25 m$; следовательно высота зуба $h = h_1 + h_2 = m + 1,25 m = 2,25 m$.*)

Диаметр окружности выступов $D_e = D + 2h_1$.

Подставив соответствующие значения, имеем: $D_e = m \cdot z + 2 m$ или $D_e = m (z + 2)$.

Диаметр окружности впадин $D_i = D - 2h_2$.

*) Для конического и червячного зацепления высота ножки принимается равной $1,2 m$.

Подставив соответствующие значения, имеем:

$$D_i = mz - 2 \cdot 1,25m \quad \text{или} \quad D_i = m(z - 2,5)$$

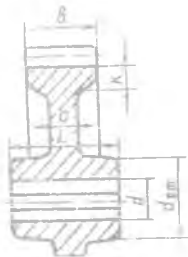
Зная вышеприведенные формулы, можно произвести необходимые расчеты и выполнить рабочий чертёж зубчатого колеса.

Для получения остальных размеров цилиндрических зубчатых колес (фиг. 38) рекомендуется пользоваться следующими приближенными соотношениями.

Диаметр отверстия под вал $d = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{6}\right)D$, где $\frac{1}{4}D$ для колес с малым диаметром, $\frac{1}{6}D$ для колес с большим диаметром; диаметр ступицы $d_{ст} = (1,5+2)d$; меньшее значение для стали, большее для чугуна; длина ступицы $L = (1,25+1,5)d$ и более; длина зуба (ширина обода) $b = (7+10)m$; толщина обода $k = (1,5+2)m$; толщина диска колеса $a = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right)b$.



Фиг. 37.



Фиг. 38.

Крепление зубчатых колес на валу производится обычно при помощи шпоночных или шлицевых соединений. Размеры шпонок следует выбирать по таблице 13.

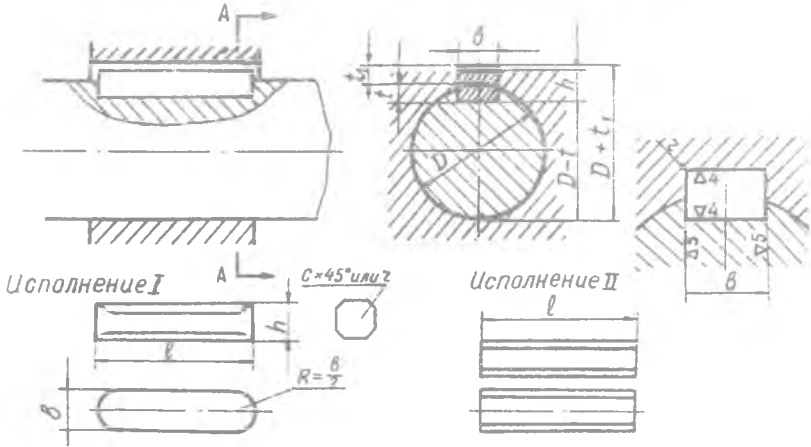
Приведенные выше приближенные соотношения относятся к различным видам зубчатых колес - цилиндрическим, коническим и червячным. Зубчатые колеса малых размеров, обычно выполняются в виде диска толщиной, равной ширине обода.



Фиг. 39.

ШПОНКИ ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ

(Размеры сечений шпонки и пазов по ГОСТ 8788-58) мм



Диаметр вала, D	Размеры сечений шпонки $b \times h$	Глубины пазов				Радиус усло- бие	Длина шпонки
		Исполнение I		Исполнение II			
		Вал	Втулка	Вал	Втулка		
		t	t ₁	t	t ₁		
От 5 до 7	2 x 2	I, I	I, 0	-	-	0,2	6 - 20
Св. 7 до 10	3 x 3	2, 0	I, I	-	-	0,2	6 - 28
" 10 до 14	4 x 4	2, 5	I, 6	-	-	0,2	8 - 36
" 14 до 18	5 x 5	3, 0	2, I	3, 2	I, 9	0,2	10 - 45
Св. 18 до 24	6 x 6	3, 5	2, 6	3, 8	2, 3	0,3	14 - 56
" 24 до 30	8 x 7	4, 0	3, I	4, 5	2, 6	0,3	18 - 70
" 30 до 36	10 x 8	4, 5	8, 6	5, 2	2, 9	0,3	22 - 90
" 36 до 42	12 x 8	4, 5	3, 6	5, 2	2, 9	0,3	28 - 110
" 42 до 48	14 x 9	5, 0	4, I	5, 8	3, 3	0,3	36 - 140
Св. 48 до 55	16 x 10	5, 0	5, I	6, 5	3, 6	0,5	45 - 180
" 55 до 65	18 x 11	5, 5	5, 6	7, I	4, 0	0,5	50 - 200
" 65 до 75	20 x 12	6	6, I	7, 8	4, 3	0,5	56 - 220
" 75 до 90	24 x 14	7	7, 2	9, 0	5, 2	0,5	63 - 250

Примечание: Исполнение I и II выбирается из условия равнопрочности элементов шпоночного соединения в зависимости от материала втулки.

Наряду с прямозубыми колесами широкое применение в технике находят и косозубые колеса (в тех случаях, когда требуется более плавная и бесшумная работа передачи). Кроме того, в них зуб более прочен, чем в прямозубых. В косозубых колесах следует различать два шага - нормальный t_N и торцевой t_s (фиг.39) и два модуля m_N и m_s . Зависимость между этими шагами и соответствующими модулями выражается формулами: $t_N = t_s \cdot \cos \beta$ и $m_N = m_s \cdot \cos \beta$

Определение диаметров косозубых колес производится по торцевому модулю

$$D = m_s \cdot z = \frac{m_N \cdot z}{\cos \beta} .$$

§ 14 Цилиндрическое зубчатое зацепление

Оси валов в цилиндрической передаче параллельны. Конструктивное изображение цилиндрического зубчатого зацепления приведено на фиг.36. Для вычерчивания цилиндрических зубчатых колес обычно задается модуль передачи m и число зубьев колес z_1 и z_2 .

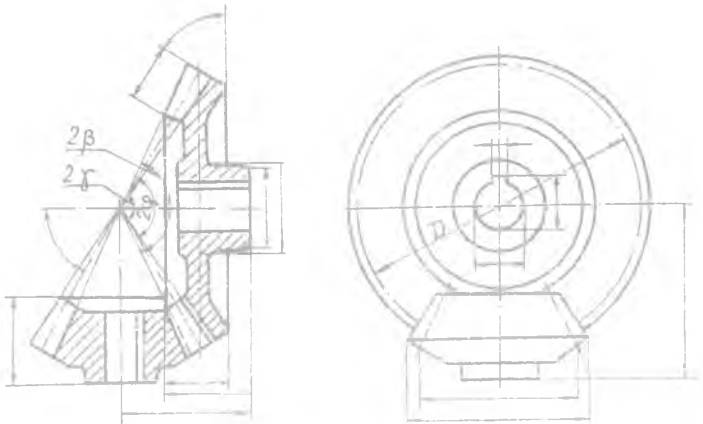
По приведенным выше формулам определяют диаметры начальной окружности одного колеса D_1 и второго колеса D_2 . Зная диаметры начальных окружностей, подсчитывают межосевое расстояние A по формуле

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} .$$

Остальные размеры подсчитываются по приближенным формулам, приведенным в § 13.

§ 15 Коническое зубчатое зацепление

Конические зубчатые колеса применяются для передачи вращательного движения с одного вала на другой, когда оси этих валов пересекаются под некоторым углом, который чаще всего бывает прямым. Конструктивное изображение конического зубчатого зацепления приведено на фиг.40. Размеры зуба конического колеса, а следовательно, и модуль, величины переменные. Чем ближе к вершине конуса, тем размеры зуба и модуль меньше, чем дальше от нее - тем больше.



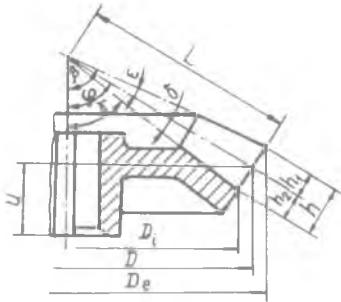
фиг. 40.

Конические колеса имеют начальный конус, конусы выступов и впадин зубьев, а также дополнительный конус, на котором располагаются торцевые стороны зубьев.

Для конических зубчатых колес величины D_e , D и D_f являются также переменными по длине зуба. Их определяют по поверхности дополнительного конуса (фиг.41) по следующим формулам:

$$D_e = D + 2h_1 \cdot \cos \varphi = mz + 2m \cos \varphi = m(z + 2 \cos \varphi) \quad .$$

$$D_i = D - 2h_2 \cdot \cos \varphi = mz - 2 \cdot 1,2 m \cos \varphi = m(z - 2,4 \cos \varphi) \quad .$$



Фиг. 4I.

На чертежах конических зубчатых колес, кроме диаметров, модуля и числа зубьев прощаются также углы φ , β и γ

- где 2φ - угол начального конуса;
 2β - угол внешнего конуса;
 2γ - угол внутреннего конуса.

Эти углы определяются по следующим формулам:

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{z_1}{z_2}$ (при угле между осями 90°), где z_1 и z_2 — числа зубьев сцепляемых колес.

$$\beta = \varphi + \omega, \quad \text{где } \operatorname{tg} \omega = \frac{h_1}{L},$$

$$\gamma = \varphi - \delta, \quad \text{где } \operatorname{tg} \delta = \frac{h_2}{L}.$$

Длина образующей начального конуса (конусное расстояние)

определится из соотношения $\sin \varphi = \frac{D}{2L}$, $L = \frac{D}{2 \sin \varphi}$

откуда

$$L = \frac{D}{2 \sin \varphi}$$

или

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{h_1 \cdot 2 \sin \varphi}{D} = \frac{m \cdot 2 \sin \varphi}{m z_1} = \frac{2 \sin \varphi}{z_1};$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{h_2 \cdot 2 \sin \varphi}{D} = \frac{1,2 \cdot m \cdot 2 \sin \varphi}{m z_2} = \frac{2,4 \sin \varphi}{z_2}.$$

Все остальные размеры элементов конических колес подсчитываются по приближенным формулам, приведенным в § 13.

Пример расчета. Для построения чертежа пары конических зубчатых колес нужно знать модуль зацепления m , который берется по поверхности дополнительного конуса и числа зубьев колес z_1 и z_2 .

Дано: $m = 5$; $z_1 = 30$; $z_2 = 15$.

Тогда: диаметры начальных окружностей будут равны:

$$D_1 = m \cdot z_1 = 5 \cdot 30 = 150 \text{ мм};$$

$$D_2 = m \cdot z_2 = 5 \cdot 15 = 75 \text{ мм};$$

углы начальных конусов:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{150 \text{ мм}}{75 \text{ мм}} = 2, \quad \varphi_1 = 63^\circ 26',$$

$$\varphi_2 = 90^\circ - \varphi_1 = 90^\circ - 63^\circ 26' = 26^\circ 34';$$

(Углы подсчитываются с точностью до минуты);

диаметры окружностей выступов:

$$D_{e_1} = m(z_1 + 2 \cos \varphi_1) = 5(30 + 2 \cos 63^\circ 26') = 5(30 + 2 \cdot 0,4472) = 154,5 \text{ мм}$$

$$D_{e_2} = m(z_2 + 2 \cos \varphi_2) = 5(15 + 2 \cos 26^\circ 34') = 5(15 + 2 \cdot 0,8945) = 83,8 \text{ мм}.$$

конусное расстояние

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \varphi_1} = \frac{150}{2 \sin 63^\circ 26'} = \frac{150}{2 \cdot 0,8944} = 83,8 \text{ мм}.$$

Углы внешних конусов колес:

$$\beta_1 = \varphi_1 + \omega, \text{ где } \operatorname{tg} \omega = \frac{h_1}{L}; \quad h_1 = m = 5 \text{ мм},$$
$$\operatorname{tg} \omega = \frac{5}{83,8} = 0,0597, \text{ откуда } \omega = 3^\circ 25',$$

$$\beta_1 = 63^\circ 26' + 3^\circ 25' = 66^\circ 51';$$

$$\beta_2 = \varphi_2 + \omega = 26^\circ 34' + 3^\circ 25' = 29^\circ 59';$$

углы внутренних конусов колес:

$$\gamma_1 = \varphi_1 - \delta, \text{ где } \operatorname{tg} \delta = \frac{h_2}{L}; \quad h_2 = 1,2 m = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ мм}$$
$$\operatorname{tg} \delta = \frac{6 \text{ мм}}{83,8 \text{ мм}} = 0,0728, \text{ откуда } \delta = 4^\circ 10'.$$

$$\gamma_1 = \varphi_1 - \delta = 63^\circ 26' - 4^\circ 10' = 59^\circ 16'.$$

$$\gamma_2 = \varphi_2 - \delta = 26^\circ 34' - 4^\circ 10' = 22^\circ 24'.$$

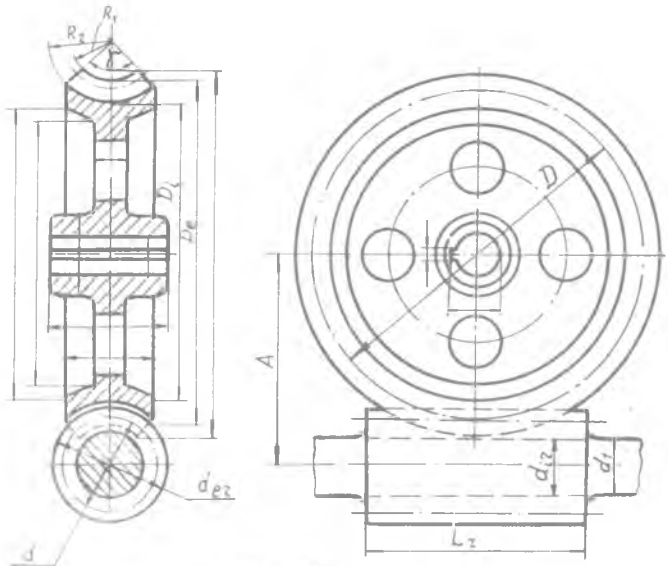
Все остальные размеры элементов конических колес подсчитываются по приближенным формулам, приведенным в § 13

§ 16

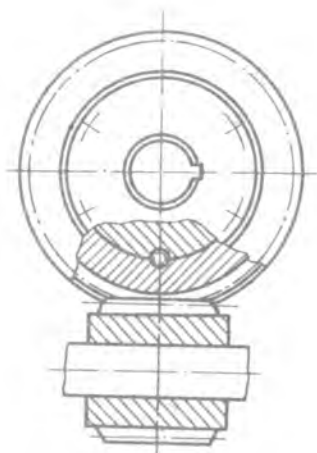
Червячное зацепление

Червячное зацепление служит для передачи вращательного движения с одного вала на другой, когда оси валов скрещиваются. Червячное зацепление является разновидностью зубчатого зацепления, где ведущим элементом служит винт (червяк) со специальной нарезкой, а ведомым - червячное колесо. Резьба червяка может быть правой и левой, однозаходной и многозаходной.

Червячное зацепление по сравнению с цилиндрическим и коническим зацеплениями дает возможность создать большое передаточное отношение при небольших габаритах передачи. Недостатком его является сравнительно быстрый износ червяка и зубьев колеса, а также низкий коэффициент полезного действия. Конструктивное изображение червячного зацепления приведено на фиг. 42 и 43.



фиг. 42.



Фиг. 43.

При вычерчивании червячного зацепления исходными данными являются модуль зацепления m , число зубьев колеса Z и число заходов червяка Z_2 .

Червяк, как и любое зубчатое колесо, имеет три диаметра: наружный d_e , начальный d и внутренний d_i .

Эти диаметры определяются по следующим формулам: $d = \frac{Z_2 \cdot m}{\operatorname{tg} \psi}$

где Z_2 - число заходов червяка;

m - модуль;

ψ - угол подъема винтовой линии;

для однозаходных червяков $\psi \approx (4+6)^0$

для двухзаходных червяков $\psi \approx (8+12)^0$

для трехзаходных червяков $\psi \approx (12+18)^0$

$$d_e = d + 2m; \quad d_i = d - 2,4m.$$

Минимальная длина нарезанной части червяка рассчитывается по следующим формулам:

при $Z_2 = 1+2$ длина $L = (11 + 0,06 Z)m$

при $Z_2 = 3+4$ длина $L = (12,5 + 0,09 Z)m$

На чертежах червяков проставляется d_e , d . Кроме того указывается модуль, шаг, число заходов, угол подъема винто-

вой линии и ее направление. Остальные размеры червячного колеса определяются по формулам, приведенным в § 13.

Дополнительно определяют следующие размеры: радиус кривизны поверхности по выступам зубьев $R_1 = \frac{d}{2} + m$; радиус кривизны поверхности по впадинам зубьев $R_2 = \frac{d}{2} + 1,2m$. Угол ψ принимается в пределах $(90+110)^\circ$. Межосевое расстояние определяется по формуле: $\Lambda = \frac{m+d}{2}$

Пример расчета. Дано: $m = 10$; $z = 27$; $z_2 = 2$.

Определяем основные размеры червяка:

начальный диаметр червяка $d = \frac{z \cdot m}{\text{tg}\psi}$, принимаем для двух-заходного червяка $\alpha = 12^\circ$,

$$\text{тогда } d = \frac{z_2 \cdot m}{\text{tg} 12^\circ} = \frac{2 \cdot 10}{0,2126} = 94 \text{ мм}.$$

Наружный диаметр червяка:

$$d_e = d + 2m = 94 + 2 \cdot 10 = 114 \text{ мм}.$$

внутренний диаметр червяка

$$d_i = d - 2,4m = 94 - 2,4 \cdot 10 = 70 \text{ мм}.$$

длина нарезки червяка

$$L = (11 + 0,06 z)m = (11 + 0,06 \cdot 27) \cdot 10 = 126,2 \text{ мм}.$$

Шаг нарезки червяка

$$t = m \cdot \pi = 10 \cdot 3,14 = 31,4 \text{ мм}.$$

диаметр вала червяка принимают

$$d_1 = 0,9 d_i = 0,9 \cdot 70 = 63 \text{ мм}.$$

Определяем основные размеры червячного колеса:

Диаметр начальной окружности $D = m z = 10 \cdot 27 = 270 \text{ мм}$

Диаметр окружности выступов

$$D_e = D + 2m = 270 + 2 \cdot 10 = 290 \text{ мм}.$$

диаметр окружности впадин

$$D_i = D - 2,4m = 270 - 2,4 \cdot 10 = 246 \text{ мм}.$$

Радиус кривизны поверхности по выступам зубьев

$$R_1 = \frac{d}{2} - m = \frac{94}{2} - 10 = 37 \text{ мм}.$$

Радиус кривизны поверхности по впадинам зубьев

$$R_2 = \frac{d}{2} + 1,2m = \frac{94}{2} + 1,2 \cdot 10 = 47 + 12 = 59 \text{ мм}.$$

Остальные размеры червячного колеса определяются по приближенным формулам, приведенным в § 13.

Межосевое расстояние $A = \frac{D + d}{2} = \frac{270 + 94}{2} = 182 \text{ мм}.$

Размеры шпонки выбираются по таблице 13.

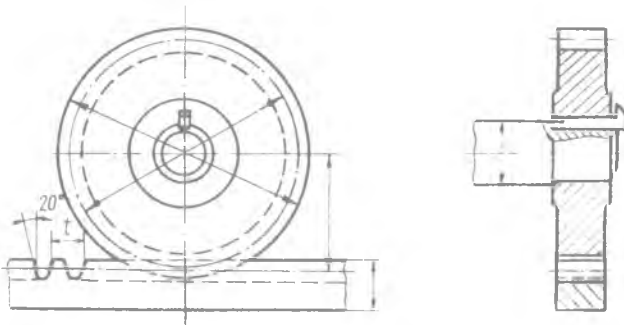
§ 17

Реечное зацепление

Реечное зацепление применяется для преобразования вращательного движения в поступательное (например, для подачи сверла в сверлильных станках) и наоборот. Оно представляет собой зубчатую рейку, находящуюся в зацеплении с цилиндрическим зубчатым колесом.

На фиг. 44 приведено конструктивное изображение реечного зацепления.

Размеры зубчатой рейки по отношению к модулю берутся такие же, как и для цилиндрического зубчатого колеса. Профиль зуба рейки представляет собой равнобокую трапецию с углом наклона боковых сторон к высоте равным 20° .



фиг. 44.

Различные виды соединений, рассмотренные выше, относятся к разъемным соединениям. Неразъемными являются заклепочные и сварные соединения.

§ 18

Заклепочные соединения

Заклепочные соединения широко применяются в ряде отраслей машиностроения (различные виды котлов, железнодорожные мосты, авиационные конструкции и т.д.).

В последнее время заклепочные соединения вытесняются более экономичными и удобными сварными соединениями.

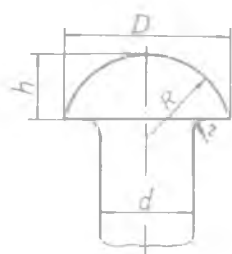
Заклепочные соединения выполняются при помощи заклепок, представляющих собой деталь, состоящую из круглого стержня и головки. В зависимости от назначения форма головки заклепки может быть полукруглой, плоско-конической, плоской, конической и полупотайной. Наибольшее распространение получила полукруглая головка. Диаметр заклепки зависит от толщины соединяемых листов и ориентировочно может быть определен по формуле $d = \delta + 8$ мм, где δ — толщина листа.

Диаметр отверстия под заклепку берется на 1 мм. больше диаметра заклепки.

Длина непоставленной заклепки равна толщине соединяемых деталей плюс $1,5d$ заклепки для образования полукруглой головки и d - для потайной.

Материалом заклепок может служить сталь, алюминий и медь.

На чертежах полукруглая головка выполняется по приближенным размерам (фиг.45) из соотношений $D = 1,75d$; $h = 0,65d$; $R = 0,9d$ и $z = 0,1d$ или по стандартным размерам по ГОСТ 885-64 (таблица I4).



Фиг. 45.

Заклепки в заклепочном шве располагают в один ряд или в несколько, поэтому швы называются однорядными, двухрядными и многорядными.

По расположению заклепок одного ряда по отношению к заклепкам другого ряда швы могут быть параллельными или шахматными.

По числу срезов заклепок швы бывают односрезными и двухсрезными.

Примеры различных видов швов приведены на фиг. 46.

Фиг. 46 а - шов однорядный, односрезный.

Фиг. 46 б - шов двухрядный, двухсрезный, параллельный.

Фиг. 46 в - шов двухрядный, односрезный, шахматный.

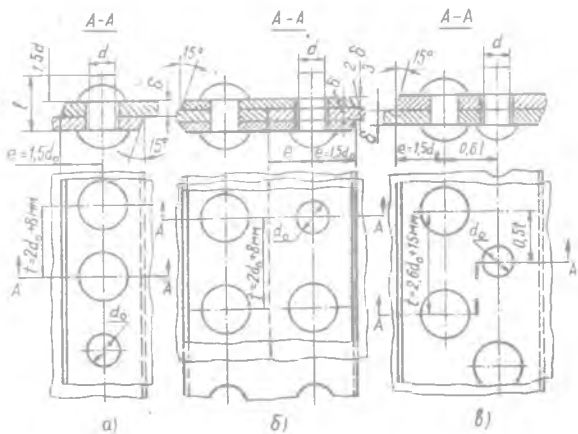
При вычерчивании шва на виде сверху или на боковом виде должно быть показано не менее двух-трех заклепок в одном ряду. Обрывы листов рекомендуется делать так, чтобы частично был виден нижний лист (фиг.46). Размеры наносятся в числовых значениях.

На чертежах заклепочных соединений делают надписи по такому образцу: «Заклепка 10 x 28 ГОСТ 885-64», где 10 - диаметр заклепки, а 28 - длина заклепки в мм».

Таблица 14

Размеры заклепок с полукруглой головкой,
диаметром от 10 до 37 мм.

Диаметр непоставленной заклепки d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37
D	16	24	29	34	39	44	50	55	60	65
h	3	9	10	12	14	16	18	20	22	24
R	9	12,5	15,5	18	20,5	23	26	29	32	34
r	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Диаметр отверс- тия под заклепку	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38



Фиг. 46.

§ 19 Условное изображение заклепок

1. Условные изображения головок заклепок должны выполняться в соответствии с нижеследующей таблицей:

Форма и расположение головок	Полукруглые		Потайные		Полупотайные		
	с обеих сторон	с одной стороны	с ближней (видимой)	с дальней (невидимой)	с обеих сторон	с ближней (видимой)	с дальней (невидимой)
Условное изображение							

2. Для указания размещения заклепок допускаются следующие обозначения:

	План или боковой вид	Разрез
а) При одинаковом диаметре заклепок.		
б) При разных диаметрах добавляется указание диаметра заклепки		
или		
диаметра, длины и № ГОСТ	$\sqrt{\text{ГОСТ 885-64}}$	$\sqrt{\text{ГОСТ 885-64}}$
В обоих случаях вместо знака можно применять знак		

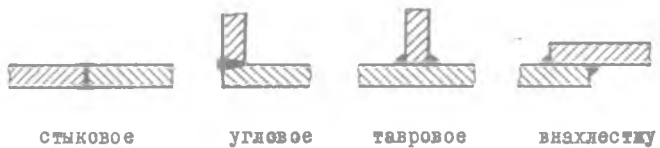
Сварные соединения имеют очень широкое применение.

Существует несколько видов сварных соединений деталей. Особое место среди них занимает электродуговая сварка, примененная впервые в конце XIX века русским инженером Н.Г.Славяновым. Развитию сварки во многом способствовали работы советских ученых Е.О.Патона и К.К.Хренова.

Кроме электродуговой сварки широко применяются газовая сварка (особенно в самолетостроении и моторостроении), роликовая и электроточечная.

Основные преимущества сварных швов по сравнению с заклепочными заключаются в более рациональном использовании рабочего сечения элементов, уменьшении веса, в плотности и непроницаемости швов, упрощении конструкции, удешевлении технологического процесса.

По виду сварные соединения разделяются на стыковые, угловые, тавровые, внахлестку и др. (фиг.47).



Фиг. 47.

По характеру выполнения швы сварных соединений бывают односторонние и двухсторонние (фиг.48).

По форме подготовленных кромок швы бывают без скоса и со скосом кромок (фиг.49).



односторонний

двухсторонний

Фиг. 48 .



без скоса



со скосом одной
кромки



со скосом двух
кромки

Фиг. 49.

Буквенное обозначение швов сварных соединений: стыковых - С , угловых - У , тавровых - Т , внахлестку - Н .

§ 21 Условные обозначения сварных швов на чертежах

Условные обозначения сварных швов и правила выполнения их на чертежах установлены ГОСТ 5263-58. Сварные швы на чертеже обозначаются ломаной линией, состоящей из горизонтального и наклонного участков. Наклонный участок заканчивается односторонней стрелкой, указывающей место расположения шва (фиг.50 а).



Фиг. 50.

Допускается двойной излом линии выноски, а также сведение нескольких выносок, указывающих одинаковые швы, к общему горизонтальному участку (фиг.50,б).

Все условные знаки и размеры швов представляются для видимого шва над горизонтальным участком выноски, а для невидимого шва под ним (фиг.51).

(обозначение видимого шва)
 (обозначение невидимого шва)



Фиг. 51.


Видимым швом условно считается для угловых, тавровых соединений и соединений бнахлестку шов, расположенный на чертеже по отношению к наблюдателю своей внешней поверхностью; для стыковых соединений - шов, расположенный по отношению к наблюдателю более широкой своей поверхностью.

Допускается изображать шов штриховыми линиями, перпендикулярными к линии шва (фиг.52).

Швы в сечениях или разрезах штрихуются или зачерняются.




Фиг. 52.

Швы, выполняемые при монтаже узлов и изделий (монтажные швы) обозначаются дополнительно буквой М над наклонным участком выноски . Если швы изделия или узла выполняются сваркой одного вида, то последняя указывается в примечании, а если разными видами сварки, то на горизонтальном участке стрелки прооставляются при выполнении швов электродуговой сваркой - буква Э, при газовой - Г, в среде защитных газов - З, при контактной - Кт.

Для обозначения расположения шва используются следующие знаки:

- / - прерывистый и точечный шов при цепном расположении многорядных и двухсторонних швов;
- Z - прерывистый и точечный шов при шахматном расположении швов;
- - расположение швов по периметру;
- ▭ - расположение швов по незамкнутому контуру.

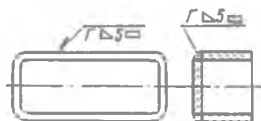
Примеры условного обозначения швов

Э  - стыковой V-образный односторонний шов с подкладкой, выполненный электродуговой сваркой (фиг.53).



Фиг. 53.

$\Gamma_{\Delta 5 \square}$ - угловой шов с катетом 5 мм, выполненный по периметру газовой сваркой (фиг.54).



Фиг. 54.

$\Gamma_{\Delta 5-50Z150}$ - тавровый шахматный шов с катетом 5 мм. при длине привариваемого участка $l = 50$ мм и шаге $t = 150$ мм, выполненный газовой сваркой (фиг.55).



Фиг. 55.



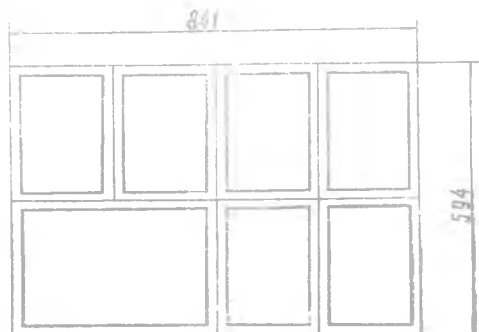
Глава У

СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА И УКАЗАНИЯ
ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

§ 22

Содержание листа

Изучение и закрепление материала о резьбах, резьбовых деталях, резьбовых соединениях, зубчатых зацеплениях, заклепочных и сварных соединениях осуществляется путем выполнения специального листа (лист № 3 «Условности машиностроительного черчения»). План этого листа показан на фиг. 56.



Фиг. 56.

Лист выполняется на формате 24 размерами 594 x 841 и содержит 7 гранок.

1. Болтовое соединение.
2. Соединение шпилькой.
3. Трубное соединение.
4. Условное изображение пружин.
5. Зубчатые зацепления.
6. Заклепочные соединения.
7. Сварные соединения.

Лист выполняется в карандаше в два приема. Сначала он вычерчивается в тонких линиях, затем после проверки преподавателем и устранения оказавшихся ошибок, обводится карандашом средней твердости Т или ТМ. Перед выполнением листа следует изучить материал, изложенный в главах I, II, III, IV, а также указания по выполнению отдельных гранок, приведенные в главе V.

§ 23 Указания по выполнению гранок листа

I. Болтовое соединение

В гранке изображается в трех видах с вертикальными разрезами соединение двух плит при помощи болта, гайки и шайбы. Получив задание нужно по таблицам 7, 8, II определить размеры головки болта, гайки и шайбы. Длина стержня болта определяется как показано в § 6. После определения всех размеров следует выполнить чертеж, руководствуясь фиг. 24.

2. Соединение шпильками

В гранке изображается в трех видах с вертикальными разрезами соединение двух деталей шпилькой, корончатой гайкой со шплинтом и шайбой. Размеры корончатой гайки выбираются из таблицы 9, а шплинта из таблицы I2. Длина стержня шпиль-

ки и нарезанной части определяется расчетом, аналогично расчету длины стержня болта, приведенному в § 6. Длина посадочного конца выбирается в зависимости от материала, в который ввинчивается шпилька (см. § 5). Размеры шайбы определяются по таблице II или по соотношениям, приведенным в § 6 в зависимости от диаметра шпильки. Оформление чертежа выполняется согласно фиг. 27.

3. Трубные соединения

В гранке изображается в соответствии с заданием один из следующих видов соединения труб:

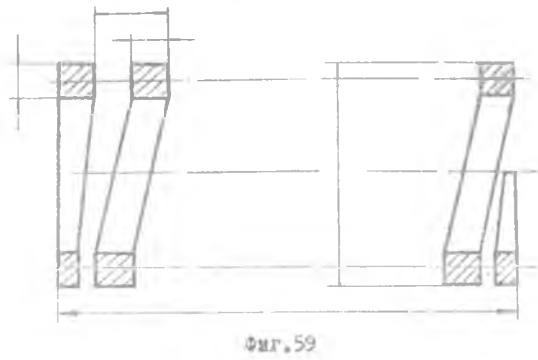
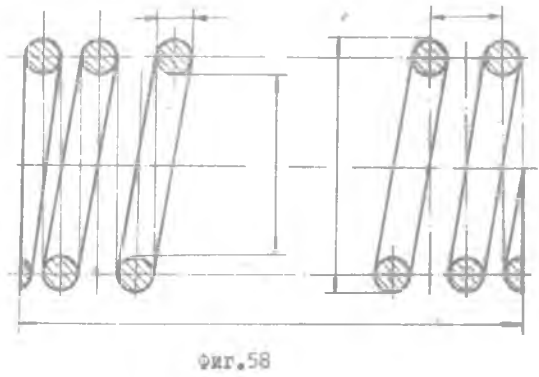
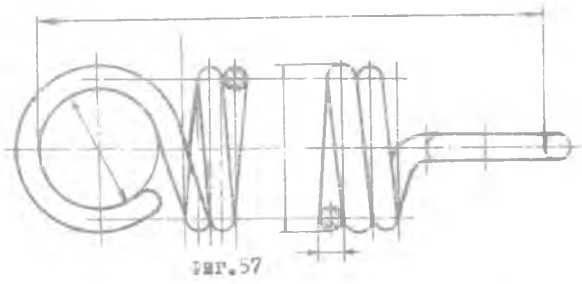
- прямой муфтой (фиг.30)
- переходной муфтой (фиг.31)
- угольником (фиг.32)
- тройником (фиг. 33)
- крестовиной (фиг.34)

На чертеже необходимо проставить основные размеры деталей, входящих в соединение (диаметр резьбы, внутренний и наружный диаметр трубы, длину резьбы, габаритные размеры).

4. Условные изображения пружин

В гранке вычерчивается два вида пружин - пружина растяжения (фиг.57) и пружина сжатия (фиг.58,59). В виду сложности вычерчивания винтовых пружин в машиностроительном черчении их изображают условно. По ГОСТ 3461-59 при изображении винтовых (цилиндрических и конических) пружин на плоскости, параллельной оси пружины, витки следует изображать прямыми линиями, соединяющими сечение (фиг.57,58,59) или соответствующие участки контура (фиг.57).

При числе витков пружины более четырех рекомендуется по-



казывать с каждого конца пружины 1-2 витка, не считая опорных, а остальные витки не изображать, ограничиваясь проведением осевой линии через центры сечений витков на всей длине пружины. При этом допускается уменьшенное изображение пружины по ее длине.

Если диаметр или толщина сечения витка на чертеже равна или меньше 2,5 мм, то сечение каждого витка при изображении пружины в разрезе следует зачернить.

Винтовые пружины с левой навивкой отмечаются надписью: «левая».

На чертеже нужно проставить следующие размеры: наружный или внутренний диаметр, диаметр или сечение проволоки, шаг пружины, число рабочих (полных) витков, длина или высота пружины в свободном состоянии.

5. Зубчатые зацепления

В этой главе по заданию преподавателя изображается одно из следующих зубчатых зацеплений:

1. Цилиндрическое зацепление:

а) с прямым зубом (фиг.36)

б) с косым зубом (фиг.39)

2. Коническое зацепление (фиг.40).

3. Червячное зацепление (фиг.42,43).

4. Реечное зацепление (фиг.44).

Изображению зубчатых и червячных зацеплений должно предшествовать внимательное изучение главы III данного пособия и расчет их основных размеров.

В зубчатых зацеплениях для расчета и определения размеров являются число зубьев Z и модуль зацепления m , в червячных зацеплениях число заходов червяка Z_c , число зубьев колеса Z и угол подъема нарезки ψ . Конструктивные элементы колес определяются по соотношениям, приведенным в § 13. Все размеры проставляются в числовых выражениях. Надпись в штампе соответствует виду зубчатого зацепления.

6. Заклепочные соединения

В этой гранке по заданию преподавателя выполняется одно из заклепочных соединений. Задается вид заклепочного соединения, тип заклепочного шва и толщина склепываемых деталей. По суммарной толщине деталей выбирается диаметр заклепки. По эмпирическим формулам, приведенным на фиг.46 определяется шаг заклепок и минимально допустимое расстояние от оси заклепки до края профиля или листа, которое по условиям прочности должно быть не менее 2 \cdot .

Заклепочное соединение вычерчивается в двух видах и проставляются все необходимые размеры.

7. Сварные соединения

В этой гранке выполняется один из видов сварных соединений. Преподавателем задается вид сварного соединения, вид сварки, тип сварного шва и толщина свариваемых деталей.

По таблицам ГОСТа 5264-58 или настенным таблицам кафедры выбираются конструктивные элементы швов. Соединение вычерчивается в двух или трех видах с нанесением всех условных обозначений, приведенных в § 21.

В правом нижнем углу располагается общий штамп листа и над ним штамп данного формата. В графе "Наименование" общего штампа надпись: "Условности машиностроительного черчения".

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. ГОСТ "Чертежи в машиностроении", 1963 г.
2. Энциклопедический справочник "Машиностроение", т.2 и 5.
3. И.М.МОГИЛЬНЫЙ "Техническое черчение", 1963 г.
4. В.И.КАМЕНЕВ "Курс машиностроительного черчения".
5. С.В.РОЗОВ "Курс технического черчения", 1964 г.
6. В.А.ФЕДОРЧЕНКО и А.И.ШОШИН "Справочник по машиностроительному черчению", 1964 г.
7. А.Н.ПОКРОВСКАЯ "Машиностроительное черчение", 1960 г.
8. М.А.ГЕРЕБ "Составление и чтение машиностроительных чертежей", 1963 г.
9. Система чертежного хозяйства, 1961 г.
10. М.И.КОЧНЕВ "Резьбы, резьбовые соединения и зубчатые зацепления" - Учебно-методическое пособие к листу № 3. Кафедра графики КуАИ, 1964 г.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Глава I. РЕЗЬБЫ

§ 1. Классификация резьб	3
§ 2. Основные элементы резьбы	4
§ 3. Цилиндрические резьбы и их условное обозначение на чертежах	6
§ 4. Условное изображение резьбы на чертежах ...	20

Глава II. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 5. Резьбовые крепежные детали	24
§ 6. Болтовые соединения	34
§ 7. Соединение шпильками	36
§ 8. Винтовое соединение	38
§ 9. Трубные соединения	39
§ 10. Построение резьбы на винте и в гайке	42

Глава III. ЗУБЧАТЫЕ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

§ 11. Виды зубчатых зацеплений	45
§ 12. Условное изображение зубчатых зацеплений..	46
§ 13. Основные элементы зубчатых колес	47
§ 14. Цилиндрическое зубчатое зацепление	51
§ 15. Коническое зубчатое зацепление	52
§ 16. Червячное зацепление	56
§ 17. Реечное зацепление	59

Глава IV. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 18. Заклепочные соединения	60
§ 19. Условное изображение заклепок	63
§ 20. Сварные соединения	64
§ 21. Условные обозначения сварных швов на чертежах	65

Глава V. СОДЕРЖАНИЕ ЛИСТА И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

§ 22. Содержание листа	69
§ 23. Указания по выполнению гранок листа	70

ЛИТЕРАТУРА	74
------------------	----

Михаил Иванович КОЧНЕВ

РЕЗЬБЫ, РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ,
ЗУБЧАТЫЕ ЗАЦЕПЛЕНИЯ, ЗАКЛЕПочНЫЕ
И СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
Учебно-методическое пособие по курсу
«Машиностроительное черчение»

Редактор - И.С.КОЛЬШЕВА

Подписано в печать 15/IX-67 г. ЕО 12965

Формат 60 x 84¹/₁₆. Объем 4,75 печ.л.

Тираж - 3000 экз. Цена 45 коп.

Куйбышевский авиационный институт им. С.П.Королева,
г.Куйбышев, ул.Молодогвардейская, 151.

Ротапринтный цех типографии им.Мяги Управления по
печати при Куйбышевском облисполкоме, г.Куйбышев,
ул.Венцека, 60. Заказ № ...979.