

730
Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

А. Е. ДРЕВАЛЬ

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
КРУГЛЫХ ПЛАШЕК И РЕЗЬБОНАРЕЗНЫХ ГОЛОВOK**
Учебное пособие

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

А.Е. ДРЕВАЛЬ

Утверждено
редсоветом МВТУ
как учебное пособие

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
КРУТЛЫХ ПЛАШЕК И РЕЗЬБОНАРЕЗНЫХ ГОЛОВОК

Учебное пособие

Под редакцией Б.Д. Даниленко

Москва

1982

М В Т У
им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

621.9

Д-730 А.Е. Древаль
Расчет и конструирование
крутых плашек
1982

Рецензенты к.т.н. доц. ВЭМИ Б.И. Горбунов,
д.т.н. проф. МВТУ А.Г. Овчинников

Режущий инструмент является важным звеном технологии машиностроения, так как обеспечивает такие показатели производственного процесса, как производительность труда, качество продукции, ее себестоимость и т.д.

Успешная работа режущего инструмента и конечные результаты производственного процесса зависят от конструкции инструмента, совершенства технологического процесса его изготовления, правильной, рациональной эксплуатации.

В предлагаемой работе рассматриваются вопросы расчета и конструирования круглых плашек и резьбонарезных головок.

С Московское высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана

Алексей Евгеньевич Древалъ

Редактор-корректор Ю.Н. Хлебинский

Заказ 584 Объем 3 п.л.+I вкл. Тираж 500 экз.
Л-90052 от 11.01.82 г. Цена 11 коп. План 1981, №1

Типография МВТУ. 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5

I. Назначение и типы

Круглые плашки предназначены для нарезания наружной резьбы, а также для калибрования резьбы, предварительно нарезанной другими методами, на деталях, изготавливаемых из сталей, цветных сплавов, пластмасс и т.д. Резьбонарезание плашками осуществляется ручным или машинным способом в основном на токарных станках, многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах, револьверных станках и автоматах и на другом оборудовании. Резьба нарезается за один проход с реверсированием, которое необходимо для свинчивания плашки с детали.

Инструментальной промышленностью выпускаются типы круглых плашек, представленные в табл. I.

Таблица I

Тип плашек	ГОСТ	Назначение
Круглые	9740-71	Для нарезания метрической резьбы по СТ СЭВ 182-75 и трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-75
Круглые для конической резьбы	6228-71	Для нарезания конической двойной резьбы по ГОСТ 6111-52 и трубной конической резьбы по ГОСТ 6211-69
Круглые для круглой резьбы	14714-69	Для нарезания круглой санитарно-технической арматуры по ГОСТ 15556-68

Резьбонарезание плашками из-за их невысокой стойкости производится в диапазоне скоростей от 2 до 4 м/мин, поэтому данный процесс является малопродуктивным. В технологическом процессе изготовления плашек операции шлифования их резьбовых поверхностей нет (за исключением особых случаев). Поэтому погрешности элементов резьбового профиля, возникшие при термообработке, сохраняются. Следовательно, плашки не могут обеспечить нарезание резьбы высокой степени точности.

2. Конструктивные элементы

Круглая плашка состоит из двух частей:
I) режущая часть, которая формирует профиль нарезаемой резь-

би; на круглых плашках выполняются две режущие части, что позволяет использовать инструмент с любой стороны;

2) направляющая часть, которая служит для центрирования, направления и самоподачи плашки;

3) элементы базирования, крепления и регулирования плашки на размер.

Базирование плашки осуществляется по одной из торцевых поверхностей. Для закрепления инструмента в плашкодержателе на наружной цилиндрической поверхности изготавливаются центровые отверстия. Некоторые центровые отверстия используются только для крепления, в то время как остальные выполняют дополнительную

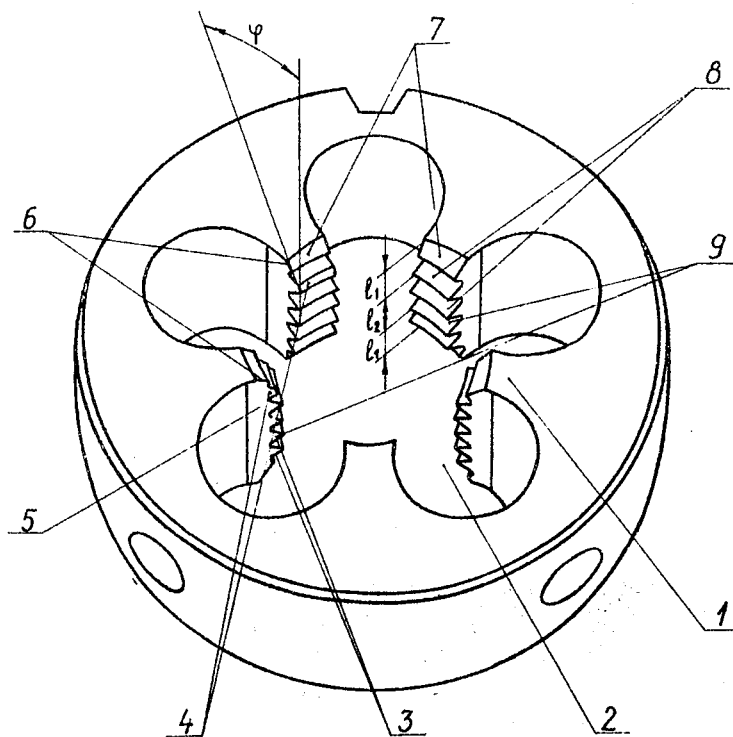


Рис. I

функцию регулирования плашки на размер после разрезания перемычки толщиной g .

Основные конструктивные элементы, поверхности и лезвия круглых плашек (рис. I и частично рис. 2): зуб I плашки (в технической литературе встречается название "перо"); стружечное отверстие 2; передняя поверхность 5, цилиндрическая или плоская, плавно сопряженная с поверхностью стружечного отверстия; главная задняя поверхность 7, очерченная семейством затыловочных кривых, в основном спиралью Архимеда; режущие профили 4 – часть резьбовой нитки, заточенной под углом φ и затылованной; направляющие профили 9, представляющие собой часть резьбовой нитки, ограниченной стружечными отверстиями (располагаются на направляющей части плашки); вспомогательные задние поверхности 8, представляющие собой винтовые поверхности резьбовой нитки; главные режущие лезвия 6, наклоненные к оси плашки под углом φ ; вспомогательные лезвия 3, образованные пересечением винтовой поверхности резьбовой нитки и передней поверхности; они формируют резьбовой профиль детали и частично участвуют в резании в пределах толщины срезаемого слоя на режущих профилях.

Основные конструктивные элементы плашек, подлежащие расчету, представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2

Сбозначение элемента	Наименование элемента
D_n	Наружный диаметр плашки
l_1 и φ	Длина и угол режущей части
l_2	Направляющая часть плашки
H	Толщина плашки
d_c	Диаметр стружечных отверстий
$d_{\text{ц}}$	Диаметр, определяющий положение стружечных отверстий
z	Число зубьев плашки (или число стружечных отверстий)
γ	Передний угол в плоскости, перпендикулярной оси плашки
m	Ширина зуба плашки
L или K	Задний угол или величина затылования по задней поверхности
$d_o, b, g, c,$	Элементы крепления и регулирования размеров плашки (d_o – диаметр зацентровки, b – ширина прорези, g – толщина перемычки, c – смещение центровых отверстий)

3. Расчет и выбор конструктивных элементов

3.1 Наружный диаметр плашек D_n зависит от размера нарезаемого резьбы, диаметра стружечных отверстий d_c и других конструктивных элементов плашек. С увеличением диаметра стружечных отверстий улучшаются условия отвода и размещения стружки. уменьшается опасность поломки зубьев. Одновременно увеличивается наружный диаметр плашки D_n . Это влечет за собой увеличение коронения резьбовых поверхностей плашки при термообработке, повышенный расход материалов как на изготовление плашек, так и плашкодержателей, патронов и т. д.

Исходной предпосылкой при назначении наружного диаметра D_n плашек является сокращение типоразмеров плашкодержателей, технологической оснастки для их изготовления. В таком случае один наружный диаметр плашки предназначается для нескольких размеров резьбы.

Рекомендуемые значения наружных диаметров круглых плашек для различных размеров резьбы согласно ГОСТ 9740-71 представлены в табл. 3.

Таблица 3

Диаметр нарезаемой резьбы d , мм	1...5	6...10	12...16	20...25	27...32	36...42	45...55	60...75	80...100	120		
Наружный диаметр плашки D_n , мм	16	20	25	30	38	45	55	65	75	80	105	120
	(12)	(16)										

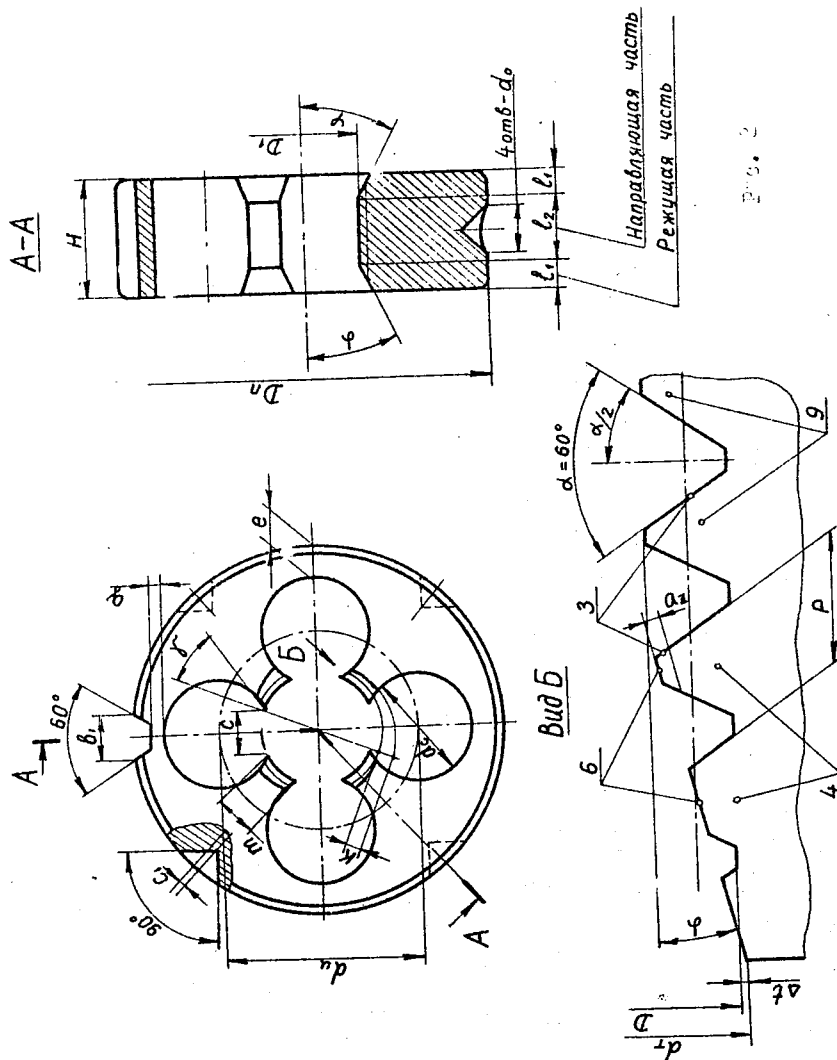
Примечание. Значения D_n , приведенные в скобках, используются в конструкциях неразрезанных плашек.

3.2. Режущая часть плашек формирует профиль резьбы по генераторной схеме. Каждый режущий профиль плашки срезает стружку определенного вида и сечения и одинаковой толщины q_z , как и при резбонарезании метчиками. Толщина срезаемого слоя определяется зависимостью

$$q_z = P/z \cdot \sin \varphi,$$

где P - шаг нарезаемой резьбы.

Таким образом, угол режущей части плашки φ при принятых шаге резьбы P и количестве зубьев определяет толщину срезаемого слоя.



В целях сокращения номенклатуры нормализованного инструмента, выпускаемого централизованно, по ГОСТ 9740-71 установлено значение угла $\varphi = 25^\circ$ для резцов $d > 2,5$ мм. По требованию потребителей допускается централизованный выпуск плашек с углами φ , равными 30° и 45° ; последнее значение предназначается для плашек, нарезающих резьбу до упора. Расчет показывает, что при указанных значениях угла φ плашки работают с толщиной срезаемого слоя, близкой к толщине при однократном нарезании машинно-ручными метчиками. В то же время условия работы плашек более благоприятны, чем у метчиков. Это объясняется лучшим проникновением СОЖ в зону резания, отсутствием влияния длины резьбы на условия обработки. При указанных значениях угла φ обеспечивается требуемый шаг резьбы на деталях.

Однако устанавливаемый стандартом угол φ независимо от диаметров и шагов резьб, числа зубьев плашки, а также без учета физико-механических свойств обрабатываемого материала не всегда обеспечивает оптимальное протекание процесса резания. Возможны срывы резьбовой нитки, затруднено направление плашки при заходе на деталь. В тех случаях, когда шаг резьбы не лимитирован, при выборе значений угла φ исходят из повышения стойкости и надежности направления плашки, что возможно при уменьшении угла φ по сравнению со стандартным. Так, для резьб с шагом $P = 2 \dots 3$ мм рекомендуется угол $\varphi = 20^\circ$, для резьб с шагом $P > 3$ мм угол режущей части принимается равным 15° . При обработке вязких и твердых материалов значения угла φ принимаются от 20° до 15° .

Для обеспечения направления плашки при заходе на деталь размер режущего конуса на торце плашки d_T должен быть больше наружного диаметра d нарезаемой резьбы на $2\Delta t = 0,1 \dots 0,5$ мм, т.е. $d_T = d + 2\Delta t$.

Взаимосвязь длины режущей части ℓ_1 и угла φ определяется зависимостью

$$\ell_1 = \frac{d_T - D_1}{\tan \varphi},$$

где D_1 — внутренний диаметр резьбы плашки.

3.3. Направляющая часть плашек. Формирование резьбового профиля заканчивается при вступлении в работу первых профилей направляющей части, что можно назвать "калиброванием" резьбы. Остальные направляющие профили выполняют функции центрирования и

подачи инструмента. Для выполнения этих функций достаточно иметь направляющую часть из трех-четырех ниток. Увеличение длины ℓ_2 приводит к возрастанию деформации зубьев плашки при термообработке, из-за чего искажаются параметры точности резьбы; одновременно ухудшаются условия отвода стружки. Нет необходимости увеличивать длину направляющей части плашки ℓ_2 для создания запаса на переточки. В отличие от метчиков плашки в основном перетачиваются по передним поверхностям и редко комбинированным способом по передней и задней поверхностям.

Исходя из условий термообработки и учитывая основной способ переточки плашек, устанавливают длину направляющей части $\ell_2 = (4 - 5)P$ с последующим уточнением при назначении толщины плашки H .

Длина рабочей части плашки определяется следующим образом:

$$\ell = 2\ell_1 + \ell_2.$$

3.4. Толщина плашки H , как и наружный диаметр D_n , унифицирована с целью сокращения количества размеров заготовок для изготовления плашек, а также патронов и плашкодержателей.

Толщина плашки выбирается из условия размещения достаточного количества ниток на режущей и направляющей части. С этой точки зрения достаточно принять толщину плашки в шесть-девять ниток, что обычно выдерживается для резьб с крупным шагом. В этом случае длина рабочей части принимается равной ближайшему стандартному значению H , т.е.

$$H = \ell = 2\ell_1 + \ell_2.$$

Необходимая корректировка размера ℓ проводится за счет изменения длины направляющей части ℓ_2 плашки.

Для резьб с мелкими шагами с учетом унификации размера H допускается увеличение длины рабочей части ℓ до девяти-четырнадцати ниток. При этом в зависимо-

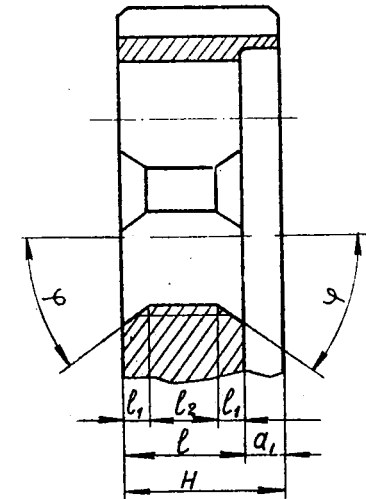


Рис.3

ти от огибающего значения размера H принимается или $H = \ell$, при этом изготавливается с выточкой глубиной $a_1 = H - \ell$ (рис. 3).

1.5. Стружечные отверстия круглых плашек являются важным конструктивным элементом. Их конструкция, размеры d_c , расположение центров d_u и количество Z определяют ряд важных конструктивных элементов инструмента: передний угол γ , ширину зуба m , размер e и др.

При определении количества стружечных отверстий, размера d_c и расположения их центров d_u необходимо обеспечить (рис. 4):

- 1) лучшее образование и отвод стружки, оптимальный передний угол γ в пределах высоты профиля нарезаемой резьбы;
- 2) достаточное пространство для свободного размещения стружки;
- 3) достаточную прочность стенки плашки (размер e);
- 4) допустимое перекрытие f диаметра d_c и внутреннего диаметра резьбы плашки D_1 и оптимальное соотношение размеров ширины зуба m и просвета c ;
- 5) универсальность технологической оснастки при изготовлении плашек одного диаметра с различными значениями шагов и с одинаковым количеством зубьев.

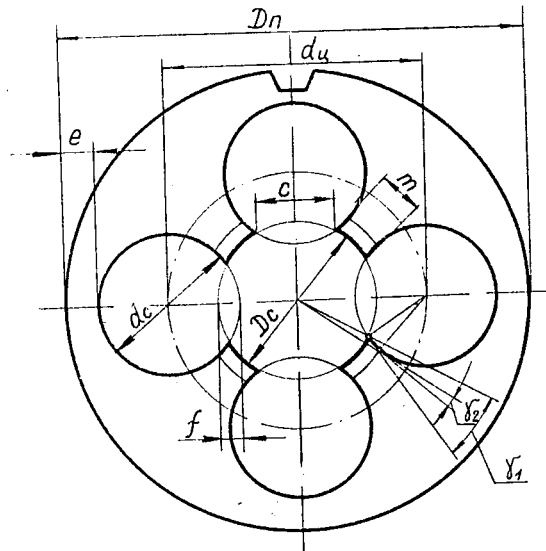


Рис. 4

Сверление стружечных отверстий может производиться либо с сохранением перемычки между ними и резьбовым отверстием, либо без перемычки, когда отверстия пересекаются. Во втором случае сверление затруднено, так как из-за перекрытия отверстий возможно смещение оси сверла и его поломка, что не наблюдается при пер-

вом способе сверления. Однако второй способ является предпочтительным, ибо устраняется трудоемкая ручная операция распилки перемычки. Для удовлетворительного сверления во втором случае необходимо использовать кондуктор и строго выдерживать размер перекрытия окружностей d_c и D_1 в пределах $f = (0,05 \dots 0,075) d_c$, в исключительных случаях можно допускать $f = 0,1 d_c$.

Диаметр стружечного отверстия d_c желательно выбирать максимально допустимым, чтобы обеспечить лучшие условия для размещения стружки. При принятом наружном диаметре плашки D_n диаметр стружечного отверстия d_c ограничен толщиной стенки e и перекрытием f . Для обеспечения прочности плашки на основе практики ее эксплуатации размер e выбирают в пределах $e = (0,6 \dots 0,9) \sqrt{D_n}$.

Из рис. 4 можем записать

$$\frac{D_1}{2} + d_c - (0,05 \dots 0,075) d_c + e = \frac{D_n}{2},$$

откуда

$$d_c = \frac{D_n - D_1 - 2e}{1,9 \dots 1,85}.$$

Положение центров стружечных отверстий определяется зависимостью

$$d_u = D_1 + (0,9 \dots 0,85) d_c.$$

Расчет по приведенным зависимостям является приближенным, так как при сверлении стружечных отверстий стремятся принимать d_c и d_u одинаковыми для соседних размеров плашек. Это дает возможность уменьшить количество кондукторов для сверления и применять сверла с размерами нормального ряда. Рассчитанные значения d_c и d_u уточняются по ГОСТ 9740-71.

Дальнейшее формирование стружечного отверстия осуществляется заточкой плашки по передней поверхности. Для плавного схода стружки на передней поверхности не должно быть уступов и резких переходов. При этом необходимо обеспечить требуемое значение переднего угла γ в пределах площадки $t = (1,2 \dots 1,5) H_1$, где H_1 - высота резьбового профиля плашки.

Рекомендуемые значения передних углов γ в плоскости, перпендикулярной оси плашки, приведены в табл. 4.

Передний угол γ_n в сечении, перпендикулярном главному режущему лезвию, определяющий условия резания, связан с расчетным углом γ зависимостью $\tan \gamma_n = \tan \gamma \cdot \cos \varphi$.

Таблица 4

Обрабатываемый материал	γ°
Сталь твердая, чугун, бронза	10...12
Сталь средней твердости, латунь, чугун ковкий	15...20
Сталь мягкая, легкие сплавы	20...25

Разница между углами γ_N и γ при употребляемых углах режущего конуса φ составляет примерно $1...2^\circ$.

Из рис. 4 видно, что передний угол γ изменяется в пределах высоты резьбового профиля. На внутреннем диаметре резьбы он имеет большие значения, чем на наружном.

Возможны два случая: передняя поверхность плашки криволинейная и прямолинейная [6]. Предпочтительной является прямолинейная поверхность. Однако процесс заточки криволинейной поверхности плашки осуществляется проще и быстрее, чем прямолинейной. Диаметр шлифовального круга при заточке криволинейной поверхности значительно больше, чем при заточке прямолинейной, и обычно принимается на 1 мм меньше диаметра стружечного отверстия d_c (рис. 5б).

Заточка прямолинейной передней поверхности у плашки может производиться "на проход" (рис. 5в) или "в упор" (рис. 5г). Заточка "на проход" более проста, чем заточка "в упор", но в этом случае из-за опасности повреждения соседнего зуба приходится работать шлифовальным кругом небольших размеров. На рис. 5а показан припуск, который снимается при заточке, его значение в указанном направлении принимается в зависимости от наружного диаметра резьбы плашки D равным $\Delta = (0,03...0,02) D$.

Затачивая криволинейную переднюю поверхность плашек при принятом значении Δ , необходимо проверить соответствие полученных передних углов в пределах t табличным значениям γ , определить просвет C (рис. 6а).

Задаваясь припуском на заточку Δ , измеренным вдоль радиуса стружечного отверстия, находим расстояние $O_1I = Z_1 = d_c/2 + \Delta$. Из треугольника OO_1I определяем угол ω_{13} по формуле

$$\cos \omega_{13} = \frac{d_u^2 + D_1^2 - 4Z_1^2}{2d_u \cdot D_1}$$

Из треугольника OO_1I , где O_1 - положение центра шлифовального круга диаметром d_u , находим угол ε_2 :

$$\sin \varepsilon_2 = \frac{D_1 \cdot \sin \omega_{13}}{d_u}$$

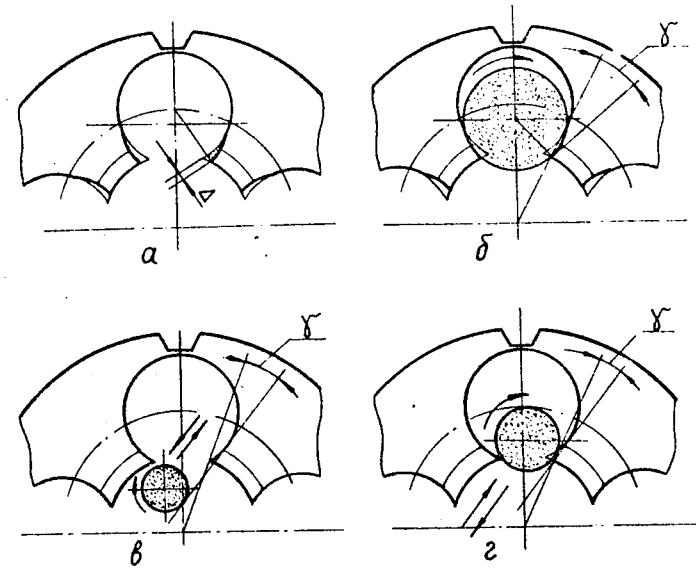


Рис. 5

Зная эти соотношения, можем вычислить передний угол (полученный в результате заточки) в точке I, лежащей на внутреннем диаметре резьбовой нитки, и сравнить его с выбранным по табл. 4:

$$\gamma_{13} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 90^\circ - \omega_{13} - \varepsilon_2.$$

Определим положение центра шлифовального круга d'_u из треугольника OO_1I :

$$d'_u = \frac{D_1 \cdot \sin(\varepsilon_2 + \omega_{13})}{\sin \varepsilon_2}.$$

Площадка заточки по передней поверхности плашки - размер n , (рис. 6б):

$$n_1 = \frac{d_3}{2} - \frac{D_1}{2}$$

Из треугольника OO_13 найдем величину ε_3 по зависимости

$$\cos \varepsilon_3 = \frac{d_c^2 + 4K_1^2 - d_u^2}{4 \cdot d_c \cdot K_1}, \quad \text{где } K_1 = \frac{d_u - d'_u}{2}.$$

Диаметр a_3 вычислим из треугольника OO_13 по зависимости

$$d_3 = \sqrt{d_c^2 + d_u^2 - 2d_c \cdot d_u \cdot \cos \varepsilon_3}.$$

Все данные для определения размера n , имеются, проверяем $n_1 > t = (1,2...1,5)H$, где $H_1 = 0,541P$ согласно СТ СЭВ 180-75.

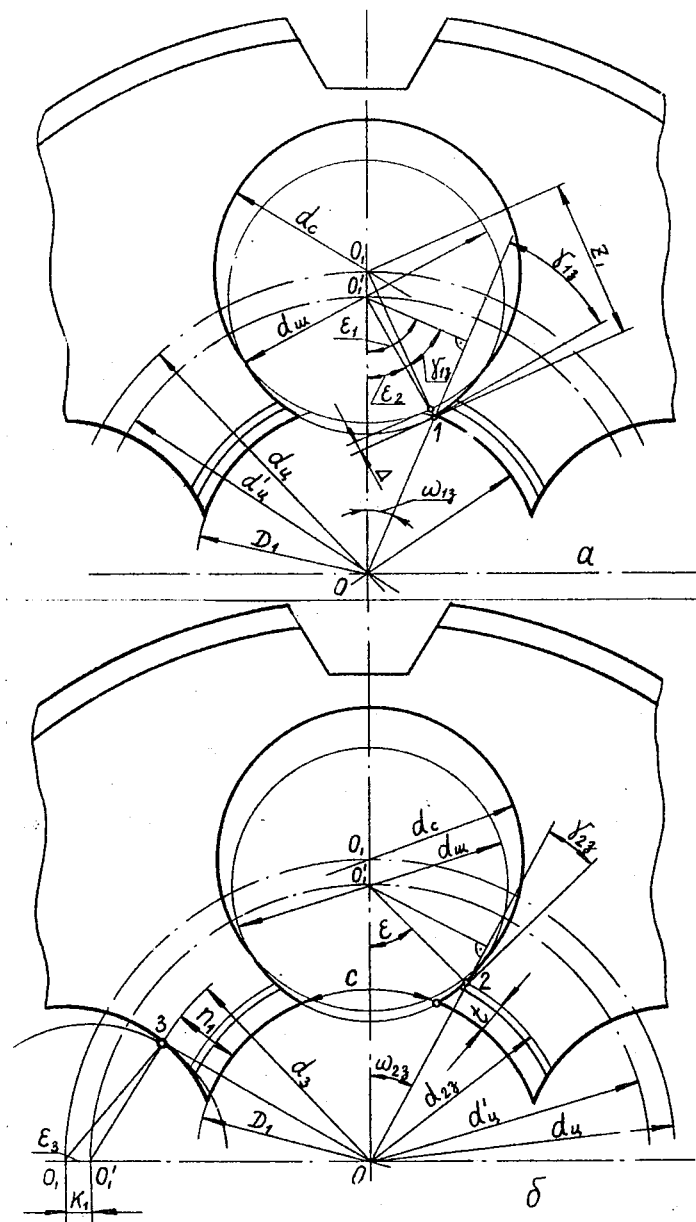


Рис. 6

Проверяем значение переднего угла γ_{23} , образованного в результате заточки в точке 2, лежащей на расстоянии $t = (1, 2, \dots, 5)H$, от внутреннего диаметра резьбы (рис. 66), $d_{23} = D_1 + 2t$.

Из треугольника $OO_1'2$ находим углы ω_{23} и ϵ :

$$\cos \omega_{23} = \frac{(d_u')^2 + d_{23}^2 - d_u^2}{2 \cdot d_u' \cdot d_{23}} \quad \text{и} \quad \sin \epsilon = \frac{d_{23} \cdot \sin \omega_{23}}{d_u}$$

Зная эти соотношения, определим в точке 2 передний тол

$$\gamma_{23} = 90^\circ - \omega_{23} - \epsilon$$

и сравним с рекомендуемым значением γ .

Просвет C , измеренный по дуге, определяется по зависимости

$$C = \frac{\pi \cdot \omega_{13}}{90^\circ} \cdot \frac{D_1}{2}$$

Прямолинейная поверхность. Как и прежде, при принятом значении Δ необходимо провести проверку значений передних углов в пределах высоты профиля резьбы плашки, определить просвет C (рис. 7).

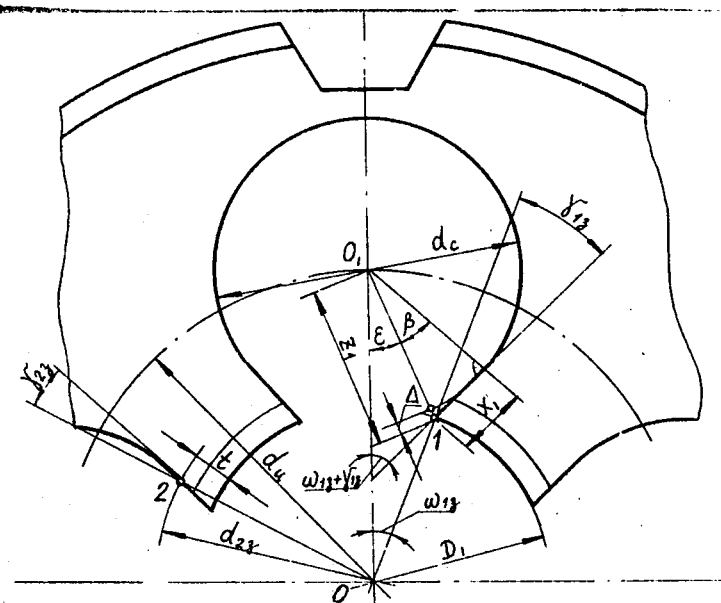


Рис. 7

Расстояние $0,1$ обозначим через $Z_1 = \frac{d_c}{2} + \Delta$. Прямолинейный участок $X_1 = 0,5 \sqrt{4Z_1^2 - d_c^2}$. Передний угол в точке I

где $\gamma_{13} = 90^\circ - \beta - \varepsilon - \omega_{13}$,
 $\cos \beta = \frac{d_c}{2Z_1}$, $\cos \omega_{13} = \frac{d_4^2 + D_1^2 - 4Z_1^2}{2d_4 \cdot D_1}$, $\sin \varepsilon = \frac{D_1 \sin \omega_{13}}{2Z_1}$.

Передний угол в точке 2, отстоящей от внутреннего диаметра резьбы на расстоянии $t = (1,2 \dots 1,5)H_1$, связан с передним углом в точке I зависимостью

$$\sin \gamma_{23} = \frac{D_1}{d_{23}} \cdot \sin \gamma_{13} = \frac{D_1}{D_1 + 2t} \cdot \sin \gamma_{13}.$$

Для определения просвета C можно пользоваться зависимостью, приведенной в предыдущем случае.

Расчет плашки связан с установлением определенной комбинации параметров; оптимальный вариант иногда требует многократных пересчетов. Наибольшее отклонение допускается за счет уменьшения ширины зуба плашки m от значений, указанных ниже. Это позволяет изменять припуск Δ , снимаемый при заточке плашки, и положение оси шлифовального круга относительно оси стружечного отверстия.

3.6. Количество и ширина зубьев плашки. Ширина зуба плашки оказывает существенное влияние на ее работоспособность. С увеличением ширины зуба m (см. рис. 2) плашка лучше центрируется и направляется, улучшаются условия для самоподачи, увеличивается запас на переточки. С другой стороны, увеличиваются силы трения между витками нарезанной резьбы и направляющей частью плашки, а также погрешности резьбового профиля, уменьшается просвет C и, как следствие, повышается опасность защемления стружки. Практикой эксплуатации плашек установлено, что наибольшее количество поломок происходит из-за чрезмерной ширины зуба.

Ширина зуба m должна быть меньше просвета C , рекомендуется выдерживать соотношение $m/C = 0,6 \dots 0,7$; в редких случаях это соотношение может быть равным $0,8$.

Из рис. 2 можно вывести формулу для расчета количества зубьев плашки (стружечных отверстий):

$$Z = \frac{\pi \cdot D_1}{C + m}.$$

Зная соотношение между размерами m и C , эту формулу можно преобразовать к виду $Z = \frac{\pi \cdot D_1}{(1,6 \dots 1,7)C}$.

где определение величины C дано ранее.

Полученные по формуле значения Z необходимо округлить до ближайшего целого.

Наиболее употребительное число стружечных отверстий Z для круглых плашек в зависимости от диаметра нарезаемой резьбы приведено в табл. 5.

Таблица 5

Диаметр нарезаемой резьбы d , мм	Количество зубьев Z	
	Шаг нарезаемой резьбы	
	крупный	мелкий
1...5	5	5
5,5...18	4	4...5
20...32	5	5...6
33	6	6...7
36...48	6	7...8

Зная количество стружечных отверстий Z , можно найти ширину зуба m по зависимости $m = \frac{\pi D_1}{Z} - C$.

Из условий прочности практикой установлено, что минимальная ширина зуба плашки должна быть не менее шага нарезаемой резьбы, остальная часть ширины зуба идет на переточку (рис. 8), т.е. $m = p + \Delta m \cdot i$, где $\Delta m = 0,25 \dots 0,6$ мм — припуск, снимаемый при переточке;

i — количество переточек, ориентировочно $i = 4 \dots 10$.

Приведенная зависимость используется для уточнения количества переточек плашки при выбранных значениях Z и m :

$$i = \frac{m - p}{\Delta m}.$$

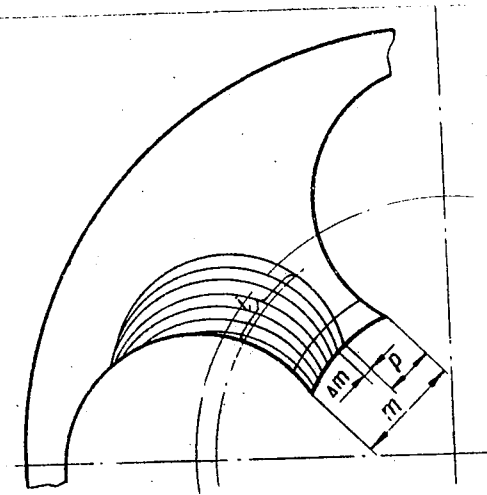


Рис. 8

3.7. Задний угол α получается затылованием режущей части плашки. Значение заднего угла в плоскости, перпендикулярной оси плашки, должно находиться в пределах $6...9^\circ$. Взаимосвязь между задним углом α и значением затылования K определяется зависимостью

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K Z}{\pi D},$$

где K – радиальное падение задней поверхности зуба в пределах $1/2$ окружности наружного диаметра резьбы.

Затылование плашек техн. логически осуществляется в осевом направлении. Взаимосвязь между осевой $K_{ос}$ и радиальной K составляющими при затыловании определяется по формуле: $K = K_{ос} \operatorname{tg} \varphi$.

Из-за технологических трудностей на плашках не делают затылование по профилю, и, следовательно, вспомогательный задний угол отсутствует. Это увеличивает трение на боковых поверхностях сопряженных резьбовых профилей нарезаемой резьбы и плашки, увеличивает опасность заедания, момент резания, но приводит к улучшению условий центрирования и направления инструмента.

3.8. Элементы крепления и регулирования размеров. На наружной поверхности плашки предусмотрены центровые отверстия с углом 90° и диаметром $d_o = 5...10$ мм. При наружном диаметре плашки D_n до 20 мм изготавливают три (рис. 9а), а при $D_n > 20$ мм четыре центровых отверстия (рис. 9б). В обоих случаях винты 1 и 3 – для закрепления и регулирования плашки на размер после того, как у нее будет разрезана перемычка g ; винт 2 служит для регулирования плашки на размер.

На плашке изготовлен продольный паз шириной $b_s = 5,2...10$ мм с углом профиля 60° . По дну этого паза образуется перемычка $g = 0,7...2$ мм. Когда в результате эксплуатации будут изношены элементы резьбового профиля инструмента и перестанет обеспечиваться точность нарезаемой резьбы, перемычку плашки разрезают узким шлифовальным кругом и производят регулировку ее размеров при установке в плашкодержателе.

Регулировка на размер осуществляется винтами 1, 2, 3. При этом винты 1 и 3 сжимают плашку, а винт 2 предназначен для ее разжима. Оси центровых отверстий, в которые входят винты 1 и 3, смещены на расстояние $C_1 = 0,5...2,5$ мм относительно центра плашки в сторону, противоположную от продольного паза. Винты 1 и 3 упираются в осевую поверхность центровых отверстий своей конической частью, этим обеспечивается легкость сжатия плашки.

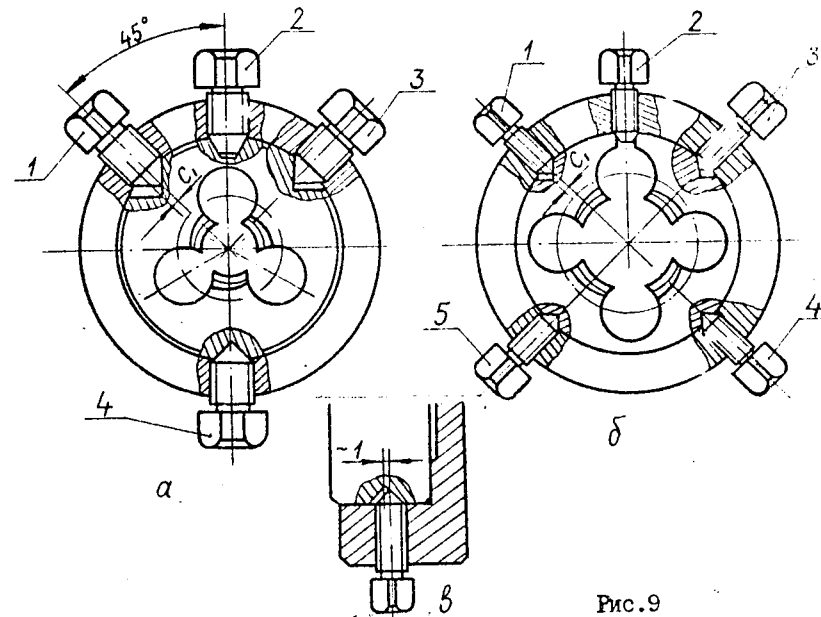


Рис. 9

Настройка разрезанной плашки на размер осуществляется с помощью контрольной резьбовой шпильки следующим образом: на контрольную резьбовую шпильку (калибр) навинчивают плашку и, попеременно вращая винты 1, 3 и винт 2, добиваются плотного (без качки) прилегания плашки к резьбовой поверхности. Далее проводится пробная нарезка резьбы, размеры которой подлежат контролю.

Оси центровых отверстий располагаются симметрично относительно торцов плашки. Прижим торца плашки к дну плашкодержателя осуществляется за счет смещения осей винтов до 1 мм в сторону дна (рис. 9в).

Приведенные интервалы значений d_o, b_s, g, C_1 , необходимо уточнять для каждого конкретного размера наружного диаметра плашек, исходя из конструктивных соображений и рекомендаций ГОСТ 9740-71.

3.9. Размеры резьбы. Проверка элементов резьбового профиля плашки затруднена. Как правило, размеры резьбы плашек контролируются косвенным образом – по размерам резьбы, предварительно нарезанной на образце испытуемой плашкой. При этом испытании плашка закрепляется таким образом, чтобы предотвратить искажения элементов профиля нарезаемой резьбы из-за погрешности взаимной установ-

ки детали и инструмента. Обычно это может быть достигнуто использованием плавающего плашкодержателя.

Плашки предназначаются для нарезания резьбы с посадками скобления и зазорами. Согласно ГОСТ 17587-72 плашки изготавливаются с полями допусков $6h, 8h6h, 8h; 6g, 8g, 6e, 6d$.

При назначении предельных отклонений плашки исходят из перечисленных ниже положений.

На наружный диаметр:

1) верхнее отклонение плашки не ограничивается, так как оно не может переходить за пределы вершин треугольника теоретического профиля;

2) нижнее отклонение плашки выбирается так, чтобы наружный диаметр плашки не участвовал в резании; допустима лишь зачистка заусенцев; нижнее отклонение может быть ниже номинала, так как диаметр заготовки болта всегда берется меньше номинала из-за выпучивания материала при нарезании резьбы, что исключает работу плашки наружным диаметром.

На средний диаметр:

1) из-за износа плашки необходимо предусмотреть запас на износ по среднему диаметру; чем больше опущено верхнее отклонение плашки, тем больше этот запас;

2) из-за деформации зубьев и погрешностей установки при резбонарезании плашка дает заниженную резьбу; чем выше расположено нижнее отклонение плашки, тем больше гарантировано соблюдение предельных отклонений на резьбу болта.

На внутренний диаметр:

1) нижнее отклонение ограничивается прочностью вершины резьбового профиля плашки;

2) верхнее отклонение выбирается так, чтобы обеспечить необходимый зазор по внутреннему диаметру резьбовой пары винт-гайка, т.е. обеспечить свинчиваемость.

Предельные отклонения плашек отсчитываются от номинального профиля болта и приведены на рис.10а с основным отклонением h и на рис.10б с основными отклонениями g, e, d . Предельные отклонения на половину угла профиля $\alpha/2$ в зависимости от шага резьбы приведены в табл.6.

Предельные отклонения по шагу, отнесенные к длине 25 мм, зависят от шага резьбы. Если шаг резьбы до 0,45 мм, значение этой величины равно ± 8 мкм; для всех остальных шагов отклонение по шагу составляет ± 10 мкм.

Таблица 6

Шаг резьбы P мм	0,2; 0,25	0,5; 0,35	0,4; 0,45	0,5	0,6; 0,75	0,8; 1	1,25; 1,5	1,75; 3,5	4... 6
Предельное отклонение половины угла профиля, мин	55	50	45	40	35	30	25	20	15

Численные значения предельных отклонений на элементы резьбового профиля плашек приведены в ГОСТ 17587-72. Они являются исходными для назначения допусков на маточные и плашечные гетчики, которые образуют профиль резьбы круглых плашек.

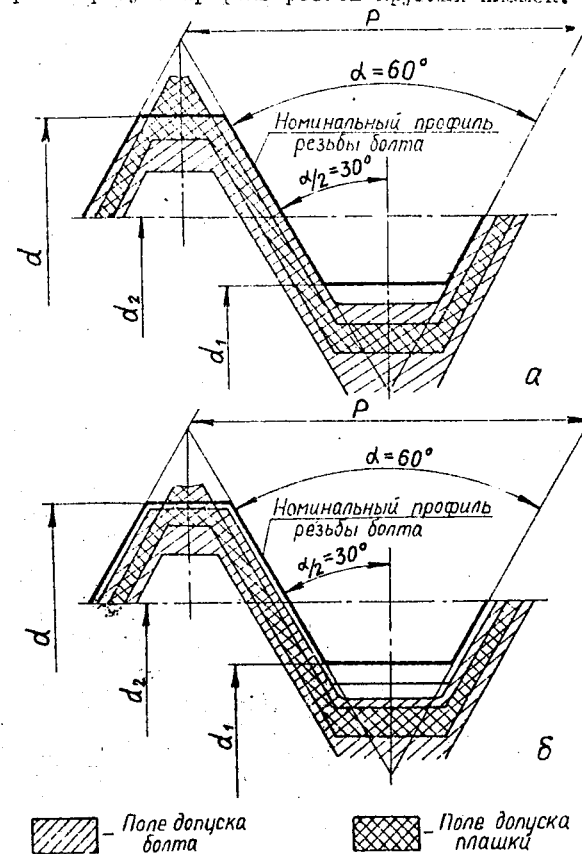


Рис.10

5.10. Технические требования. Рассмотрим технические требования, которые должны быть установлены на стадии расчета и конструирования круглых плашек согласно ГОСТ 9740-71.

Ввиду того, что шлифовать резьбовой профиль плашек после термической обработки невозможно, их изготавливают из легированных сталей ХГСВ и 9ХС по ГОСТ 5950-73. Эти стали имеют более низкую температуру закалки, чем быстрорежущие стали, поэтому не происходит оплавление резьбовых профилей и режущих лезвий. При закалке этих сталей меньше коробление, чем у других инструментальных сталей. Допускается в обоснованных случаях изготовление плашек из быстрорежущих сталей. При этом необходима доводка резьбового профиля специальными притирами.

Твердость зубьев у режущих кромок для плашек из легированных сталей должна быть HRC 58...62, из быстрорежущих сталей - HRC 61...63.

Шероховатость основных поверхностей плашек:

а) поверхности профиля резьбы: доведенного - $R_a = 0,63$ мкм; недоеденного - $R_a = 2,5$ мкм;

б) поверхности зубьев передних и задних - $R_a = 1,25$ мкм;

Указанная шероховатость выдерживается на передней поверхности в радиальном направлении на расстоянии не менее 1,5 высоты резьбового профиля; шероховатость поверхностей торцов $R_a = 1,25$ мкм;

в) наружных цилиндрических поверхностей - $R_a = 2,5$ мкм.

Предельные отклонения размеров плашек должны быть:

а) наружного диаметра D_n по d_{11} ;

б) толщины плашки H по h_{11} ;

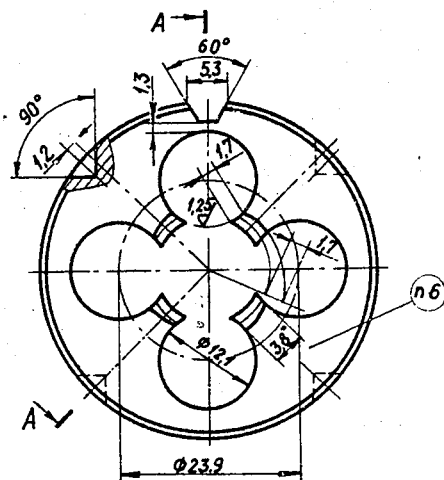
в) угла режущей части $\varphi \pm 20^{\circ}_{50}$;

г) предельные отклонения резьбы плашек оговорены выше.

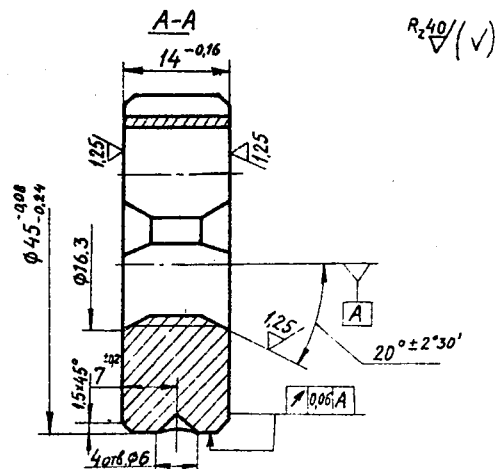
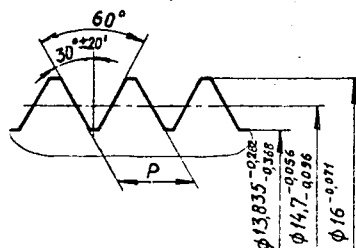
Радиальное биение наружной цилиндрической поверхности неразрезанных плашек относительно оси резьбы и торцевое биение в точке, наиболее удаленной от оси, проверяются на резьбовой конической оправке. Предельные значения обоих биений приведены в табл. 7.

Таблица 7

Номинальный диаметр резьбы d , мм	до 11	12...20	22...26	свыше 26
Радиальное и торцевое биение, мм	0,05	0,06	0,07	0,1



Профиль резьбы
M10:1



1. Сталь ХГСВ ГОСТ 5920-73.
2. HRC 58...62
3. Предельные отклонения шага на длине $25\text{мм} \pm 0.01\text{мм}$
4. Размер резьбы плашек проверяются по нарезанному образцу.
5. Неуказанные предельные отклонения размеров H14; h14; $\pm \frac{t}{2}$.
6. Маркировать: ТЧХД
7. * Размеры для справок.

Обработка осей гнезд под зажимные и регулировочные винты по отношению к плоскости, перпендикулярной оси плашки и проходящей на расстоянии половины толщины $H/2$ от торца, не должно превышать: для плашек толщиной H до 18 мм – 0,2 мм, толщиной $H > 18$ мм – 0,5 мм.

Указания на чертеже о маркировании плашки выполняются согласно ГОСТ 2.314-68. В них входят:

- а) содержание маркировки;
- б) место нанесения;
- в) способ нанесения (при необходимости);
- г) размер шрифта (при необходимости);

В содержание маркировки входят: товарный знак, наименование предприятия-изготовителя (T); обозначение изделия по основному конструкторскому документу; если плашка стандартная, цифровое обозначение в соответствии с номером в ГОСТе (4); марка материала (M), если плашка изготавливается из стали УВГС или 9ХС, материал не указывается; технические данные (X) – обозначения размера резьбы и предельного отклонения $6h$, $8h$; знаки направления вращения (3) – буква "Л" для плашек с левой резьбой; дата изготовления (A).

Место нанесения маркировки обычно выбирается на торце и на изображении плашки отмечается точкой, соединенной выносной линией со знаком маркирования – окружностью диаметром 10...15 мм. Внутри знака указывается номер соответствующего пункта технических требований, в котором приведены указания о маркировании.

Пример оформления рабочего чертежа плашки для нарезания резьбы М 16 – 6h приведен на рис.11.

4. Назначение и типы

Резьбонарезная головка представляет собой сложный механизм, в корпусе которого устанавливается комплект гребенок, имеющих режущие и направляющие элементы. В конце процесса резьбонарезания гребенки автоматически раздвигаются, и резьбонарезная головка, не касаясь детали, возвращается в исходное положение.

Резьбонарезные головки применяются для однопроходного нарезания (кроме специальных случаев) наружной резьбы на сверлильных, агрегатных, револьверных, болтонарезных станках и автоматах и обладают следующими преимуществами:

- 1) высокой производительностью из-за повышенных скоростей резания и отсутствия реверсирования;
- 2) возможностью регулирования резьбы на размер, а также многопроходного ее нарезания;
- 3) в одном корпусе допускается установка гребенок различных размеров, что повышает универсальность инструмента;
- 4) резьбовой профиль гребенок образуется шлифованием, что устраняет искажения, возникшие при термообработке; и, как следствие, улучшает точность и шероховатость нарезанной резьбы;
- 5) возможностью значительного количества переточек.

По характеру работы головки разделяются на вращающиеся и невращающиеся, они отличаются друг от друга способом включения и конструктивным оформлением.

Вращающиеся головки предназначены для нарезания резьбы на автоматах и сверлильных станках (рис.12.)

При нарезании резьбы головка вращается и перемещается поступательно. Вместе с головкой совершает поступательное движение вилка. В процессе работы вилка подходит к неподвижному упору и останавливается, а головка продолжает поступательное движение за счет самозатягивания или принудительной подачи до тех пор, пока остановившаяся вилка не выключит механизм раскрытия гребенок. При движении головки в обратную сторону происходит ее закрытие и перевод в рабочее состояние при подходе вилки ко второму упору.

Невращающиеся головки (рис.13) предназначены для нарезания резьбы на токарных и револьверных станках. В этом случае вращается изделие, а головка имеет поступательное движение вдоль оси

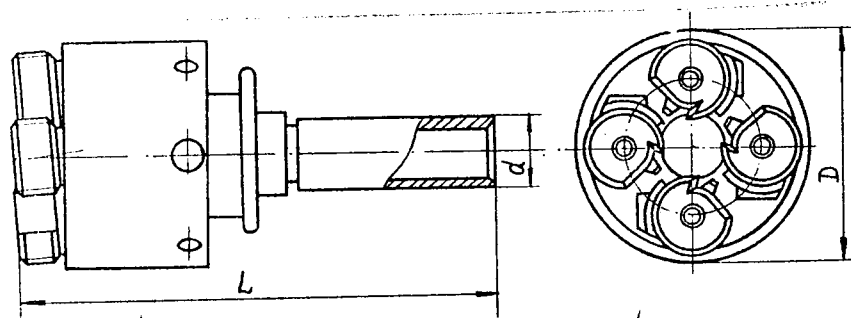


Рис. 12

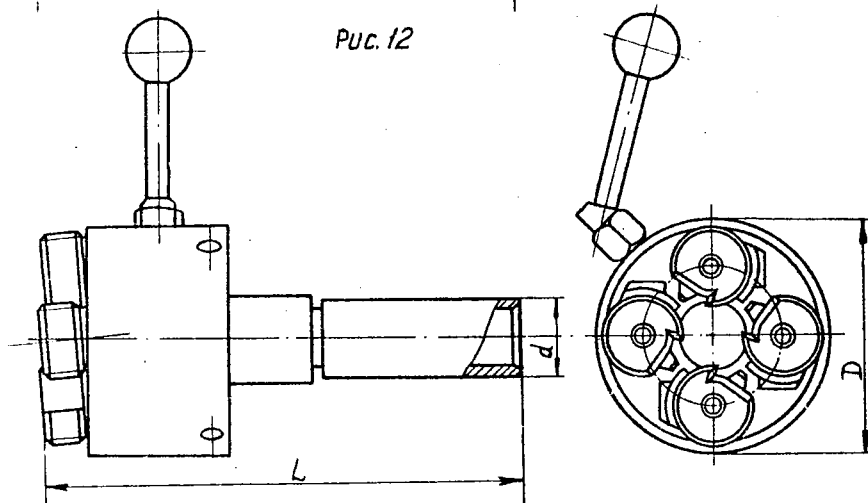


Рис. 13

заготовки. При прекращении поступательного движения происходит выдвижение плашкодержателя за счет самоподачи и срабатывает механизм раскрытия головки. Возвращение в рабочее состояние осуществляется вручную при помощи рукоятки.

Существуют специальные невращающиеся головки для работы на автоматах с револьверной головкой, вращающейся в вертикальной плоскости. Раскрытие и приведение в рабочее состояние в этом случае осуществляется с помощью упоров.

В зависимости от расположения гребенок относительно нарезаемой детали головки разделяются на две основные группы: радиальные (рис. 14) и тангенциальные (рис. 15). При этом радиальные головки могут быть оснащены призматическими (рис. 14а) или круглыми

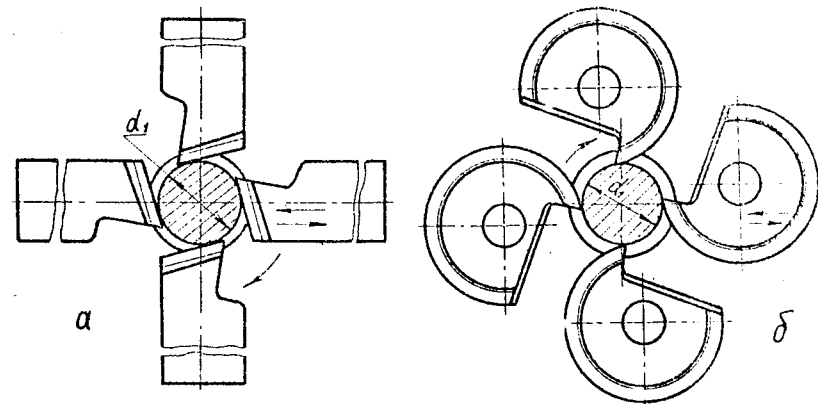


Рис. 14

(рис. 14б) гребенками.

5. Основные типы гребенок

Гребенки, по аналогии с метчиками и плашками, выполняют следующие функции:

- 1) режущей частью формируют профиль резьбы детали по генераторной схеме, срезая стружку определенного вида и сечения и одинаковой толщины;
- 2) направляющей частью осуществляют направление и центрирование головки;
- 3) направляющей частью осуществляют самоподачу инструмента;
- 4) служат запасом для переточек.

Рассмотрим основные виды гребенок, используемых в конструкциях резьбонарезных головок.

5.1. Радиальные призматические гребенки. Головки, оснащенные радиальными призматическими гребенками, в течение продолжительного времени были единственной конструкцией, используемой в промышленности. Основными достоинствами головок этого типа является простота изготовления и эксплуатации.

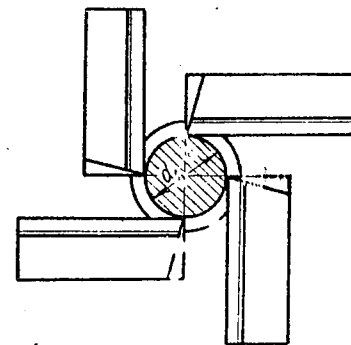


Рис. 15

По виду задней поверхности

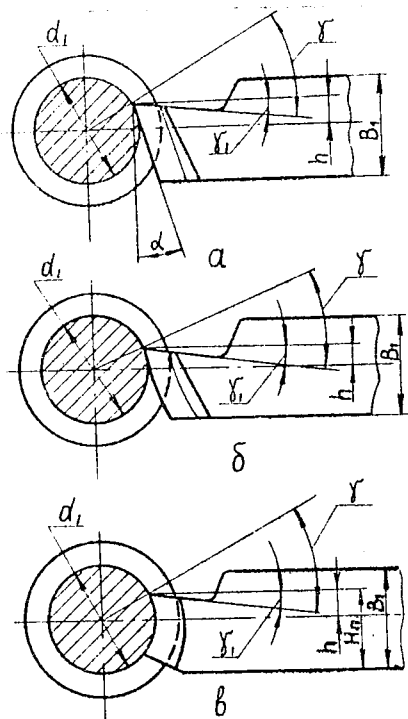


Рис.16

различают радиальные призматические гребенки трех типов: с прямолинейной (рис.16а), выпуклой (рис.16б) и вогнутой (рис.16в) задними поверхностями.

Резьбовая нитка каждой гребенки смещена вдоль оси нарезаемой резьбы по отношению к резьбовой нитке соседней гребенки на величину P/n , где n - число гребенок в комплекте. Это необходимо для правильного расположения режущих и направляющих профилей относительно винтовой поверхности нарезаемой резьбы.

Основные конструктивные элементы радиальных призматических гребенок приведены на рис.17, где 1 - передняя поверхность, 2 - задняя поверхность, γ - передний угол, α - задний угол, l_1 - режущая часть, φ - угол режущей части, l_2 - направляющая часть.

Гребенки с прямолинейной и

выпуклой задними поверхностями имеют переднюю поверхность, расположенную под углом γ к плоскости, параллельной опорной и наклоненной под углом $\lambda = 2^\circ 30'$ в направлении оси резьбы (рис.17)

Резьбовая нитка каждой гребенки комплекта наклонена по отношению к торцевой поверхности на угол τ , равный углу наклона нарезаемой резьбы: $\tan \tau = P/\pi d_2$, где d_2 - средний диаметр нарезаемой резьбы.

Из конструктивных соображений гребенки в головке устанавливаются так, что плоскость, проведенная через ось головки параллельно опорной поверхности гребенки, проходит через середину последней (рис.17). Вследствие этого режущая часть расположена выше центра оси резьбы на $h < B/2$, что обеспечивает сопряжение в пределах направляющей части l_2 поверхностей резьбовых профилей болта и гребенки. Сопряженные поверхности центрируют, направляют, обеспечивают самоподачу головки. Значения h задаются

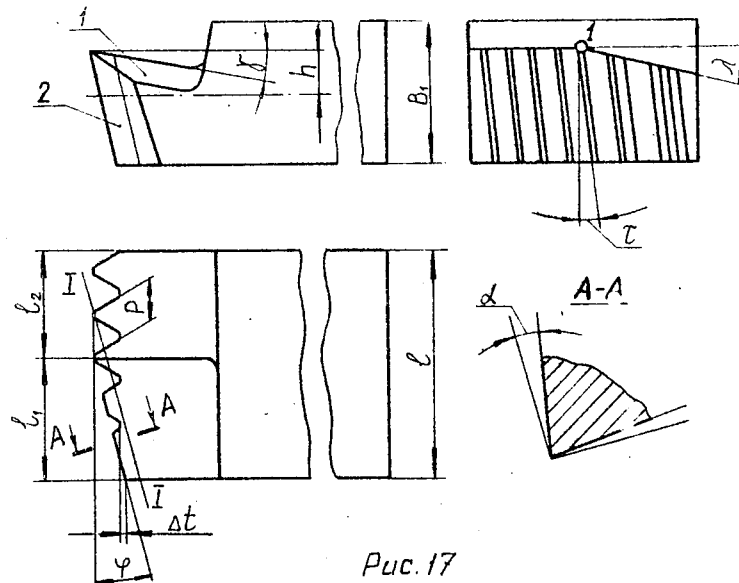


Рис.17

в зависимости от диаметра нарезаемой резьбы. Задний угол на направляющей части обычно принимается $\alpha_n = 10^\circ 30'$, на режущей части задний угол больше α_n на $4...6^\circ$. Угол режущей части φ обычно принимается равным $15, 20, 30$ или 45° .

Призматические гребенки перетачиваются по задней поверхности режущей части и зачищаются по передней поверхности. Это дает возможность сохранить расчетное положение точки I, что обеспечивает постоянство условий резания при переточках. После каждой переточки уменьшается длина направляющей части l_2 (см. рис.17, положение I - I) и увеличивается длина режущей части l_1 гребенки. Такое значительное уменьшение l_2 быстро выводит гребенку из строя из-за ухудшения условий центрирования и самоподачи. Кроме того, из-за увеличения l_1 не представляется возможным нарезать резьбу в упор, трудно выдержать требуемую длину резьбовой поверхности.

Радиальные гребенки с вогнутой задней поверхностью затачиваются только по передней поверхности. Задний угол на режущей части равен $5...6^\circ$, передняя поверхность расположена параллельно оси резьбы (рис.16в). Для обеспечения постоянства принятого переднего угла γ при переточках необходимо изменять угол заточки

по передней поверхности в зависимости от изменений размера H_n . Величина γ , определяется из формулы

$$\gamma_1 = \gamma - \alpha \sin \frac{2H_n - B_1}{d_1},$$

где H_n - положение вершин направляющих профилей относительно базовой поверхности.

Гребенки с вогнутой задней поверхностью обладают следующими преимуществами по сравнению с описанными ранее:

- 1) допускают значительно больше переточек;
- 2) затачиваются только по передним поверхностям, что дает возможность нарезать резьбу до упора и обеспечивать небольшие сбои резьбы;
- 3) нет необходимости регулировать размер резьбы после переточки.

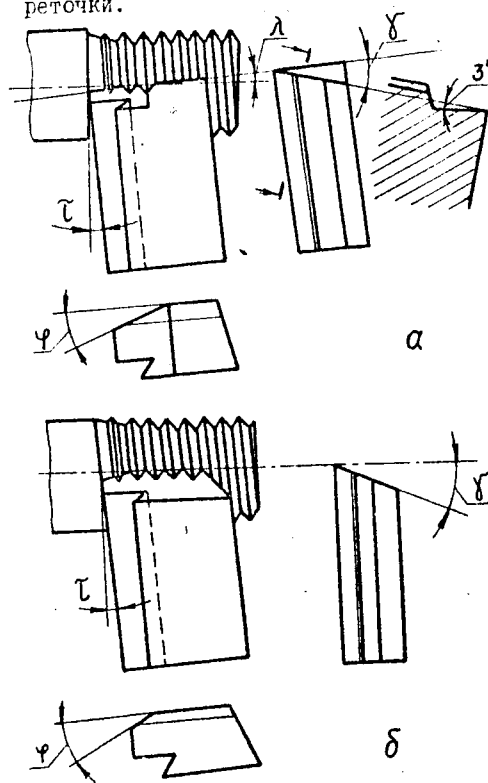


Рис. 18

Однако технологический процесс изготовления гребенок с вогнутой задней поверхностью сложнее, чем гребенок с прямолинейной или выпуклой задней поверхностью; из-за этого они не получили широкого распространения.

Такие недостатки, как небольшое количество переточек, уменьшение направляющей части при переточках, а также грубое регулирование на размер и технологические трудности при изготовлении гребенок привели к тому, что резьбонарезные головки, оснащенные призматическими гребенками радиального типа, были заменены другими видами головок.

5.2. Тангенциально расположенные призматические гребенки. Головки,

оснащенные этими гребенками, применяются для нарезания наружной метрической, дюймовой и трубной резьбы. Головки нарезают резьбу с самоподачей (применяются гребенки рис. 18а) или с принудительной подачей, осуществляемой станком (применяются гребенки рис. 18б).

Основные конструктивные элементы тангенциальных гребенок приведены на рис. 19: 1 - передняя поверхность; 2 - задняя поверхность; γ - передний угол; l_1 - режущая часть; φ - угол режущей части; l_2 - направляющая часть. Размеры тангенциальных гребенок приведены в ГОСТ 2287-61.

Гребенки закрепляются в головке с помощью крепления типа "ласточкин хвост". Резьбовые нитки изготавливаются параллельно боковым поверхностям гребенки, поэтому необходимо обеспечить ее разворот на угол подъема нарезаемой резьбы τ . При развороте образуется угол наклона режущих лезвий $\lambda = \tau$. Это выполняется при закреплении гребенки в кулачках. В целях унификации один комплект кулачков предназначается для нарезания резьбы нескольких размеров с близкими значениями угла подъема τ .

Режущая часть по аналогии с другими резьбообразующими инструментами формирует профиль резьбы по генераторной схеме. Угол режущей части φ у стандартных гребенок принимается равным 25°;

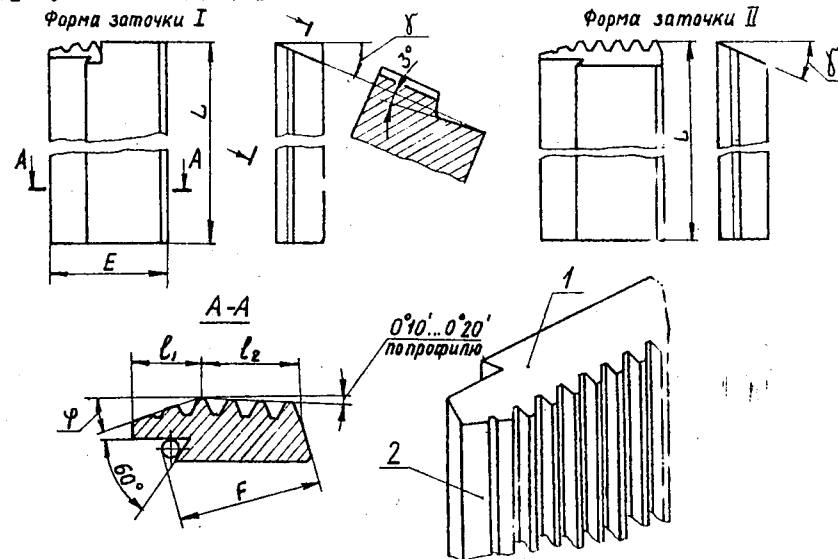


Рис. 19

если сбеги резьбы не лимитирован, то $\varphi = 15^\circ$; при нарезании резьбы с упор $\varphi = 30^\circ \dots 45^\circ$.

Длина режущей части ℓ_1 определяется по формуле (рис.20)

$$\ell_1 = (h_{1 \text{ наиб}} + h_{2 \text{ наим}} + \Delta t) \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

где $h_{1 \text{ наиб}}$ — наибольшая высота головки профиля;

$h_{2 \text{ наим}}$ — наименьшая высота ножки профиля.

Численные значения $h_{1 \text{ наиб}}$ и $h_{2 \text{ наим}}$ приведены в ГОСТ 2287-61;

Δt — величина, обеспечивающая надежное центрирование головки и направление в начале резьбонарезания и позволяющая компенсировать отклонения диаметра заготовки;

$$\Delta t = 1,2 \dots 1,5 \text{ мм.}$$

Длина направляющей части ℓ_2 зависит от ширины гребенки E ,

которая унифицирована. В пределах $\ell_2 = E - \ell_1$ можно разместить 18...9 профилей при шаге 1...2 мм и 8...4 профиля при шаге 2,5...6 мм. Этого количества профилей достаточно для надежного центрирования гребенки и обеспечения самоподачи. Для уменьшения трения между профилями направляющей части и нарезанной резьбой на ней выполняется вспомогательный угол по профилю в пределах $10' \dots 20'$ (см. рис.19).

Передний угол γ на режущей части выбирается в зависимости от обрабатываемого материала: для малоуглеродистой стали $22 \dots 25^\circ$; для легированной стали $15 \dots 20^\circ$; для литой латуни и бронзы $0 \dots 10^\circ$; для катаной латуни $20 \dots 22^\circ$; для меди $25 \dots 30^\circ$.

Гребенки, работающие с самоподачей, затачиваются под углом λ в пределах рабочей части и имеют подточку под углом 3° (см. рис.18а). При такой заточке при развороте на угол τ в кулачках передняя поверхность режущей части гребенки располагается параллельно, а направляющие профили выше оси заготовки. Последние образуют как бы ведущую закаленную гайку, обеспечивающую самоподачу резьбонарезной головки.

Задний угол α обеспечивается установкой гребенок в кулачках. Каждый режущий и направляющий профиль гребенки можно рассматривать как элементарный фасонный резец. Известно, что при наличии углов α , γ и λ профиль инструмента не является точ-

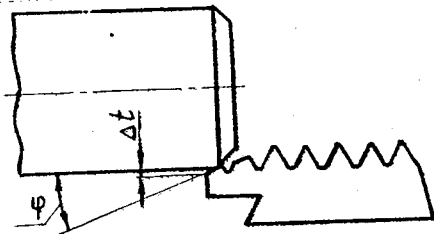


Рис.20

ным сопряжением фасонного профиля изделия; необходим расчет размеров инструмента, чтобы при обработке им получить необходимый профиль на изделии с требуемой точностью. Расчеты для тангенциальных гребенок показывают, что при значениях переднего угла $\gamma = 10^\circ$ искажением профиля гребенки можно пренебречь, так как погрешность половины угла профиля $\alpha/2$ будет не более $7 \dots 8'$. При $\gamma > 10^\circ$ необходимо корректировать угол профиля гребенки. При $\lambda \leq 3^\circ$ можно не корректировать шаг профилей гребенки.

При работе методом самоподачи профиль гребенок обычно не корректируют, ибо не заточенная под углом γ часть гребенки калибрует профиль нарезаемой резьбы, а погрешностями, вызванными наличием угла λ , можно пренебречь из-за их незначительности.

Резьбонарезные головки с тангенциально расположенными гребенками имеют следующие преимущества перед головками с радиальными призматическими гребенками:

- 1) обеспечивают большее количество переточек;
- 2) обладают относительной простотой и точностью регулирования на размер.

Однако эти головки и гребенки к ним сложны в изготовлении.

5.3. Круглые радиальные гребенки предназначены для оснащения резьбонарезных головок типа 1К...5К; 1КА...5КА и 1КУ-25; 1КУ-19МА и 1КУ-25 по ГОСТ 21760-76.

Ввиду того, что многие геометрические параметры и конструктивные элементы гребенок определяются при установке в кулачках, необходимо совместно рассматривать конструктивные и геометрические параметры гребенок и кулачков.

Кулачок представляет собой деталь сложной формы (рис.21). Основные элементы кулачков: T — направляющие поверхности, расстояние между которыми B_k ; по этим поверхностям осуществляется посадка кулачков в пазы корпуса головки; d — наружный диаметр цилиндрического выступа, называемого "пуговкой"; на внутренней цилиндрической поверхности "пуговки" изготовлено Z зубьев; B — опорная плоскость, которая наклонена под углом

τ , равным углу подъема резьбы изделия по среднему диаметру. Для каждого размера резьбы необходимо изготовить отдельный кулачок, так как каждому размеру резьбы соответствует определенный угол τ . Иногда для резьб различных размеров, но с близ-

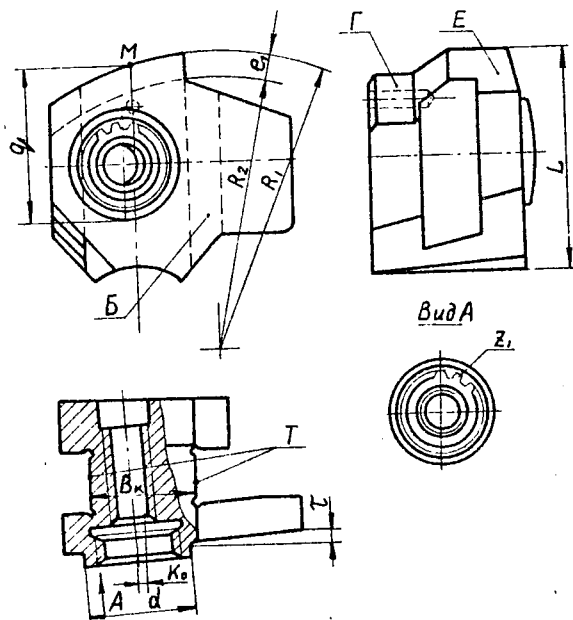


Рис. 21

кими значениями углов подъема нитки можно использовать один кулачок; Г и Е - опорные цилиндрические поверхности; на поверхность Е опирается кулачок при резбонарезании, на поверхность Г кулачок опирается, когда резбонарезная головка раскрыта, т.е. гребенки отошли в радиальном направлении от обрабатываемой детали. Таким образом, при раскрытии головки гребенка проходит расстояние, равное e . Важным конструктивным элементом кулачка является расстояние q от наружного диаметра "пуговки" до опорной поверхности Е в точке ее пересечения с радиальной плоскостью, проходящей параллельно направляющим поверхностям Т.

Круглая гребенка радиального типа по ГОСТ 21761-76 (рис. 22) представляет собой круглый фасонный резец, профиль которого образован кольцевыми витками резьбы, расположенными параллельно торцам гребенки. На резбонарезных головках устанавливается четыре гребенки (кроме специальных случаев). Витки на каждой гребенке смещены один относительно другого на $1/4$ шага резьбы, а гребенки располагаются под углом подъема резьбы, как бы образуя состоящую из частей гайку.

Режущая часть l_1 проводит основную работу по формированию

профиля нарезаемой резьбы. Передняя поверхность гребенок обычно выполняется так, что ее длина увеличивается от направляющей части к режущей за счет заточки гребенки под углом ψ . Это способствует отводу стружки в направлении подачи головки и увеличивает объем пространства на режущей части, т.е. в том месте, где происходит процесс стружкообразования.

В зависимости от требуемого сбега резьбы угол режущей части ψ выбирается равным 15° или 20° , при нарезании резьбы в упор $\psi = 30^\circ$ или $\psi = 45^\circ$. Длина режущей части l_1 вычисляется по такой же формуле, что и для тангенциальных гребенок (стр. 52). Численные значения параметров, входящих в формулу, для круглых гребенок приведены в ГОСТ 21761-76; принимается $\Delta t = 0,2 \dots 0,5$ мм.

Для улучшения шероховатости профиля нарезаемой резьбы в некоторых случаях применяют подшлифовку впадин резьбового про-

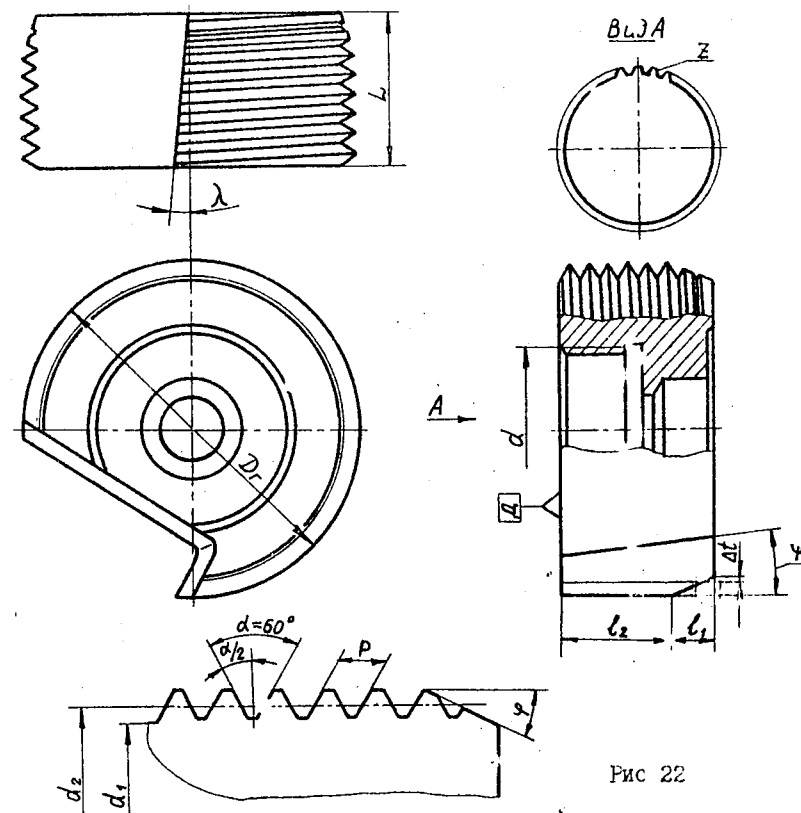


Рис. 22

филя в пределах режущей части (рис.23). Размер подшлифовки зависит от шага нарезаемой резьбы, угла φ и номера гребенки в комплекте.

Направляющая часть предназначена для калибрования резьбы и обеспечения центрирования и самоподачи головки во время нарезания резьбы. Заточка гребенок осуществляется по передней поверхности, следовательно, геометрические параметры направляющей части и ее длина остаются неизменными. Поэтому длина направляющей части l_2 выбирается относительно небольшой. При изготовлении направляющей части выдерживается обратная конусность по профилю в пределах 0,02 мм.

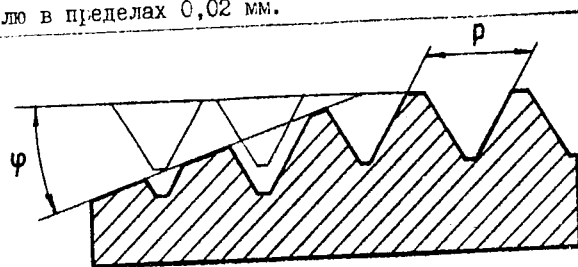


Рис.23

Элементы базирования и крепления круглых гребенок (рис.24). Гребенки 2 центрируются на цилиндрическом выступе кулачка - 4 - "пуговке" своей внутренней цилиндрической поверхностью диаметром d и базируются торцевой плоскостью A на поверхности кулачка 5. На внутренней поверхности гребенки изготовлено Z зубьев. Гребенка соединяется с кулачком посредством звездочки 3, которая воспринимает крутящий момент резьбонарезания и не дает гребенке возможности проворачиваться. Звездочка 3 имеет два венца, на большом венце изготовлено Z зубьев, на малом Z_1 ; при этом $Z = Z_1 + 1$. Количество зубьев, используемых в резьбонарезных головках, дано в табл.8.

Таблица 8

Такое соединение гребенки с кулачком представляет собой дифференциальный механизм и позволяет производить точную установку режущей части относительно изделия после переточки гребенки. Если переставить звездочку 3 вместе с гребенкой в кулачке на $1/2$ часть, а затем гребенку пе-

Тип головки	Z	Z_1
1К, 1КА, 1К4-25А, 2К, 2КА	20	19
3К, 3КА	23	22
4К, 4КА, 5К, 5КА	27	26

реместить относительно звездочки на $1/2$ в обратную сторону, то перемещение точки, лежащей на наружном диаметре гребенки, определится из уравнения:

$$a_o = \pi \cdot D_r \left(\frac{1}{Z_1} - \frac{1}{Z} \right) = \frac{\pi \cdot D_r}{Z_1 \cdot Z}$$

С учетом этого соотношения переточку гребенки по передней поверхности производят на величину, превышающую износ по задней поверхности, но кратную a_o , и определяют количество сошлифованных слоев толщиной a_o , т.е., где $h_3 = h_3 / a_o$, где h_3 - износ гребенки по задней поверхности.

Число h_3 округляют в большую сторону до ближайшего целого. При установке перемещают звездочку относительно кулачка и гребенку относительно звездочки на h_3 зубьев в разные стороны.

Для предотвращения смещения гребенки от расчетного положения из-за зазоров в зубьях соединения гребенка-звездочка-кулачок эти детали стягиваются винтом 1. При этом для нарезания правой резьбы на винтах используется левая резьба и наоборот. Это обеспечивает дополнительное затягивание резьбового соединения под действием момента резьбонарезания.

Габаритные размеры гребенок. Наружный диаметр гребенок выбирается из условий:

- 1) при раскрытии головок гребенки не должны выходить за наружную цилиндрическую поверхность головки, чтобы не увеличивать ее габаритов;
- 2) в рабочем положении гребенки не должны упираться друг в друга.

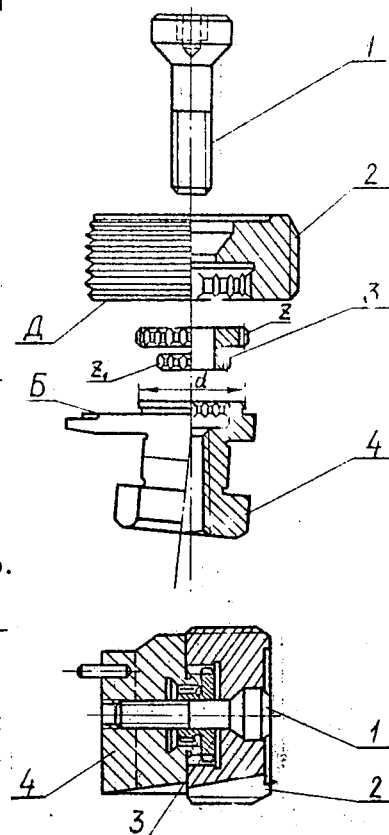


Рис.24

резьбы на винтах используется левая резьба и наоборот. Это обеспечивает дополнительное затягивание резьбового соединения под действием момента резьбонарезания.

Допустимый наибольший диаметр гребенки D_{rmax} , который можно применить для нарезания резьбы, определяется из условия I по формуле

$$D_{rmax} = \frac{D - 2e_r - d_1}{2},$$

где D - наружный диаметр резьбонарезной головки (см. рис.12,13);
 e_r - перемещение гребенки в радиальном направлении при раскрытии головки;

d_1 - внутренний диаметр наибольшей резьбы, нарезаемой головкой данного типа.

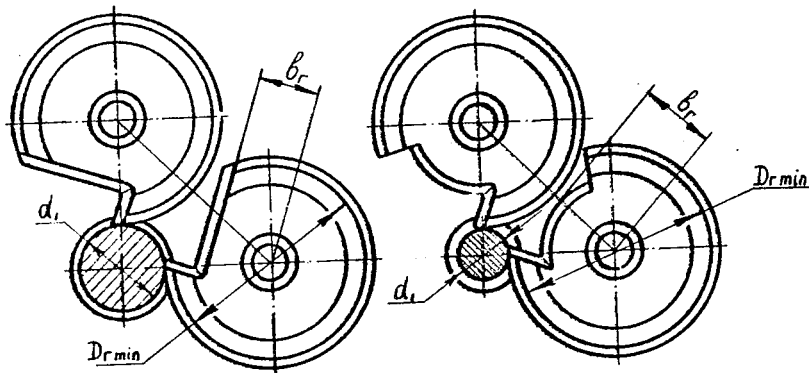


Рис.25

Допустимый наименьший диаметр гребенки D_{rmin} определяется из условия 2 сходимости гребенок (рис.25), т.е. гребенки не должны касаться друг друга при нарезании резьбы наименьшего размера. Из соображений прочности стенки гребенки при термообработке задаются размером b_r . Далее задача решается графически, или D_{rmin} можно приближенно определить из формулы (рис.25б)

$$\left(\frac{D_{rmin}}{2} + b_r\right)^2 = \frac{(D_{rmin} + d_1)^2}{2}; \quad D_{rmin} \approx 4,828b_r - 3,414d_1.$$

Расчет показывает, что между значениями D_{rmax} и D_{rmin} в некоторых случаях существует широкий диапазон. Это дает возможность изготовлять одну гребенку для резьб нескольких диаметров одинакового шага. В некоторых случаях разница между D_{rmax} и D_{rmin} незначительна, поэтому приходится изготовлять гребенку только для одного размера резьбы.

Значения диаметров гребенок установлены ГОСТ 21761-76.

Ширина гребенок принимается обычно равной $L = l_1 + l_2$.

Этот размер унифицирован в зависимости от типа и размера резьбонарезной головки, что представлено в табл.9.

Геометрические парамет-

Таблица 9

ры режущей части гребенок получаются в результате их установки в кулачках головки, измеряются относительно оси изделия и являются функциями многих параметров.

Величина K_0 определяет смещение оси гребенки относительно оси отверстия кулачка (см. рис.21). Следовательно, ось гребенки смещена также относительно оси нарезаемой детали. Это необходимо для создания заднего угла на гребенке, как это выполняется для фасонных резцов.

Передняя поверхность гребенки наклонена под углом λ к ее оси. Этот угол имеет большое значение в процессе резьбонарезания. Угол λ является одним из факторов, обеспечивающих в рабочем состоянии получение переменных значений заднего угла, обусловленного смещением K_0 . Одновременно этот угол обеспечивает также и отвод стружки в направлении подачи и тем самым способствует удалению ее из зоны резания.

Согласно ГОСТ 21761-76 для всех моделей резьбонарезных головок угол λ установлен одинаковым в зависимости от шага нарезаемой резьбы: для шагов 0,4...1,25 мм $\lambda = 1^\circ 30'$; для шагов 1,5...4 мм $\lambda = 1^\circ$. Уменьшение углов λ ведет к ухудшению самозатягивания, что приводит к нарушению точности нарезаемой резьбы и ухудшению шероховатости.

Из-за наличия углов λ и τ смещение осей гребенки и детали имеет переменное значение в различных сечениях, и, как следствие, изменяется задний угол. При этом передняя поверхность получает наклон относительно оси нарезаемой резьбы на угол, равный $\lambda + \tau$. Одновременно выдерживается превышение вершины первого полного витка направляющей части гребенки на величину α относительно той же оси (рис.26). Получение необходимых значений α и λ достигается при заточке гребенок в специальных приспособлениях [1, 2].

Правильный выбор параметров α и λ обеспечивает возмож-

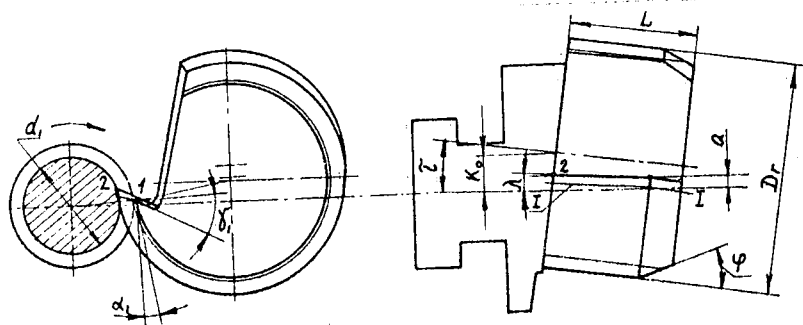


Рис.26

ность выполнения режущей и калибрующей частями гребенок своих функций. Режущей частью производится срезание припуска, поэтому на данной части задние углы α , образованные за счет установки, должны быть положительными и постепенно уменьшаться по мере приближения к первому профилю направляющей части, где $\alpha = 0$. Окончательное формирование резьбового профиля детали осуществляется первым профилем направляющей части, происходит "калибрование" резьбы. Остальные профили направляющей части обеспечивают самоподачу и центрирование головки, при этом их передняя поверхность все больше и больше поднимается относительно оси резьбы, а задние углы получают значения от нуля до отрицательных с возрастанием по абсолютной величине. Такое положение передней поверхности определяет условия контакта между профилями направляющей части и профилем нарезаемой резьбы. При этом направляющие части гребенок выполняют роль закаленной ведущей гайки, в которую самозатягиванием ввертывается нарезаемая деталь.

В общем случае задний угол в сечениях, перпендикулярных оси заготовки, является функцией многих величин:

$$\alpha = f(a, L, D_r, \kappa, \tau, \lambda, \gamma, \varphi).$$

Задние углы рассчитываются по сложным аналитическим зависимостям, вывод которых не является задачей настоящей разработки. Данные вопросы подробно рассмотрены в [1, 3]. На основании этих работ можно сделать следующие выводы: задний угол, возникший в результате установки гребенки в кулачке, в сечениях, перпендикулярных оси, с увеличением превышения a (при постоянном значении λ) уменьшается как в зоне режущей, так и на направляющей части. Увеличение угла λ (при постоянном значении a) приводит

к росту заднего угла α на рабочей части и к уменьшению на направляющей части.

При малых значениях превышения a задний угол α получает положительные значения только на небольшом участке режущей части, оставаясь далее отрицательным ($\alpha < 0$), что ухудшает процесс резания. Превышение a обычно задается на основе опыта эксплуатации головок.

Ввиду того, что режущие и направляющие профили гребенки расположены под углом $\lambda + \tau$ относительно оси нарезаемой резьбы, передний угол в рабочем положении является переменным. В тех случаях, когда режущие лезвия располагаются ниже оси детали (рис.26, положение I-I), передний угол в рабочем положении меньше угла заточки гребенки по передней поверхности γ . Это возникает при определенном сочетании размера превышения a и угла $\lambda + \tau$. Чтобы не допускать появления чрезмерно малых передних углов в рабочем положении, углы заточки γ принимаются достаточно большими, что видно из табл.10.

Таблица 10

Обрабатываемый материал	Передний угол γ°	Превышение a , мм							
		Диаметр нарезаемой резьбы d , мм							
		до 8	8...10	11...14	16...20	22...27	30...42	45...60	$\lambda + \tau$
Алюминий	25								$2^\circ + \tau$
Бронза алюминиевая	20								$1^\circ 30' + \tau$
Медь твердая	25	0,03	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	$2^\circ + \tau$
Сталь конструкционная малоуглеродистая	25								$1^\circ 30' + \tau$
Стали конструкционные легированные и твердые	20	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,21	0,25	$1^\circ 30' + \tau$
Инструментальные стали	15	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,21	0,25	$30' + \tau$
Чугун	10								$30' + \tau$
Медь мягкая	5	0,1	0,12	0,14	0,20	0,25	0,30	0,35	$2^\circ + \tau$

Из всех параметров установки гребенки наибольшее влияние

ки. Если регулировка недостаточна, то увеличивают либо δ , либо R_1 , что приводит к увеличению n .

Из-за погрешностей изготовления и износа узлов головки необходимо изготавливать площадку ℓ_c скосов (рис.27) несколько больше расчетной, полученной по формуле [2]:

$$\ell_c = (R, -A) (tg \mu_1, -tg \mu_2) - b \left(\frac{1}{\cos \mu_1} - \frac{1}{\cos \mu_2} \right).$$

Номенклатура круглых гребенок и кулачков. С целью уменьшения номенклатуры производят унификацию размеров гребенок и кулачков, обеспечиваящую без ущерба для точности использование одного и того же инструмента для группы диаметров резьб. В большинстве случаев для головок определенного размера удастся применить одну гребенку для всех диаметров резьб одного и того же шага. Для большого диапазона диаметров нарезаемой резьбы используют гребенки двух диаметров с одним и тем же шагом. Диаметры гребенок выбираются с таким расчетом, чтобы число кулачков было наименьшим.

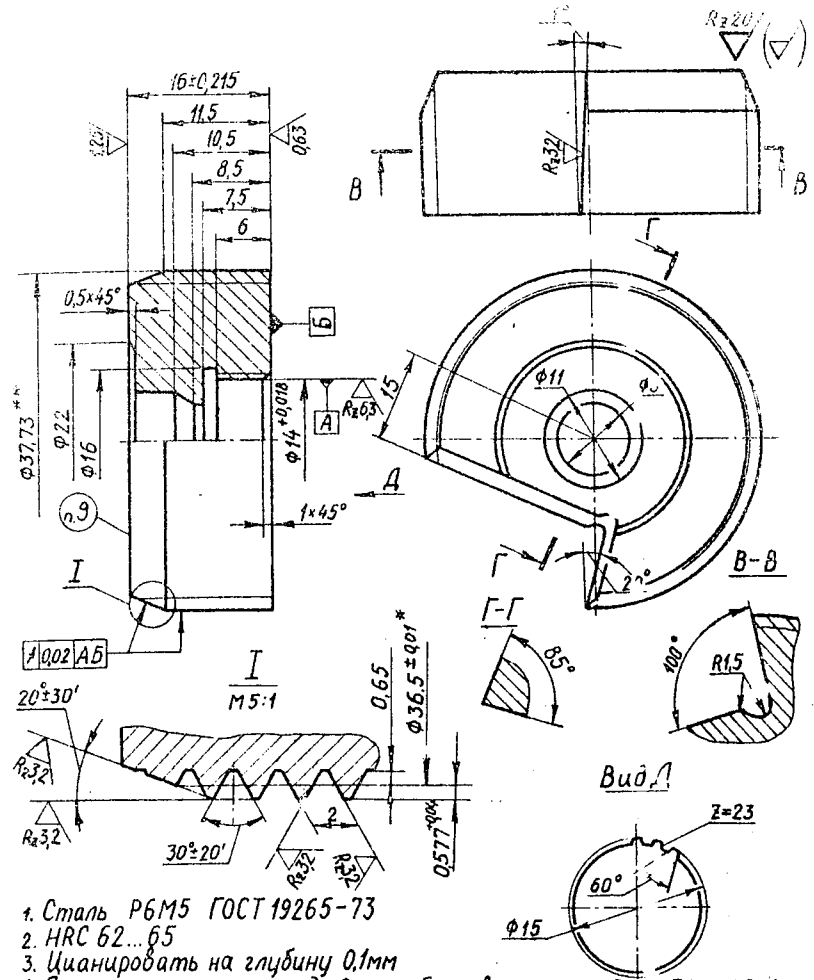
Кулачки, предназначенные для установки на определенной головке, имеют много общих размеров. Основными элементами, связанными с нарезаемой резьбой и поэтому переменными, являются:

- 1) угол γ наклона опорной плоскости под гребенкой;
- 2) расчетная величина q - расстояние от точки M (пересечения центральной линии гребенки с цилиндрической поверхностью кулачка) до наружной опорной поверхности пуговки;
- 3) длина кулачка L .

В связи с тем, что для ряда резбó угло́ τ или одинаков, или отличается незначительно, можно унифицировать кулачки по углу τ с отклонением $15'$ для резбó диаметром до 30 мм, а для более крупных резбó с отклонением $10'$. Работа по сокращению номенклатуры гребенок и кулачков выполнена на заводе "Фрезер" им. М.И.Калинина и зафиксирована в ГОСТ 21761-76 и ГОСТ 21762-76. Исполнительные размеры профиля резбó гребенок приведены в ГОСТ 21761-76, технические требования на них - в ГОСТ 21765-76. Прим. к оформлению рабочего чертежа гребенки приведен на рис.28.

6. Конструкция резьбонарезной головки с круглыми гребенками

Резьбонарезная головка состоит из значительного количества узлов, которые обеспечивают: 1) закрепление гребенки на головке; 2) регулировку положения режущих лезвий гребенки относительно оси нарезаемой резьбы; 3) регулирование головки на размер нарезаемой резьбы; 4) раскрытие в конце резьбонарезания и



1. Сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73
2. HRC 62...65
3. Цангировать на глубину 0,1мм
4. Погрешность шага между 2-мя любыми витками на дл. гребенки $\pm 0,01$ мм.
5. Нарезка гребенки кольцевая. Нитку толщиной менее 1,4мм удалить.
6. Резьба гребенок одного комплекта последовательно смещается на 1/4 относительно торца Б.
7. Конусность в направлении к торцу Б не более 0,02мм.
8. Неуказанные предельные отклонения размеров: отве, стий - H14; валов - h14; остальных Js;
9. Маркировать: ТЧМХЗД.
10. Отклонение в пределах комплекта
11. * Размер для справок.

Рис. 28

закрепление (в исходном положении) головки; 5) закрепление головки на станке и некоторые другие функции.

Указанные группы узлов в различном конструктивном исполнении присущи резьбонарезным головкам всех типов.

Рассмотрим конструкцию и работу невращающихся резьбонарезных головок 1К, 2К, 3К, 4К и 5К (рис. 29):

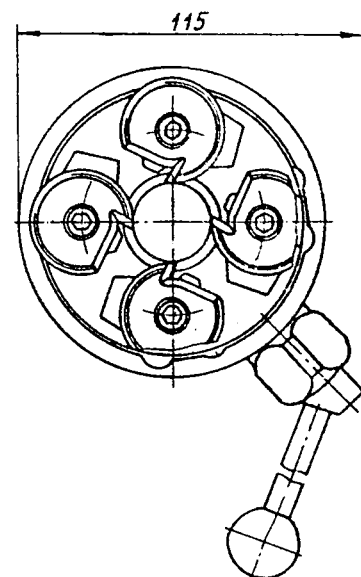
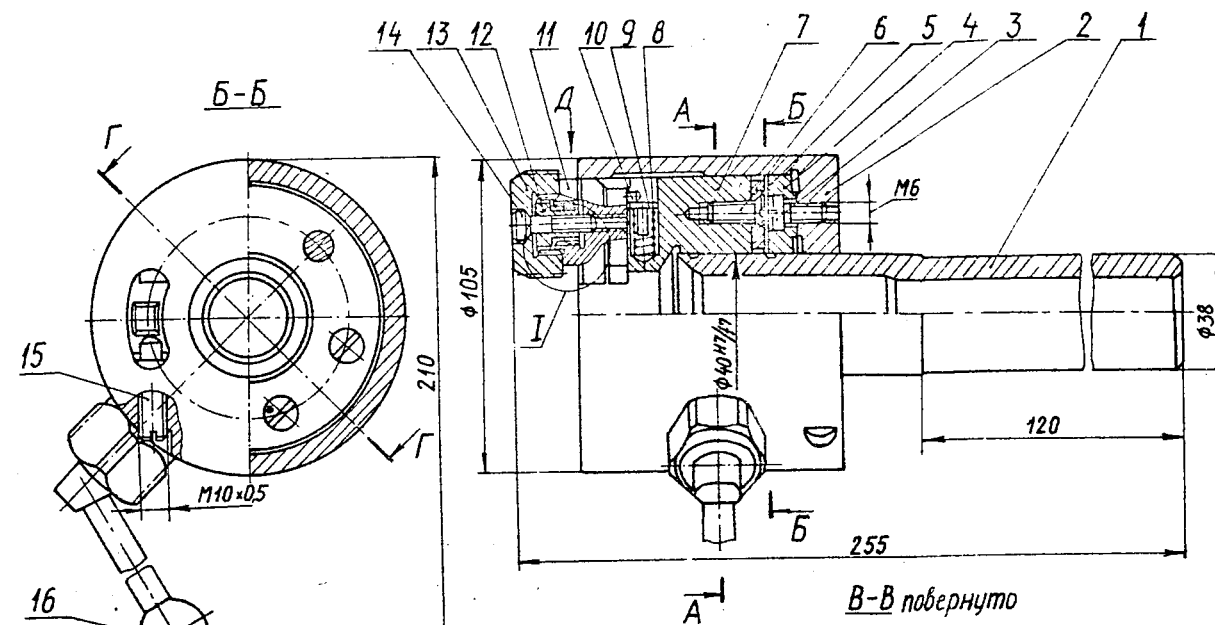
1) Хвостовик I предназначается для закрепления головки на станке, на нем имеются радиальные выступы, которые входят в паз гребенкодержателя 7 и воспринимают крутящий момент резьбонарезания; гребенкодержатель базируется на цилиндрической поверхности хвостовика I и может передвигаться в осевом направлении в пределах зазора между радиальными выступами хвостовика и кольцом 5 (размер u), которое закреплено винтами 6 на гребенкодержателе; пружины 25, расположенные в этом зазоре, обеспечивают упругое взаимодействие между гребенкодержателем 7 и хвостовиком I.

2) Нажимное кольцо 2 базируется на хвостовике I и может передвигаться по нему в осевом направлении; на переднем торце нажимного кольца 2 выполнены скосы, в которые упираются кулачки II.

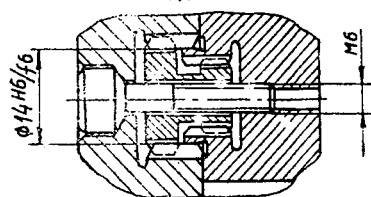
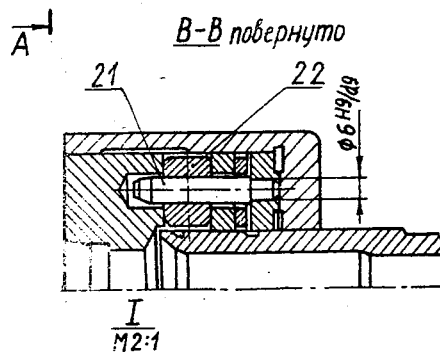
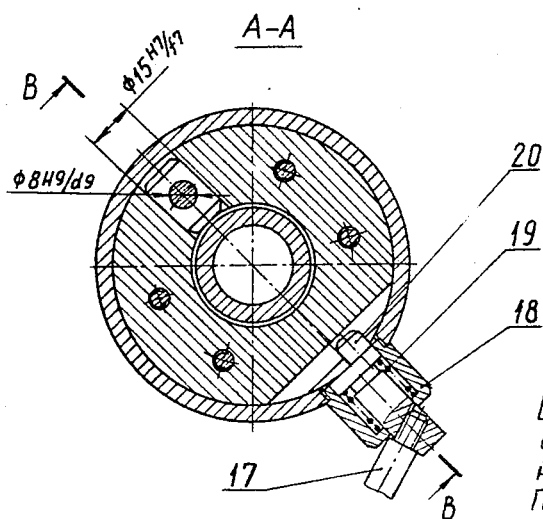
3) На переднем торце гребенкодержателя 7 имеются Т-образные пазы в радиальном направлении, на которых базируются кулачки II с установленными на них гребенками 13; кулачки имеют возможность двигаться в радиальном направлении.

4) Звездочки 12 предназначены для точной установки режущихлезвий гребенки относительно оси нарезаемой резьбы, звездочки одним зубчатым венцом входят в гребенку, другим - в "пуговку" кулачка, на которой центрируется гребенка 13; винты 14 закрепляют гребенки на кулачках.

5) Регулировочное кольцо 4 имеет два осевых выступа, которые заходят в кольцевой паз дна нажимного кольца 2; головка винта 3 заходит в кольцевой паз регулировочного кольца 4 и фиксирует его в осевом направлении. Однако винт 3 допускает угловое перемещение кольца 4 относительно нажимного кольца 2, что осуществляется с помощью симметрично расположенных в дне нажимного кольца 2 винтов 15. В регулировочное кольцо запрессован штифтоповодок 21, который соединен с гребенкодержателем 7 с помощью сухара 22; попеременным вращением винтов 15 достигается относительное угловое перемещение гребенкодержателя 7 и нажимного кольца 2, при этом скосы нажимного кольца изменяют положение и кулачки II перемещаются в радиальном направлении. Таким образом производится регулировка размера нарезаемой резьбы.

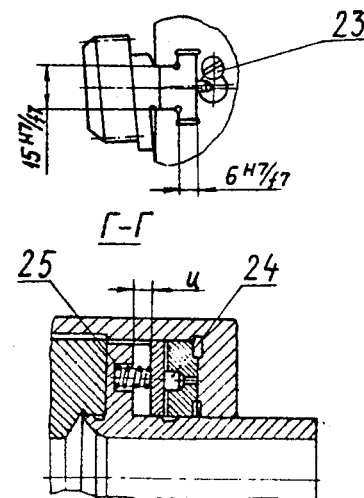


Вид Д дет. поз. 2 не показана



Выступление торца гребёнодержателя
относительно торца нажимного кольца
не более 0,2 мм.
Подгонка штифтом поз. 24

Рис. 29



6) Штифты 9 под действием пружины 8 через штифты 10 прижимают кулачки II к скосам нажимного кольца 2; когда оно сдвинуто в осевом направлении в сторону хвостовика, штифты 9 раздвигают кулачки в радиальном направлении (происходит раскрытие головки); для ограничения движения штифтов 9 при замене кулачков головки используется головки винтов 25.

7) Эксцентрик 20 входит в паз гребенкодержателя 7, при его вращении перемещается нажимное кольцо 2 вдоль оси головки. Вращение эксцентрика осуществляется рукояткой 17 с шариком 16; при осевом движении нажимное кольцо 2 наезжает на конический участок кулачков и сжимает их в радиальном направлении, происходит закрывание головки или приведение ее в рабочее состояние. При демонтаже кулачков требуется сдвиг нажимного кольца 2 на расстояние большее, чем ход эксцентрика 20; в этом случае эксцентрик 20 вытягивают вдоль оси, сжимая пружину 19, установленную в стакане 18, и свободно сдвигают кольцо 2 на необходимое расстояние.

Резьбонарезная головка закрепляется хвостовиком I в головке револьверного станка или задней бабке токарного станка, которые совершают поступательное движение. При прекращении движения хвостовика нарезание резьбы продолжается и гребенкодержатель 7 продолжает осевое движение за счет самоподачи до тех пор, пока цилиндрические опорные части кулачков II не выйдут из нажимного кольца. Тогда под действием пружин 8 кулачки II начнут раздвигаться и отодвинут своими коническими поверхностями нажимное кольцо назад - головка раскроется. Для настройки головки в рабочее положение необходимо передвинуть нажимное кольцо вперед с помощью рукоятки 17. Допускается выступание торца гребенкодержателя относительно торца нажимного кольца не более 0,2 мм. Подгонка осуществляется штифтом 24.

Литература

1. И.И.Семенченко, В.М.Матюшин, Г.Н.Сахаров. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машгиз, 1962.
2. С.П.Карцев. Инструмент для изготовления резьбы. - М.: Машгиз, 1955.
3. Г.Е.Лукашевич. Винторезные головки. - М.: Машиностроение, 1968.
4. Ю.Л.Фрумин. Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент. - М.: Машиностроение, 1977.
5. С.А.Попов, Л.Г.Дибнер, А.С.Каменкович. Шлифование деталей и заточка режущего инструмента. - М.: Высшая школа, 1975.

Оглавление

Глава I. Круглые плашки.....	3
1. Назначение и типы.....	3
2. Конструктивные элементы.....	3
3. Расчет и выбор конструктивных элементов.....	7
3.1. Наружный диаметр.....	7
3.2. Режущая часть.....	7
3.3. Направляющая часть.....	8
3.4. Толщина.....	9
3.5. Стружечные отверстия.....	10
3.6. Количество и ширина зубьев.....	16
3.7. Задний угол.....	18
3.8. Элементы крепления и регулирования размеров....	18
3.9. Размеры резьбы.....	19
3.10. Технические требования.....	22
Глава II. Резьбонарезные головки для наружной резьбы.....	25
4. Назначение и типы.....	25
5. Основные типы гребенок.....	27
5.1. Радиальные призматические гребенки.....	27
5.2. Тангенциально расположенные призматические гребенки.....	30
5.3. Круглые гребенки.....	33
6. Конструкция резьбонарезной головки с круглыми гребенками.....	44
Литература.....	47