

РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЕ. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ

Изделия с резьбой отличаются большим многообразием. Инструменты для образования резьб также весьма разнообразны. Резьбу на изделиях получают с помощью метчиков, плашек, резцов, фрез, гребенок резьбонарезных, плашек резьбонакатных, головок резьбонакатных, протяжек, обкаточных резцов и других видов инструментов.

Процесс резьбонарезания характеризуется малыми сечениями среза, низкими скоростями резания, малыми задними углами профиля, а следовательно, повышенным трением и износом задних поверхностей.

Образование профиля резьбы резцами осуществляется на станках по различным схемам: с радиальной подачей S' — профильная схема (рис. 11.1, а); с подачей под углом (рис. 11.1, б); с комбинированной подачей (рис. 11.1, в), состоящей из подачи под углом для предварительной обработки и радиальной подачи — для окончательной. Конструкция, размеры и особенности эксплуатации резцов для образования резьбы приведены в гл. 8.

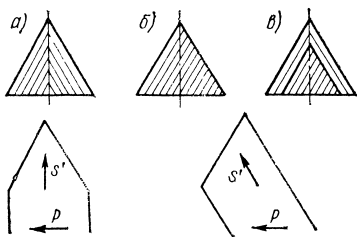


Рис. 11.1. Схемы образования профиля резьбы резцами:
 S' — радиальная подача; P — осевое перемещение резца

Фрезы для образования профиля резьбы делятся на дисковые (рис. 11.2, а) и гребенчатые (рис. 11.2, б). Резьбонарезание осуществляется на

специальных резьбофрезерных или модернизированных станках. При использовании дисковых фрез они устанавливаются под углом наклона профиля резьбы к оси заготовки, им придается главное движение — вращение вокруг собственной оси, а заготовке — винтовое движение относительно фрезы. При использовании гребенчатых фрез (для наружного или внутреннего фрезерования резьбы) с длиной, равной или превышающей длину нарезаемого участка заготовки, фрезе сообщается главное (вращательное) движение с подачей на врезание, равной глубине профиля резьбы, и последующим перемещением фрезы вдоль оси

заготовки на $1,25P$ (где P — шаг резьбы) за 1,25 оборота заготовки (0,25 оборота добавляется на доработку участка врезания фрезы на глубину профиля). Возможно перемещение вдоль оси и вращения заготовки при вращающейся фрезе. Инструмент для образования резьбы этими способами приведен в гл. 9.

Инструмент для протягивания резьбы, образования резьбы методом зубочения и другими методами получил ограниченное распространение и в практике инструментального производства применяется редко.

Широко используется образование резьбы метчиками, плашками, гребенками, накатными головками. Указанные инструменты будут рассмотрены ниже.

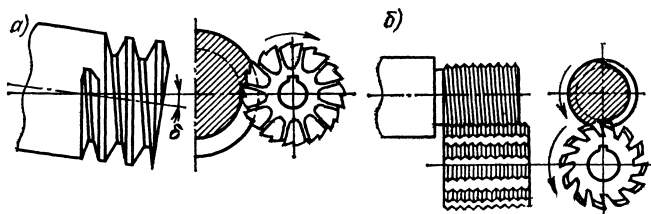


Рис. 11.2. Схемы образования профиля резьбы фрезами

11.1. Метчики

Метчики общего назначения. Для нарезания внутренних резьб в отверстиях диаметром до 50 мм (иногда до 80 мм) предназначены метчики. Обозначение метчиков по ОКП приведено в табл. 11.1

Основными элементами метчиков являются рабочая часть и хвостовик. Рабочая часть 1 (рис. 11.3) содержит режущую (заборную) часть 2, срезающую основной припуск, калибрующую часть 3, осуществляющую окончательную обработку резьбы, стружечные канавки 6, перья 5, сердцевину 7, придающие метчику достаточную для обработки прочность и жесткость. Хвостовая часть 4 служит для закрепления метчика во время обработки, придания ему требуемых перемещений. Хвостовик может иметь квадрат или лыску для передачи вращающегося момента, кольцевую канавку для закрепления его в патроне и передачи движения в осевом направлении. Хвостовик выполняется заодно с рабочей частью (у цельных метчиков) или соединяется с ней сваркой, пайкой или механическим креплением.

Материал рабочей части — инструментальные углеродистые стали марок У11, У11А, быстрорежущие стали или твердый сплав. Материал хвостовой части — инструментальные стали, быстрорежущие стали, твердые сплавы (у цельных метчиков) или конструкционные стали марок 45, 40Х (ГОСТ 1050—74**, ГОСТ 4543—71*).

Твердость рабочей части метчиков из инструментальных углеродистых сталей 61—63 HRC_a, из быстрорежущих сталей диаметром до 6 мм 62—64 HRC_a, диаметром более 6 мм 63—66 HRC, или 64—67 HRC_a при содержании кобальта более 5 % и ванадия свыше 3 %. Твердость хвостовиков не регламентируется, за исключением гаечных метчиков и участка в зоне квад-

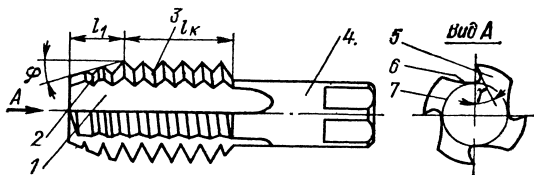


Рис. 11.3. Основные элементы метчика

11.1. Обозначение метчиков (группа 1300) по ОКП

Подгруппа	Вид
1310. Метчики из углеродистой стали ручные	1311. Для метрической резьбы 1312. Для цилиндрической трубной резьбы 1313. Для цилиндрической дюймовой резьбы
1330. Метчики из быстрорежущей стали машинно-ручные	1331. Для метрической резьбы 1332. Для цилиндрической трубной резьбы (муфтовые) 1333. Для цилиндрической дюймовой резьбы 1334. Для конической дюймовой резьбы 1335. Для конической трубной резьбы 1336. Для трапецеидальной резьбы (метчики-протяжки, метчики-прошивки) 1337. Для круглой резьбы
1320. Метчики из быстрорежущей стали гаечные	1321. Для метрической резьбы прямые 1322. Для метрической резьбы с изогнутым хвостовиком 1323. Для дюймовой резьбы прямые 1324. Для дюймовой резьбы с изогнутым хвостовиком
1340. Метчики из углеродистой стали	1341. Для метрической резьбы машинно-ручные
1350. Метчики твердосплавные	1351. Целые 1352. С припаянными пластинками
1360. Метчики специальные	1361. Машинные с винтовыми канавками 1362. Машинные с укороченными канавками
1390. Метчики для станков с ЧПУ	1391. Для станков с ЧПУ машинные

рата и канавки (лыски), на котором твердость должна быть 35—50 HRC₃. У гаечных метчиков с изогнутым хвостовиком хвостовик на участке, отстоящем от рабочей части на 5—9 диаметров, также должен быть термообработан.

Рабочая часть характеризуется длиной, числом стружечных канавок (зубьев), формой и размерами поперечного сечения, формой и размерами режущих и калибрующих участков. Длина рабочей части $l = l_1 + l_k + (10 \div 20)$ мм. Число зубьев (стружеч-

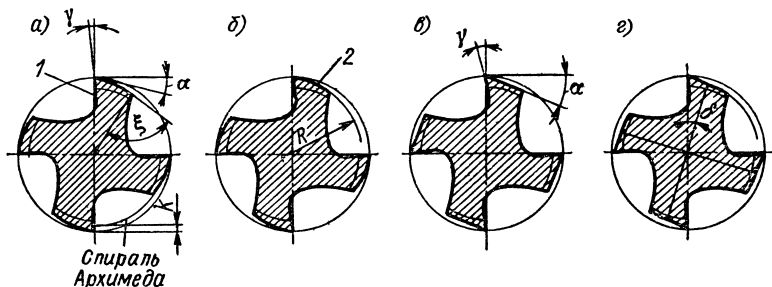


Рис. 11.4. Профили поперечного сечения режущей части метчиков: а — с задней поверхностью, затылованной по спирали Архимеда; б — с радиусной формой задней поверхности; в — с плоской задней поверхностью; г — с комбинированной задней поверхностью

ных канавок) z может в зависимости от диаметра метчика d быть выбрано в соответствии с рекомендациями к стандартам на метчики.

d , мм	2—6	8—14	16—20	22—24	27—36	39—52
Черные металлы	3	3	3	3—4	4	4—6
Легкие сплавы	2	2—3	3	3—4	4	4—6

Форма поперечного сечения рабочей части метчиков представлена на рис. 11.4 (сечение на участке перехода режущей части в калибрующую). Для метчиков, которые после обработки выворачиваются из отверстия, профиль стружечных канавок должен обеспечить создание угла ξ (рис. 11.4, а) на нерабочем участке спинки в целях предотвращения попадания корней стружки, образованных при нарезании резьбы, под заднюю поверхность зуба. Для метчиков, работающих на проход (гаечные метчики), форма профиля стружечных канавок упрощается (рис. 11.4, б, в). У метчиков для обработки высокопрочных материалов профиль поперечного сечения должен обладать повышенной жесткостью и прочностью, в этом случае рекомендуется применять профиль, представленный на рис. 11.4, г.

Передняя грань 1 может быть прямолинейной или криволинейной, ее сопряжение с радиусом дна канавки должно быть плавным. Передний угол γ выбирают в соответствии с данными табл. 11.2. Задняя поверхность 2 конической режущей части может выполняться по спирали Архимеда, дуге окружности ра-

11.2. Рекомендуемые значения передних и задних углов метчиков

Обрабатываемый материал и его характеристика	Передний угол γ , °	Задний угол α , °	Обрабатываемый материал и его характеристика	Передний угол γ , °	Задний угол α , °
Углеродистая сталь с σ_B , МПа:			Коррозионно-стойкие стали	6—12	6—8
до 400	12—15	10—12	Чугун серый:		
» 700	8—12	10—12	НВ \leq 180	2—3	5—7
» 900	6—8	10—12	НВ $>$ 180	0—2	5—7
Стальное литье, поковки	6—10	5—7	Чугун ковкий	6—8	5—7
Легированные стали с σ_B , МПа:			Медь	15—20	16—20
до 900	6—9	5—7	Бронза	6—8	6—8
св. 900	3—6	5—7	Цинк	15—20	16—20
			Легкие сплавы	16	7
			Силумин	8—12	10—12

диуса R , плоскости или в виде комбинаций этих поверхностей при условии создания достаточного для резания заднего угла α (табл. 11.2).

Падение затылка задней поверхности режущей части при затыловке по спирали Архимеда определяют по формуле

$$K = \frac{\pi d}{z} \operatorname{tg} \alpha.$$

Вдоль образующей заборного конуса угол α переменен. С приближением к оси метчика точек режущей части, в которых определяется задний угол (α_x), он равен $\operatorname{tg} \alpha_x = (d/d_x) \operatorname{tg} \alpha$.

Задний угол по профилю резьбы образуется затыловкой по архимедовой спирали профиля резьбы на всей ее длине, спад затылка выбирается в зависимости от обрабатываемого материала. Для обычных конструкционных материалов его размер определяют из условия обеспечения задних углов на боковых сторонах профиля резьбы в пределах 15—20'. Кинематический задний угол режущей части α_K отличается от статического заднего угла:

$$\operatorname{tg} \alpha_K = \operatorname{tg} \alpha \mp \frac{P}{\pi d} \operatorname{tg} \varphi,$$

где P — шаг резьбы. Знак «—» относится к случаю нарезания резьбы, знак «+» — к случаю вывинчивания.

Ширину пера (зуба) b и диаметр сердцевины d_c определяют из соотношений, приведенных ниже.

z	.....	3	4	6
b/d	.....	0,3	0,2	0,16
d_c/d	.....	0,3—0,4	0,4—0,45	0,5—0,55

Стружечные канавки на рабочей части выполняют обычно параллельно оси метчика. При обработке глухих отверстий в вязких материалах канавки наклоняют под углом $\omega < 20^\circ$. Обычно угол наклона правый, что способствует отводу стружки.

Режущая часть метчиков выполняется с генераторной (рис. 11.5, а) или профильной (рис. 11.5, б) схемами обработки. Форма образующей режущей части (заборного конуса) прямолинейная с углом наклона образующей φ или криволинейная (обычно тороидная). Длина режущей (заборной) части l_1 зависит от назначения метчиков.

По назначению метчики делятся на метчики для обработки сквозных отверстий и метчики для обработки глухих отверстий, к последним относятся и метчики с укороченной длиной заборного конуса, допускаемой по конструктивным соображениям в резь-

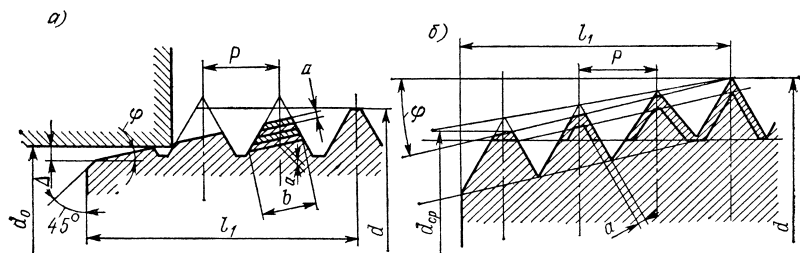


Рис. 11.5. Режущая часть метчика с генераторной (а) и профильной (б) схемами резания

бовом отверстия. Для облегчения нарезания резьбы метчики могут выпускаться комплектами из двух—четырёх штук.

Рекомендуемое стандартом DIN распределение нагрузки между метчиками комплекта (по объему снимаемого припуска и углу φ) приведено ниже.

	Комплект из двух штук	Комплект из трех штук
Черновой метчик . .	70 %, $\varphi = 7^\circ$	50 %, $\varphi = 4^\circ$
Средний метчик . .	—	30 %, $\varphi = 10^\circ$
Чистовой метчик . .	30 %, $\varphi = 20^\circ$	20 %, $\varphi = 20^\circ$

Наружный и средний диаметры метчиков комплекта различны. Наружный диаметр черногового метчика $d = d_0 - 0,52P$, среднего метчика $d = d_0 - 0,16P$, средний диаметр черногового метчика $d_{ср.ч} = d_{ср} - 0,067\sqrt{P} - 2\Delta$, среднего метчика $d_{ср.с} = d_{ср} - 0,067\sqrt{P} - \Delta$, где d_0 — диаметр отверстия под резьбу; Δ — допуск на неточность изготовления черногового и среднего метчиков. В зависимости от диаметра $\Delta = 0,07 \div 0,12$ мм.

Гаечные метчики имеют длину $(6 \div 12)P$; машинно-ручные для сквозных отверстий — $6P$; для глухих отверстий и чистовых комплектных — $2P$; для ручных комплектных из трех штук, чистовых — $1,5P$, средних — $2,5P$, черновых — $5P$; для комплектных из двух штук, чистовых — $2P$, черновых — $6P$, для одноштучных — $8P$.

Угол заборного конуса φ принимается равным для гаечных метчиков $3-5^\circ$, для черновых $4-7^\circ$, для средних (комплектных

из трех штук) $8-14^\circ$, для чистовых $18-23^\circ$. Для сквозных отверстий угол φ уменьшается, для глухих — увеличивается.

При выборе угла φ следует учитывать нагрузку на инструмент, определяемую толщиной среза a (в мм), снимаемого зубом режущей части:

$$a = \frac{P}{z} \operatorname{tg} \varphi.$$

Для твердосплавных метчиков $a_{\min} = 0,03 \div 0,04$ мм, для стальных метчиков $a_{\min} = 0,02$ мм, $a_{\max} = 0,15$ мм. Более точно толщина среза может быть найдена в направлении, перпендикулярном к режущей кромке; в этом случае $a = (P/z) \sin \varphi$, однако при небольших значениях угла толщину среза определяют в направлении, перпендикулярном к оси метчика.

Угол φ и длина l_1 связаны между собой зависимостью: $l_1 = (d - d_0 - \Delta)/(2 \operatorname{tg} \varphi)$, где $\Delta = 0,2 \div 1$ мм.

На метчиках для перемещения стружки в направлении от режущей части вперед при обработке сквозных отверстий режущая кромка наклоняется под углом λ , который может быть до -15° . Начало кромки располагается на расстоянии $l_1 = (2 \div 8)$ мм от начального торца метчика.

Калибрующая часть метчика обеспечивает получение резьбы требуемой точности с учетом запаса на переточки. Длина калибрующей части $(6 \div 12) P$. В целях исключения заклинивания имеется обратный конус по профилю (для ручных метчиков с накатанной резьбой — по внутреннему и среднему диаметрам). Обратная конусность составляет $0,05-0,1$ мм на 100 мм длины, при обработке легких сплавов $0,2-0,3$ мм на 100 мм длины.

Степень точности резьбы, выполняемой стандартными метчиками: машинно-ручными и гаечными для метрических резьб — Н1, Н2, Н3, С1, для дюймовых резьб — С и Д, для трубных резьб — А1 и А2; ручными для метрических резьб — Н4, С2, А2.

Исполнительные размеры рассматриваемых метчиков приведены в ГОСТ 17039—71*.

Поля допусков метчиков для нарезания резьб различных степеней точности различны. Так, поле допуска на средний диаметр резьбы метчика степени точности 6Н ($M22 \times 2$) равно 34 мкм, степени точности 7Н — 68 мкм.

В зарубежной практике поле допуска на средний диаметр резьбы метчиков принимается постоянным и не зависит от степени точности нарезаемой резьбы. Его размер составляет 0,2 поля допуска t резьбы гайки степени точности 5Н. В зависимости от класса резьбы поле допуска смещается относительно номинала на $0,1t$ для резьбы классов точности 4Н и 5Н; на $0,3t$ для классов точности 6Н, 4G и 5G; на $0,5t$ для классов точности 7Н, 8Н и 6G; на $0,7t$ для классов точности 7G и 8G.

Для получения требуемой точности и параметра шероховатости обрабатываемой метчиками поверхности необходимо, чтобы

параметр шероховатости передних и задних поверхностей метчиков не превышал $R_a = 0,63$ мкм, допуск биения режущих кромок относительно оси для ручных метчиков не был более 0,1 мм, для машинно-ручных метчиков лежал в пределах 0,03—0,04 мм (режущей части), 0,02—0,03 мм (калибрующей части), для гаечных метчиков — в пределах 0,05—0,06 мм (режущей части) и 0,03—0,04 мм (калибрующей части).

Допускаемые отклонения элементов профиля резьбы метчиков приведены в табл. 11.3, а определение отклонений и допусков среднего, наружного и внутреннего диаметров — в табл. 11.4 и на рис. 11.6. Рекомендации по назначению метчиков — в табл. 11.5 и 11.6.

Стружечные канавки стандартных метчиков должны быть полированы или гидрополированы. Рабочую часть метчиков для обработки легких сплавов обычно хромируют. В последнее время получают распространение пленочные покрытия карбидом и нитридом титана, что способствует повышению стойкости метчиков приблизительно в два раза.

В табл. 11.7 приведены основные типы и размеры стандартных метчиков. К ним относятся метчики ручные с накатанной резьбой, предназначенные для нарезания резьб вручную класса точности 4 и отличающиеся отсутствием затылованной резьбы и укороченным хвостовиком; метчики ручные с вышлифованным профилем резьбы, предназначенные для нарезания резьб класса точности В вручную и с затылованной резьбовой частью; метчики стандартного типа для нарезания на станках метрических, дюймовых, трубных цилиндрических и трубных конических резьб; метчики гаечные для нарезания метрических резьб; метчики для нарезания трубных резьб, оснащенные твердосплавной рабочей частью. К этой же группе метчиков можно отнести метчики для нарезания метрических резьб, оснащенные твердым сплавом (ТУ 2-035-416—83) и выполняемые цельными (до диаметра 8 мм); метчики с цельной твердосплавной рабочей частью (диаметром 8—12 мм); метчики, оснащаемые пластинками твердого сплава (диаметром 14—39 мм). Метчики машинно-ручные предназначены для нарезания резьб как на станках, так и вручную. Выпускаются комплектно или штучно. Гаечные метчики служат для нарезания сквозных резьб на станках за один проход.

Специальные метчики. Предназначены для определенных условий эксплуатации. На рис. 11.7 представлены некоторые кон-

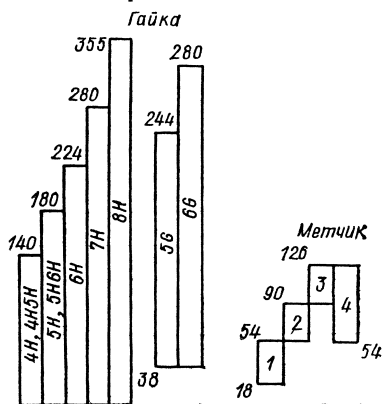


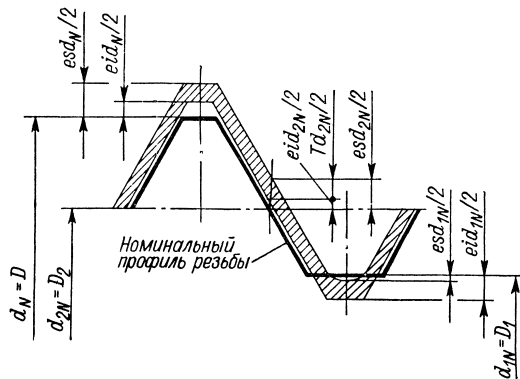
Рис. 11.6. Расположение полей допусков среднего диаметра резьбы метчиков

11.3. Допускаемые отклонения элементов профиля резьбы метчиков для нарезания метрической резьбы (ГОСТ 16925—71*; СТ СЭВ 842—78)

Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг резьбы Р	Предельные отклонения половины угла профиля $\alpha/2, '$		Предельные отклонения шага резьбы $\frac{TR}{2}$			
		Класс точности		Класс точности			
		1, 2, 3		4			
		на длине					
		1, 2, 3	4	до 25 мм	до 10 витков	до 10 мм	до 25 мм
От 1,0 до 1,4	0,20; 0,25	±40	±80	±0,08	±0,015	±0,040	—
	0,30		±65				
Св. 1,4 до 2,8	0,20; 0,25		±80				
	0,35		±65				
	0,40	±50					
Св. 2,8 до 5,6	0,45	±30	±50	±0,020	±0,030	—	
	0,35	±40	±65	±0,015	±0,040		
	0,50; 0,60	±30	±50	±0,020	±0,030		±0,050
0,70; 0,75; 0,80	±40		—				
Св. 5,6 до 11,2	0,50	±30	±50	±0,010	±0,020	±0,030	—
	0,75		±40				
	1,00		±35				
1,25; 1,50	±50						
Св. 11,2 до 22,4	0,50	±25	±40	±0,012	—	±0,030	±0,050
	0,75		±35				
	1,00		±40				
	1,25	±25	±35				
Св. 22,4 до 45	1,50	±20	±25	±0,010	—	±0,030	±0,050
	1,75; 2,00; 2,50	±20	±25				
	0,75	±30	±40				
	1,00	±25	±35				
	1,50	±20	±25				
Св. 45 до 52	2,00	±15	±20	±0,012	—	—	—
	3,00		±20				
	3,50; 4,00; 4,50	±15	±20				
Св. 52 до 63	1,0	±25	±40	±0,010	±0,030	—	—
	1,50		±35				
	2,0	±20	±25				
	3,0		±15					±20
Св. 63 до 75	4,00; 5,00	±15	±20	±0,012	—	—	—

11.4. Определение отклонений и допусков среднего, наружного и внутреннего диаметров метчика

Средний диаметр			Нижнее отклонение наружного диаметра $ei d_N$	Верхнее отклонение внутреннего диаметра $es d_N$	Предельные размеры резьбы метчика		
Допуск Td_{2N}	Нижнее отклонение $ei d_{2N}$	Верхнее отклонение $es d_{2N}$			Средний диаметр d_{2N}	Наружный диаметр d_{2N}	Внутренний диаметр d_{1N}



D — наружный диаметр внутренней резьбы; D_1 — внутренний диаметр внутренней резьбы; D_2 — средний диаметр внутренней резьбы; d_N — номинальный наружный диаметр метчика; $es d_N$ — верхнее отклонение наружного диаметра метчика; $ei d_N$ — нижнее отклонение наружного диаметра метчика; d_{1N} — номинальный внутренний диаметр метчика; $es d_{1N}$ — верхнее отклонение внутреннего диаметра метчика; $ei d_{1N}$ — нижнее отклонение внутреннего диаметра метчика; d_{2N} — номинальный средний диаметр метчика; $es d_{2N}$ — верхнее отклонение среднего диаметра метчика; $ei d_{2N}$ — нижнее отклонение среднего диаметра метчика; $T d_{2N}$ — допуск на средний диаметр метчика

$0,2TD_2$

$+0,1TD_2$ — для метчиков класса 1
 $+0,3TD_2$ — для метчиков класса 2
 $+0,5TD_2$ — для метчиков класса 3
 $+0,3TD_2$ — для метчиков класса 4

$ei d_{2N} + Td_{2N}$

$0,4TD_2$. Для метчиков класса 3 диаметрами до 10 мм — $0,6TD_2$

$es d_{1N} \leq 0$.
 Нижнее отклонение $ei d_N$ не устанавливается

$Dd_{2N} \max = D_2 + ei d_{2N} + Td_{2N}$;
 $d_{2N} \min = D_2 + ei d_{2N}$

$d_N \min = D + ei d_N$

$d_{1N} \max = D_1$

Примечания: 1. Допуск Td_{2N} , нижнее отклонение среднего и наружного диаметров резьбы определяется в зависимости от установленного в ГОСТ 16093—81 допуска на средний диаметр резьбы TD_2 степени точности 5. 2. Дно впадины профиля резьбы может быть произвольной формы, но не должно заходить за линию номинального профиля резьбы.

11.5. Рекомендации по назначению метчиков в зависимости от класса точности нарезаемых трубных цилиндрических резьб

Класс точности метчика	Класс точности нарезаемой резьбы
A1	Допуски по ГОСТ 6211—81 при нарезании внутренней цилиндрической резьбы, предназначенной для соединения с трубной конической резьбой
A2; A3	Класс А (ГОСТ 6357—81)
B1	Класс В (ГОСТ 6357—81)

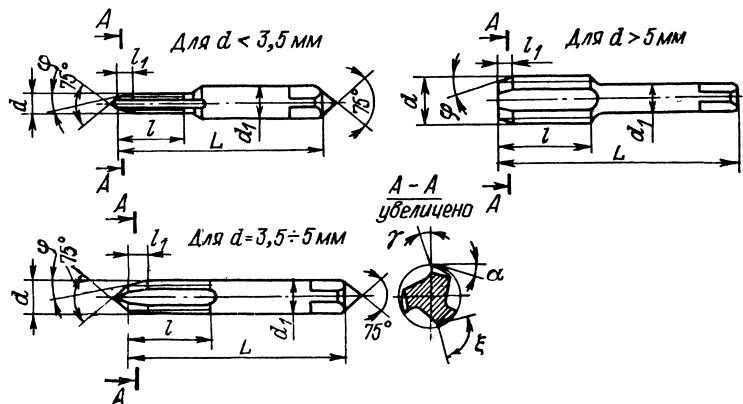
11.6. Рекомендации по назначению метчиков в зависимости от полей допусков нарезаемых метрических резьб

Класс точности метчика	Поле допуска нарезаемой резьбы
1	4H, 4H5H, 5H
2	5G, 5H6H, 6H
3	6G, 6H, 7H, 8H
4	6H, 7H, 8H

Примечания. 1. Резьбу с полями допусков 6H, 7H и 8H можно нарезать метчиками классов точности 1 и 2. 2. Приведенные в таблице поля допусков нарезаемых резьб могут быть получены метчиками при эксплуатации их на станках, удовлетворяющих предъявляемым к ним нормам точности, с применением патронов, обеспечивающих самоустановление метчиков в радиальном направлении и компенсирующих несоосность отверстия и метчика. 3. В связи с тем что точность нарезания резьбы зависит также от обрабатываемого материала, скорости резания, СОЖ и других факторов, потребители могут выбирать другие классы метчиков, применение которых обеспечивает получение резьбы требуемой точности

11.7. Основные типы и размеры стандартных метчиков

Эскиз, наименование, тип, размеры



Метчики ручные с накатанной резьбой (ОСТ 2-Н50-1—73) из углеродистой стали для нарезания метрической резьбы (ГОСТ 9150—81). Комплект из двух штук

Эскиз, наименование, тип, размеры

$d = 1 \div 27$ мм, $P = 0,25 \div 3$ мм; $L = 25 \div 105$ мм; $l = 7 \div 45$ мм; $d_1 = 2,24 \div 20$ мм; $z = 3; 4$; $l_1 = 0,12 \div 18$ мм и $\varphi = 6 \div 7^\circ$ — черновой метчик; $l_1 = 0,5 \div 6$ мм и $\varphi = 16 \div 19^\circ$ — чистовой метчик

Метчики ручные с вышлифованным профилем резьбы (ТУ2-035-921—83) для нарезания трубной резьбы (ГОСТ 6357—81). Комплект из двух штук $d = 1/8 \div 1 1/2$ "; число шагов 28—11 на длине 25,4 мм; $L = 55 \div 105$ мм; $l = 18 \div 40$ мм; $d_1 = 8 \div 35,5$ мм; $z = 3; 4$; $l_1 = 5,5 \div 14$ мм и $\varphi = 5^\circ 30' \div 6^\circ 30'$ — черновой метчик; $l_1 = 1,8 \div 4,5$ и $\varphi = 18 \div 19^\circ$ — чистовой метчик

Метчики машинно-ручные (ГОСТ 3266—81) для нарезания метрической резьбы (ГОСТ 9150—81), одинарные и в комплекте из двух штук, для сквозных и глухих отверстий

$d = 1,6 \div 52$ мм; $P = 0,2 \div 5$ мм; $L = 40 \div 200$ мм; $l = 8 \div 70$ мм; $d_1 = 2,24 \div 35,5$ мм; $z = 3; 4$; $l_1 = 1,0 \div 30$ мм и $\varphi = 5^\circ 30' \div 18^\circ$ — черновой метчик; $l_1 = 0,7 \div 10$ мм и $\varphi = 17 \div 22^\circ$ — чистовой метчик

Метчики машинно-ручные для нарезания трубных резьб (ГОСТ 6357—81). Комплект из двух штук

$d = 1/2 - 2$ "; $L = 80 \div 195$ мм; $l = 18 \div 40$ мм; $d_1 = 8 \div 40$ мм; $z = 3; 4$; $l_1 = 5,5 \div 14$ мм и $\varphi = 5^\circ 30' - 6^\circ 30'$ — черновой метчик; $l_1 = 1,8 \div 4,5$ мм и $\varphi = 18 \div 19^\circ$ — чистовой метчик

Метчики (ГОСТ 14713—69*) для нарезания круглой резьбы (ГОСТ 13536—68)

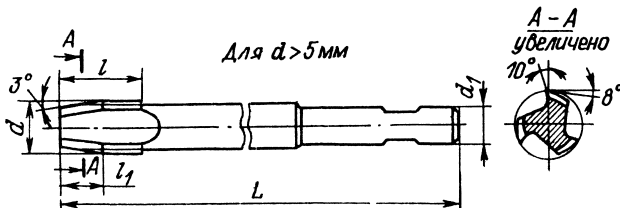
$d = 9$ мм; $L = 100$ мм; $l = 40$ мм; $l_1 = 7$ мм

Метчики машинно-ручные цельнотвердосплавные (ТУ2-035-446—76) одноштычные для нарезания метрических резьб (ГОСТ 9150—81)

$d = 6 \div 10$ мм; $L = 60$ мм; $l = 20 \div 25$ мм; $l_1 = 4,5 \div 9,0$ мм и $\varphi = 6^\circ$ — для сквозных отверстий; $l_1 = 2,2 \div 4,5$ мм и $\varphi = 12^\circ$ — для глухих отверстий

Метчики машинно-ручные с цельнотвердосплавной рабочей частью и стальным хвостовиком (ТУ2-035-446—76) для нарезания метрических резьб (ГОСТ 9150—81)

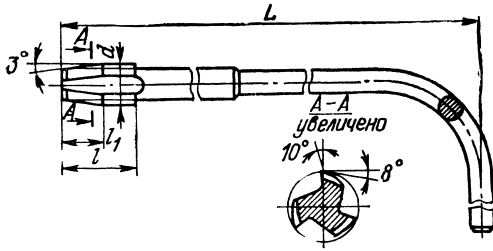
$d = 12 \div 16$ мм; $L = 80 \div 100$ мм; $l = 15 \div 20$ мм; $L = 3 \div 10$ мм; $\varphi = 6^\circ$ — для сквозных отверстий, $l_1 = 1,5 \div 6$; $\varphi = 12^\circ$ — для глухих отверстий



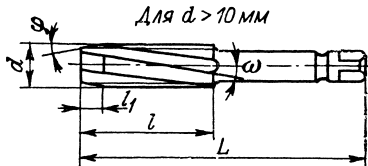
Метчики гаечные из быстрорежущей стали (ГОСТ 1604—71*) для нарезания гаек с метрической резьбой (ГОСТ 9150—81) короткие

$d = 3 \div 30$ мм; $P = 0,35 \div 3,5$ мм; $z = 3; 4$; $L = 70 \div 280$ мм; $l = 10 \div 70$ мм; $d_1 = 2,24 \div 22,4$ мм

Эскиз, наименование, тип размеры

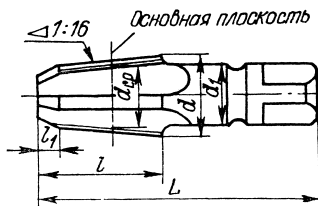


Метчики гаечные из быстрорежущей стали с изогнутым хвостовиком (ГОСТ 6951—71*) для нарезания гаек с метрической резьбой (ГОСТ 9150—81) короткие и длинные
 $d = 3 \div 30$ мм; $P = 0,35 \div 3,5$ мм; $l = 7 \div 70$ мм; $l_1 = 4 \div 40$ мм; $L = 135 \div 340$ мм — короткие; $L = 140 \div 420$ мм — длинные



Метчики машинные из быстрорежущих сталей с винтовыми канарками (ГОСТ 17933—72*) для нарезания резьбы (ГОСТ 9150—81) в сквозных и глухих отверстиях

$d = 3 \div 12$ мм; $P = 0,35 \div 1,75$ мм; $L = 48 \div 90$ мм; $l = 12 \div 28$ мм; $z = 3$; $\omega = 10,30^\circ$; $\alpha = 4^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $l_1 = 2 \div 10,5$ мм; $\varphi = 6^\circ$ — для сквозных отверстий; $l_1 = 1 \div 5,2$ мм и $\varphi = 12^\circ \div 12^\circ 30'$ — для глухих отверстий

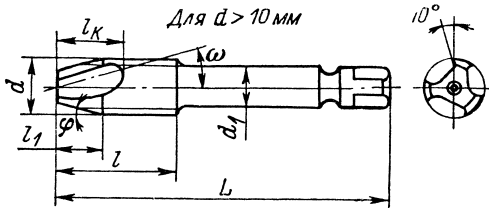


Метчики (ГОСТ 6227—80Е) для нарезания дюймовой конической резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6111—52) и трубной конической резьбы (ГОСТ 6211—81)

Дюймовая коническая резьба: $K^{1/8} - K2''$; $d = 10,7 \div 61,2$ мм; $d_1 = 8 \div 45$ мм; $d_{ср} = 9,519 - 58,325$ мм; $l = 18 \div 45$ мм; $L = 55 \div 140$ мм; $l_1 = 2,8 \div 6,6$ мм

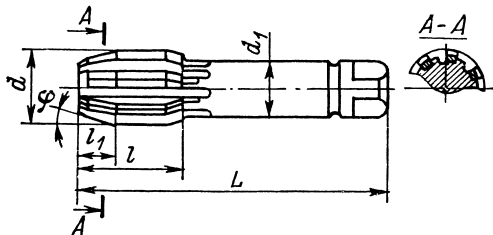
Трубная коническая резьба: $R_c^{1/8} - R_c2$; $d = 10,1 \div 60,0$ мм; $d_1 = 8 \div 45$ мм; $d_{ср} = 9,147 \div 58,135$ мм; $l = 18 \div 50$ мм; $L = 55 \div 140$ мм; $l_1 = 2,7 \div 7$ мм; $z = 3; 4; 6$

Эскиз, наименование, тип, размеры



Метчики машинные с укороченными канавками (ГОСТ 17931—72*) для нарезания резьбы (ГОСТ 9150—81) в сквозных отверстиях

$d = 3 \div 12$ мм; $L = 48 \div 90$ мм; $l = 12 \div 29$ мм; $l_1 = 1,5 \div 15$ мм; $d_1 = 8 \div 9$ мм; $\varphi = 6 \div 7^\circ$; $l_K = 4,2 \div 21$ мм; $\omega = -10^\circ$



Метчики машинные (ГОСТ 19879—74), оснащенные твердосплавными пластинками для нарезания трубных цилиндрических резьб (ГОСТ 6357—81) в глухих и сквозных отверстиях деталей из чугуна твердостью HB \leq 3000

Резьба $G^{1/2} - G2$; $d = 20,955 \div 59,614$ мм; число шагов 14—11 на длине 25,4 мм; $L = 125 \div 195$ мм; $l = 25 \div 40$ мм; $d_1 = 16 \div 40$ мм; $z = 4$ (до G1) и $z = 6$ (св. G1); $l_1 = 8 \div 9$ мм и $\varphi = 14^\circ$ — для сквозных отверстий; $l_1 = 5,0 \div 6,4$ мм и $\varphi = 19^\circ$ — для глухих отверстий

Метчики машинно-ручные, оснащенные твердосплавными пластинками (ТУ 2-035-446—76) для нарезания метрической резьбы (ГОСТ 9150—81)

$d = 14 \div 39$ мм; $L = 80 \div 170$ мм; $l = 16 \div 32$ мм; $d_1 = 11,2 \div 28$ мм; $z = 4$; $l_1 = 3 \div 18$ мм и $\varphi = 6^\circ - 6^\circ 30'$ — для сквозных отверстий; $l_1 = 1,5 \div 6$ мм и $\varphi = 15 \div 16$ — для глухих отверстий

струкции специальных метчиков. Метчик для обработки легких сплавов (рис. 11.7, а) отличается тем, что резьбовая его часть имеет выборки, расположенные в шахматном порядке, что снижает трение резьбы об обработанную поверхность, заборный конус выполнен со спадом затылка, в 2—3 раза превышающим спад затылка на стандартных метчиках, спад затылка на резьбе также увеличен. На рис. 11.7, б представлен метчик с тороидной режущей частью. При определенном соотношении размеров тора, диаметра метчика, шага резьбы метчик обладает повышенной стойкостью за счет равномерной нагрузки зубьев режущей части (у стандартных метчиков зубья нагружены неравномерно).

К специальным метчикам относятся метчики с профилем поперечного сечения, приведенным на рис. 11.7, в. Такие метчики под названием «Аллигатор» выпускаются одной из французских фирм.

Учитывая повышенную прочность и жесткость, метчики обрабатывают за один проход резьбы в материалах с $\sigma_B =$

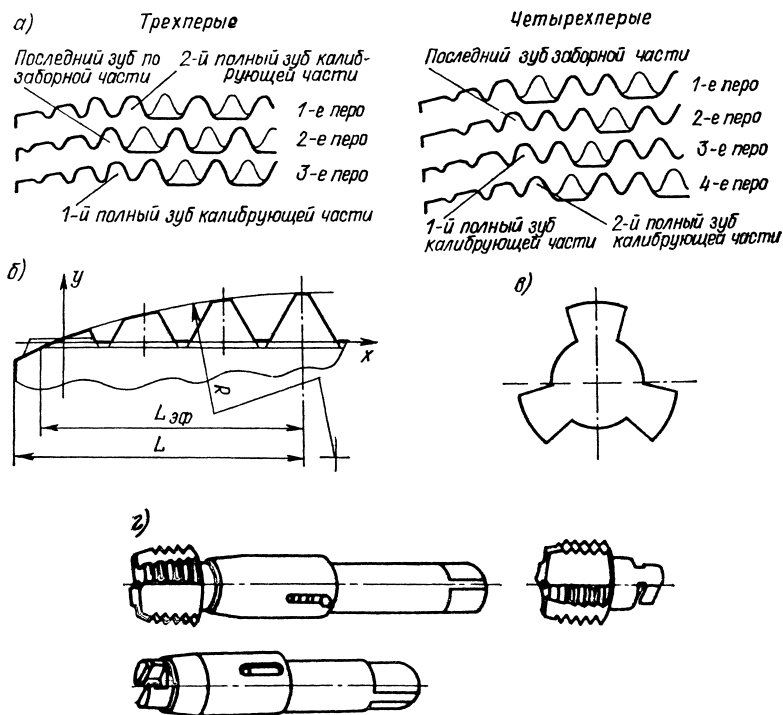


Рис. 11.7. Специальные метчики: а — для обработки легких сплавов с шахматным расположением резьбы; б — с торроидной режущей частью; в — фирмы «Аллигатор» (Франция); г — фирмы «Джаним» (Франция)

$= 1100$ МПа. На рис. 11.7, г представлен метчик с механическим соединением рабочей части и хвостовика, выпускаемый фирмой «Джаним» (*Janim*, Франция).

Эксплуатация метчиков. Существуют два способа подачи метчиков: подача принудительная, равная шагу резьбы, и подача с самозатягиванием.

При работе с принудительной подачей метчику, жестко закрепленному и ориентированному относительно обрабатываемой заготовки, сообщается подача на оборот, равная шагу нарезаемой резьбы P вдоль ее оси (иногда подается обрабатываемое изделие).

При подаче с самозатягиванием метчик крепится в плавающем патроне (рис. 11.8), предварительно поджимается к обрабатываемому изделию (или наоборот), а затем перемещается вдоль оси под действием усилий резания.

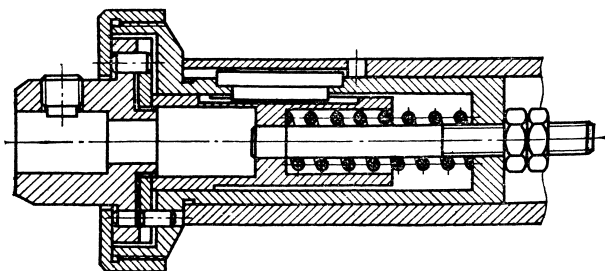


Рис. 11.8. Плавающий патрон

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками из быстрорежущих сталей определяется зависимостью

$$v = \frac{C_v d^{q_v}}{T^m P^{y_v}} k_M$$

где d — номинальный диаметр метчика, мм; P — шаг нарезаемой резьбы, мм; T — стойкость между переточками, мин; C_v , k_M , q_v , y_v — коэффициенты и показатели степени, выбираемые из табл. 11.8.

Практически скорость резания для машинно-ручных и гаечных метчиков может быть выбрана по табл. 11.9. Скорость резания при нарезании резьбы твердосплавными метчиками в чугунных заготовках ($HB \leq 300$) — 15—25 м/мин.

11.8. Значения коэффициентов и показателей степени для расчета скорости резания, крутящего момента и мощности

Инструмент	Марка материала режущей части	Обрабатываемый материал	Скорость резания				Крутящий момент			Мощность			
			C_v	m	y_v	q_v	C_M	y_M	q_M	C_N	m	y_N	q_N
Гаечные метчики	P18; P6M5	Сталь 45 Силумин	53	0,9	0,5	1,2	0,41	1,5	1,7	0,1	0,9	1,0	1,9
			20	0,8			0,22		1,8	0,019	0,8		2,0
Машинные метчики	P18; P6M5	Сталь 45 Чугун 140 HB	14,8	0,9	0,5	1,2	2,7	1,5	1,4	0,078	0,9	1,0	
			8,5	0,6	0,9		1,3			0,05	0,6	0,6	1,6
Плашки круглые	9XC	Сталь 45	2,7	0,5	1,2	1,2	4,5	1,5	1,1	0,06	0,5	0,3	1,3

**11.9. Рекомендуются скорости резания
и стойкость машинно-ручных и гаечных метчиков [230]**

Метчики	d, мм	P, мин	v, м/мин	T, мин	Допустимый износ по задней грани k _з , мм	Метчики	d, мм	P, мин	v, м/мин	T, мин	Допустимый износ по задней грани k _з , мм
Машинно-ручные	2,0	0,4	3,7	15	0,1	Гаечные	3,0	0,5	40	40	0,5
	2,2	0,45	3,7		0,1		4,0	0,7	12,0	40	0,6
	2,5	0,45	4,6		0,2		5,0	0,8	12,0	50	0,8
	3,0	0,5	5,0		0,2		6,0	1,0	12,0	50	0,9
	4,0	0,7	5,4		0,3		8,0	1,25	12,0	60	1,2
	5,0	0,8	6,0		0,4		10,0	1,5	12,0	60	1,6
	6,0	1,0	6,0		0,5		12,0	1,75	12,0	60	1,9
	8,0	1,25	6,0		0,7		14,0;	2,0	12,0	60	1,9
	10,0	1,5	6,0		0,8		16,0	2,5	15,0	70	2,0
	12,0	1,75	6,0		1,0		18,0—				
	14,0—	Крупные шаги	20		1,0—		22,0;				
	52,0				2,2		24,0;	3,0	15,0	70	2,3
									27,0	3,5	15,0	70	2,7
							30,0				

Примечания: 1. Стойкость машинно-ручных метчиков приведена для длины режущей части, равной шести шагам. 2. Данные таблицы относятся к обработке стали 35 (≤190 НВ) и 45 (≤212 НВ).

11.10. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Гаечные метчики			Машинно-ручные и машинные метчики			Круглые плашки		
	k _м	k' _м	k'' _м	k _м	k' _м	k'' _м	k _м	k' _м	k'' _м
Сталь марок:									
10	0,7	1,3	0,9	0,7	1,7	0,9	0,6	1,0	0,6
20	1,0	1,3	1,3	1,0	1,3	1,3	0,7	1,0	0,7
35	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
45	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
40X	0,8	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	1,1	0,9
Чугун:									
серый	—	—	—	0,5	1,5	0,7	—	—	—
180—200 НВ	1,7	0,7	1,2	1,7	0,8	1,4	1,7	0,8	1,4
ковкий									

Крутящий момент $M_{кр}$ (Н·м) и эффективную мощность $N_{эф}$ (кВт) резбонарезания рассчитывают по формулам:

$$M_{кр} = C_M d^{q_M} P^{y_M} k'_M k_h;$$

$$N_{эф} = \frac{C_N d^{q_N} P^{y_N}}{T^m} k'_M k_h.$$

Коэффициенты C_M , C_N , а также показатели степеней q и y выбираются из табл. 11.8. Коэффициенты k_m , k'_m , k''_m , учитывающие влияние обрабатываемого материала на скорость резания, крутящий момент и эффективную мощность, определяются из табл. 11.10. Коэффициент k_n , учитывающий влияние затупления метчика, принимается равным 2,5—3.

Для резьб до М20 $M_{кр}$ должен быть меньше критического крутящего момента $M_{кр. крит}$, допускаемого прочностью корпуса метчика:

Резьба	М6	М8	М10	М12	М14	М18
$M_{кр. крит}$, Н·м	4,6	11,4	23,0	40,0	64,0	161,0

Для повышения жесткости метчиков при скручивании целесообразно метчики выполнять с винтовыми стружечными канавками. При этом жесткость может быть повышена в 1,5 раза ($\omega = 40^\circ$).

11.11. Обозначение плашек резьбонарезных (группа 1500) по ОКП

11.2. Плашки круглые

Конструктивные особенности плашек. Для нарезания наружных резьб диаметром от 1 до 52 мм (иногда до 135 мм) предназначены плашки круглые. Обозначения плашек резьбонарезных по ОКП приведены в табл. 11.11.

Конструктивные элементы плашек следующие: корпус 1 (рис. 11.9) со стружечными отверстиями и крепежными элементами, режущая 3 и калибрующая 2 часть. Корпус служит для базирования и крепления плашки во время нарезания резьбы, при заточках и переточках. Корпус может быть выполнен заодно

с режущей и калибрующей частями или соединяться с ними сваркой, пайкой и механическими способами.

Материал корпуса цельных плашек — инструментальная легированная сталь марок 9ХС, ХВСГ или быстрорежущая сталь по ГОСТ 19265—73*, ГОСТ 5950—73*. Твердость плашек 58—62 НРС, для плашек из сталей 9ХС и ХВСГ, 61—63 НРС, для плашек из быстрорежущих сталей. Для плашек из быстрорежу-

Подгруппа	Вид
1510. Плашки резьбонарезные круглые	1511. Для метрической резьбы диаметром до 16 мм (включительно)
	1512. Для метрической резьбы диаметром свыше 16 мм
	1513. Для трубной цилиндрической резьбы
	1514. Для конической резьбы
	1515. Для круглой резьбы
	1516. Специальные
1520. Плашки резьбонарезные плоские	1521. К трубным клуппам

ших сталей с содержанием ванадия более 3 % и кобальта более 5 % твердость повышается на 1—2 HRC₅.

Диаметр корпуса D выбирается из следующего ряда диаметров: 12; 16; 20; 25; 30; 38; 45; 55; 65; 75; 90 мм. Высота $H = (0,18 \div \div 0,4) D$; отношение $H/P = 6 \div 10$, иногда до 15 и должно соответствовать размерам ряда: 3; 5; 7; 9; 10; 11; 14; 16; 18; 20; 22;

25; 30; 36. Диаметр выточки $D_B = 2r_2 + 2r_1 + (0,5 \div 1,0)$ мм.

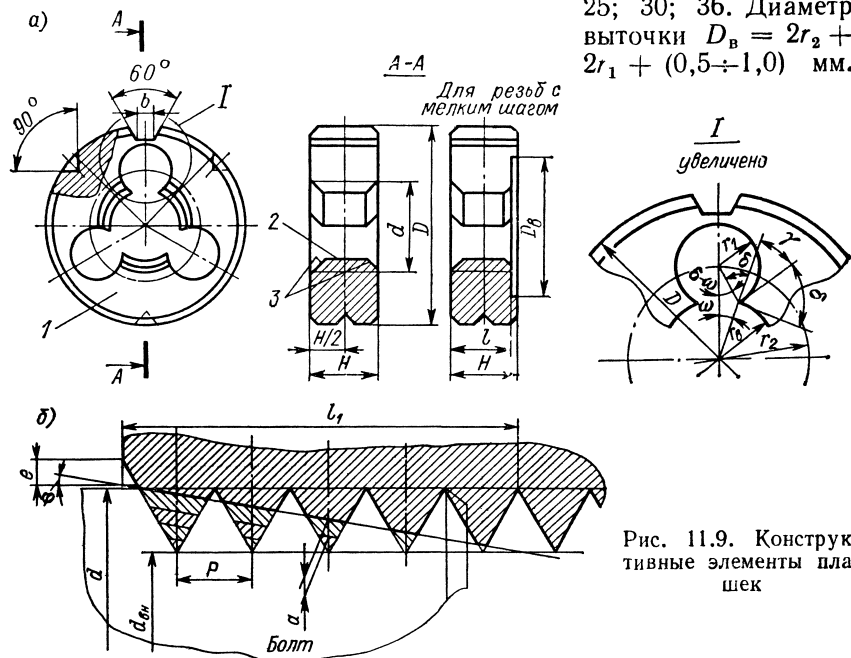


Рис. 11.9. Конструктивные элементы плашек

Корпус имеет паз с углом 60° , шириной $b = 3 \div 16$ мм, перемычка между дном паза и стружечным отверстием равна $0,5 \div \div 1,5$ мм. Паз предназначен для разрезания плашки после затупления. Диаметр резьбы определяется винтами, воздействующими на две зенковки с углом 90° , расположенные под углом 45° относительно паза, их диаметр $3,8—13$ мм, оси зенковок смещены относительно оси на $0,5—2,5$ мм. На корпусе имеются также две зенковки с углом 90° или 60° для крепления плашек в плашкодержателе, диаметр зенковок $3—12$ мм. В корпусе выполнены $3—8$ стружечных отверстия, число которых зависит от диаметра плашки D .

Стружечные канавки, как правило, — отверстия цилиндрической формы. Их размеры и расположение определяют жесткость корпуса, технологичность изготовления. Обычно, используя допущение, что плашка не затачивается, их рассчитывают по формулам:

$$r_1 = \frac{r_B \sin \omega}{\sin (\delta - \omega)}; \quad r_2 = r_B [\cos \omega + \sin \omega \cdot \operatorname{ctg} (\delta - \omega)],$$

где $\omega = 90 \text{ } k/z$ ($k = 1,0 \div 1,15$ в зависимости от принятого H ; z — число канавок плашки).

Размеры, полученные по приведенным формулам, определяют размеры заготовки без учета припуска на заточку, что следует принимать во внимание.

Режущая часть плашек осуществляет сьем основной массы металла резьбы, формирует стружку, влияет на нагрузку и ее распределение вдоль режущей кромки плашки, создает усилия, перемещающие плашку вдоль оси заготовки при подаче с самозатягиванием. На рис. 11.9, *a* приведена наиболее распространенная конструкция плашек с двумя режущими частями. Однако существуют конструкции односторонних плашек с одной режущей частью.

Режущая часть (рис. 11.9, *б*) характеризуется длиной l_1 , углом в плане φ , передним γ и задним α углами в нормальном к оси плашки сечении, иногда режущая часть выполняется с углом наклона режущей кромки λ .

Длина режущей части (в мм)

$$l_1 = \frac{d - d_{\text{вн}} + 2e}{2 \operatorname{tg} \varphi},$$

где $d_{\text{вн}} = (d - 1,2269)$ мм; $e = 0,1 \div 0,3$ мм; $\varphi = 0,25 \div 30^\circ$. При нарезании резьбы «в упор» $\varphi = 90^\circ$, толщина среза

$$a = (P/z) \operatorname{tg} \varphi.$$

Режущая часть плашки должна быть заточена по передней и задней поверхностям. Передний угол γ задается на внутреннем диаметре плашки и выбирается в зависимости от обрабатываемого материала: $\gamma = 18^\circ$ для стали с $\sigma_{\text{в}} < 500$ МПа; $\gamma = 12^\circ$ для стали с $\sigma_{\text{в}} \geq 500$ МПа; $\gamma = 6^\circ$ для чугуна; $\gamma = 23^\circ$ для меди; $\gamma = 25^\circ$ для легких сплавов, дающих длинную стружку; $\gamma = 12^\circ$ для легких сплавов, дающих короткую стружку. Стандартные плашки имеют угол $\gamma = 30^\circ \pm 10^\circ$ (диаметром до 6 мм), остальные — $\gamma = 25 \pm 10^\circ$.

Задний угол $\alpha = 6 \div 8^\circ$, он имеет переменное значение вдоль заборного конуса (режущей части), а падение затылка по спирали Архимед

$$K = \frac{\pi d_{\text{вн}}}{z} \operatorname{tg} \alpha.$$

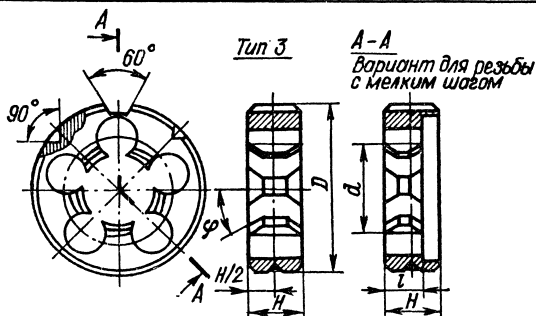
Кинематический задний угол $\alpha_{\text{к}}$, как и на метчиках, отличается от статического:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{к}} = \operatorname{tg} \alpha - \frac{P}{\pi d} \operatorname{tg} \varphi.$$

Калибрующая часть плашек осуществляет калибровку резьбы, служит направляющей при продольном перемещении плашки во время резбонарезания и свинчивания. Выполняется с полным профилем резьбы, исполнительные размеры которой обеспечивают получение резьбы требуемой точности. Стандартные плашки

11.12. Основные виды и размеры круглых плашек

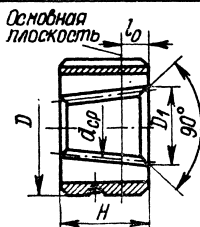
Эскиз, наименование, тип, основные размеры



Плашки круглые (ОСТ 2-11551—73 и ГОСТ 9740—71*) для нарезания метрических резьб (ГОСТ 9150—81)

$d = 1 \div 52$; $P = 0,2 \div 3,0$ мм; $H = 3 \div 46$ мм; $z = 3 \div 9$

Плашки круглые для нарезания трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357—81): резьба $G 1,8-G1\frac{1}{2}$; число шагов 28—11 на длине 25,4 мм; $D = 30 \div 90$ мм; $H = 8 \div 22$ мм; $z = 4 \div 7$

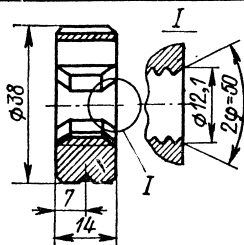


Плашки круглые (ГОСТ 6228—80Е) для нарезания конической дюймовой резьбы (ГОСТ 6111—52*)

Резьба $K 1/8''-K2''$; число шагов 27—11 на длине 25,4 мм; $D = 30 \div 105$ мм; $H = 12 \div 32$ мм; $d_{cp} = 9,519 \div 58,325$ мм; $l_0 = 4,4 \div 12,4$ мм; $z = 4 \div 7$

Плашки круглые для нарезания трубной конической резьбы (ГОСТ 6211—81)

Резьба $R_c 1/8-R_c 2$, число ниток 28—11 на длине 25,4 мм; $D = 30 \div 105$ мм; $H = 12 \div 34$ мм; $d_{cp} = 9,147 \div 58,135$ мм; $l_0 = 4,2 \div 11,4$ мм; $z = 4 \div 7$



Плашки круглые (ГОСТ 14714—69*) для нарезания круглой резьбы (ГОСТ 13536—68) в изделиях санитарно-технической арматуры

нарезают резьбы с посадками скольжения квалитетов 6h; 8h; 6h; 8h и с посадками с зазором квалитетов 6g; 6e; 6d, а трубные резьбы — классов А или Б.

Основные виды стандартных и некоторые виды специальных круглых плашек приведены в табл. 11.12.

Резьба калибрующей (как и режущей) части плашки не затыляется и задние углы на калибрующей части равны 0. Накопленная ошибка шага резьбы составляет 0,008—0,01 мм на 25 мм длины. Предельное отклонение половины угла профиля $\pm(15 \div \div 55)'$ в зависимости от точности и размеров резьбы.

Резьба калибрующей части может иметь доводку по профилю ($R_a \leq 0,63$ мкм) или быть без доводки ($R_a \leq 1,25$ мкм).

Радиальное биение наружной цилиндрической поверхности плашки и биение торцов относительно резьбы не должно превышать: 0,05 мм при диаметре резьбы $d < 11$ мм; 0,06 мм при $d = 12 \div 20$ мм; 0,07 мм при $d = 22 \div 26$ мм; 0,1 мм при $d > 26$ мм.

Параметр шероховатости передней поверхности плашек на высоте не менее 1,5 высоты резьбы $R_a \leq 1,25$ мкм.

Эксплуатация плашек. Плашки стандартного типа работают с самозатягиванием, в связи с чем при закреплении их на станках необходимо использовать «плавающие» патроны, дающие возможность плашке самоустановиться на обрабатываемой заготовке. Скорость, крутящий момент и мощность резания определяются по той же формуле, что и для метчиков. При этом $k_h = 1,5 \div 2$, остальные постоянные и коэффициенты приведены в табл. 11.5 и 11.6.

11.3. Гребенки разьбонарезные плоские

Конструктивные особенности гребенок. Для нарезания резьбы на болторезных станках в специальных патронах предназначены гребенки разьбонарезные плоские. Выпускаются комплектами из четырех штук. Гребенки типа А имеют крепежную часть в виде «ласточкина» хвоста, типа Б — трапециевидное сечение (табл. 11.13).

Форма заточки I — заточка режущей части (калибрующая часть не заточена), форма заточки II — заточка по всей рабочей части (рабочей и калибрующей).

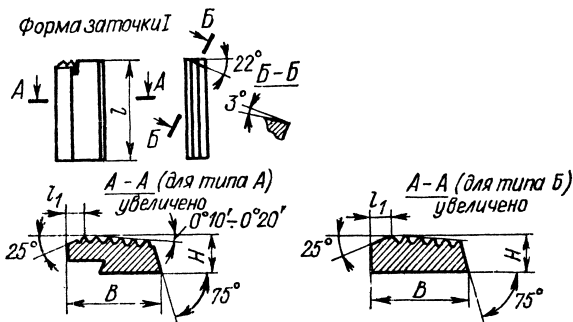
Материал гребенок — быстрорежущая сталь твердостью 62—64 HRC₃, быстрорежущая сталь с содержанием ванадия более 3 % и кобальта более 5 % твердостью 63—66 HRC₃, твердый сплав группы ВК.

Режущая часть выполняется с углом $\varphi = 25^\circ$, длиной $l_1 = 2,15 \times (h_{1 \max} + h_{2 \max} + 1)$ мм, где $h_{1 \max}$ — наибольшая высота головки резьбы; $h_{2 \max}$ — наибольшая высота ножки резьбы.

Углы заточки гребенок — статические; при установке гребенок в патроне они изменяются; так, угол α создается установкой

11.13. Основные типы и размеры резьбонарезных гребенок

Эскиз наименование тип и основные размеры



Гребенки резьбонарезные плоские (ГОСТ 2287—61*, ТУ-2-035-475—83)
 Резьба метрическая, $P = 1 \div 6$; резьба трубная с числом шагов 11—19
 на длине 25,4 мм; резьба дюймовая с числом шагов 4—20 на длине 25,4 мм;
 $H = 7,5 \div 18$ мм; $B = 19,5 \div 48$ мм; $L = 40—130$ мм

гребенки (рис. 11.10), в связи с чем передний угол $\gamma = \gamma_{ст} - \alpha$, где $\gamma_{ст} = 22^\circ$ — угол заточки гребенки.

Размеры профиля резьбы метрической с шагом $P = (1 \div 6)$ мм следующие: $h_{1\min} = 0,288 \div 1,728$ мм, $h_{1\max} = 0,32 \div 1,786$ мм, $h_{2\min} = 0,325 \div 1,950$ мм; размеры профиля резьбы дюймовой с шагом $P = 1,27 \div 6,35$ мм (4—20 ниток на 1"): $h_{1\min} = 0,44 \div 2,18$ мм, $h_{1\max} = 0,48 \div 2,33$ мм, $h_{2\min} = 0,407 \div 2,033$ мм; размеры профиля резьбы трубной (ГОСТ 6357—73) с шагом $P = 1,337 \div 2,309$ мм (11—19 ниток на 1"): $h_{1\min} = 0,47 \div 0,8$ мм, $h_{1\max} = 0,51 \div 0,87$ мм, $h_{2\min} = 0,34 \div 0,63$ мм.

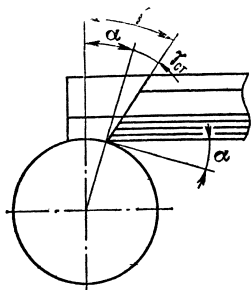


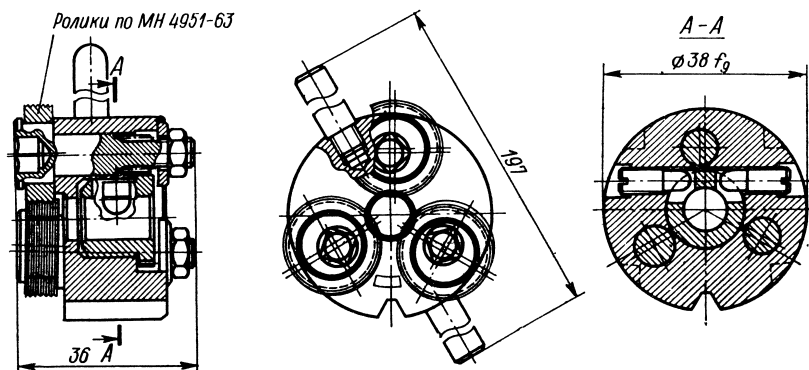
Рис. 11.10. Углы заточки гребенок

Радиус скругления профиля резьбы $R = 0,12 \div 0,144$ мм. Предельное отклонение шага на длине 26 мм — не более $\pm 0,03$ мм, предельное отклонение половины угла профиля резьбы — от $\pm 15'$ до $\pm 35'$; параметр шероховатости поверхности резьбы — $R_a \leq 1,25$ мкм, для гребенок твердосплавных $R_a \leq 0,63$ мкм. Параметр шероховатости передней поверхности $R_a \leq 0,63$ мкм.

Резьба гребенок одного комплекта должна быть смещена у гребенки каждого номера последовательно на $\frac{1}{4}P$. Колебания размера H гребенок одного комплекта не более 0,05 мм, гребенок одного комплекта с вышлифованным профилем — не более 0,05 мм для любой гребенки.

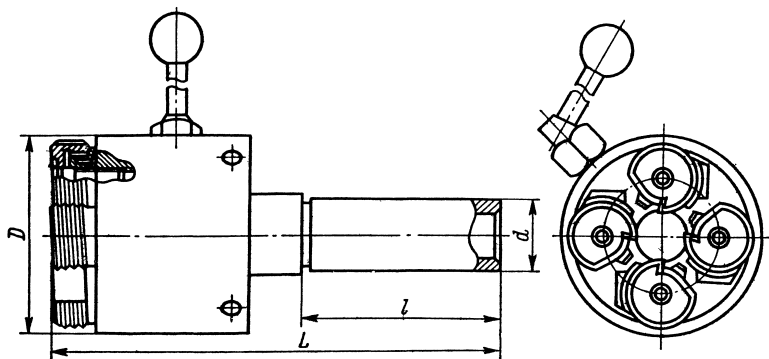
11.14. Некоторые виды прочего резьбообразующего инструмента

Эскиз, наименование, размер



Плашки резьбонакатные регулируемые для накатывания метрических наружных резьб (МН 4947—63—МН 4950—63)

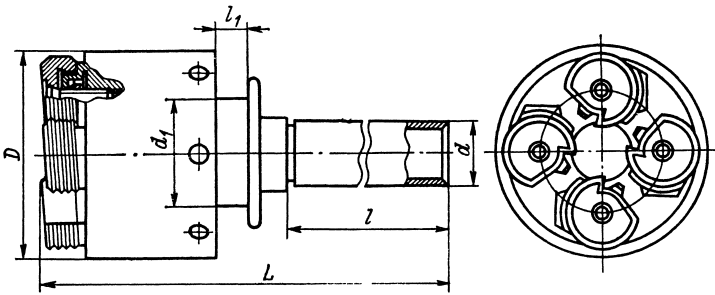
Тип	НП-1	НП-2	НП-3	НП-4
D	4—14	8—16	17—24	25—33
P	0,5—1	1—2	1—2	1—2



Головки винторезные самооткрывающиеся с круглыми гребенками (ГОСТ 21760—76*) для нарезания резьбы на револьверных и токарных станках невращающиеся

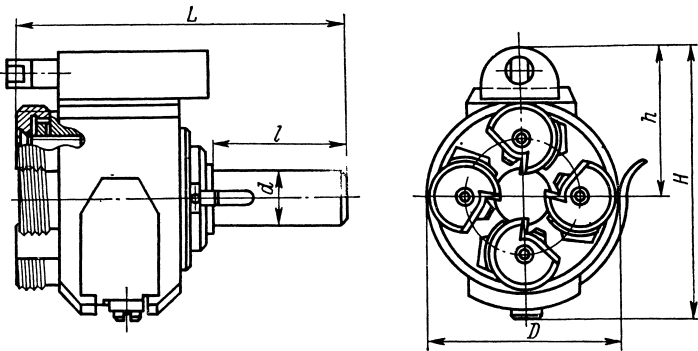
Тип 1	1К-20 1К-25	2К-25 2К-30	3К-30 3К-38	4К-45 4К-70	5К-45 5К-70
Диаметр резьбы	4—10	6—14	9—24	12—42	24—60
Диаметр хвостовика	20; 25	25; 30	30; 38	45; 70	45; 70

Эскиз, наименование, размер



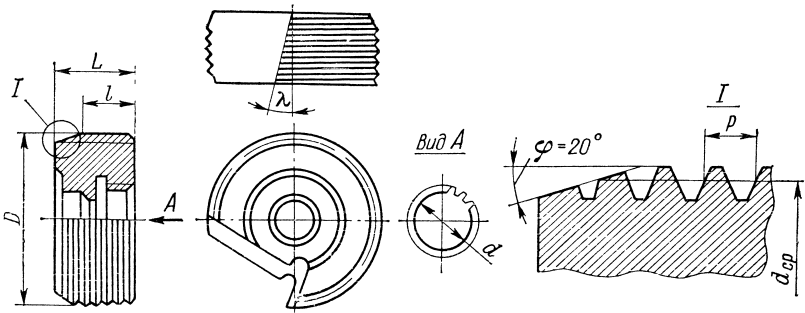
Головки винтовые самооткрывающиеся с круглыми гребенками (ГОСТ 21760—76*) для нарезания резьбы на револьверных станках и токарных станках

Тип 2	1КА-25	2КА-30	3КА-30 3КА-40	4КА-45 4КА-70	5КА-45 5КА-70
Диаметр резьбы	4—10	6—14	9—24	12—42	24—60
Диаметр хвостовика	25	30	30; 40	45; 70	45—70



Головки винтовые самооткрывающиеся с круглыми гребенками (ГОСТ 21760—76*) для нарезания резьб на автоматах типов 1124 и 1136
Тип 1КИ-19МА, 1КН-25А. Диаметр резьбы 4—10 мм, диаметр хвостовика 25 мм

Эскиз, наименование, размер



Гребенки круглые к винторезным самооткрывающимся головкам типов К; КА; КИ (ГОСТ 21761—76*)

Тип	1К; 1КИ; 1КА	2К; 2КА	3К; 3КА	4К; 4КА	5К; 5КА
Шаг резьбы, мм	0,5—1,5	0,5—2	0,75—3	1—3	1—4

11.15. Возможные неполадки при резьбонарезании метчиками и круглыми плашками, пути их устранения

Вид неполадки	Причина неполадки, рекомендации по устранению
Разбивка отверстия или съём большего припуска с болта, перекося инструмента	<p>Неправильное направление инструмента в работе, перекося осей инструмента и заготовки</p> <p>Неточное, с биением изготовление заборного конуса относительно оси резьбы калибрующей части</p> <p>Неправильная подача (при принудительной подаче), использование патронов без «плавления» в осевом направлении при нарезании без принудительной подачи</p>
Низкая чистота нарезаемой резьбы	<p>Неправильный выбор типа и размера инструмента</p> <p>Неправильный выбор инструмента</p> <p>Затупление инструмента</p> <p>Неправильная заточка (уменьшены задние углы по профилю у метчиков)</p>
Выкрашивание зубьев	<p>Недостаточно или неверно подобрана смазка</p> <p>Неправильное направление инструмента в работе, перекося осей инструмента и заготовки</p> <p>Неправильная заточка (уменьшены задние углы по профилю у метчиков, но увеличены передний угол канавки и углы заготовки)</p> <p>Упор метчика в дно глухого отверстия</p> <p>Обработка наклепанной поверхности (при подготовке под резьбонарезание), неправильный подбор размера заготовки под резьбонарезание</p>

Вид неполадки	Причина неполадки, рекомендации по устранению
Чрезмерный износ	Неправильный выбор типа и размера инструмента Недостаточно или неверно подобрана смазка Слишком высокая скорость резания Обработка наклепанной поверхности (при подготовке под резьбонарезание), неправильный подбор размера заготовки под резьбонарезание
Поломка	Неправильное направление инструмента в работе, перекос осей инструмента и заготовки Неправильный выбор типа и размера инструмента Затупление инструмента

Эксплуатация гребенок. Режимы обработки и нормы стойкости гребенок из быстрорежущих сталей выбираются по нормативам ЦБПНТ. Ориентировочные значения скорости резания при обработке конструкционных сталей — 3—8 м/мин; автоматных сталей 7—12 м/мин; бронзы, латуни — 15—25 м/мин; хромомолибденовых сталей — 2—4 м/мин

Крутящий момент и эффективная мощность ориентировочно подсчитываются по формулам:

$$M_{кр} = 4,6 d^{1,1} P^{1,5} \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad N_{эф} = 0,111 d^{1,3} P^{0,3} / T^{0,5} \text{ кВт},$$

где d — наружный диаметр болта; T — стойкость гребенки, мин.

Некоторые виды прочего резьбообразующего инструмента приведены в табл. 11.14.

Возможные неполадки при резьбонарезании метчиками и круглыми плашками и способы их устранения приведены в таблице 11.15.