

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Главной частью резьбового соединения является резьба. Резьбы можно разделить по назначению на следующие виды:

1. Крепежные резьбы, служащие главным образом для скрепления деталей, как правило, треугольного профиля, обладающего повышенным трением (приведенный коэффициент трения f' в $f/\cos \gamma$ раз больше обычного коэффициента f , где γ — половина угла профиля резьбы) и свойством самоторможения резьбы, повышенной прочностью резьбы и удобством изготовления.

2. Крепежно-уплотнительные резьбы, служащие для герметичного скрепления деталей (трубопроводов, арматуры), выполняемые также треугольного профиля, но без радиальных зазоров.

3. Резьбы для передачи движения (в ходовых и грузовых винтах). Для уменьшения трения выполняются трапецидальными с симметричным и несимметричным (упорная резьба) профилем, а также с прямоугольным профилем.

Деление резьб по назначению не является строгим. Так, например, резьбы треугольного профиля с малым шагом иногда используют для особо точных ходовых винтов, а треугольные и упорные резьбы — в качестве крепежных.

Наибольшее распространение в промышленности имеет метрическая резьба.

§ 1. МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

На рис. 1.1 приведена метрическая резьба по ГОСТ 9150—59 (утолщенной линией показан номинальный профиль, общий для винта и гайки). Параметрами резьбы являются наружный диаметр d винта и шаг S .

Профиль метрической резьбы — равнобедренный треугольник (высота треугольника $H = \frac{S}{2} \operatorname{tg} 30^\circ = 0,86603S$), со срезанной по прямой вершиной (у винта на $\frac{1}{8}$, а у гайки на $\frac{1}{4}$ высоты треугольника). Рабочая высота профиля $h = H - \frac{H}{8} - \frac{H}{4} = 0,625H = 0,54125S$. Для уменьшения концентрации напряжений, повышения стойкости резьбообразующего

инструмента и уменьшения повреждений (забоин) вершины витков и впадины винта и гайки выполняют притупленными (форма впадин резьбы винта стандартом не определяется и может быть как плоско-срезной, так и закругленной с $r = \frac{H}{6} = 0,144S$).

Так как срезанная вершина витка гайки не доходит до тела винта, а срезанная вершина витка винта — до тела гайки, то метрическая резьба получается негерметичной.

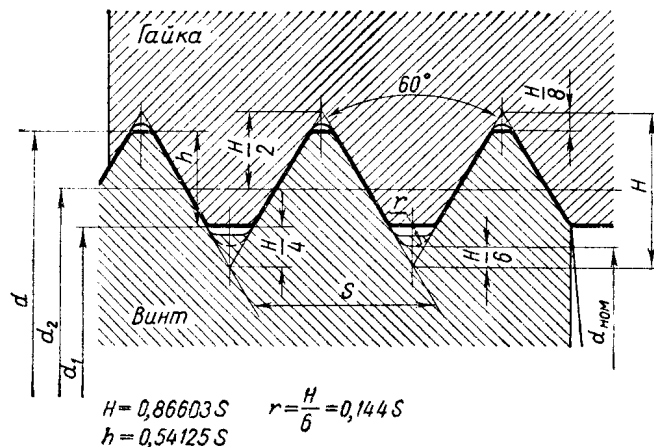


Рис. 1.1

ГОСТ 8724—58 для каждого диаметра d резьбы предусматривает один крупный и несколько мелких шагов, величины которых для интервала диаметров от 6 до 48 мм приведены в табл. 1.1.

В крепежных изделиях (болтах, шпильках и винтах) резьбы с мелкими шагами применяют редко. Используют их для соединений с малыми осевыми усилиями, где желательно лучшее самоторможение и не требуется равная прочность стержня и резьбы [11].

В табл. 1.2 приведены основные размеры резьб (интервал

Таблица 1.1

Шаги метрических резьб для $d = 6 \div 48$ мм по ГОСТ 8724—58 (рис. 1.1) Размеры, мм

Диаметр d			Шаги S							
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	крупный		мелкие					
6		7	1,00						0,75	0,5
8		9	1,00						0,75	0,5
			1,25					1	0,75	0,5
10		11	(1,25)					1	0,75	0,5
			1,50					1	0,75	0,5
12		14	(1,50)				1,25	1	0,75	0,5
			1,75			1,5	1,25	1	0,75	0,5
		15	2,00			1,5	1,25	1	0,75	0,5
16		17	—			1,5		1	0,75	0,5
			2,00			1,5		1	0,75	0,5
20		18	—		2	1,5		1	0,75	0,5
			2,50		2	1,5		1	0,75	0,5
24		22	—		2	1,5		1	0,75	0,5
			3,00		2	1,5		1	0,75	
		25	—		2	1,5				
		27	3,00		2	1,5		1	0,75	
30			3,50		2	1,5		1	0,75	
		33	—		2	1,5		1	0,75	
36			4,00	3	2	1,5		1	0,75	
		39	—	3	2	1,5		1		
			4,00			1,5				
42		40	—		3	2	1,5	1		
			4,50		3	2	1,5	1		
		45	—		3	2	1,5	1		
			4,50		3	2	1,5	1		
48			5,00		3	2	1,5	1		

Примечание. При выборе диаметров резьбы предпочитают 1-й ряд 2-му, 2-й ряд 3-му.

диаметров от 6 до 20 мм) с крупным шагом, изготавливаемых по ГОСТ 9150—59.

Условное обозначение резьбы диаметром, например, $d = 24$ мм с крупным шагом: M24. То же, с мелким шагом $S = 1,5$ мм: M24 × 1,5.

Таблица 1.2

Основные размеры, мм, метрических резьб для $d = 6 \div 20$ мм по ГОСТ 9150—59 (рис. 1.1)

Диаметры резьбы			Шаг резьбы S	Высота профиля h
наружный d	средний d_2	внутренний d_1		
6	5,350	4,918	1,00	0,541
7	6,350	5,918	1,00	0,541
8	7,188	6,647	1,25	0,676
9	8,188	7,647	1,25	0,676
10	9,026	8,376	1,50	0,812
11	10,026	9,376	1,50	0,812
12	10,863	10,106	1,75	0,947
14	12,701	11,835	2,00	1,082
16	14,701	13,835	2,00	1,082
18	16,376	15,294	2,50	1,353
20	18,376	17,294	2,50	1,353

§ 2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ДРУГИХ ТИПАХ РЕЗЬБ

На рис. 1.2 приведена трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357—52, являющаяся герметичной резьбой и применяемая главным образом (но не исключительно)

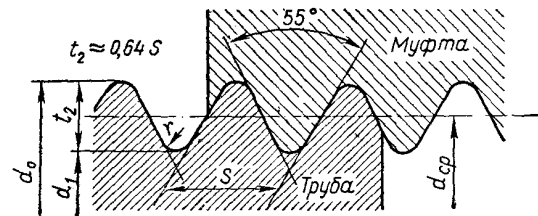


Рис. 1.2

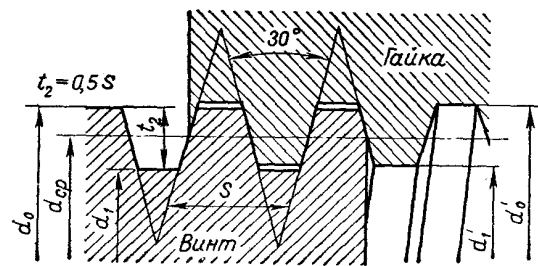


Рис. 1.3

в трубопроводах. На чертежах наружный диаметр d_0 резьбы условно обозначают размером внутреннего диаметра трубы в дюймах. Так, например, «1" труб.» означает: наружный диаметр резьбы на поверхности трубы с условным внутренним диаметром 1". В стандарте для каждого условного диаметра в интервале $1/8$ до 6" указаны: d_0 , d_{cp} , d_1 , S , высота t_2 профиля и радиус r закругления вершины профиля. Для условных диаметров от 1 до 6": $S = 2,309$ мм, $t_2 = 1,478$ мм и $r = 0,317$ мм.

Для соединения труб, установки пробок и масленок применяется еще трубная коническая резьба (конусность

1:16) по ГОСТ 6211—52, которая может свинчиваться также с цилиндрической трубной резьбой. Затяжкой конической резьбы достигают особо плотного прилегания профилей по вершинам, непроницаемости и требуемого натяга.

На рис. 1.3 изображена трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484—60. Профиль—трапеция с углом при

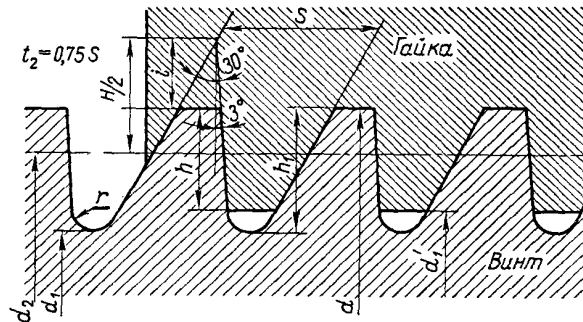


Рис. 1.4

вершине 30°. Имеет меньшие потери на трение, чем треугольная метрическая резьба, удобна при изготовлении и более прочна, чем прямоугольная. Является основной для передач винт—гайка.

На рис. 1.4 показан профиль упорной резьбы по ГОСТ 10177—62. Малый угол ($\gamma = 3^\circ$) наклона рабочей стороны несимметричных треугольных витков резьбы снижает коэффициент $f' = \frac{f}{\cos 3^\circ}$ и силу трения по сравнению с трапецеидальной резьбой (резьба с $\gamma = 0^\circ$ неудобна в изготовлении). Применяется для винтов с большой односторонней осевой нагрузкой (прессы, грузовые крюки).

Дюймовую крепежную резьбу с углом при вершине 55° (ОСТ НКТП 1260) применяют для замены деталей в машинах некоторых иностранных фирм.

Кроме рассмотренных, стандартизовано еще несколько специальных резьб (для буровых труб; вентилях пневматических машин; круглая для цоколей электроламп и др.) [6].

§ 3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ РЕЗЬБОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Резьбу наносят режущим инструментом или накаткой (при массовом изготовлении).

Процесс накатки состоит в выдавливании металла цилиндрической заготовки гребенкой с последующей обкаткой и кали-

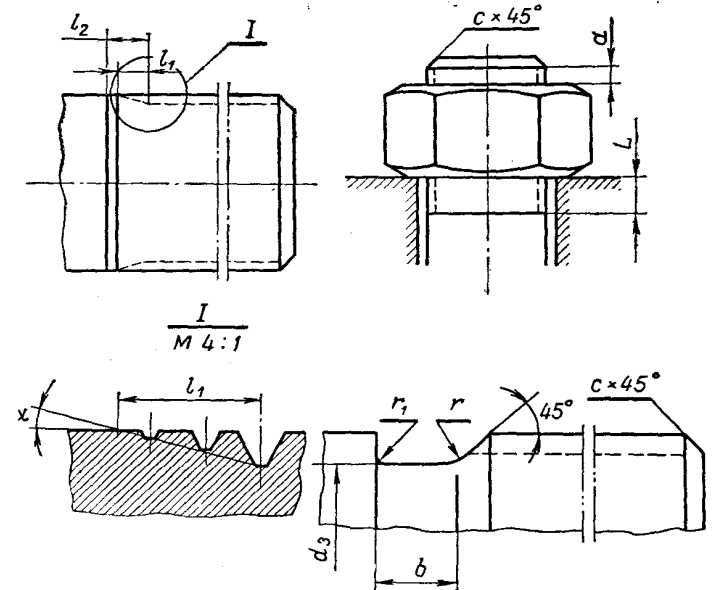


Рис. 1.5

Таблица 1.3

Выходы резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски, мм, по ГОСТ 10549—63 (рис. 1.5 и 1.6)

Шаг резьбы S	Для наружной резьбы							Для внутренней резьбы						
	Сбег	Недорез*	Проточка				Фаска c	Сбег	Недорез	Проточка				Фаска c_1
			Тип I, нормальная							Тип I, нормальная				
			l_1 max при $\alpha = 20^\circ$	l_2 max	b	r				r_1	d_3	l_3 max	l_4 max	
1,00	1,8	3,0	3,0	1,0	0,5	$d-1,5$	1,0	2,7	4,0	4,0	1,0	0,5	$d+0,5$	1,0
1,25	2,2	4,0	4,0	1,0	0,5	$d-1,8$	1,5	3,3	5,0	5,0	1,0	0,5	$d+0,5$	1,0
1,50	2,8	4,0	4,0	1,0	0,5	$d-2,2$	1,5	4,0	6,0	6,0	1,5	1,0	$d+0,7$	1,5
1,75	3,2	4,0	4,0	1,0	0,5	$d-2,5$	1,5	4,7	7,0	7,0	1,5	1,0	$d+0,7$	1,5
2,00	3,5	5,0	5,0	1,5	0,5	$d-3,0$	2,0	5,5	8,0	8,0	2,0	1,0	$d+1,0$	2,0
2,50	4,5	6,0	6,0	1,5	1,0	$d-3,5$	2,5	7,0	10,0	10,0	3,0	1,0	$d+1,0$	2,5
3,00	5,2	6,0	6,0	1,5	1,0	$d-4,5$	2,5	5,7	9,0	10,0	3,0	1,0	$d+1,2$	2,5

* Недорез складывается из сбега и недохода резьбы.

Примечания. 1. α — угол заборной части резьбообразующего инструмента.

2. Под недоходом резьбы понимают величину ненарезанной части детали между концом сбега и ее опорной поверхностью.

3. В ответственных случаях применяют более широкие (тип II) проточки с одинаковым и, для уменьшения концентрации напряжения, большим радиусом закругления.

4. Стандарт предусматривает также уменьшенные недорезы и узкие проточки.

5. Для внутренней резьбы с шагом $S \geq 3$ мм сбеги и недорезы предусматривают только уменьшенных размеров.

6. Стандарт не распространяется на концы установочных винтов.

7. Размеры $a \geq (1 \div 2) S$; $L \geq (2,5 \div 3,5) S$.

бровкой резьбы. Преимущества этого метода по сравнению с обработкой резанием: более высокая производительность, меньшие затраты на инструмент и повышенная прочность резьбы вследствие уплотнения материала (современными резьбонакатными станками обеспечивается высокая точность резьбы).

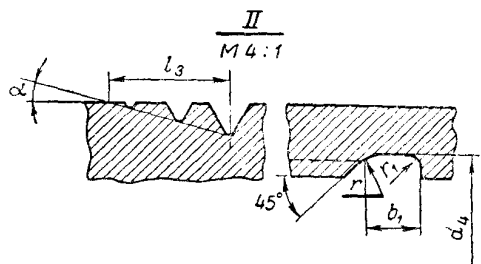
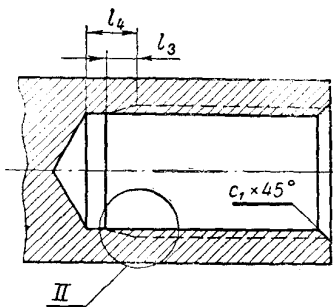


Рис. 1.6

Недостаток — увеличение диаметра резьбы по сравнению с диаметром заготовки.

При нарезании резьбы на обрабатываемой детали для вывода режущего инструмента предусматривают проточки или участки

Таблица 1.4
Места под шестигранные головки болтов и гайки по МН 5016—63 (рис. 1.7)
Размеры, мм

d	Размер «под ключ» S	Под шестигранные гайки, головки болтов и пружинные шайбы	Под шайбы по ГОСТ 11371—65	D ₁
8	12	18	—	20
8	14	20	22	24
10	14	20	—	24
10	17	24	26	28
12	17	24	—	28
12	19	26	28	30
14	19	26	—	30
14	22	30	32	34
16	22	30	—	34
16	24	32	36	38
18	24	32	—	38
18	27	36	40	42
20	27	36	—	42
20	30	40	42	45

Примечание. Размер h — до чистоты.

с неполным профилем резьбы (сбеги) и фаски (подробно см. [11]).

В табл. 1.3 приведены размеры элементов выходов.

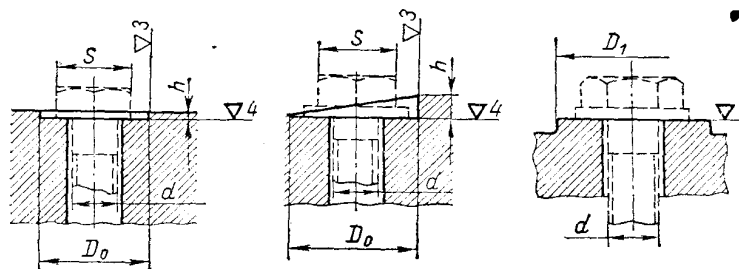


Рис. 1.7

Таблица 1.5
Места под головки винтов по МН 5016—63 (рис. 1.8)
Размеры, мм

d	d ₁			D		h ₁	h ₂	D под винты с потайной и полупотайной головкой
	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд			
5	5,2	5,5	6,0	9,5	10	4,0	5,5	10,3
6	6,3	6,5	7,0	11	12	4,5	6,5	12,3
8	8,4	9,0	10,0	14	15	5,5	8,5	16,5
10	10,5	11,0	12,0	17	18	7,0	11	20,0
12	12,5	13,0	14,0	19	20	8,0	13	24,0
14	14,5	15,0	17,0	22	24	9,0	15	28,0
16	16,5	17,0	19,0	26	28	10,0	17	31,0
18	18,5	19,0	21,0	28	30	11,0	19	35,0
20	21,0	22,0	24,0	32	34	12,0	21	39,0

Примечания: 1. Значение D рекомендуется применять: а) по 1-му ряду, если сквозные отверстия взяты также по 1-му ряду; б) по 2-му ряду, если сквозные отверстия по 2-му и 3-му ряду.
2. В случае применения пружинной шайбы размеры h₁ и h₂ увеличивают на толщину шайбы.
3. Размеры h — до чистоты.

Таблица 1.6
Диаметры отверстий на проход (под болты, винты и шпильки), мм [2]

Диаметр резьбы	Точная сборка		Грубая сборка	
	первая	вторая	первая	вторая
8	8,3	8,5	9	10,5
10	10,5	11,0	11	12,5
12	12,5	13,0	13	14,5
14	14,5	15,0	15	17,0
16	16,5	17,0	17	19,0
18	18,5	19,0	20	21,0
20	20,0	21,0	22	24,0
22	22,5	23,0	24	26,0
24	24,5	25,0	26	28,0

Примечания: 1. Градация диаметров отверстий соответствует ГОСТ 885—65 «Сверла спиральные».
2. В графе «Точная сборка» указаны диаметры сверл для точной механики и приборостроения (сборка 1-я) и для машиностроения, станкостроения и т. д. (сборка 2-я).
3. В графе «Грубая сборка» указаны диаметры сверл как для машиностроения, так и для других отраслей промышленности.

Для устранения неравномерного распределения сил на опорных поверхностях головок болтов и гаек и появления в стержнях напряжений изгиба ([11, стр. 69] места деталей,

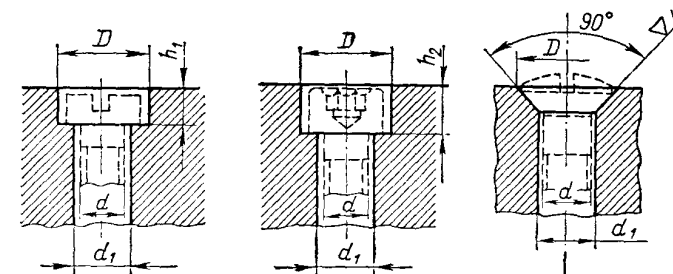


Рис. 1.8

соприкасающиеся с головками и гайками, обрабатывают до чистоты (рис. 1.7 и табл. 1.4).

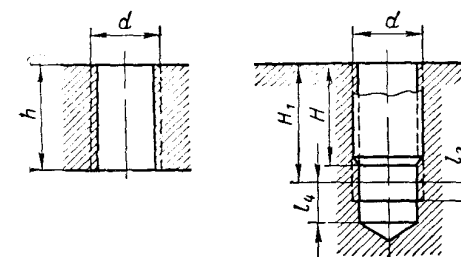


Рис. 1.9

Головки винтов могут удобно утапливаться в углублениях на детали (рис. 1.8, табл. 1.5), благодаря чему уменьшаются габаритные размеры машины, улучшается ее внешний вид и облегчается обтирка.

Таблица 1.7
Глубина завинчивания винтов и шпилек с метрической резьбой крупного шага, выполняемой по ГОСТ 9150—59 (рис. 1.9) [2]

d	Сталь и бронза			Чугун		
	h	H	H ₁	h	H	H ₁
6	8	6	8,0	12	10	12
8	10	8	10,5	15	12	15
10	12	10	13,0	18	15	18
12	15	12	16,0	22	18	22
14	18	14	18,0	24	20	24
16	20	16	20,0	26	22	26
18	22	18	24,0	30	25	30
20	24	20	25,0	32	28	34

Примечания: 1. H — нормальная глубина завинчивания шпилек и винтов, мм.
2. H₁ — наименьшая длина полной резьбы (без сбега), мм.
3. Размеры l₃ и l₄ — по ГОСТ 10549—63, мм.