

С · П · К А Р Ц Е В

ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
РЕЗЬБЫ

М А Ш Г И З

С. П. КАРЦЕВ

001.

и Ков

К

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБЫ

Ин-т
Оргстеминпром №
Библиотечка ИИ-78



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1955

Книга обобщает опыт работы заводов и научно-исследовательских институтов Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности в области конструирования и расчета инструмента для изготовления резьбы. В книге приведены данные по расчету инструмента для нарезания цилиндрических и конических резьб диаметром от 2 мм и выше.

Книга предназначена для конструкторов и технологов инструментальных заводов и цехов.

Рецензент канд. техн. наук М. И. Басов

Редактор инж. Л. Я. Белостоцкий

Редакция литературы по металлообработке и станкостроению

Зав. редакцией инж. Р. Д. БЕЙЗЕЛЬМАН

ПРЕДИСЛОВИЕ

Значение режущего инструмента в производстве машин огромно. Это свидетельствует широкое внедрение скоростного резания, основанного на рациональном использовании твердосплавного режущего инструмента. Высокопроизводительное резание металлов с большими скоростями и подачами, возникшее по инициативе новаторов-производственников и передовых ученых нашей страны, обеспечило резкое сокращение машинного времени при изготовлении деталей на металлорежущих станках.

Особое место в машиностроении занимает резьбовой инструмент. Нет такой машины, в которой не было бы резьбовых соединений. Передача точных движений в различных приборах, в том числе измерительных, производится при помощи резьбовых пар.

До последнего времени наибольшее распространение имели цилиндрические резьбовые соединения. В настоящее время все большее место в машиностроении занимают конические резьбовые соединения. Это предъявляет новые требования к инструментальным заводам цехам в части производства новых видов резьбообразующего инструмента.

Непрерывное повышение требований к качеству резьбовых соединений и росту производительности резьбонарезания выдвигает необходимость внедрения новых, более совершенных и более производительных методов резьбообразования. В последнее время стали широко применять накатывание высокоточной резьбы, шлифование резьбы без предварительного ее нарезания, нарезание цилиндрической и конической, наружной и внутренней резьб при помощи резьбонарезных головок. Эти методы сочетают высокую производительность резьбообразования с высокой точностью резьбы.

Опыт показывает, что использование наиболее совершенных методов резьбонарезания в сочетании с современными резьбообразующими инструментами дает наилучший эффект лишь в том случае, когда конструкция этих инструментов рассчитана и разработана правильно.

Расчет и конструирование резьбообразующего инструмента представляет особую область в конструировании режущего инструмента. Значительную сложность представляет сочетание в инструменте высоких режущих свойств с точностью отдельных элементов резьбы, которые взаимно между собой связаны.

Задачи в области конструирования резьбового инструмента следующие:

1. Всемерное совершенствование существующих конструкций резьбонарезных резцов, метчиков, круглых плашек и пр.

2. Создание новых видов сборного инструмента — резьбонарезных головок для нарезания наружной и внутренней, цилиндрической и конической резьб, — обеспечивающего высокую точность и производительность резьбонарезания; всемерное расширение области применения этих видов инструмента.

3. Разработка новых методов резьбообразования и новых конструкций резьбового инструмента для использования их на новейших автоматических и полуавтоматических резьбокатных и специальных для нарезания конических резьб станках.

Решение перечисленных задач требует от конструктора знания теоретических основ расчета резьбового инструмента и методов его конструирования.

Отсутствие литературных источников, в которых достаточно широко и подробно освещались бы вопросы конструирования и расчета резьбообразующего инструмента, побудили автора, используя свой многолетний опыт, а также опыт других советских конструкторов-инструментальщиков, изложить в данной книге современные методы расчета и конструирования резьбообразующего инструмента.

Автор сочтет свою цель достигнутой, если предлагаемый труд в какой-либо степени поможет конструкторам-инструментальщикам в их работе при разработке конструкций резьбообразующего инструмента.

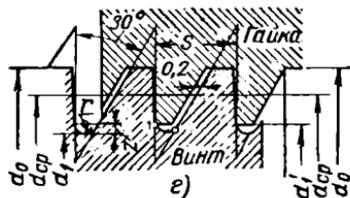
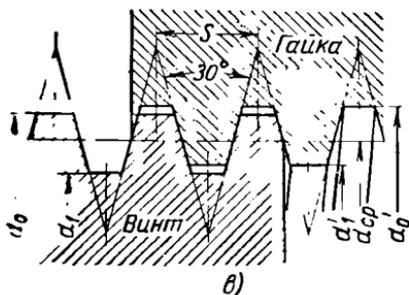
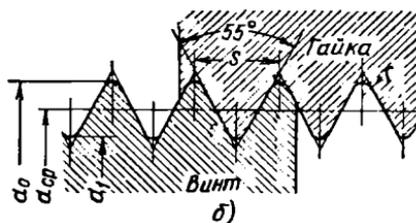
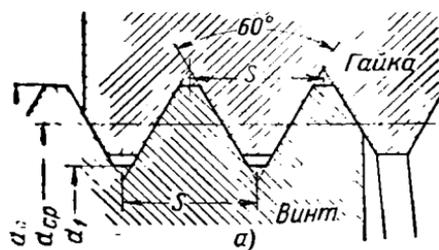
КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЬБ

Все резьбы можно делить на следующие группы.

1. По направлению образующей:

а) цилиндрические, у которых вершины профиля резьбы лежат на цилиндрической поверхности;

б) конические, у которых вершины профиля резьбы лежат на конической поверхности.



Фиг. 1. Виды резьб:

а — треугольная со срезом на вершинах; б — треугольная с закруглением на вершинах; в — трапециoidalная; г — упорная.

2. По расположению:

а) наружная резьба, расположенная на наружной поверхности детали (болт, труба и т. д.);

б) внутренняя, расположенная на внутренней поверхности детали (гайка, муфта).

3. По форме профиля:

а) треугольная со срезанными вершинами (фиг. 1, а);

б) треугольная с закругленными вершинами (фиг. 1, б);

в) трапециoidalная (фиг. 1, в);

г) упорная (фиг. 1, г).

4. По числу заходов:
- а) однозаходная;
 - б) многозаходная; многозаходные резьбы обычно бывают только трапецидальные и упорные;
5. По направлению:
- а) правая;
 - б) левая.
6. По системе размерности:
- а) метрическая;
 - б) дюймовая.
7. По точности:
- а) точная (1-й класс точности);
 - б) средняя (2-й класс точности);
 - в) грубая (3-й класс точности);
 - г) изготовленная по специальным допускам.
8. По назначению:
- а) основные, нарезаемые на деталях, предназначенных для скрепления их между собой;
 - б) мелкие, предназначенные не только для соединения деталей, но и для перемещения одной из соединяемых деталей относительно другой;
 - в) трубные, предназначенные для соединения между собой труб.
-

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ И МЕТОДЫ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Цилиндрические резьбы стандартизованы. В табл. 1 перечислены размеры стандартов на различные резьбы и допуски на их изготовление.

Существуют следующие способы изготовления цилиндрической резьбы.

1. Нарезание резцом имеет широкое распространение, особенно при нарезании резьбы на автоматах, в индивидуальном и мелкосерийном производстве, а также при нарезании крупных резьб. Резьбовые резцы применяются разной формы: стержневые, призматические и круглые. Резцом нарезают как внутренние, так и наружные резьбы.

Нарезание резьбы резцом производят на токарно-винторезных станках, полуавтоматах и автоматах.

2. Нарезание внутренней резьбы метчиком имеет также большое распространение и применяется для работы:

- а) вручную,
- б) на револьверных, токарных и сверлильных станках,
- в) на специальных гайконарезных автоматах.

3. Нарезание наружной резьбы круглыми плашками. Этот устаревший и малопродуктивный способ имеет довольно широкое распространение вследствие дешевизны инструмента, простоты его эксплуатации и возможности применения как при нарезании резьбы вручную, так и на станке.

4. Нарезание наружной резьбы резбонарезными головками является наиболее совершенным способом и все более внедряется в промышленность, вытесняя круглые плашки. Этот способ обеспечивает высокую производительность труда и точность нарезаемой резьбы.

5. Резьбофрезерование применяется для нарезания наружных и внутренних резьб на станках.

6. Резьбошлифование имеет большое распространение при изготовлении точных резьб и применяется главным образом для обработки наружной резьбы и внутренних резьб большого диаметра.

Перечень стандартов на цилиндрические резьбы и допуски на их изготовление

Наименование резьбы	Предельные размеры (диаметры) в мм	№ стандартов на резьбы	№ стандартов на допуски				
			1-й класс	2-й класс	3-й класс	Тугие	Без классов
Метрическая основная	0,3—0,9	ГОСТ 3196-46	ГОСТ 3197-46	ГОСТ 3198-46	—	—	—
То же	1,0—5,0	ОСТ 94	—	1254	1255	—	—
„	2—5	ОСТ 94	ОСТ 1250-39	—	—	—	—
„	6—68	ОСТ 32	—	1251	1252	—	—
„	6—48	ОСТ 32	—	—	—	ГОСТ 4608-49	—
„	6—64	ОСТ 32	ОСТ 1250-39	—	—	—	—
„	72—600	ОСТ 193	—	ОСТ 1253	ОСТ 1253	—	—
Метрическая мелкая 1-я	1—400	ОСТ 271	ОСТ 1456	ОСТ 1256	ОСТ 1256	—	—
То же	6—48	ОСТ 271	—	—	—	ГОСТ 4608-49	—
Метрическая мелкая 2-я	6—300	ОСТ 272	ОСТ 1256	ОСТ 1256	ОСТ 1256	—	—
Метрическая мелкая 3-я	8—200	ОСТ 4120	ОСТ 1256	ОСТ 1256	ОСТ 1256	—	—
Метрическая мелкая 4-я	9—150	ОСТ 4121	ОСТ 1256	ОСТ 1256	ОСТ 1256	—	—
Метрическая мелкая 5-я	42—125	ОСТ 4122	ОСТ 1256	ОСТ 1256	ОСТ 1256	—	—
Дюймовая	$\frac{3}{16}''$ —4''	ОСТ 1260	—	ОСТ 1261	ОСТ 1262	—	—
Трубная цилиндрическая	$\frac{1}{8}''$ —18''	ГОСТ 6357-52	—	ГОСТ 6357-52	ГОСТ 6357-52	—	—

Основание резьбы	Предель- ные разме- ры (диам- метры) в мм	№ стандар- тов на резьбы	№ стандартов на допуски				
			1-й класс	2-й класс	3-й класс	Тугие	Без классов
трапеци- дальная крупная	22—300	ОСТ 2409	—	—	—	—	ОСТ 7714
трапеци- дальная средняя	10—300	ОСТ 2410	—	—	—	—	ОСТ 7714
трапеци- дальная мелкая	10—300	ОСТ 2411	—	—	—	—	ОСТ 7714

7. Скоростное резьбофрезерование (вихревой метод) имеет еще большее распространение. Однако для применения этого способа необходимы довольно сложные приспособления.

8. Накатывание резьбы завоевывает все большее место в промышленности, являясь самым производительным методом изготовления резьбы, обеспечивающим высокую точность.

9. Изготовление резьбы методом обкатки. В настоящее время этот метод начинает внедряться в промышленность. Он является очень производительным, но требует сложных приспособлений и инструмента. Метод обкатки может найти широкое применение в крупносерийном производстве резьб большого диаметра.

Материал для изготовления резьбового инструмента

При выборе материалов для изготовления резьбового инструмента, так же как и при выборе материала для любого режущего инструмента, следует исходить из условия достижения высокой износоустойчивости его. При этом следует учесть, что в понятие износоустойчивости резьбового инструмента входит не только способность режущих кромок снимать стружку, но и способность сохранять заданную форму профиля резьбы на нарезаемой детали. Это значит, что резьбовому инструменту предъявляется требование высокой стойкости не только в общем понимании этого термина, но и особенно размерной стойкости.

Сложность конфигурации режущих элементов резьбового инструмента требует от конструктора особого внимания к вопросам прочности инструмента. Известно, что выход из строя резьбового режущего инструмента очень часто происходит вследствие выкрашивания режущей кромки или поломок инструмента. Отсюда требование выбора более прочного инструментального материала и правильного назначения его твердости после термической обработки.

Важным фактором, влияющим на выбор материала для изготовления резьбового режущего инструмента, является обрабатываемость этого материала. Процесс резьбошлифования, применяемый при изготовлении резьбовых изделий, протекает при высоких температурах в зоне резания, вследствие чего применение углеродистой инструментальной стали для изготовления инструментов с шлифованным профилем нецелесообразно даже в том случае, когда эти инструменты предназначены для работы при низких режимах резания.

Одновременно следует иметь в виду значительную трудоемкость резьбового инструмента со шлифованной резьбой, вследствие чего целесообразно изготавливать его из высоколегированных инструментальных или даже быстрорежущих сталей, обладающих значительно более высокой износостойкостью, чем углеродистые стали.

Установлено, что сталь марки P9 вследствие высокого содержания ванадия обрабатывается значительно хуже, чем быстрорежущая сталь марки P18. Поэтому во многих случаях, как, например, при изготовлении метчиков, резьбовых фрез, круглых гребенок со шлифованной резьбой, применяют сталь марки P18, несмотря на то, что по условиям износостойкости сталь P9 была бы вполне пригодна.

Для резьбокатного инструмента — плашек и роулков применяют высокохромистую легированную инструментальную сталь марок X12Ф1, X12ФN и др. Сталь этих марок обладает наибольшей износостойкостью при накатывании резьбы.

При изготовлении резьбовых инструментов применяют следующие материалы:

- 1) конструкционные стали;
- 2) инструментальные углеродистые стали;
- 3) инструментальные легированные стали;
- 4) быстрорежущие стали;
- 5) твердые сплавы;
- 6) абразивные материалы.

Марки сталей и материалов, применяемых для различных инструментов, а также твердость их после термической обработки даны в табл. 2.

Развитие скоростного резания получило отражение и в резьбопарезании, что явилось основанием для широкого применения твердых сплавов при изготовлении резьбовых резцов. При парезании резьбы на чугунных изделиях применяют сплавы BK8, BK6; при обработке стальных деталей применяют сплавы марок T14K8, T15K6.

Правильный выбор абразивного материала и его связки наряду с правильным назначением режимов резания имеет решающее значение для обеспечения высокой производительности резьбошлифования и качества изготовленной резьбы.

Данные об абразивных материалах для резьбошлифования приведены в главе IX.

Материалы для изготовления резьбового инструмента и твердость его после термической обработки

Наименование инструмента	Марка стали	Твердость HRC
Резьбовые резцы		
1. Стержневые и призматические	T15K6 и Bk8 P18 и P9	62—65
2. Круглые	P18	62—65
Метчики		
Ручные Гаечные, машинные, станочные и конические Калибровочные	У10, У12 P18 У12А P18	61—63 62—65 61—63* 62—65
Плашки круглые цилиндрические и конические	9XC	59—62
Гребенки к резьбопаяльным головкам	P18	62—64
Фрезы резьбовые	P9 и P18	62—65
Плашки накатные	X12M и X12AF	57—60
Ролики накатные	X12M, X12AF	57—60
Плашки и клуппы раздвижным и косым	У10А, У12А	59—62
Прогонки резьбовые	9XC	61—64
Ножи к муфто-трубопаяльным патронам	P18	62—65
Ножи к муфторасточным патронам	P9 и P18	62—65

* Нешлифованные.

ГЛАВА II

РЕЗЦЫ РЕЗЬБОВЫЕ

Для нарезания цилиндрической резьбы применяются резцы следующих типов:

1. Стержневые — главным образом для нарезания наружной резьбы.

2. Призматические (тангенциального расположения) — только для нарезания наружной резьбы.



Фиг. 2. Виды резьбовых резцов:

a — однорезцовый; *б* — многорезцовый.

3. Круглые (дисковые) — для нарезания наружной и внутренней резьбы.

Резьбовые резцы бывают однорезцовые (фиг. 2, *a*) и многорезцовые (фиг. 2, *б*). Последние называются гребенками.

1. РЕЖУЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБОВЫХ РЕЗЦОВ

Наличие у резьбовых резцов положительных передних углов, а также наклон передней поверхности под углом к оси изделия при большом угле подъема нарезаемой резьбы приводят к тому, что углы профиля резьбы резца отличаются от углов профиля резьбы изделия. Зная величину переднего угла и угол наклона передней поверхности, можно рассчитать угол профиля резца.

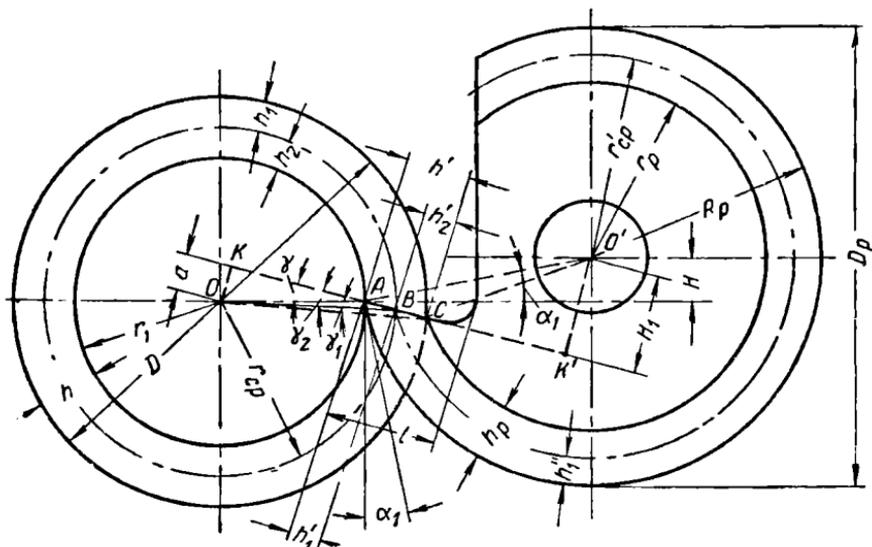
Приведем сначала расчет элементов профиля резьбы на передней поверхности резца, предназначенного для нарезания наружной резьбы, принимая, что передняя поверхность расположена параллельно оси изделия.

Пусть передняя поверхность дискового резца отстоит от центра деля на величину a (фиг. 3), определяемую по формуле

$$a = r_1 \sin \gamma, \quad (1)$$

где γ — передний угол;

$r_1 = \frac{d_1}{2}$ — половина внутреннего диаметра резьбы изделия в мм.



Фиг. 3. Определенные элементы режущей части круглого резца.

Уравнения боковых поверхностей резьбы выражаются в следующем виде (фиг. 4, а):

для правой стороны

$$z = \operatorname{tg} \beta \sqrt{x^2 + y^2} - \frac{S}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{y} \quad (2)$$

и для левой стороны

$$z = \operatorname{tg} \beta \sqrt{x^2 + y^2} + \frac{S}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{y}, \quad (3)$$

β — половина угла профиля резьбы;

S — ход нитки; при многозаходной резьбе $S = sn$ (где s — шаг резьбы, n — число заходов);

x и y — текущие координаты.

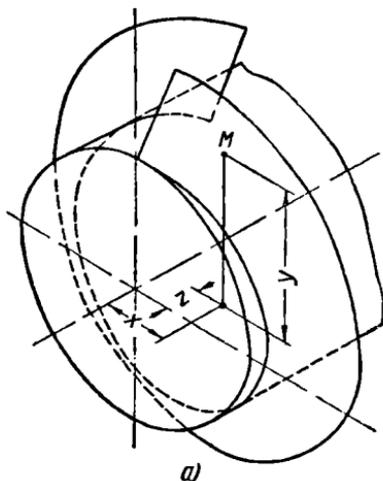
При пересечении боковых поверхностей профиля плоскостью, параллельной оси на величину a , получим уравнение кривой пере-

$$z = \operatorname{tg} \beta \sqrt{a^2 + y^2} \mp \frac{S}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{a}{y}. \quad (4)$$

Для определения угла профиля резца найдем производную от уравнения (4):

$$\frac{dz}{dy} = \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}} \pm \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{a}{a^2 + y^2}. \quad (5)$$

Эта производная будет равна тангенсу угла касательной в точке с ординатой y . Определим угол касательной к профилю резцы изделия. В этом случае



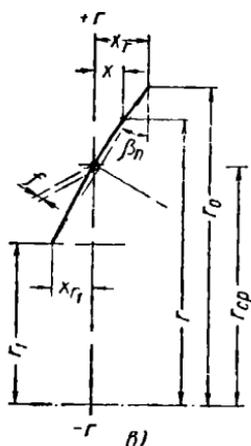
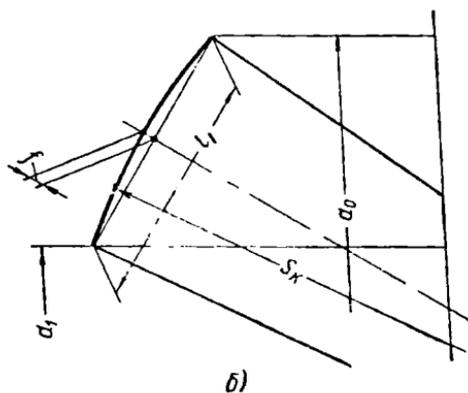
$$y = \sqrt{r_{cp}^2 - a^2} =$$

$$= r_{cp} \sqrt{1 - \frac{r_1^2 \sin^2 \gamma}{r_{cp}^2}};$$

тогда

$$\frac{dz}{dy} = \operatorname{tg} \beta \sqrt{1 - \frac{r_1^2 \sin^2 \gamma}{r_{cp}^2}} \pm$$

$$\pm \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{r_1 \sin \gamma}{r_{cp}^2}.$$



Фиг. 4. Определение формы резцы резцового резца:

a — координаты профиля резцы; b и b — стрелы прогиба.

Так как $\frac{dz}{dy}$ равно $\operatorname{tg} \beta_1$ при ординате $y = r_{cp}$, то, заменив $\frac{r_1 \sin \gamma}{r_{cp}} = \frac{d_1 \sin \gamma}{d_{cp}} = \sin \psi$, получим

$$\frac{dz}{dy} = \operatorname{tg} \beta_1 = \cos \psi \operatorname{tg} \beta \pm \frac{S}{2\pi r_{cp}} \sin \psi = \cos \psi \operatorname{tg} \beta \pm \operatorname{tg} \omega \sin \psi, \quad (6)$$

где β_1 — половина угла профиля резцы резца.

• : иль резьбы резца будет несимметричным.

• : мер расчета профиля резца для нарезания резьбы $M36 \times 4$;

• : $d_1 = 30,804 \text{ мм}$; $d_{cp} = 33,403 \text{ мм}$:

$$\sin \psi = \frac{30,804 \cdot \sin 10^\circ}{33,402}; \quad \psi = 9^\circ 12' 34'';$$

$$\operatorname{tg} \beta = \cos 9^\circ 12' 34''; \quad \operatorname{tg} 30^\circ \pm \frac{4 \sin 9^\circ 12' 34''}{\pi \cdot 33,402};$$

$$\operatorname{tg} \beta'_1 = 0,57501; \quad \beta'_1 = 29^\circ 54';$$

$$\operatorname{tg} \beta''_1 = 0,56381; \quad \beta''_1 = 29^\circ 25'.$$

В зьмем резьбу меньшего диаметра — $M10 \times 1,5$; $\gamma = 10^\circ$;
 $9,026 \text{ мм}$; $d_1 = 8,051 \text{ мм}$.

$$\sin \psi = \frac{8,051 \cdot \sin 10^\circ}{9,026}; \quad \psi = 8^\circ 56' 18'';$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \cos 8^\circ 56' 18''; \quad \operatorname{tg} 30^\circ \pm \frac{1,5 \cdot \sin 8^\circ 56' 18''}{\pi \cdot 9,026};$$

$$\operatorname{tg} \beta'_1 = 0,57866; \quad \beta'_1 = 30^\circ 2';$$

$$\operatorname{tg} \beta''_1 = 0,56202; \quad \beta''_1 = 29^\circ 19'.$$

Изменение угла зависит в основном от отношения шага к сред-
 му диаметру. Чем больше отношение $\frac{S}{d_{cp}}$, тем больше отклоне-
 в угле профиля резьбы резца.

Теоретически профиль резьбы резца должен иметь криволиней-
 форму. При нарезании нормальных однозаходных резьб эта
 визна получается очень незначительной и ею можно пренебредить.
 доказательства этого положения определим радиус кривизны
 профиля на среднем диаметре, для чего найдем вторую производ-
 уравнения (4). Она будет равна

$$\frac{d^2z}{dy^2} = \frac{\operatorname{tg} \beta \sin^2 \psi \pm \operatorname{tg} \omega \sin 2\psi}{r_{cp}}, \quad (7)$$

радиус кривизны равен

$$\rho_k = \frac{\left[1 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2z}{dy^2}}. \quad (8)$$

Радиус кривизны на среднем диаметре для резьбы $M10 \times 1,5$
 ст равен

$$\rho_k = \frac{[1 + (\operatorname{tg} \beta'_1)^2]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2z}{dy^2}}; \quad \operatorname{tg} \beta'_1 = 0,57866$$

и

$$\frac{d^2z}{dy^2} = \frac{\operatorname{tg} 30^\circ \sin 8^\circ 56' 18'' - \frac{1,5}{\pi \cdot 9,026} \cdot \sin 17^\circ 52' 36''}{4,513} = 0,0072;$$

тогда

$$\rho_\kappa = \frac{[1 + 0,57866]^{\frac{3}{2}}}{0,0072} \approx 210 \text{ мм.}$$

Определим стрелу прогиба профиля на участке от наружного до внутреннего диаметра (фиг. 4, б).

Длина боковой стороны профиля l_1 равна

$$l_1 = \frac{d_1 - d_2}{2 \cos \beta}. \quad (9)$$

Центральный угол ϵ , соответствующий хорде l_1 и радиусу ρ_κ , получится из выражения

$$\sin \frac{\epsilon}{2} = \frac{l_1}{2\rho_\kappa}, \quad (10)$$

а стрела прогиба f будет равна

$$f = \rho_\kappa \left(1 - \cos \frac{\epsilon}{2} \right). \quad (11)$$

Для нашего примера

$$l_1 = \frac{10 - 8,051}{2 \cos 30^\circ} = \frac{1,949}{2 \cos 30^\circ} = 1,1252 \text{ мм};$$

$$\sin \frac{\epsilon}{2} = \frac{1,1252}{2 \cdot 210} = 0,002679; \quad \frac{\epsilon}{2} = 9' 13'';$$

$$\cos \frac{\epsilon}{2} = 0,999994;$$

$$f = 210 (1 - 0,999994) = 210 \cdot 0,000006 = 0,00126 \text{ мм.}$$

Как видно из этого примера, стрела прогиба незначительна, и ею, безусловно, можно пренебречь.

Высота головки и ножки профиля на передней поверхности определяется следующим образом. Первоначально определяется высота головки и ножки резьбы резца при $\gamma = 0^\circ$. Высота головки резьбы для метрических резьб принимается равной $h_1 = 0,325S$, для дюймовой резьбы $h_1 = 0,34S$, для трубной резьбы $h_1 = 0,35S$.

та ножки для метрической резьбы $h_2 = 0,36S$; для дюймо-
 бы $h_2 = 0,36S$; для трубной резьбы $h_2 = 0,32S$.

а головки и ножки на передней поверхности определяется
 в следующем порядке:

$$OK = a = r_1 \sin \gamma;$$

$$AK = r_1 \cos \gamma;$$

$$\sin \gamma_1 = \frac{OK}{OB} = \frac{r_1 \sin \gamma}{r_1 + h_2};$$

$$h'_1 = (r_1 + h_2) \cos \gamma_1 - AK = (r_1 + h_2) \cos \gamma_1 - r_1 \cos \gamma; \quad (10')$$

$$\sin \gamma_2 = \frac{OK}{OC} = \frac{r_1 \sin \gamma}{r_1 + h};$$

$$h'_2 = (r_1 + h) \cos \gamma_2 - AB = (r_1 + h) \cos \gamma_2 - r_1 \cos \gamma - h'_1. \quad (11')$$

Таким образом, определены все элементы профиля по передней
 поверхности при расположении ее параллельно оси изделия.

Определить форму профиля резьбы резца при расположении
 передней поверхности под углом подъема резьбы ω теорети-
 ки трудно. Половину угла профиля резца можно подсчитать
 этом случае по формуле

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\operatorname{tg} \beta \cos \omega}{\cos 2\omega}. \quad (12)$$

Эта формула дает только направление касательной к профилю
 ца на среднем диаметре; кривизну профиля, которая при этом
 тучается, можно подсчитать только приближенно. Определим
 ачала координаты профиля относительно его оси симметрии
 г. 4. в) по следующей формуле:

$$x = \frac{\frac{S}{4} + (r - r_{cp}) \operatorname{tg} \beta}{\cos \omega (1 + \operatorname{tg} \omega_r \operatorname{tg} \omega)}, \quad (13)$$

S — шаг резьбы;

r — радиус, на котором производится подсчет;

r_{cp} — половина среднего диаметра резьбы изделия;

ω — угол подъема резьбы на среднем диаметре;

ω_r — угол подъема резьбы на цилиндре радиуса r .

По полученным координатам можно определить величину кри-
 зны, характеризуемую стрелкой f на среднем диаметре:

$$f = [(r_{cp} - r_1) \operatorname{tg} \beta_n - x_r] \cos \beta_n, \quad (14)$$

x_r — абсцисса точки профиля резьбы резца, соответствующая
 внутреннему диаметру резьбы изделия;

β_n — угол наклона прямой, соединяющей точку профиля резца, соответствующую внутреннему диаметру, и точку профиля резца, соответствующую наружному диаметру резьбы изделия; $\operatorname{tg} \beta_n = \frac{x_r + x_r}{r_0 - r_1}$ [где x_r — абсцисса, подсчитанная по формуле (13), для наружного диаметра; x_r — абсцисса, подсчитанная по той же формуле, для внутреннего диаметра].

Проверку кривизны профиля надо производить только в том случае, если резьба имеет шаг не менее 3 мм, а передний угол больше 10° . При меньших переднем угле и шаге отклонение от прямолинейности получается незначительным.

2. СТЕРЖНЕВЫЕ ОДНОНИТОЧНЫЕ РЕЗЦЫ

Стержневые однониточные резцы применяются для нарезания трапециoidalных, метрических и дюймовых резьб. Однониточные резьбовые резцы часто оснащаются твердыми сплавами. Они бывают двух типов:

а) для нарезания резьб с малым углом подъема; в этом случае передняя поверхность резца параллельна оси изделия (фиг. 2) либо лежит в ее плоскости;

б) для нарезания резьб с большим углом подъема; в этом случае передняя поверхность наклонена к оси изделия под углом подъема резьбы ω на среднем диаметре.

Для обеспечения нормальных условий работы резца величина его задних углов на обеих сторонах профиля не может быть одинакова. При нарезании правой резьбы левая режущая кромка резца должна иметь относительно плоскости, перпендикулярной к опорной поверхности, задний угол α_1 , определяющийся из следующей формулы:

$$\alpha_1 = \alpha + \alpha_3; \quad (15)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \operatorname{tg} \omega_1 \cos \beta,$$

где α — заданный задний угол;

ω_1 — угол подъема резьбы на внутреннем диаметре изделия;

$$\operatorname{tg} \omega_1 = \frac{S}{\pi d_1}.$$

Правая режущая кромка должна иметь задний угол α_2 , определяющийся из формулы

$$\alpha_2 = \alpha - \alpha_4; \quad (16)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_4 = \operatorname{tg} \omega_2 \cos \beta,$$

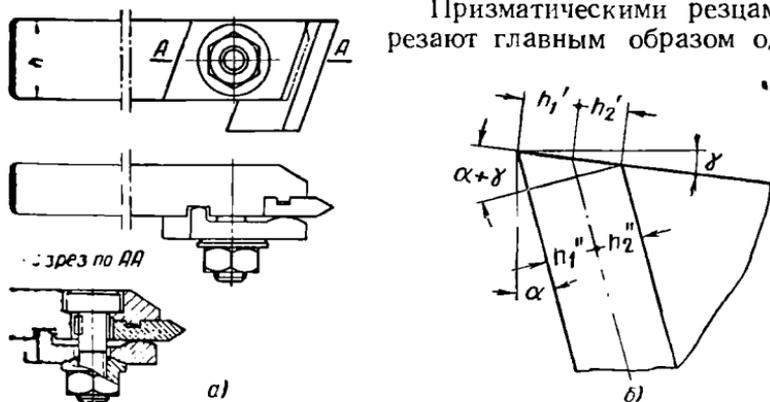
где ω_2 — угол подъема резьбы на наружном диаметре изделия;

$$\operatorname{tg} \omega_2 = \frac{S}{\pi d_0}.$$

3. ОДНОНИТОЧНЫЕ ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ (ТАНГЕНЦИАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫЕ) РЕЗЦЫ

точные призматические резцы закрепляются в специальных державках (фиг. 5, а). Конструкции державок разнообразны, но зависят от того оборудования, на котором применяются резцы.

Призматическими резцами нарезают главным образом одноза-



Фиг. 5. Плоские призматические резцы:

а — крепление в державке; б — определение элементов профиля в сечении, перпендикулярном к задней поверхности.

резные с малым углом подъема; передняя поверхность резца выводится через ось изделия. Задний угол принимается равным 10° .

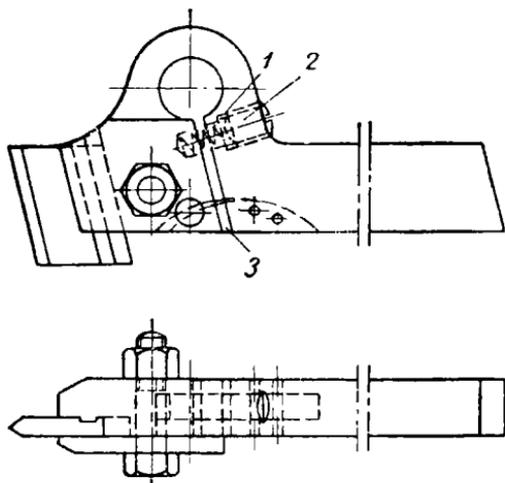
Для изготовления призматического резца необходимо определить элементы профиля в сечении, перпендикулярном к задней поверхности (фиг. 5, б). Элементы определяются по формулам:

$$\operatorname{tg} \beta_2' = \frac{\operatorname{tg} \beta_1'}{\cos \alpha}; \quad (17)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2'' = \frac{\operatorname{tg} \beta_1''}{\cos \alpha}; \quad (18)$$

$$h_1'' = h_1' \cos \alpha; \quad (19)$$

$$h_2'' = h_2' \cos \alpha, \quad (20)$$



Фиг. 6. Державка пружинная для резьбового резца.

α — задний угол в плоскости, параллельной боковым поверхностям;

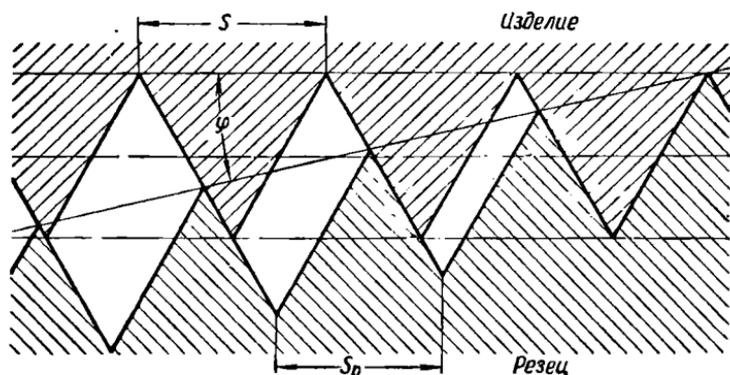
β'_1 и β''_1 — половины угла профиля по передней поверхности с правой и левой стороны;

β'_2 и β''_2 — половины угла профиля в сечении, перпендикулярном к задней поверхности.

При нарезании резьб, поверхность которых должна быть особенно чистой, применяются пружинные державки (фиг. 6). Такая державка компенсирует колебания усилий резания. Регулировка величины пружинения производится при помощи пружины 1 и винта 2. От поперечного изгиба передней части державки предохраняет пластина 3.

4. МНОГОНИТОЧНЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ И ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ РЕЗЦЫ

Многониточные резцы бывают двух основных типов: с нормальным шагом и с уменьшенным шагом.



Фиг. 7. Форма резьбы многониточного резьбового резца с измененным шагом.

Первый тип — обычный и предназначается для нарезания резьбы в несколько проходов. Крепятся эти резцы или как обычные токарные, или в державках.

Многониточные резцы изготавливаются как с заборной частью, так и без нее. Первые предназначаются для нарезания резьбы на полную глубину. Заборная часть затачивается обычно под углом 30° . Переточка резцов производится по передней и задней поверхностям.

Резцы без заборного конуса применяются для чистовой отделки резьбы. Задние углы многониточных резцов равны $12-18^\circ$.

Расчет элементов профиля в сечении, перпендикулярном к задней поверхности, производится так же, как и однониточных резцов.

Многониточные резцы с уменьшенным шагом (фиг. 7) предназначены для нарезания резьбы в один проход.

Вершины резьбы резца расположены на прямой наклонной к оси изделия под некоторым углом. Шаг резьбы резца уменьшен против шага резьбы на такую величину, при которой резец работает

одними сторонами профиля, а вторые стороны лишь зачи-
резьбу.

кая конструкция создает следующие преимущества:

резец испытывает усилия всегда одного и того же направления;
стой, снимаемый каждой ниткой резца, больше слоя, срезает-
обычном нарезании резьбы, что способствует понижению
ого усилия;

нагружены все нитки резца.

л заборной части φ зависит от обрабатываемого материала.
ина его определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{(5 \div 6) S} \quad (21)$$

ни $t = 0,65S$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{0,65S}{(5 \div 6) S}$$

в среднем

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{0,65}{5,5} = 0,118,$$

соответствует

$$\varphi \approx 6^{\circ}30'.$$

гол φ принимают равным от 6 до $7^{\circ}30'$.

Шаг резьбы резца S_p будет равен

$$S_p = \frac{S}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} \quad (22)$$

Недостатком такой конструкции является сложность изготовле-
резца и его эксплуатации, заключающаяся в том, что установка
а требует особой тщательности.

5. КРУГЛЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ

Конструкция и геометрия режущей части

Круглые резцы бывают однониточные и многониточные.

Круглые резцы для нарезания резьбы с мелким шагом изгото-
ются в виде гладких дисков и закрепляются на державке только
одним концом (фиг. 8, а).

Многониточные круглые резцы для крупных резьб закрепляются
державке посредством рифления (фиг. 8, б).

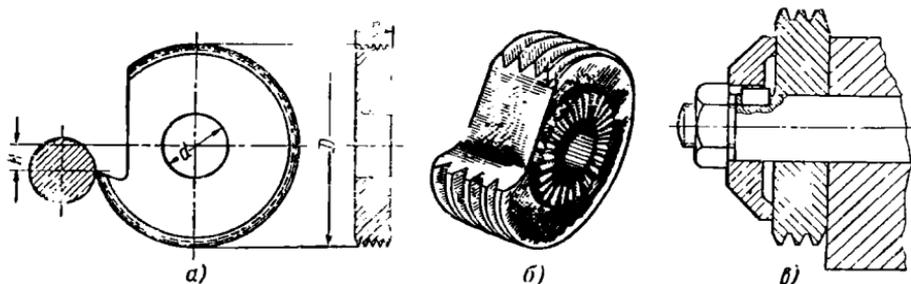
Передняя поверхность резца должна быть достаточной для обес-
печения свободного схода стружки. Величина l (фиг. 3) должна
быть не меньше $3h$, где h — высота резьбы.

Для увеличения срока службы резца число рифлений на торцевой
поверхности резца должно быть возможно большим. Однако шаг
рифлений на малом диаметре не может быть меньше $0,5$ мм. Число
рифлений должно быть не менее 32.

Однониточный круглый резец в рабочем положении устанавливается под углом, равным углу подъема нитки нарезаемой резьбы, и поэтому при выборе его диаметра руководствуются следующими соображениями:

1. Поскольку такой резец обычно не имеет рифлений на торце для обеспечения прочного его закрепления, он прижимается к державке специальной шайбой, у которой момент трения передается поверхностью, расположенной близко к периферии (фиг. 8, в). Для уменьшения $M_{кр}$ диаметр резца должен быть возможно малым.

2. Шлифование профиля резца производится, как правило, на оправке. Для обеспечения достаточно прочного закрепления резца



Фиг. 8. Конструкция круглых резцов:

a — в виде гладких дисков; *б* — с креплением посредством рифления; *в* — установка резца на оправке.

на оправке отверстие нельзя делать малым. Обычно наименьший диаметр отверстия принимается равным 13 мм. Диаметры отверстий выбираются по ГОСТ 4020-48 (13, 16, 22, 27 мм).

При расчете наружного диаметра круглого многониточного резца исходят из следующих соображений. Для нормальной работы резца необходимо, чтобы угол подъема резьбы на резце и изделии по величине совпадал. При нарезании наружной резьбы необходимо, чтобы направление резьбы на резце было противоположно направлению резьбы на изделии. Наибольшая разница между углом подъема резьбы на резце и на изделии допустима в пределах $30'$. Поэтому при нарезании резьб больших диаметров с небольшим шагом, когда угол подъема резьбы меньше $30'$, применяются резцы с кольцевой нарезкой.

При угле подъема, большем $30'$, резец снабжают винтовой нарезкой.

Н а р у ж н ы й д и а м е т р резца выбирают из конструктивных соображений. При однозаходной резьбе его определяют из формулы

$$d_o = \frac{S}{\pi \operatorname{tg}(\omega \pm 30')} \quad (23)$$

Передний угол выбирают в зависимости от обрабатываемого материала (табл. 3).

Передние углы резбовых резцов

Обрабатываемые материалы	Предел прочности при растяжении σ_b в кг/мм ²	Передний угол в град.	Обрабатываемые материалы	Предел прочности при растяжении σ_b в кг/мм ²	Передний угол в град.
Ковкая сталь	≤ 40	20	Ковкий чугун	—	10
Сталь средней твердости	40—65	15	Весьма твердая сталь	80	5
Твердая сталь	65—80	10	Чугун средней твердости	—	5

- Задний угол α выбирают в зависимости от конструкции резца и их размеров. Необходимо, чтобы по всей режущей поверхности задний угол был не ниже определенной величины (фиг. 9).
- В сечении, перпендикулярном к оси резца, задний угол α_1 может быть определен приближенно из следующей формулы:

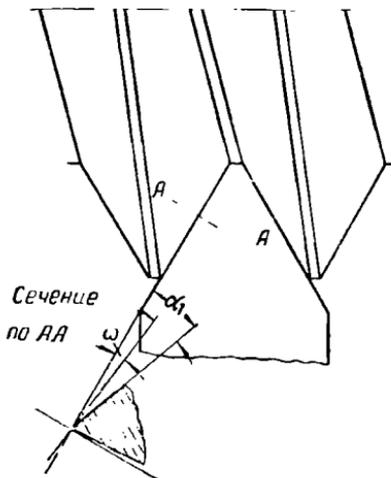
$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta}, \quad (24)$$

- где α_1 — наименьший допустимый задний угол в плоскости, перпендикулярной к оси резца (обычно от 3 до 5°).
- При установке резца в державке задний угол определяется положением центра резца относительно плоскости, проходящей через ось изделия и вершину резца (фиг. 3). Если сместить вершину резьбы резца относительно центра, то задний угол α_1 и высота H будут связаны следующим соотношением:

$$H = R_p \sin \alpha_1. \quad (25)$$

- Если направление нитки на резце и изделии не совпадает между собой или отличается на величину более 30', задний угол в сечении, перпендикулярном к оси резца, определяют по формуле

$$\alpha_1 = \alpha_2 + \alpha_3, \quad (26)$$



Фиг. 9. Углы резания резбового резца.

где

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \pm \frac{\cos \omega_3 (\operatorname{tg} \omega - \operatorname{tg} \omega)}{\operatorname{tg} \beta};$$

ω_3 — угол подъема нитки на резце;

ω — угол подъема нитки на изделии.

Расчет профиля резьбы круглого резца

Для правильного изготовления круглого резца недостаточно знать элементы профиля по передней поверхности, необходимо также определить форму профиля резьбы резца в сечении, проходящем через его ось.

Для ее определения напишем уравнение боковой поверхности резьбы резца, образованной боковой стороной профиля на передней поверхности:

$$z = \frac{S_p}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{y} + \frac{S_p}{2\pi} \arcsin \frac{H_1}{\sqrt{x^2 + y^2}} - \operatorname{tg} \beta_1 \sqrt{x^2 + y^2 - H_1^2}, \quad (27)$$

где H_1 — расстояние передней поверхности до центра резца (фиг. 3);

S_p — шаг резьбы резца; при однозаходной резьбе на резце он равен шагу нарезаемой резьбы;

β_1 — половина профиля резьбы резца по передней поверхности;

x , y и z — текущие координаты.

Для того чтобы найти уравнение профиля в сечении, проходящем через ось, приравняем x нулю. Тогда будем иметь

$$z = + \frac{S_p}{2\pi} \arcsin \frac{H_1}{y} - \operatorname{tg} \beta_1 \sqrt{y^2 - H_1^2}. \quad (28)$$

Для определения угла профиля найдем первую производную этого уравнения:

для правой стороны

$$\frac{dz}{dy} = \frac{y \operatorname{tg} \beta_1'' - \frac{S_p}{2\pi y} \cdot H_1}{\sqrt{y^2 - H_1^2}}; \quad (29)$$

для левой стороны

$$\frac{dz}{dy} = \frac{y \operatorname{tg} \beta_1' + \frac{S_p}{2\pi y} \cdot H_1}{\sqrt{y^2 - H_1^2}} \quad (30)$$

Угол профиля следует определять в среднем сечении. Для этого необходимо найти тот радиус резца, который соответствует половине среднего диаметра изделия.

Половина среднего диаметра резьбы резца r'_{cp} определяется $\triangle ABO$ и будет равна

$$r'_{cp}{}^2 = R_p^2 + h_1'^2 - 2R_p h_1' \cos(\alpha_1 + \gamma),$$

h_1' — высота головки профиля резьбы резца по передней поверхности;

R_p — половина наружного диаметра резца.

Тогда угол профиля в осевом сечении резца будет равен

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{r'_{cp} \operatorname{tg} \beta_1 \pm \frac{S}{2\pi r'_{cp}} \cdot H_1}{\sqrt{r'_{cp}{}^2 - H_1^2}}. \quad (31)$$

Высота головки резьбы резца h_1'' в осевом сечении определяется следующим образом:

$$h_1'' = R_p - r'_{cp}. \quad (32)$$

Высота ножки резьбы резца

$$h_2'' = r'_{cp} - r_{1p}, \quad (33)$$

r_{1p} — половина внутреннего диаметра резьбы резца, которая определяется следующим образом:

$$r_{1p} = \sqrt{R_p^2 + h_1'^2 - 2R_p h_1' \cos(\alpha_1 + \gamma)}. \quad (34)$$

Таким образом, все размеры профиля резьбы резца.

Продолжим пример, приведенный на стр. 15.

Резьба М10 × 1,5 трехзаходная; $\alpha = 12^\circ$. Диаметр резца 50 мм.

Высота головки (фиг. 4)

$$h_1' = \sqrt{r'_{cp}{}^2 - r_1^2 \sin^2 \gamma} - r;$$

$$= \sqrt{4,513^2 - 4,026^2 \sin^2 10^\circ} - 4,026 \cdot \cos 10^\circ = 0,494 \text{ мм};$$

$$r'_{cp} = \sqrt{R_p^2 + h_1'^2 - 2R_p h_1' \cos(\alpha_1 + \gamma)} =$$

$$= \sqrt{25^2 + 0,494^2 - 2 \cdot 25 \cdot 0,494 \cos(10^\circ + 12^\circ)} = 24,548 \text{ мм},$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{r'_{cp} \operatorname{tg} \beta_1 \pm \frac{S}{2\pi r'_{cp}} H_1}{\sqrt{r'_{cp}{}^2 - H_1^2}}.$$

где

$$\operatorname{tg} \beta_1'' = \frac{r'_{cp} \operatorname{tg} \beta_1' - \frac{S_p}{2\pi r'_{cp}} H_1}{\sqrt{r'^2_{cp} - H_1^2}};$$

и

$$H_1 = R_p \sin(\alpha + \gamma) = 25 \sin 22^\circ = 9,35 \text{ мм}$$

$$S_p = 3S = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ мм},$$

тогда

$$\operatorname{tg} \beta_2' = \frac{24,543 \cdot \operatorname{tg} 29^\circ 19' + \frac{4,5}{2\pi \cdot 24,549} 9,35}{\sqrt{24,543^2 - 9,35^2}};$$

$$\beta_2' = 31^\circ 35';$$

$$\operatorname{tg} \beta_2'' = \frac{24,543 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ 2' - \frac{4,5}{2\pi \cdot 24,543} 9,35}{\sqrt{24,543^2 - 9,35^2}};$$

$$\beta_2'' = 30^\circ 31'.$$

Таким образом, углы на правой и на левой стороне получились почти одинаковые. Это произошло потому, что резьба на резце трехзаходная и, следовательно, угол подъема резьбы на изделии и на резце почти один и тот же. Этого не получилось бы, если бы резьба на резце была сделана однозаходная.

Остальные элементы резьбы равны

$$h_1'' = R_p - r'_{cp} = 25 - 24,548 = 0,452 \text{ мм};$$

$$r_{1p} = \sqrt{r_0^2 + (h_1'')^2 - 2r_0(h_1'') \cos(\alpha + \gamma)},$$

где $h_1 = 0,325S = 0,325 \cdot 1,5 = 0,488 \text{ мм};$

по уравнению (33) $h_2 = 0,36S = 0,36 \cdot 1,5 = 0,54 \text{ мм};$

$$r_0 = 25 \text{ мм};$$

$$\alpha_1 + \gamma = 22^\circ;$$

тогда

$$r_{1p} = \sqrt{25^2 + 1,028^2 - 2 \cdot 25 \cdot 1,028 \cos 22^\circ} = 24,050 \text{ мм}$$

и

$$h_2'' = r'_{cp} - r_{1p} = 24,548 - 24,050 = 0,498.$$

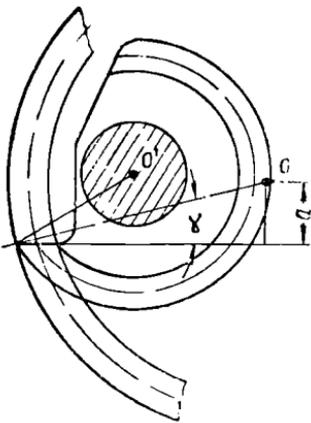
Для круглых резцов применяют обычно жесткие державки (рис. 10). Для однониточных резцов применяют также пружинные державки по типу, указанному на фиг. 6.

Главное внимание должно быть уделено обеспечению прочности крепления резца в державке. Если резец удерживается при креплении силами трения, то ось, которую насажен резец, должна быть достаточно толстой и гайка способной удерживать резец от проворачивания.

Рифления на державках должны быть изготовлены очень тщательно, чтобы не было перекаса резца при его креплении.

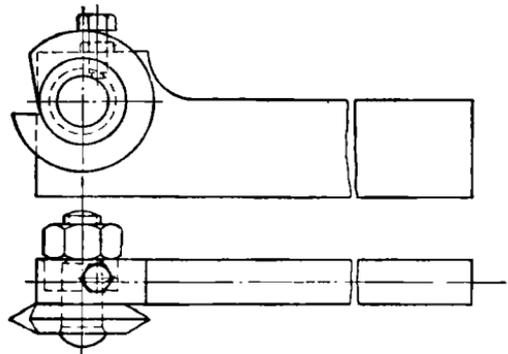
РЕЗЦЫ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

Для нарезания внутренней резьбы больших диаметров применяют стержневые и круглые резцы. Задний угол стержневого резца в плоскости симметрии профиля делается довольно значительным — от 20 до 25°. Направление резьбы



Фиг. 11. Круглый резец для внутренней резьбы:

O — центр изделия; O' — центр резца.



Фиг. 10. Державка жесткая для резьбовых резцов.

по задней поверхности делается наклонным под углом ω подъема резьбы нарезаемого изделия; передний угол обычно принимается от 5 до 15°. При угле $\gamma = 0$ условия резания и отвода стружки ухудшаются. Качество резьбы при нарезании такими резцами получается низкое.

При нарезании резьб диаметром от 100 мм и выше применяют круглые резцы. По конфигурации они мало отличаются от резцов для наружной резьбы (фиг. 11). Отличие заключается только в том, что часто приходится делать дополнительный срез по поверхности резца, для того чтобы он не упирался в обрабатываемую резьбу. Круглые резцы для внутренней резьбы, за редкими исключениями, изготавливаются с винтовой резьбой. Направление резьбы то же, что и у нарезаемой резьбы.

Расчет круглых резцов для внутренней резьбы несколько отличается от расчета резцов для наружной нарезки. В этом случае вершина резца (фиг. 11) лежит не на внутреннем, а на наружном диаметре резьбы. Поэтому величина a (см. фиг. 3) определяется из формулы

$$a = r_0 \sin \gamma$$

и, следовательно,

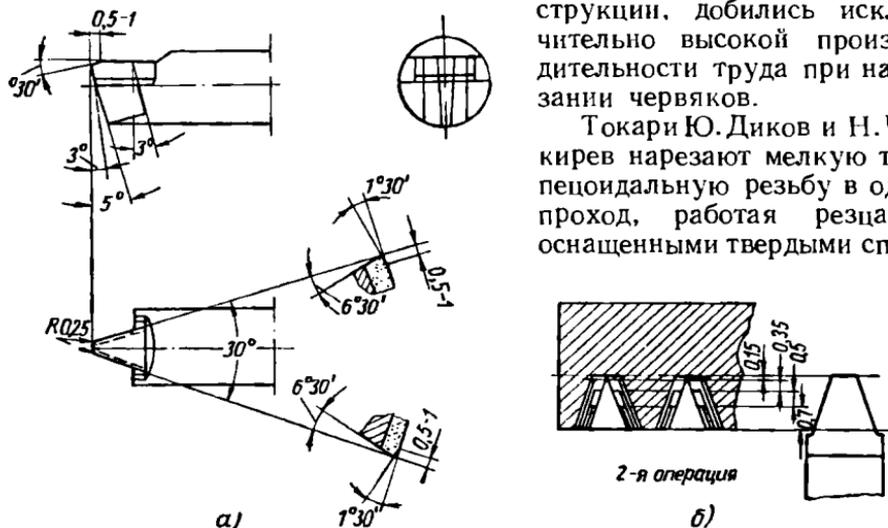
$$\sin \phi = \frac{d_0 \sin \gamma}{d_{cp}}. \quad (35)$$

Во всем остальном расчет такой же, что и у резцов для наружной резьбы.

7. РЕЗЦЫ ДЛЯ СКОРОСТНОГО НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Скоростное резание осуществляется резцами, оснащенными твердыми сплавами, главным образом при нарезании трапециoidalной резьбы. Новаторы производства, работая резцами собственной конструкции, добились исключительно высокой производительности труда при нарезании червяков.

Токари Ю. Диков и Н. Чикирев нарезают мелкую трапециoidalную резьбу в один проход, работая резцами, оснащенными твердыми сплавами.



Фиг. 12. Резцы новаторов-скоростников:

а — резец; б — схема резания.

вами Т14К8 и Т15К6; резец представляет собой круглый стержень; его геометрия показана на фиг. 12, а.

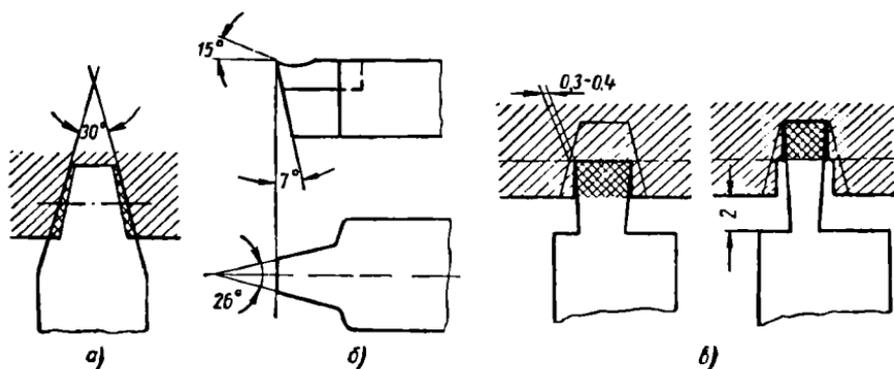
При нарезании крупной резьбы новаторы применяют два резца: предварительный и окончательный (фиг. 12, б).

А. В. Павлов при обработке ходовых винтов применяет два метода, в зависимости от жесткости винта.

Жесткие винты, не деформирующиеся от радиальных усилий, он нарезает тремя резцами (фиг. 13, а).

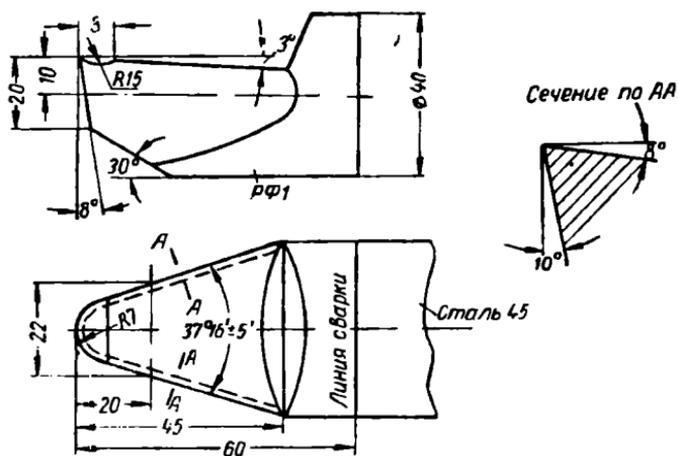
Два предварительных резца оснащены пластинками твердого сплава Т15К6. Первый резец прорезает резьбу на половину глубины профиля, оставляя на боковых сторонах профиля припуск на дальнейшую обработку, равный 0,4—0,5 мм. Геометрия режущих элементов этих резцов (фиг. 13, б) своеобразна. Резцы имеют очень большой положительный передний угол, что является необычным для резцов этого типа.

Окончательная обработка производится резцом из быстрорежущей стали.



Фиг. 13. Резцы новатора-скоростника Павлова:

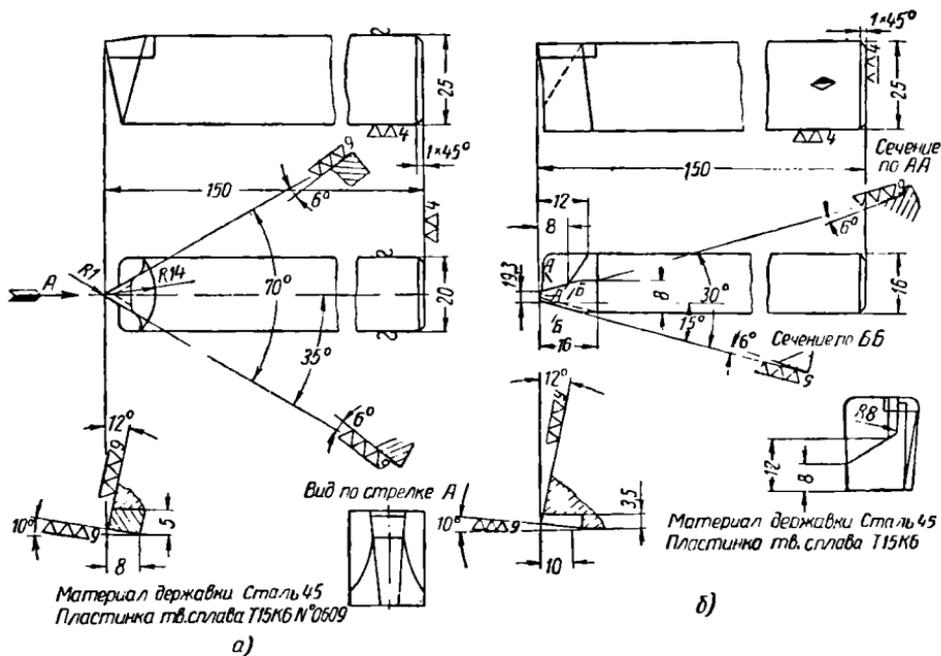
а – резцы предварительный и окончательный; б – геометрия режущих элементов этих резцов; в – резец для нарезания жестких винтов.



Фиг. 14. Резцы токаря-новатора Мельникова.

При нарезании нежестких винтов новатор применяет предварительные резцы из быстрорежущей стали, напоминающие прорезные (фиг. 13, в).

Токарь-новатор А. Н. Мельников применил резец с закругленной вершиной (фиг. 14) на передней поверхности; близ вершины резца он дал лунку, которая способствует разделению стружки.



Фиг. 15. Резцы токаря Кононова:

а — предварительные резцы; б — окончательные резцы.

Тов. Е. С. Кононов при нарезании винтов применил для нарезания резьбы предварительные (фиг. 15, а) и окончательные (фиг. 15, б) резцы. Главное внимание новатор обратил на увеличение жесткости резца и на его геометрию. Резцы оснащены твердыми сплавами Т15К6. Передний угол у них отрицательный и равен 10° , задние углы 6° .

8. РЕЗЦЫ ОБКАТОЧНЫЕ МНОГОЗУБЫЕ

Метод обкатки заключается в том¹, что режущий инструмент, по форме напоминающий долбяк, устанавливается на суппорт токарного станка (фиг. 16). Во время нарезания изделие и инструмент совершают следующие движения: 1) изделие—вращательное; 2) инструмент — поступательное, вдоль оси изделия; за один оборот изделия инструмент продвигается на одну нитку резьбы (при много-

¹ Канд. техн. наук Ю. В. Цв и с с, Исследование процесса точения по методу обкатки, ЦБТИ МС, 1950.

заходной резьбе одна нитка равна шагу резьбы, помноженному на число заходов); 3) инструмент вращается вокруг своей оси и за один оборот изделия поворачивается на угол, соответствующий одному зубу, помноженному на число заходов.

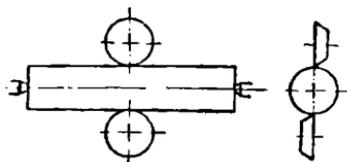
Схема обработки резьбы методом обкатки дана на фиг. 16.

Обработку можно производить одним (фиг. 16) или двумя инструментами (фиг. 17).

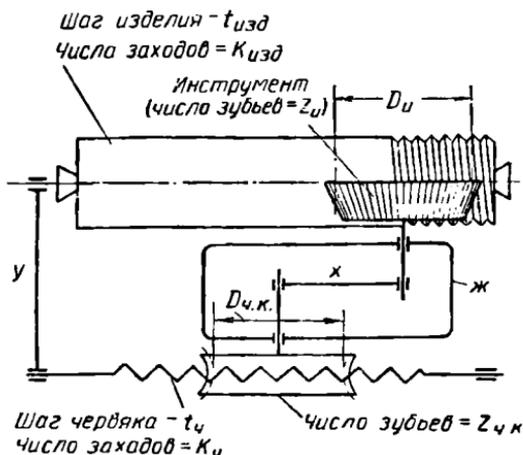
Конструирование и расчет обкаточных резцов производятся в следующем порядке:

1. Определяется положение начальной прямой. Для резьбы начальная прямая является образующей цилиндрической поверхности диаметром, равным среднему диаметру изделия.

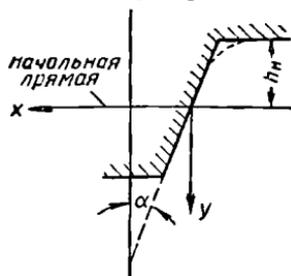
2. Для расчета выбирается прямоугольная система координат. Начало координат берется в точке пересечения начальной прямой с профилем изделия. За ось X (фиг. 18) принимается начальная прямая; ее направление выбирается таким образом, чтобы при рабочем положении положительный отсчет по оси X был направлен в сторону шпинделя станка. Ось Y проходит перпендику-



Фиг. 17. Обработка методом обкатки двумя инструментами.



Фиг. 16. Схема нарезания резьбы методом обкатки одним инструментом.



Фиг. 18. Основные данные для определения элементов профиля инструмента.

лярно оси изделия через точку профиля, лежащую на начальной прямой; положительный отсчет направлен в сторону оси инструмента.

3. В общем случае профиль резьбы состоит из четырех участков (фиг. 19): из двух (ab и cd), направление которых совпадает с направлением оси X , из участка bc левой стороны резьбы и участка de правой стороны резьбы. Участок ab обычно не обрабатывается.

Для расчета необходимо знать уравнение участков профиля изделия относительно принятой системы координат.

Имеем:

уравнение прямой bc

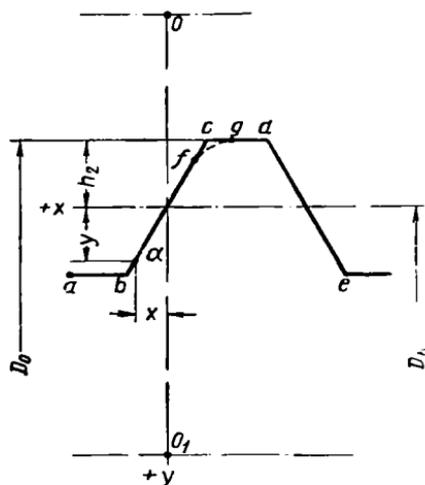
$$y = x \operatorname{ctg} \alpha; \quad (36)$$

уравнение прямой cd

$$y = -h_2. \quad (37)$$

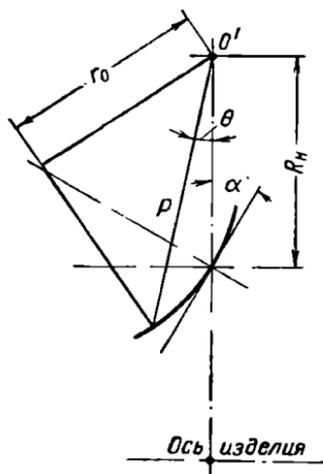
Расчет можно вести по одной стороне профиля резьбы. Вторая сторона будет симметрична первой.

4. Наружный диаметр инструмента выбирается аналогично дюблям для зубчатых колес в предположении, что число зубьев колеса равно бесконечности. В этом случае число зубьев можно определить



Фиг. 19. Схема определения элементов профиля инструмента:

O — ось изделия; O_1 — ось инструмента.



Фиг. 20. Профиль инструмента в полярных координатах:

O' — ось инструмента.

по табл. 34, стр. 170¹; вместо модуля надо брать величину $m_0 = \frac{S}{\pi}$, где S — шаг резьбы. Тогда начальный диаметр D_n инструмента будет равен

$$D_n = \frac{zS}{\pi}. \quad (38)$$

5. Для определения профиля инструмента выбирается полярная система координат. За начало координат принимается ось инструмента. За полярную ось принимается прямая, перпендикулярная к оси изделия и проходящая через ось инструмента и начало координат (фиг. 20).

6. В стыках прямолинейных участков в точках c и d имеются переходные кривые (фиг. 19). Уравнение переходной кривой отно-

¹ В. М. М а т ю ш и н, Зубодолбление, Машгиз, 1953.

сительно координат профиля будет выражаться следующей формулой:

$$x = \frac{D_n}{2} \arccos \frac{D_n - 2y}{D_0} - \sqrt{\left(\frac{D_0}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_n}{2} - y\right)^2} + \frac{D_n}{2} \theta_c. \quad (39)$$

Это уравнение представляет собой удлиненную циклоиду.

Здесь D_n — начальный диаметр инструмента;

D_0 — наружный диаметр инструмента.

Поскольку профиль режущей кромки инструмента, образующий прямолинейные участки bc и cd , представляет собой эвольвенту, то угол θ_c определяется из следующих формул:

$$\theta_c = \theta_{нар} - \theta_0, \quad (40)$$

где $\theta_{нар}$ — инволюта для наружного диаметра;

θ_0 — инволюта для внутреннего диаметра,

так как

$$\theta_0 = \operatorname{tg} \alpha - \alpha \quad \text{и} \quad \theta_{нар} = \operatorname{tg} \alpha_{нар} - \alpha_{нар},$$

где

$$\cos \alpha_{нар} = \frac{D_n}{D_0}, \quad (41)$$

то

$$\theta_c = \frac{\sqrt{D_0^2 - D_n^2}}{D_n} - \arccos \frac{D_n}{D_0} - \operatorname{tg} \alpha + \alpha. \quad (42)$$

Координаты точки f определяются из системы двух уравнений:

$$y = x \operatorname{ctg} \alpha \quad (43)$$

и

$$x = \frac{D_n}{2} \arccos \frac{D_n - 2y}{D_0} - \sqrt{\frac{D_0^2}{4} - \left(\frac{D_n}{2} - y\right)^2} + \frac{D_n}{2} \theta_c. \quad (44)$$

Уравнение (44) трансцендентное, и элементарным путем найти x и y нельзя. Для того чтобы найти координаты, найдем первую производную от второго уравнения:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dy} &= \frac{D_n}{\sqrt{D_0^2 - (D_n - 2y)^2}} - \frac{D_n - 2y}{\sqrt{D_n^2 - (D_n - 2y)^2}} = \\ &= \frac{D_n - (D_n - 2y)}{\sqrt{D_0^2 - (D_n - 2y)^2}} = \frac{2y}{\sqrt{D_0^2 - (D_n - 2y)^2}}. \end{aligned} \quad (45)$$

В точке f касательная к профилю переходной кривой наклонена к оси y под углом α . Следовательно, первая производная

$$\frac{dx}{dy} = \operatorname{tg} \alpha,$$

откуда

$$\frac{2y}{\sqrt{D_0^2 - (D_n - 2y)^2}} = \operatorname{tg} \alpha. \quad (46)$$

Решая это уравнение, получим

$$y = \frac{D_n \operatorname{tg}^2 \alpha - \operatorname{tg} \alpha \sqrt{D_0(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) - D_n^2}}{2(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)} = \\ = \frac{\sin \alpha}{2} (D_n \sin \alpha - \sqrt{D_0^2 - D_n^2 \cos^2 \alpha}) \quad (47)$$

Зная y из формулы $y = x \operatorname{ctg} \alpha$ или $x = y \operatorname{tg} \alpha$, можем определить абсциссу x .

Координаты точки g определяются из двух уравнений:

$$x = \frac{D_n}{2} \theta_c \text{ и } y = -h_x.$$

7. Профиль режущей кромки выражается уравнением в параметрической форме (фиг. 20). Координаты профиля определяются из формул (в полярных координатах):

$$\theta = (\operatorname{tg} \alpha - \alpha) - (\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x); \quad (48)$$

$$\rho = \frac{r_0}{\cos \alpha_x}; \quad r = R_n \cos \alpha, \quad (49)$$

где R_n — половина начального диаметра инструмента и α_x — параметр.

Профиль режущей кромки для образования участка cd представляет собой окружность диаметра D_0 .

8. Геометрия цежущих элементов инструмента определяется из следующих данных. Поскольку резьба винтовая, то зуб инструмента делается тоже винтовым с углом подъема, равным углу подъема резьбы, который определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{Sn}{\pi D_n}, \quad (50)$$

где n — число заходов резьбы изделия;

S — шаг резьбы изделия.

Передняя поверхность образуется одним из четырех способов заточки в зависимости от угла ω :

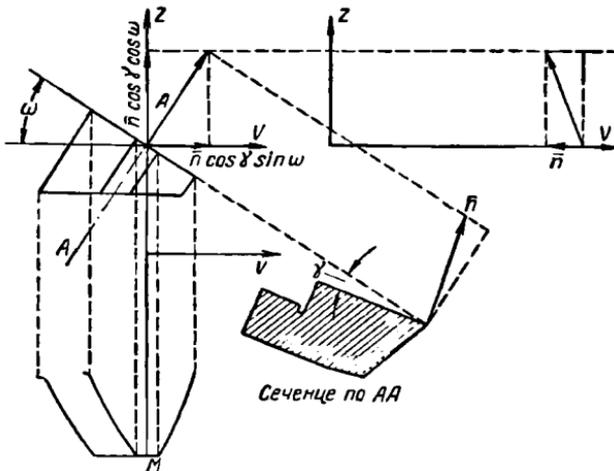
а) При угле $\omega < 1^\circ$ заточка производится по конусу под углом γ (фиг. 21). Угол γ зависит от обрабатываемого материала. Обычно при нарезании резьбы из стали 45 его делают равным 6° .

б) При угле ω от 1 до 6° применяется заточка по двум наклонам (фиг. 22) под углом ω и в сечении AA под углом γ .

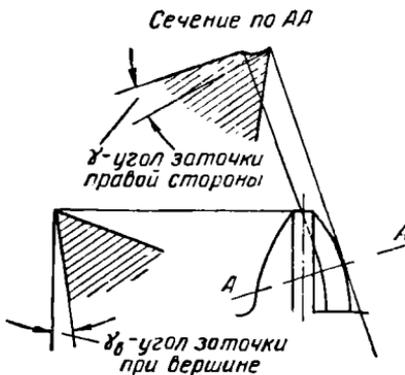
в) Если угол подъема резьбы ω лежит в пределах от 6 до 12° , то затачиваются три режущие кромки зуба следующим образом: левая сторона зуба (фиг. 23) затачивается по торцевой плоскости под углом $\omega - \gamma_a$. Вершина зуба затачивается по плоскости в радиальном направлении под углом γ_b , правая сторона затачивается по конической поверхности, в основании которой лежит окружность,



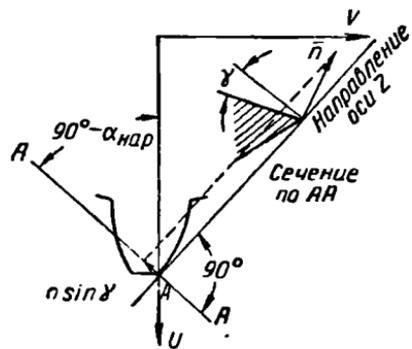
Фиг. 21. Заточка инструмента при угле $\omega < 1^\circ$.



Фиг. 22. Заточка инструмента при угле $\omega = 1 \div 6^\circ$.



Фиг. 23. Заточка инструмента при угле $\omega = 6 \div 12^\circ$.



Фиг. 24. Заточка инструмента при угле $\omega > 12^\circ$.

проходящая через три точки эвольвенты зуба (две крайние и одну среднюю).

Перечисленные три метода заточки обкаточных резцов применяются при обработке изделий одним резцом. При обработке двумя резцами при угле подъема резьбы ω , большем 12° , применяется четвертый тип заточки (фиг. 24), заключающийся в том, что нормальная геометрия придается только одной стороне профиля режущей кромки. В рассматриваемом случае каждый инструмент обрабатывает только одну сторону профиля резьбы изделия. Инструмент затачивается под углом γ , определяемым по формуле

$$\gamma = \omega + \gamma_c, \quad (51)$$

где γ_c — передний угол, зависящий от обрабатываемого материала.

9. Задние углы в плоскости, проходящей через ось (фиг. 9), делаются равными 10° .

Основные размеры резца рассчитываются следующим образом (фиг. 25).

Теоретические размеры задаются в сечении, отстоящем от переднего торца на величину a , равную

$$a = 0,75\Delta h_2 \operatorname{ctg} 10^\circ, \quad (52)$$

где Δh_2 — допуск на высоту ножки изделия.

Наружный диаметр D_e на переднем торце равен

$$D_e = D_n + 2(h_2 + a). \quad (53)$$

Внутренний диаметр

$$D_{вн} = D_n - 2(h'_2 - a); \quad (54)$$

$$h'_2 = h_1 + a_1 - a, \quad (55)$$

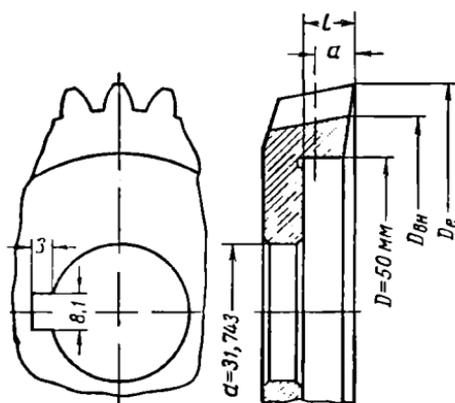
где a_1 — зазор между головкой зуба резьбы изделия и дном впадины между зубьями резца.

Отверстие можно было бы изготовлять по ГОСТ 4020-48, но так как профиль резца обрабатывают на станках, изготовляющих долбяки, его диаметр принимается равным $31,743^{+0,0,8}$.

Для крепления резца применяется выточка. Ее диаметр принимается равным примерно 50 мм. Глубина выточки равна

$$l = a + (0,5 \div 1,0). \quad (56)$$

В отверстии имеется паз под шпонку шириной 8,1 мм и высотой 3 мм.

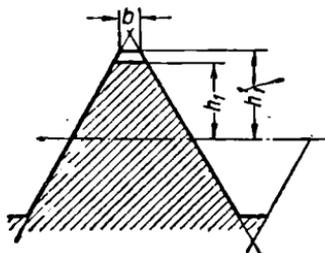


Фиг. 25. Основные размеры обкаточного резца.

9. ДОПУСКИ НА РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ

Допуск на угол профиля резца зависит от допусков на угол профиля изделия. Можно принять допуск на угол профиля резца равным $\frac{1}{3}$ допуска на угол изделия, но не выше чем допуски на угол профиля метчиков по классам С и Д (ОСТ ВКС 7217 и 7218). Биеение по диаметру у круглых резьбовых резцов допустимо до 0,1 мм, поскольку резец не вращается.

Схема построения допусков на профиль резьбового резца показана на фиг. 26. Предельные размеры головки профиля резьбы резца назначаются таким образом, чтобы нижний предел высоты головки был выше теоретического размера ножки. Чрезмерное увеличение высоты головки приведет к уменьшению площадки на вершине резьбы,



Фиг. 26. Выбор высоты головок резьбового резца.

Таблица 4
Наименьшая ширина площадки профиля резьбового резца

Шаг резьбы S	Наименьшая ширина площадки b
0,5 - 0,75	0,05
0,8 - 1,5	0,10
1,5 - 3	0,15
Свыше 3	0,20

что понизит стойкость резца. Поэтому наименьшая ширина площадки регламентируется (см. табл. 4), и в зависимости от нее строятся допуски на высоту головки резьбы резца.

При данных величинах b — наибольшая высота головки резьбы резьбового резца h_1 будет равна

$$h'_{1\max} = \frac{\frac{S}{2} - b}{\operatorname{tg} \beta'_1 + \operatorname{tg} \beta''_2}. \quad (57)$$

Наименьшая высота головки должна быть равна теоретической высоте головки резьбы с добавлением припуска на износ, равного 0,02—0,05 мм.

На величину среднего диаметра в круглом резьбовом резце допуск не устанавливается, так как его влияние на точность нарезаемой резьбы несущественно.

Высота ножки ограничивается только наименьшим размером, который должен быть равен наибольшей высоте головки резьбы изделия.

Пример. Резьба М24 × 3; $b = 0,15$;
наибольшая высота головки

$$h_{1\max} = \frac{1,5 - 0,15}{0,5817 + 0,6109} = 1,13 \text{ мм};$$

наименьшая высота головки

$$h_{1\min} = 0,930 + 0,05 = 0,935 \text{ мм.}$$

Допуск на высоту головки будет равен

$$1,130 - 0,935 = 0,195 \text{ мм.}$$

Такой допуск может быть принят только в том случае, если угол профиля будет выполнен теоретически точно, так как отклонения в величине угла профиля также влияют на ширину площадки b .

Исходя из допустимого отклонения на половину угла профиля $\Delta\beta$, наибольшую высоту головки резьбы можно определить по следующей формуле:

$$h_{1\max} = \frac{\frac{S}{2} - b}{\operatorname{tg}(\beta'_1 + \Delta\beta) + \operatorname{tg}(\beta''_2 + \Delta\beta)}. \quad (58)$$

В приведенном примере при допуске на угол $\pm 20'$ имеем

$$h_{1\max} = \frac{1,5 - 0,15}{0,5894 + 0,6188} = 1,116 \text{ мм}$$

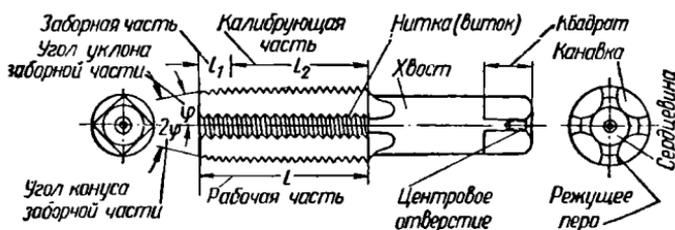
и, следовательно, допуск на изготовление головки профиля будет равен $1,116 - 0,935 = 0,181 \text{ мм}$.

Допуски на прочие элементы резьбовых резцов не влияют на качество нарезания резьбы и выбираются по конструктивным соображениям.

ГЛАВА III

МЕТЧИКИ

Метчик — инструмент, предназначенный для нарезания внутренней резьбы. Нарезание резьбы метчиками можно производить в зависимости от типа метчика (ОСТ НКТП 2936) вручную или на станке.



Фиг. 27. Основные элементы метчика.

Метчик состоит из следующих основных частей (фиг. 27):

- 1) заборного конуса, который является основной режущей частью метчика;
- 2) цилиндрической или направляющей части, именуемой часто, совершенно неправильно, калибрующей; эта часть служит при нарезании резьбы ходовым винтом, продвигающим метчик вперед;
- 3) хвостовой части, служащей для передачи крутящего момента.

1. ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТЧИКА

Геометрия метчика довольно сложная. Величина переднего угла γ , измеряемого в плоскости, перпендикулярной к оси, зависит от обрабатываемого материала и от назначения метчика, что видно из табл. 5.

Задние углы в сечении, перпендикулярном к оси, различают на заборном конусе и на профиле резьбы.

Величина заднего угла на заборном конусе для разных типов метчиков приведена в табл. 6.

Величина заднего угла по всему профилю резьбы у метчиков со шлифованным профилем определяется уменьшением диаметров резьбы

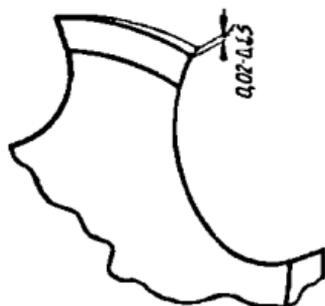
Таблица 5

Обрабатываемый материал	Передние углы метчиков °
Мягкая и вязкая сталь	12—15
Сталь средней твердости	8—10
Твердая сталь	5
Бронзы и чугуны	0—5
Латунь	10
Алюминий	30

Таблица 6

Задние углы метчиков	
Тип метчиков	Задний угол α°
Ручные	6—8
Гаечные, станочные и машинные	10—12
Калибровочные	3—4

метчика от режущей кромки к задней кромке пера (фиг. 28) на величину 0,02—0,05 мм, достигаемую затылованием по профилю резьбы во время резьбошлифования.



Фиг. 28. Затылование по профилю метчиков.

В результате затылования задняя поверхность метчика в значительно меньшей степени соприкасается с резьбой нарезаемого изделия, что предохраняет метчик от налипания стружки на поверхности резьбы.

Резьба на цилиндрическом участке готовится с небольшой обратной конусностью, т. е. она уменьшается по всем диаметрам к хвосту на величину (0,02—0,05 мм). Это необходимо для уменьшения трения и крутящего момента при нарезании резьбы метчиком.

Число канавок метчика существенно влияет на условия его работы, определяя при заданном режиме резания нагрузку на зуб, отвод стружки, величину крутящего момента. В зависимости от типа метчика число канавок может существенно изменяться.

Рекомендуемое число канавок для различных типов метчиков приведено в табл. 7.

Таблица 7

Число канавок метчиков

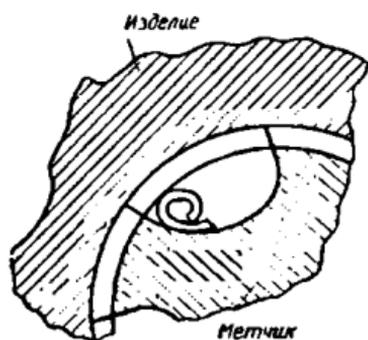
Тип метчиков	Диаметр метчика в мм		
	До 16	18—42	45—50
Ручные	3	4	4—5
Гаечные и машинные	3	4	4
Калибровочные	3 или 4	4—6	6 или 8
Плашечные	3—4	4	4
Маточные	6	8	10

Форма канавки между перьями должна удовлетворять следующим требованиям:

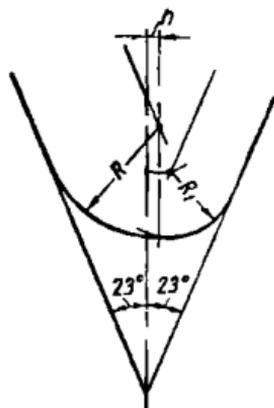
1. Объем канавки должен быть достаточен, чтобы вся стружка, образовавшаяся при работе метчика, в ней поместилась. Это особенно важно при нарезании глухих отверстий, так как в этом случае вся стружка из отверстия выводится только через канавки.

2. Стружка должна скользнуть по передней поверхности, не задерживаясь на закруглениях. Поэтому закругления в канавках должны быть плавными.

3. При вывинчивании метчика из отверстия стружка не должна защемляться между задней стороной канавки и резьбой (фиг. 29), так как защемление приводит к порче резьбы и поломке инструмента.



Фиг. 29. Защемление стружки в канавке метчика.



Фиг. 30. Форма канавки метчика, принятая на заводе «Фрезер».

4. После перетачивания в канавке не должно быть уступов, которые могли бы препятствовать свободному выходу стружки. На основании многолетнего опыта на заводе режущих инструментов «Фрезер» имени М. И. Калинина выработана форма профиля канавки (фиг. 30), применяемая для метчиков диаметром выше 6 мм, которая в значительной степени удовлетворяет поставленным требованиям.

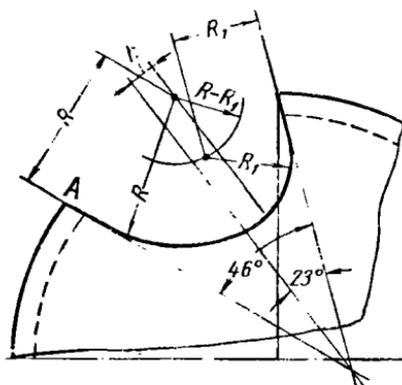
В табл. 8 и на фиг. 30 указаны размеры элементов канавок в зависимости от их номера.

Построение профиля канавки производится следующим образом (фиг. 31). Вначале строится проекция передней поверхности. Затем через точку *A* на конце задней поверхности под углом 46° к передней поверхности проводится прямая до пересечения ее с продолжением передней поверхности. Через точку пересечения передней поверхности с прямой, проведенной к ней под углом 46° , проводится биссектриса этого угла. Параллельно биссектрисе проводится прямая на расстоянии *h*. Затем параллельно прямой, образующей заднюю поверхность пера, проводится на расстоянии, равном радиусу *R*, прямая. Точка

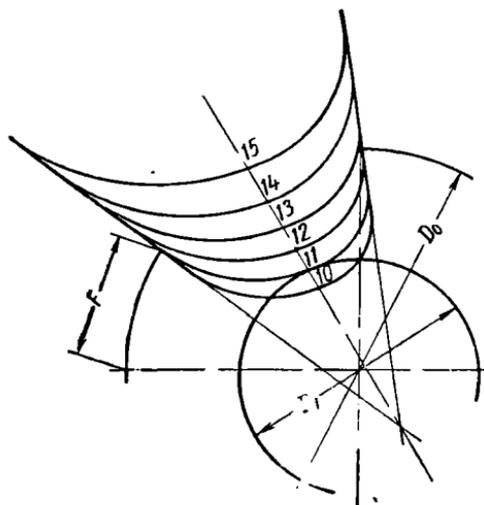
Размеры элементов канавок метчиков

№ канавок	R	$R_1 = 0,56R$	$h = 0,122R$	№ канавок	R	$R_1 = 0,56R$	$h = 0,122R$
1	2,2	1,25	0,27	12	7,35	4,10	0,90
2	2,5	1,35	0,31	13	8,15	4,55	1,00
3	2,7	1,50	0,33	14	8,90	5,00	1,09
4	3,0	1,70	0,35	15	9,70	5,40	1,18
5	3,4	1,90	0,42	16	10,40	5,85	1,28
6	3,9	2,20	0,48	17	11,20	6,30	1,38
7	4,4	2,50	0,54	18	11,90	6,70	1,45
8	4,9	2,75	0,60	19	13,00	7,30	1,60
9	5,45	3,05	0,67	20	13,90	7,90	1,70
10	5,95	3,30	0,73	21	14,80	8,35	1,80
11	6,55	3,70	0,81	22	15,70	8,85	1,90

пересечения этой прямой с прямой, параллельной биссектрисе, является центром окружности радиуса R . Параллельно передней поверхности проводится прямая на расстоянии, равном радиусу R_1 , и из центра окружности радиуса R про-



Фиг. 31. Построение профиля канавки метчика, принятое на заводе «Фрезер».



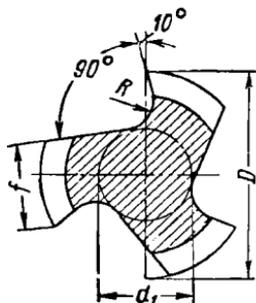
Фиг. 32. Выбор нужного номера канавки (завод «Фрезер»).

водится окружность радиуса $R - R_1$. Точка пересечения этой окружности с прямой, параллельной передней поверхности, будет центром окружности радиуса R_1 .

Подбор нужного номера профиля при конструировании метчиков производится следующим методом. На кальке вычерчивается профиль канавки в масштабе 10×1 для номеров профиля ниже 11 и в масштабе 5×1 для профилей от 11-го и выше, как указано на фиг. 32. Затем на белой бумаге вычерчивается в том же масштабе

сечение метчика, перпендикулярное к оси; на нем наносится диаметр сердцевины, ширина пера и направление передней поверхности. На чертеж метчика накладывается калька с профилями, как это указано на фиг. 32, и подбирается такой профиль, который касался бы диаметра сердцевины, задней и передней поверхностей.

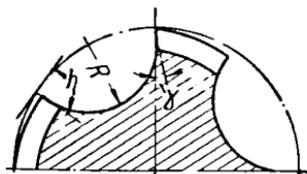
У метчиков диаметром от 6 мм и ниже применяется профиль, приведенный на фиг. 33. Такой профиль позволяет изготавливать канавки у малых метчиков шлифованием; заземления стружки у малых метчиков обычно не наблюдается.



Фиг. 33. Форма канавок метчиков малого диаметра:

$$d_1 = 0,45 D; \quad f = 0,395 D;$$

$$R = (0,1 + 0,15) D.$$



Фиг. 34. Профиль канавки в виде части окружности.

При изготовлении канавок метчиков применяются соответствующие номера фрез согласно табл. 9.

Таблица 9

Тип метчиков	Диаметр метчиков в мм												
	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24
Ручные	3	3	4	5	5	5	5	6	7	8	9	10	11
Гаечные				5	6	7	7	9	10	9	10	11	12
Тип метчиков	Диаметр метчиков в мм												
	27	30	33	36	39	42	45	48	52				
Ручные	13	14	15	16	18	19	20	21	22				
Гаечные													

Наряду с профилем завода «Фрезер» применяются и другие. Профиль канавки на фиг. 34 представляет собой часть окружности. Такая форма применяется на ручных, машинных и калибровочных метчиках, с числом перьев, равным 4 и выше.

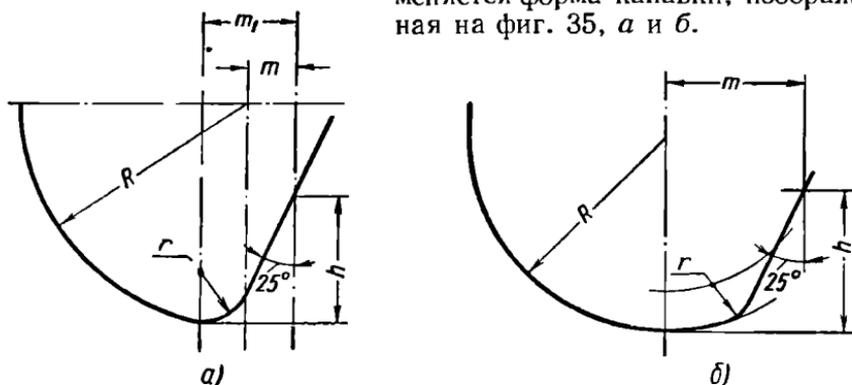
Приближенно величина радиуса R закругления канавки определяется по формуле

$$R = \frac{d_0}{z}, \quad (59)$$

где d_0 — наружный диаметр метчика;
 z — число перьев.

В этом случае ширина пера будет примерно равна при четырех канавках $0,3d_0$, при шести— $0,2d_0$.

На Сестрорецком инструментальном заводе имени Воскова применяется форма канавки, изображенная на фиг. 35, а и б.



Фиг. 35. Профиль канавок метчика, принятый на заводе имени Воскова:
 а — четырехканавочных метчиков; б — трехканавочных метчиков.

Элементы профиля канавок в зависимости от числа перьев даны в табл. 10.

Ширина пера и глубина канавки, по данным завода «Фрезер», для незаточенных метчиков приведены в табл. 11.

После затачивания ширина пера обычно несколько уменьшается, поэтому новый заточенный метчик имеет ширину пера на 0,2 — 0,4 мм меньше указанной в табл. 11.

Ширина пера метчиков Сестрорецкого завода при трех канавках такая же, как и у метчиков завода «Фрезер»; толщина сердцевины равна $0,47d_0$. При четырех канавках ширина пера равна $0,25d_0$ и толщина сердцевины $D_1 = 1,3 + 0,45d_0$.

При пяти канавках ширина пера равна $0,17d_0$, а диаметр сердцевины $0,67d_0$.

Каждая из приведенных выше форм канавок метчиков имеет свои достоинства и недостатки. Форма канавок, принятая на заводе «Фрезер», обладает тем преимуществом, что она в значительной степени универсальна и может быть применена при любом количестве перьев. Эта форма обеспечивает свободное вывинчивание метчика из нарезанного отверстия. Недостатком этой конструкции является то, что плоская часть передней поверхности сравнительно невелика и при затачивании возможно появление ступеньки на передней поверхности.

Элементы канавки для трехканавочных метчиков

№ фрезы	R	r	m	h	Диаметр метчика в мм
1	1,6	0,32	1,12	1,22	—
2	2,4	0,48	1,68	1,33	—
3	3,2	0,64	2,24	2,44	6 и 7
4	4,0	0,80	2,80	3,05	8
5	4,8	0,96	3,36	3,65	9 и 10
6	5,6	1,12	3,92	4,27	11 и 12
7	6,3	1,27	4,45	4,80	14
8	7,3	1,48	5,18	5,55	16
9	8,3	1,69	5,90	6,05	—

Для четырех- и пятиканавочных метчиков

№ фрезы	R	r	m	m_1	h	Диаметр метчика в мм	
						четырёх- канавочных	пяти- канавочных
10	10,89	2,29	2,32	4,43	8,34	18	} 45 и 48 52
11	12,54	2,64	2,68	5,11	9,60	20 и 22	
12	14,47	3,08	3,09	5,89	11,07	24	
13	16,30	3,43	3,48	6,64	12,48	27	
14	18,81	3,96	4,01	7,65	14,40	30 и 39	
15	21,71	4,57	4,64	8,85	16,62	36	
16	23,94	5,04	5,11	9,75	18,32	34 и 42	

Ширина пера и глубина канавок

Число перьев	Ширина пера				Внутренний диаметр по канавкам d_0
	чистовых метчиков d_0	черновых (комплект из 3 шт.) d_0	черновых (комплект из 2 шт.) d_0	Средних d_0	
3	0,39	0,35	0,38	0,38	0,4
4	0,27	0,25	0,26	0,26	0,5
6	0,18	—	0,175	—	0,64

Профиль в виде части окружности имеет то преимущество, что конфигурация инструмента для изготовления канавки очень проста. Защемление стружки при вывинчивании метчика с таким профилем полностью исключено.

Однако этот профиль имеет тот недостаток, что передняя поверхность криволинейна и для затачивания требуются шлифовальные круги с профилем в виде части окружности.

Профиль, принятый на Сестрорецком заводе, обладает тем преимуществом, что плоская часть передней поверхности значительна. Такие метчики можно затачивать плоскими кругами. Недостаток этого профиля тот, что глубина канавки, а следовательно и пространство для помещения стружки, меньше, чем при других профилях канавок. При таком профиле возможно защемление стружки при вывинчивании метчика.

2. РЕЗЬБА МЕТЧИКОВ

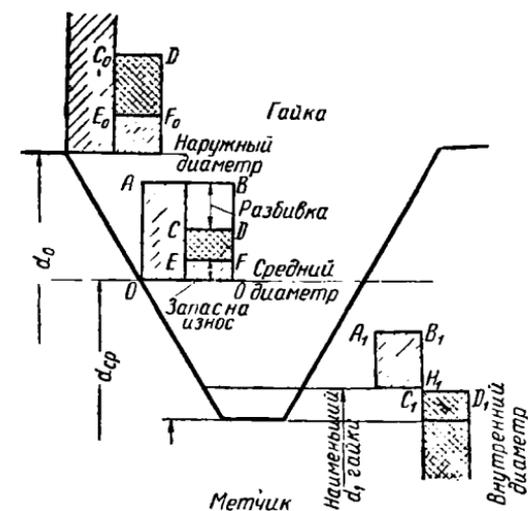
Резьба окончательных метчиков строится на основании следующих положений.

1. Предполагается, что метчик всегда несколько разбивает резьбу и потому верхний предел профиля лежит несколько ниже верхнего предела резьбы изделия.

2. Предполагается, что метчик изнашивается по профилю и поэтому его нижний предел лежит несколько выше нижнего предела профиля резьбы изделия.

Согласно таблице допусков на резьбу метчиков (фиг. 36), по ГОСТ 7250-54 их изготавливают четырех классов точности; наиболее точная резьба изготавливается по классу С.

Допуски по классам С и Д рассчитаны на изготовление метчиков со шлифованным профилем, а по классам Е и Н — для метчиков с нешлифованным



Фиг. 36. Схема расположения допусков на резьбу метчиков.

профилем. Допуски на элементы профиля метчиков не связаны с классами точности нарезаемой резьбы, так как точность изготовления резьбы зависит не только от точности изготовления метчика, но и от других факторов, не связанных с размерами резьб метчиков.

Предельные отклонения элементов профиля резьбы метчика определяются по ГОСТ 7250-54 следующим образом (фиг. 36).

Наружный диаметр метчика ограничивается по верхнему и нижнему пределам, хотя наружный диаметр резьбы гайки по верхнему пределу не ограничивается. Это объясняется тем, что при слишком большой высоте головки на вершине зуба получается очень узкая полоска, что может привести к быстрому затуплению или выкрашиванию вершин профиля метчика. По среднему диаметру метчик

имеет нижнее отклонение выше нижнего предела среднего диаметра гайки на 0,01—0,03 мм. Верхнее отклонение располагается ниже верхнего отклонения резьбы гайки и определяется величиной допуска на средний диаметр метчика.

Внутренний диаметр резьбы метчика имеет только верхний предел. Это целесообразно, потому что часть профиля на внутреннем диаметре не участвует в резании. Значительное углубление профиля резьбы, т. е. уменьшение внутреннего диаметра, невозможно.

Шаг резьбы метчика выполняется с большой точностью.

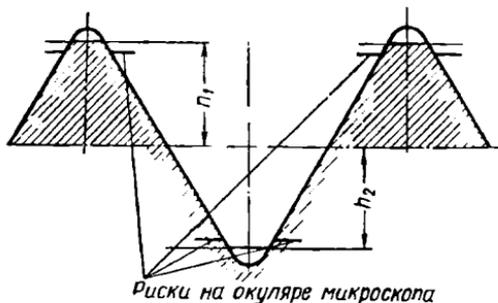
Для класса С допуск по шагу равен $\pm 0,01$ и для класса Д $\pm 0,015$ мм на длине 25 мм, для классов Е и Н $+ (0,05 \div 0,07)$ на такой же длине резьбы.

Допуск на угол уменьшается с увеличением шага по двум причинам:

1. При свинчивании происходит обминание резьбы за счет ошибок в изготовлении ее по шагу. При обминании происходит искажение не только угла профиля, но и прямолинейного элемента его. При меньшей высоте резьбы, при одном и том же отклонении в линейном измерении, отклонение в угле профиля будет большим.

2. Изготовление профиля с жестким допуском на угол при меньшей его высоте значительно труднее, чем при большой высоте.

Стороны профиля резьбы метчика должны быть прямолинейны на возможно большей длине. При проверке резьбы на микроскопе прямолинейный участок должен оканчиваться ниже или в крайнем случае наравне с рисками, нанесенными на окуляре микроскопа (фиг. 37). Для обеспечения прямолинейности сторон профиля в процессе их изготовления необходимо особенно тщательно следить за инструментом, образующим резьбу метчика в окончательном виде.



Фиг. 37. Измерение резьбы на микроскопе.

3. РУЧНЫЕ МЕТЧИКИ

Ручные метчики изготавливаются комплектом из 2 или 3 шт. и рассчитываются на нарезание резьбы как в сквозных, так и глухих отверстиях; поэтому последний чистовой метчик имеет очень короткий заборный конус.

Метчики снабжаются цилиндрическим хвостом с квадратом. Метчики диаметром до 6 мм имеют диаметр хвоста, больший диаметра резьбы (фиг. 38), и потому после нарезания резьбы обязательно вывинчиваются.

Ручные метчики изготавливаются по 3 шт. в комплекте для нарезания следующих резьб:

1) основной метрической диаметром 1—5 мм по ОСТ 94;

2) основной метрической диаметром 6—7 мм и 27—52 мм по ОСТ 32;

3) дюймовой диаметром 1/4" и от 1" и выше.

При нарезании резьбы в твердых и особо вязких металлах применяются метчики комплектом из 3 шт. для всех без исключения размеров основных резьб.

Метчики рассчитываются таким образом, чтобы первый метчик удалял примерно 50%, второй 35%, а третий 15% всего объема снимаемого металла.

Основные положения по разработке элементов резьбы чистового третьего метчика изложены в разделе «Резьба метчиков».

Метчики стандартизованы только до диаметра 52 мм. Размеры метчиков диаметром выше 52 мм и допуски на их изготовление необходимо согласовывать с требованиями производства.

Обычно размеры чистового метчика определяются из следующих соотношений.

1. Наружный диаметр:

а) номинальный

$$d'_0 = 1,0075d_0 \text{ мм}; \quad (60)$$

б) наибольший

$$d''_0 = d'_0 + \text{допуск по классу } A_{3a}. \quad (61)$$

2. Средний диаметр:

а) наименьший

$$d'_{cp} = d_{cp} + 0,016\sqrt{S} \text{ мм}; \quad (62)$$

б) наибольший

$$d''_{cp} = d'_{cp} + 0,009\sqrt{d_0} \text{ мм} \quad (63)$$

3. Внутренний диаметр наибольший

$$d'_1 = d_1 + 0,055S \text{ мм}. \quad (64)$$

Размеры резьбы черновых и средних метчиков определяются следующим образом.

1. Наружный диаметр чернового метчика равен:

а) наибольший

$$d''_{0ч} = d_0 - 0,55S; \quad (65)$$

б) наименьший

$$d'_{0ч} = d''_{0ч} - \text{допуск по } A_4. \quad (66)$$

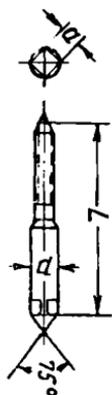
2. Наружный диаметр $d'_{0н}$ среднего метчика равен:

а) наибольший

$$d''_{0н} = d'_0 - 0,17S; \quad (67)$$

б) наименьший

$$d'_{0н} = d''_{0н} - \text{допуск по } A_4.$$



Фиг. 38.
Метчики с
диаметром
хвоста боль-
ше резьбы.

3. Средний диаметр $d'_{cp. ч}$ черного метчика диаметром 3 мм и выше равен:

а) наибольший

$$d''_{cp. ч} = d'_{cp} - 0,16S, \quad (68)$$

где d'_{cp} — наименьший средний диаметр чистового метчика;

б) наименьший

$$d'_{cp. ч} = d_{cp} - \text{допуск по классу } A_3. \quad (69)$$

4. Средний диаметр $d'_{cp. n}$ среднего метчика равен:

а) наибольший

$$d''_{cp. n} = d'_{cp} - 0,007 \sqrt{S}; \quad (70)$$

б) наименьший

$$d'_{cp. n} = d''_{cp. n} - \text{допуск по классу } A_3. \quad (71)$$

Наибольший внутренний диаметр $d'_{1ч}$ черного метчика равен

$$d''_{1ч} = d'_1 - (0,03 + 0,12\sqrt{S}), \quad (72)$$

где d''_1 — наибольший внутренний диаметр чистового метчика.

Наибольший внутренний диаметр d''_{1n} среднего метчика определяется по формуле

$$d''_{1n} = d'_1 - 0,09 \sqrt{S}. \quad (73)$$

Комплектом из 2 шт. изготавливают ручные метчики для нарезания следующих резьб:

- 1) основной метрической по ОСТ 32 диаметром 6—24 мм;
- 2) дюймовой по ОСТ 1260 диаметром от $1/4$ —1";
- 3) мелкометрических по ОСТ 271, 272, 4120, 4121 и 4122;
- 4) трубной по ГОСТ 6357-52.

Размеры резьбы чистовых метчиков при комплекте из 2 шт. такие же, что и ручных метчиков из 3 шт. в комплекте.

Размеры резьбы черного метчика определяются из следующих формул.

1. Наружный диаметр:

а) наибольший

$$d''_{0ч} = d'_0 - 0,25S; \quad (74)$$

б) наименьший

$$d'_{0ч} = d''_{0ч} - \text{допуск по классу } A_4. \quad (75)$$

2. Средний диаметр:

а) наибольший

$$d''_{cp. ч} = d_{cp} - 0,07 \sqrt{S}; \quad (76)$$

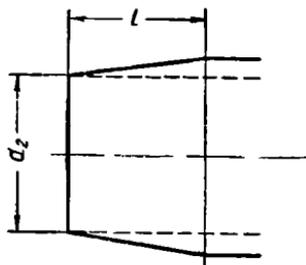
б) наименьший

$$d'_{ср.ч} = d''_{ср} - \text{допуск по классу } A_3. \quad (77)$$

3. Внутренний диаметр наибольший

$$d''_{ч} = d''_1 - 0,1\sqrt{S}. \quad (78)$$

Габаритные размеры ручных метчиков стандартизованы для метрических резб диаметром от 1 до 52 мм, дюймовых от 1/4 до 2" и трубных от 1/8 до 2".



Фиг. 39. Размеры заборного конуса метчика.

Диаметр метчика у начала заборного конуса d_2 делается равным (фиг. 39)

$$d_2 = d_1 - (0,1 \div 0,2) \text{ мм}. \quad (79)$$

Обратная конусность, согласно ГОСТ 3449-54, делается равной 0,02—0,05 на всей длине рабочей части. Квадрат по ОСТ НКТП 112-39.

Длину заборного конуса у ручных метчиков принимают по табл. 12 (фиг. 39).

Таблица 12

Наименование резьбы	Число ниток на длине заборного конуса				
	Комплект из 3 шт.			Комплект из 2 шт.	
	Чистовой метчик	Средний метчик	Черновой метчик	Чистовой метчик	Черновой метчик
Основная метрическая и дюймовая	1,5—2,0	2,5	4	1,5—2,0	4,8
Мелкометрическая и трубная	—	—	—	1,5—2,0	4,8

4. КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТЧИК-СВЕРЛО

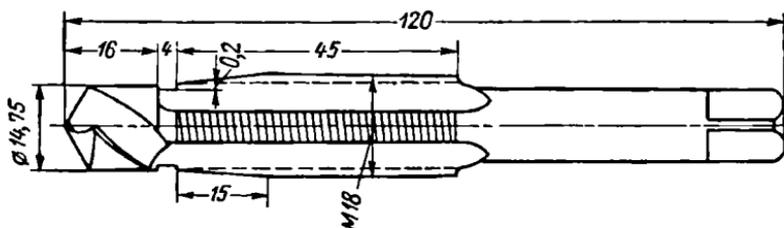
Некоторое распространение в мелкосерийном производстве имеют комбинированные метчики-сверла (фиг. 40). Этот инструмент предназначен для нарезания резьбы невысокой точности. Его можно использовать для нарезания крепежных резьб только в том случае, если отверстие сквозное и длина сверла превышает длину этого отверстия. Сверлить и нарезать резьбу с большим шагом этим инструментом в глубоких отверстиях нельзя, так как подача при сверлении должна быть равна шагу резьбы, что возможно только при нарезании резьбы с очень мелким шагом, для которой этот инструмент употребляется очень редко. Метчики изготавливаются с прямыми и винтовыми канавками.

Диаметр сверла равен

$$d_c = d_0 - 1,1S,$$

где d_c — диаметр сверла в мм.

Длина метчика и его режущие элементы следующие: длина заборного конуса равна $(3 \div 4) S$; длина рабочей части равна длине рабочей части ручного метчика.

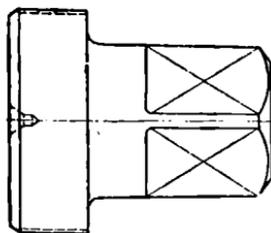


Фиг. 40. Комбинированный метчик-сверло.

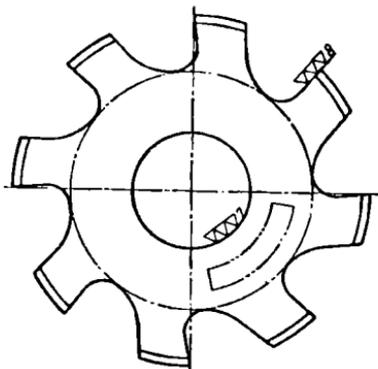
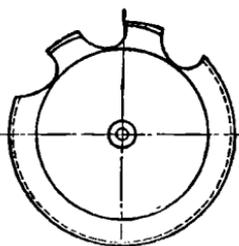
Длина сверла равна $2,5d_c$ для метчиков диаметром 10—20 мм и $2d_c$ для метчиков диаметром 20—40 мм. Режущие элементы сверла те же, что и у нормальных сверл. Угол подъема винтовой канавки делается меньше обычных сверл в пределах от 15 до 20°.

5. КАЛИБРОВОЧНЫЕ МЕТЧИКИ

Для окончательной калибровки крупных резьб после нарезания резцом или фрезерования применяются специальные калибровочные метчики. Обычно эти метчики выполняются с очень жесткими допусками по элементам резьбы и с коротким заборным конусом. Поскольку они



Фиг. 41. Метчик калибровочный хвостовой.



Фиг. 42. Метчик калибровочный насадной.

предназначаются для снятия очень небольшого припуска, то глубина канавок делается небольшой. Метчики изготовляют как хвостовые (фиг. 41), так и насадные (фиг. 42).

Допуски на размеры резьбы строятся по тому же принципу, что и для прочих метчиков. Учитывая, что износ калибровочного метчика

обычно незначителен, нижнее отклонение по среднему диаметру превышает номинальный средний диаметр всего на 0,02 мм. Наружный диаметр значительно увеличивается против наибольшего диаметра резьбы. Это делается для увеличения прямолинейного участка на сторонах профиля резьбы.

Наименьший внутренний диаметр резьбы метчика делается меньше соответствующего диаметра резьбы гайки из расчета, что метчик не должен резать внутренним диаметром. Допуски на средний диаметр обычно даются по классу С ГОСТ 7250-54.

Калибровочные метчики всегда рассчитываются на калибровку вручную.

Число перьев принимается 3—8 (см. табл. 7). Ширина пера берется в пределах 9—14 мм в зависимости от обрабатываемого материала; чем вязче обрабатываемый материал, тем меньше должна быть ширина пера. Передний угол равен 4—6°. Спад затылка по профилю по ширине пера равен 0,02—0,03 мм. По заборному конусу задний угол принимается 8—10°, т. е. больше, чем у ручных метчиков.

Калибровочные метчики изготавливают из быстрорежущей стали P18 и из углеродистой стали У12А.

6. МЕТЧИКИ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ НА СТАНКАХ

Для нарезания резьбы на станках применяют метчики следующих типов:

1) гаечные, предназначенные для нарезания резьбы на револьверных и гайкорезных станках в один проход;

2) станочные, предназначенные для нарезания резьбы на специальных станках; они отличаются от гаечных метчиков длиной хвоста и тем, что на хвосте не имеют квадрата;

3) машинные, предназначенные для нарезания резьбы на сверлильных станках в один или два прохода; эти метчики рассчитываются на нарезание как глухой, так и сквозной резьбы;

4) метчики с изогнутым хвостом, предназначенные для использования на специальных гайкорезных автоматах, нарезающих гайки непрерывным процессом.

Гаечные метчики

Гаечные метчики для основной метрической и дюймовой резьбы изготавливают как с коротким, так и с длинным хвостом. Метчики для мелкометрических резьб изготавливают только с длинным хвостом.

Метчики с коротким хвостом после нарезания резьбы вывинчиваются из нарезанного отверстия. У метчиков диаметром до 6 мм диаметр хвоста больше внутреннего диаметра резьбы. Метчики с длинным хвостом изготавливаются от диаметра 3 мм и выше и предназначаются для сквозного нарезания резьбы без вывинчивания метчика из нарезанного изделия. Диаметр хвоста в этих метчиках всегда меньше внутреннего диаметра резьбы.

Размеры резьбы гаечных метчиков те же, что и у ручных чистовых метчиков.

Поскольку гаечные метчики рассчитаны на нарезание резьбы в один проход, заборный конус у них делается значительной длины, зависящей от диаметра и шага резьбы.

Установлено, что с уменьшением длины заборного конуса величина крутящего момента уменьшается; при этом, однако, увеличивается нагрузка на единицу длины заборного конуса, следствием чего является резкое увеличение нагрузки на перо метчика, что может привести к его поломке. Поэтому в настоящее время длину заборного конуса делают равной длине нарезаемого изделия, т. е. до 12 ниток.

Гаечные метчики работают с большим напряжением, так как нарезают резьбу в один проход. Поэтому необходимо проверять их на прочность.

При расчете предполагается, что метчик представляет собой стержень диаметром, равным сердцевине. Крутящий момент можно взять по нормативам НИБТН¹. Допускаемое напряжение на скручивание можно принять равным $R_z = 50 \text{ кг/мм}^2$.

Тогда допускаемый крутящий момент

$$M_{кр \text{ max}} = \frac{\pi D_1^3}{16} \cdot R_z. \quad (80)$$

Сравнивая $M_{кр}$, рассчитанный по формуле (80), с фактическим, либо по данным НИБТН, можно установить, является ли метчик достаточно прочным.

Если $M_{кр}$ превысит допускаемый, необходимо увеличить сердцевину.

Так как в формулу, определяющую допускаемый крутящий момент, диаметр сердцевины входит в третьей степени, то сердцевину обычно достаточно увеличить на небольшую величину, чтобы резко увеличить допустимый крутящий момент. Запас прочности в этом случае брать не надо, так как, помимо сердцевины, на скручивание работают также перья метчика.

Длина рабочей части гаечных метчиков стандартизована. Она состоит из двух частей: заборного конуса и направляющей части. Длина заборного конуса делается равной от 8 до 12 ниток.

Диаметр переднего конца d_2

$$d_2 = d_1 - (0,2 \div 0,3) \text{ мм.}$$

Направление канавок обычно делается осевым (фиг. 43). Иногда у метчиков, нарезающих крупную резьбу, на заборном конусе делают подточку зуба (фиг. 44) под небольшим (5—10°) углом. Такая подточка обеспечивает выход стружки вперед. Эти метчики применяются главным образом при нарезании основной

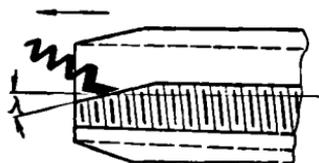
¹ Режимы резания металлов инструментами из быстрорежущей стали, Машгиз, 1950.

резьбы, когда крутящий момент получается значительным, и сердцевину метчика стремятся делать возможно более прочной.

Профиль канавок такой же, как и у ручных метчиков. Однако номера профилей не совпадают с номерами профилей ручных метчиков, что видно из табл. 9.



Фиг. 43. Метчик гаечный с прямой канавкой.



Фиг. 44. Метчик гаечный с подточкой на заборном конусе.

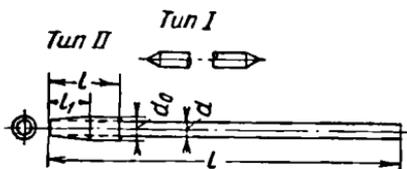
Для нарезания резьбы в вязких металлах применяются гаечные метчики со срезанной частью зубьев, которые срезаются (фиг. 45) через зуб. Такие метчики могут быть изготовлены только с нечетным числом перьев.



Фиг. 45. Метчик с резьбой, срезанной через зуб.

Зуб срезается для облегчения отвода стружки. При нарезании вязких металлов стружка получается сливная, что затрудняет удаление ее из канавок. Стружка заполняет впадины между зубьями и заземляется там.

Для облегчения отвода стружки зуб срезается полностью до внутреннего диаметра. По остальным элементам метчики ничем не отличаются от обычных гаечных метчиков.



Фиг. 46. Метчики станочные.

Станочные метчики (фиг. 46)

Станочные метчики имеют цилиндрический хвост без квадрата и зажимаются в цанговом патроне станка. Хвост у этих метчиков очень длинный. Профили резьбы и канавок те же, что и у гаечных метчиков. Основные размеры станочных метчиков даны в ГОСТ 1604-54.

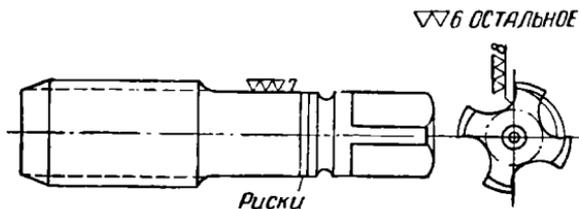
Метчики машинные

Машинные метчики изготавливаются из быстрорежущей стали Р18 и бывают двух типов: с нормальным хвостом и со специальным хвостом.

Машинные метчики с нормальным хвостом стандартизованы (ГОСТ 3266-46 и 3267-46) и изготавливаются двух основных типов:

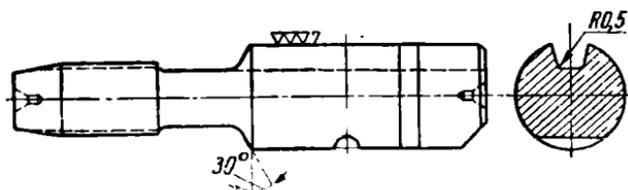
а) комплектом из 1 шт., предназначенные для нарезания резьбы за один проход в чугунах, и

б) комплектном из 2 шт., предназначенные для нарезания резьбы в стали за два прохода.



Фиг. 47. Метчик машинный со стандартным хвостом.

Конструктивно эти метчики мало отличаются от ручных метчиков. Число канавок у них принимается несколько меньшим, чем



Фиг. 48. Метчик машинный со специальным хвостом.

у ручных метчиков. Хвост отличается тем, что на нем имеется канавка для крепежного винта предохранительного патрона; хвост по диаметру изготавливается по 2-му классу точности. Размеры резьбы такие же, как у ручных и гаечных метчиков.

Длина заборного конуса чистового метчика для крепежных резьб стандартизована (ГОСТ 3266-46 и 3267-46).

Профиль резьбы шлифуется и выдерживается по классу Д.

Передний угол при нарезании резьбы в чугунах делается равным 5—10°, а при нарезании резьбы в стали 10—20°.

Все остальные элементы те же, что и у ручных метчиков.

Размеры резьбы и длина заборного конуса предварительного метчика соответствуют размерам резьбы черного ручного метчика (комплект из 2 шт.).

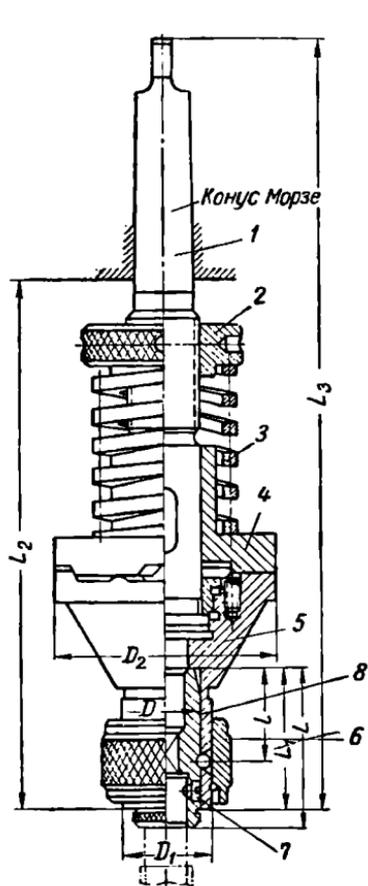
По конструкции хвостовой части машинные метчики бывают двух видов:

- 1) метчики со стандартным хвостом (фиг. 47);
- 2) метчики со специальным хвостом (фиг. 48).

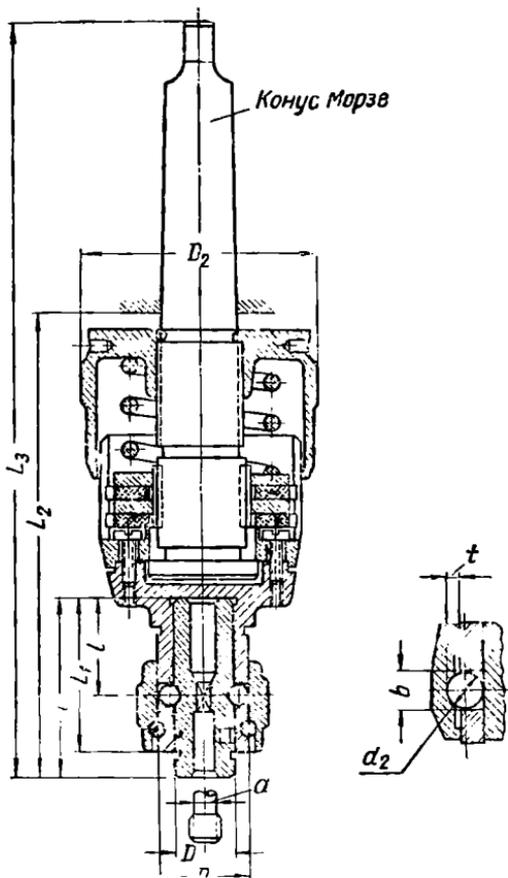
Метчики машинные закрепляются в специальном предохранительном патроне, могущем передавать крутящий момент только определенной величины. Это необходимо для предупреждения поломок машинных метчиков при нарезании ими глухих резьб.

Предохранительные патроны для метчиков

Для нарезания метчиками резьбы на станках применяются специальные патроны различных конструкций. Одна из них представлена



Фиг. 49. Патрон предохранительный по ГОСТ 2751-51.



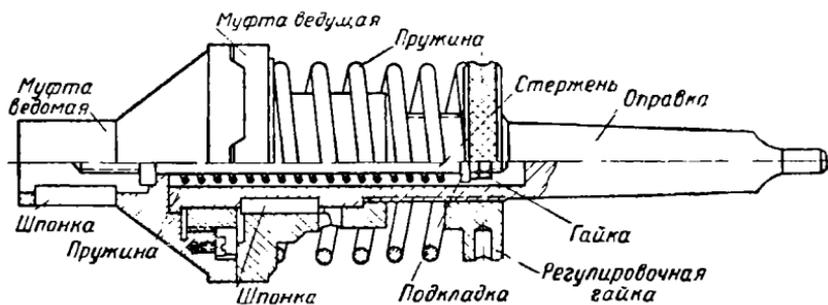
Фиг. 50. Патрон для мелких метчиков диаметром от 6 до 10 мм.

на фиг. 49. Эта конструкция стандартизована (ГОСТ 2751-51) и предназначена для установки патрона на сверлильных станках.

Метчик закреплен в быстросменной втулке 8, которая посредством шарика и кольца 6 закрепляется в муфте 5. Муфта 5 может поворачиваться на хвостовике 1, но не может по нему перемещаться в осевом направлении. Эта муфта сцепляется с муфтой 4, имеющей возмож-

ность перемещаться по хвостовику в осевом направлении, но не имеющей возможности на нем вращаться. Муфта 4 прижимается пружиной 3 к муфте 5. Силу нажима можно регулировать гайкой 2. Во время нарезания резьбы обе муфты сцеплены между собой. Как только на метчике возникает крутящий момент, превышающий определенную величину, муфта 5 отжимает муфту 4 и вращение метчика прекращается. Таким образом, патрон предохраняет метчик от поломки.

Метчик закрепляется в быстросменной втулке 8 винтом 7. При повороте кольца 6 втулка 8 легко вынимается из патрона. Стандартизовано три размера этих патронов для метчиков диаметром 8—42 мм.



Фиг. 51. Патрон для метчиков со специальным хвостом.

На станкостроительном заводе имени Орджоникидзе применяются патроны такого же типа, но для более мелких метчиков, диаметром 6—10 мм (фиг. 50).

Патрон для метчиков со специальным хвостом показан на фиг. 51; он тоже предназначен для установки на сверлильном станке.

Принцип работы патрона тот же, что и патронов первой конструкции; они отличаются только способом крепления метчика.

В этом патроне метчик может продвигаться самостоятельно вне зависимости от продвижения патрона.

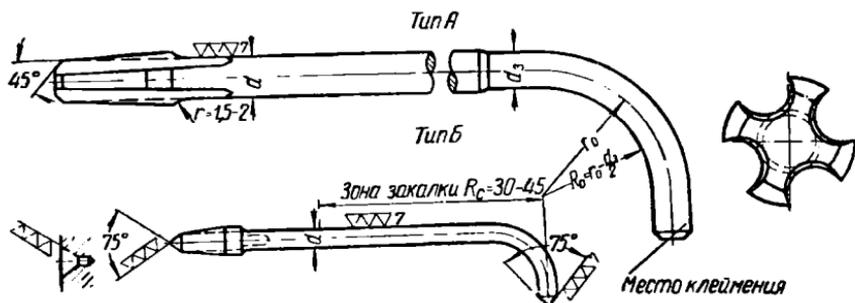
Гайконарезные метчики с изогнутым хвостом

Гайконарезные метчики (фиг. 52) применяются на специальных гайконарезных автоматах. Принцип их работы заключается в непрерывном нарезании гаек, которые по хвосту продвигаются и сваливаются в специальный бункер. Для передачи крутящего момента хвост метчика имеет изогнутую форму. Такие метчики изготавливают согласно ГОСТ 6951-54 диаметром 5—24 мм.

Существует два метода нарезания гаек на автоматах: первый, — когда метчик вращается, а нарезаемая гайка имеет только поступательное движение, и второй, — когда метчик не вращается, а вращается нарезаемая гайка. И в том и другом случае метчик работает следующим образом.

Метчик устанавливается в патроне, в котором имеется канал изогнутой формы; перед закреплением метчика в патроне на его

хвостовик нанизывают гайки. Из специального магазина гайки автоматически подводятся к метчику и после нарезания надеваются на хвост, продвигая при этом имеющиеся на хвосте гайки, которые постепенно сходят с хвоста. Режущая часть этих метчиков по конструкции соответствует обычным гаечным метчикам, однако размеры резьбы отличаются от принятых для гаечных метчиков. Метчики с изогнутым хвостом плохо направляются во время нарезания резьбы, поэтому они разбивают резьбу на изделии в большей степени, чем гаечные метчики, и потому предельные размеры по среднему диаметру у гайконарезных метчиков немного занижают.



Фиг. 52. Метчики гайкорезные с изогнутым хвостом.

Длина рабочей части определяется длиной заборного конуса, равной 8 ниткам, и длиной направляющей части, равной высоте гайки, нарезаемой метчиками. Диаметр переднего конца

$$d_2 = d_1 - (0,2 \div 0,4) \text{ мм.}$$

Хвост делается ступенчатым. Его диаметр на изогнутой части несколько меньше, чем на прямой части; это делается для того, чтобы гайка могла свободно пройти на этом участке, а вместе с тем хвост не был бы ослаблен на прямом участке.

Прямой участок является направляющим для метчика.

Диаметр прямого участка d_3 определяется по формуле

$$d_3 = d_1 - (0,1 \div 0,2) \text{ мм.} \quad (81)$$

Диаметр изогнутого участка d_4 равен

$$d_4 = d_3 - (0,3 \div 0,4) \text{ мм.} \quad (82)$$

У метчиков диаметром 5 и 6 мм ступенька на хвосте не делается.

7. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТЧИКОВ С ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБОЙ

Техническими условиями на метчики по ГОСТ 3449-46 предусмотрены допуски на следующие элементы:

на диаметр хвоста: у ручных, гаечных и станочных метчиков C_B (ОСТ 1015); у машинных метчиков C_3 ; у машинных метчиков до-

пуск более жесткий, потому что при работе с предохранительным патроном хвост вставляется в сменную втулку.

Допуски на метчики приведены в табл. 13.

Таблица 13

Типы метчиков	В конце заборной части				На калибровочной части			
	Степень точности							
	С и D		Е и Н		С и D		Е и Н	
	Диаметр в мм	Биение	Диаметр в мм	Биение	Диаметр в мм	Биение	Диаметр в мм	Биение
Машинные и станочные	До 25	0,03	До 11	0,06	До 25	0,02	До 25	0,03
	Св. 25	0,04	Св. 11	0,08	Св. 25	0,03	Св. 25	0,04
Гаечные с прямым и изогнутым хвостом	До 25	0,03	—	—	До 25	0,02	—	—
	Св. 25	0,04	—	—	Св. 25	0,03	—	—
Ручные	—	—	До 11	0,08	—	—	До 11	0,06
	—	—	Св. 11	0,06	—	—	Св. 11	0,08

Более жесткие допуски на машинные и станочные метчики установлены потому, что те и другие закрепляются во втулке или в цанговом патроне.

8. МЕТЧИКИ ДЛЯ ТРАПЕЦОИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ

При нарезании трапецидальной резьбы метчик снимает большой объем стружки в очень неблагоприятных условиях. По сравнению с остроугольной резьбой по ОСТ 32 при нарезании трапецидальной резьбы по ОСТ 2410 объем стружки в 2 раза больше. Так, для резьбы по ОСТ32 М20 × 2,5 поперечное сечение снимаемого слоя равно 2,03 мм², а для резьбы того же диаметра по ОСТ 2410 (20 × 4) поперечное сечение снимаемого слоя равно 4 мм². Вследствие сказанного конструкция метчиков для нарезания трапецидальной резьбы значительно отличается от конструкции метчиков для остроугольной резьбы.

Трапецидальная резьба нарезается двумя и более метчиками. Первый метчик снимает большую часть стружки. Схема снятия стружки метчиками для трапецидальной резьбы представлена на фиг. 53. Каждый метчик в основном снимает стружку режущей кромкой на образующей заборного конуса. Боковые стороны профиля почти не загружены. Такая схема резания применяется потому, что при большой нагрузке боковых сторон профиля две образую-



Фиг. 53. Схема снятия стружки трапецидальными метчиками.

щиеся при этом с обеих сторон стружки будут упираться друг в друга и создавать неблагоприятные условия для их отвода.

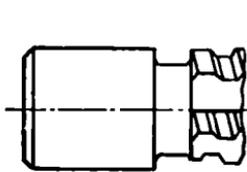
Распределение нагрузки на каждый метчик комплекта в процентах дано в табл. 14.

Длина заборного конуса делается обычно довольно значительной, так как эти метчики предназначаются в основном для сквозного нарезания. У калибрующих метчиков при работе по чугуну и бронзе рекомендуется длина заборного конуса, равная 9 ниткам, а по стали 16 ниток. Предварительные метчики имеют заборный конус длиной при нарезании бронзы и чугуна 18—10 ниток, а при нарезании стали 22—17 ниток.

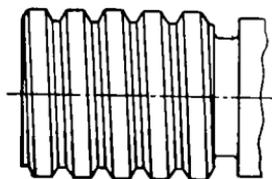
Таблица 14

Число метчиков в комплекте	№ метчика				
	1	2	3	4	5
3	50	30	20	—	—
4	40	28	20	12	—
5	30	27	21	15	7

Метчики для трапециoidalной резьбы должны иметь направляющую часть, выполненную либо в виде гладкого цилиндра у первого метчика, либо неполной резьбы у последующих.



Фиг. 54. Направляющая часть первого метчика для трапециoidalной резьбы.



Фиг. 55. Направляющая часть всех метчиков для трапециoidalной резьбы (кроме первого).

Диаметр гладкой направляющей части (фиг. 54) делается равным внутреннему диаметру резьбы с допуском в тело 0,05—0,1 мм. Длина направляющей части должна быть не менее 1,5—2 шагов резьбы для обеспечения хорошего направления метчика во время нарезания резьбы.

Резьбовая направляющая часть (фиг. 55) должна иметь по среднему диаметру размер, соответствующий размеру среднего диаметра предыдущего метчика. Наружный диаметр резьбовой части должен быть на 0,05—0,1 мм меньше наружного диаметра режущей части предыдущего метчика. Канавки на направляющей части нежелательны, однако поскольку технологически они неизбежны, необходимо острые края на резьбе закруглить или притупить.

Н а р у ж н ы й д и а м е т р метчика определяется в зависимости от распределения нагрузки между метчиками в комплекте.

Площадь сечения впадины резьбы изделия определится из формулы

$$F = \frac{S}{2} (h_1 + h_2) + \operatorname{tg} \alpha (h_1^2 - h_2^2), \quad (83)$$

где F — площадь осевого сечения впадины резьбы изделия в $мм^2$;
 h_1 — высота головки резьбы метчика в $мм$;
 h_2 — высота ножки резьбы изделия в $мм$.

При постоянной величине среднего диаметра резьбы метчиков в комплекте наружный диаметр каждого номера в зависимости от процента загрузки определится следующим образом: если процент загрузки первого P , второго P_1 , третьего P_2 и т. д., то площадь поперечного сечения слоя, снимаемого первым метчиком, будет равна

$$F_1 = \frac{PF}{100}, \quad (84)$$

а наружный диаметр метчика d_{o1} будет равен (фиг. 56)

$$d_{o1} = d_1 + 2h'_2, \quad (85)$$

где

$$h'_2 = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \sqrt{\frac{b^2}{4 \operatorname{tg}^2 \alpha} - \frac{F_1}{\operatorname{tg} \alpha}}. \quad (86)$$

b , в свою очередь, определяется по формуле

$$b = \frac{S}{2} + 2h_2 \operatorname{tg} \alpha. \quad (87)$$

Наружный диаметр второго метчика определится

$$d_{o2} = d_1 + 2h''_2, \quad (88)$$

где

$$h''_2 = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \sqrt{\frac{b^2}{4 \operatorname{tg}^2 \alpha} - \frac{F_2}{\operatorname{tg} \alpha}} \quad (89)$$

и

$$F_2 = \frac{(P + P_1)F}{100}. \quad (90)$$

Наружный диаметр третьего метчика получим из формулы

$$d_{o3} = d_1 + 2h'''_2, \quad (91)$$

где

$$h'''_2 = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \sqrt{\frac{b^2}{4 \operatorname{tg}^2 \alpha} - \frac{F_3}{\operatorname{tg} \alpha}} \quad (92)$$

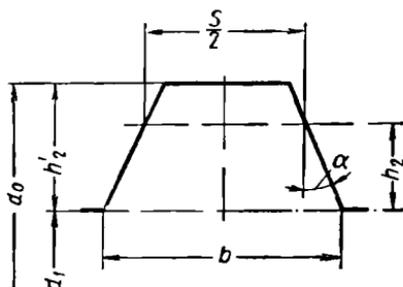
и

$$F_3 = \frac{(P + P_1 + P_2)F}{100} \quad (93)$$

и т. д.

Средний диаметр метчика для нарезания резьб невысокой точности можно делать постоянным, но только несколько увеличенным против размера среднего диаметра резьбы изделия. Это увеличение определяется из следующей формулы:

$$\Delta d_{cp} = 0,06 + 0,01S. \quad (94)$$



Фиг. 56. Определение поперечного сечения слоя материала, снимаемого метчиком для трапециoidalной резьбы.

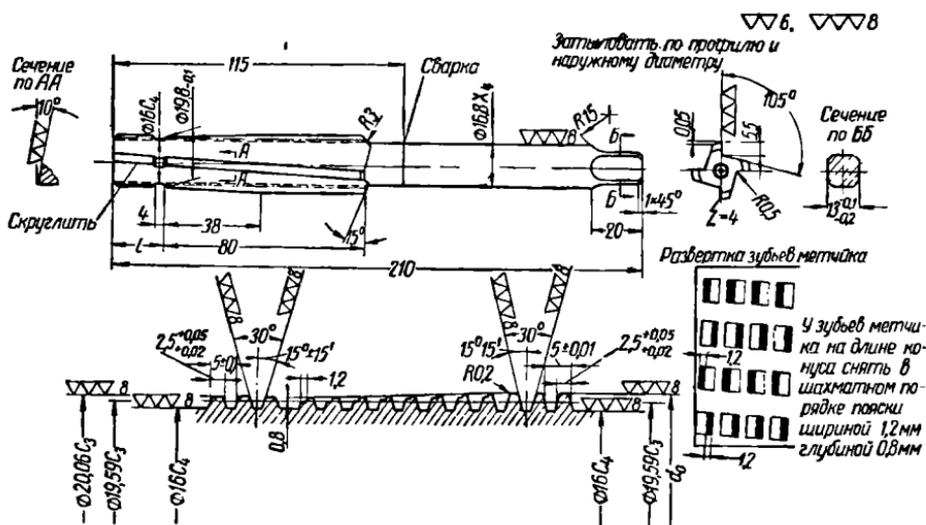
Однако в том случае, если требуется нарезать чистую резьбу и с достаточной точностью, необходимо дать постепенное возрастание среднего диаметра метчика от первого к последнему. Это возрастание будет равно

$$\Delta d_{cp} \approx 0,1S. \quad (95)$$

Расчет диаметров метчиков в этом случае будет несколько отличаться от предыдущего. Величина b для каждого метчика будет переменной и определится следующим образом:

$$\begin{aligned} b &= \frac{S}{2} + 2h_2 \operatorname{tg} \alpha - \frac{a(m-1)}{n-1} \operatorname{tg} \alpha = \\ &= \frac{S}{2} + 2h_2 \operatorname{tg} \alpha - 0,1S(m-1) \operatorname{tg} \alpha; \end{aligned} \quad (96)$$

здесь a — разница между средними диаметрами последнего и первого метчиков, равная приблизительно $0,1S(n-1)$, где n — число метчиков в комплекте; m — номер метчика.



Фиг. 57. Метчики для трапецидальной резьбы конструкции завода «Красный пролетарий».

Во всем остальном расчет тот же, что и метчиков с постоянным средним диаметром.

Станкостроительный завод «Красный пролетарий» применяет для нарезания левой однозаходной трапецидальной резьбы с шагом 5 мм, диаметром 22 мм комплект метчиков из 2 шт. следующей конструкции.

Оба метчика имеют одинаковые внутренние и средние диаметры. Наружный диаметр первого метчика на 3,07 мм меньше окончательного. Первый метчик имеет короткую цилиндрическую направляющую часть, окончательный — резьбовую.

Особенностью этой конструкции являются:

- а) винтовые канавки правые (метчик левый);
- б) угол подъема винтовых канавок равен 4° , т. е. немного меньше угла подъема резьбы на среднем диаметре;
- в) на зубьях заборной части сделаны при вершинах вырезы (фиг. 57) в шахматном порядке, которые изменяют форму стружки, увеличивая ее толщину и уменьшая длину, что понижает удельную силу резания при образовании стружки.

Так как на нормальную трапециoidalную резьбу допуски довольно широкие, то и на метчики для нарезания этой резьбы допуски также широкие по всем элементам, за исключением шага, который необходимо изготовлять с малыми допусками. Особенно это относится к метчикам, имеющим резьбовую направляющую часть.

Допуски установлены следующие:

1. На элементы профиля: на наружный диаметр от $\pm 0,08$ до $0,10$ мм; средний диаметр от $\pm 0,04$ до $0,05$ мм; на внутренний диаметр — $0,3$ мм;

2. На половину угла $\pm 15'$. Поскольку трапециoidalная резьба имеет довольно значительную высоту, то такой допуск не является жестким.

3. По шагу метчики изготовляются с допуском от $\pm 0,02$ до $\pm 0,04$ мм.

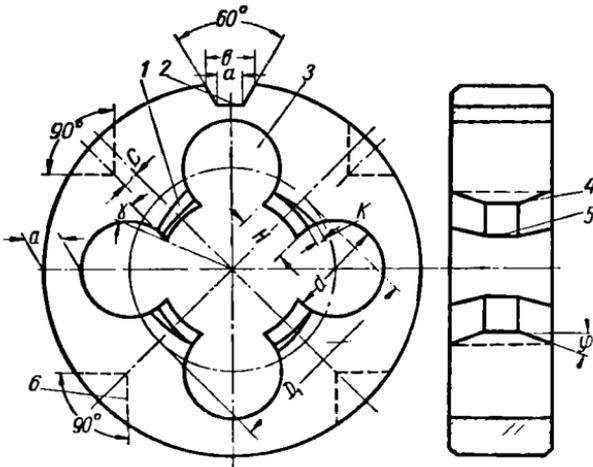
ГЛАВА IV

ПЛАШКИ КРУГЛЫЕ

Круглые плашки служат для нарезания наружной резьбы, и их можно применять как на станках, так и вручную. Они малопроизводительны и не обеспечивают нарезания точной резьбы, однако имеют широкое применение благодаря дешевизне и несложной эксплуатации.

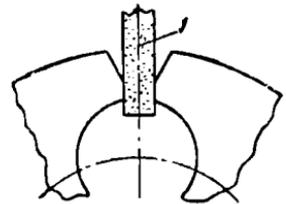
Круглая плашка, как правило, предназначена для нарезания резьб диаметром до 52 мм в один проход. Для более крупных резьб

применяют плашки особой конструкции, предназначенные только для зачистки резьбы после предварительного ее нарезания другими методами.



Фиг. 58. Плашка круглая:

1 — режущее перо; 2 — паз под регулировочный винт; 3 — стружечное отверстие; 4 — заборный конус; 5 — калибрующая часть; 6 — крепежные зацентровки.



Фиг. 59. Разрезание плашки круглой: 1 — режущее перо; 2 — шлифовальный круг.

Круглая плашка имеет следующие основные конструктивные элементы (фиг. 58): режущие перья, стружечные отверстия, заборный конус, калибрующую или направляющую часть, крепежные зацентровки, паз для регулировочного винта.

К геометрическим параметрам режущей части круглой плашки относятся: передний угол γ , измеренный в плоскости, перпендикулярной к оси плашки; задний угол α , определяющийся величиной спада затылка на заборном конусе и измеряемый тоже в плоскости,

перпендикулярной к оси плашки; угол заборного конуса φ ; ширина пера H .

Плашка работает обычно самозатягиванием и режет только заборным конусом, который, как и у метчиков, имеет задний угол. На калибрующей части резьбы плашка заднего угла не имеет. Эта часть резьбы служит для навинчивания плашки на нарезаемую резьбу и исполняет роль ходового винта при нарезании резьбы. После окончания нарезания резьбы плашка свинчивается с нарезаемого изделия. Новые плашки до износа по резьбе работают неразрезанными по перемычке (фиг. 58). После износа плашка разрезается по перемычке и может регулироваться на размер (фиг. 59).

1. КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАШКИ

Н а р у ж н ы й диаметр D . Величина наружного диаметра зависит от многих элементов плашки: диаметра резьбы, ширины пера, диаметра стружечных отверстий и расстояния от стружечного отверстия до наружной поверхности плашки.

При проектировании плашек за основу берут наружные диаметры, указанные в ГОСТ 2173-51. Эти диаметры следующие: 16, 20, 25, 30, 38, 45, 55, 65, 75, 90, 100.

Расстояние от стружечного отверстия до наружного диаметра a (фиг. 58) приблизительно определяется по следующей формуле:

$$a = 0,8\sqrt{D} \text{ мм}, \quad (97)$$

где D — наружный диаметр плашки в мм.

Угол заборного конуса φ делается равным 25° . Число стружечных канавок зависит от ширины пера, которая, в свою очередь, зависит от шага резьбы. Чем больше шаг, тем больше стружки приходится снимать заборным конусом; соответственно возрастает нагрузка на перья плашки.

Практикой установлена следующая формула для расчета ширины пера H :

$$H = \frac{\pi d_1}{z} \cdot 0,4 = 1,26 \frac{d_1}{z} \text{ мм}, \quad (98)$$

где d_1 — внутренний диаметр резьбы в мм;
 z — число перьев.

Наименьшая ширина пера H должна быть не более чем на 2 мм меньше величины H_{\min} , учитывая величину слоя, снимаемого при перетачивании. Из условий прочности практикой установлено, что минимальная ширина пера должна быть не менее шага нарезаемой резьбы.

Таким образом, из формулы (98) имеем

$$H_{\min} = 1,26 \frac{d_1}{z} - 2 = S,$$

откуда

$$z = \frac{1,26d_1}{S + 2}, \quad (99)$$

Пример. Определить число перьев плашки для резьбы $M12 \times 1,75$, у которой $a_1 = 9,73$ мм и $S = 1,75$ мм.

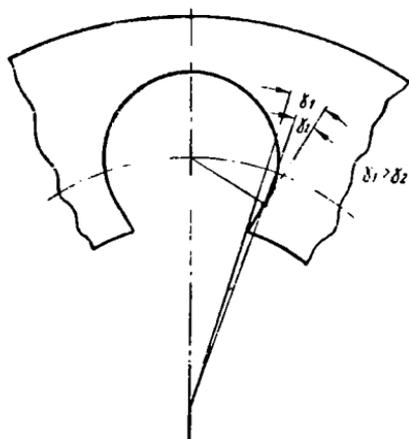
$$z = \frac{1,26 \cdot 9,73}{1,75 + 2} \approx 4.$$

Из конструктивных соображений толщину плашки связывают с наружным диаметром, делая толщину не менее чем $0,2D$. С другой стороны толщина плашки должна быть не меньше 8 и не больше 12 шагов.

Величины передних углов γ (в плоскости, перпендикулярной к оси, фиг. 60) в зависимости от обрабатываемого материала приведены ниже:

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

Для стандартных плашек угол γ берется равным 15—20°.



Передний угол изменяется вдоль режущей кромки. На внутреннем диаметре резьбы он больше, на наружном меньше (фиг. 60).

Величина заднего угла α на заборном конусе, измеренного в плоскости, перпендикулярной к оси, принимается равной 6—8°. Величина спада затылка K на заборном конусе (фиг. 58) в плоскости, перпендикулярной к оси, определяется из формулы:

Фиг. 60. Передний угол в круглой плашке.

$$K = 0,4 \frac{D}{z} \text{ мм.} \quad (100)$$

Затылование плашек производится в осевом направлении. Спад затылка в этом направлении определяется по формуле

$$K_{oc} = K \text{ ctg } \varphi. \quad (101)$$

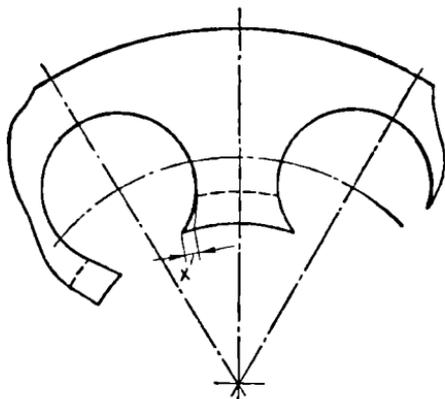
Вопрос выбора размеров стружечных отверстий при конструировании плашек является наиболее сложным. Расположение и диаметр стружечных отверстий должны быть выбраны таким образом, чтобы были обеспечены принятые величины

следующих элементов плашки: передний угол γ , величина перекрытия f_0 , ширина пера H , число перьев и расстояние a между стружечным отверстием и периферией плашки.

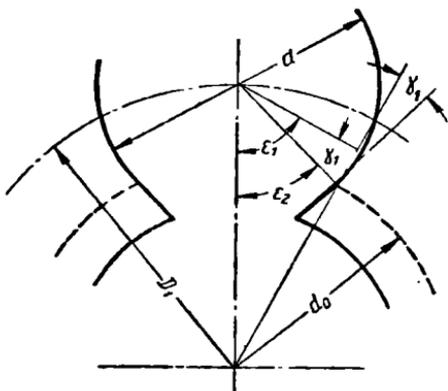
Диаметр и расположение стружечных отверстий зависят также от технологии их изготовления.

В зависимости от принятой технологии просвет между перьями в одном случае распиливается, а в другом не распиливается и только после термической обработки затачивается по передней поверхности.

Такая технология значительно удешевляет изготовление плашек и улучшает их качество. Для обеспечения этой технологии при



Фиг. 61. Снимаемый слой при затачивании плашки.



Фиг. 62. Величина переднего угла в зависимости от положения режущей точки.

проектировании плашек необходимо учесть дополнительные требования:

а) припуск на заточку x должен быть определенной величины, равной для резцов диаметром до 12 мм $0,03d_0$, свыше 12 мм $0,02d_0$ (фиг. 61);

б) стружечное отверстие должно перекрывать внутренний диаметр резца на величину f_0 , меньшую чем 0,2 диаметра стружечного отверстия;

в) передний угол на всей высоте резьбы должен быть в пределах ринятых величин (фиг. 62).

Расчет диаметра стружечных отверстий d и диаметра D_1 (фиг. 62), на котором расположены центры этих отверстий, производится по следующим формулам:

$$d = \frac{(D - 2a - 2l) \sin(\psi_3 + \gamma)}{1 + \sin(\psi_3 + \gamma)} \text{ мм.} \quad (102)$$

$$D_1 = D - 2a - d, \quad (103)$$

где

$$l = \frac{d_1 \sin \gamma}{2 \sin (\psi_3 + \gamma)}, \quad (104)$$

$$\operatorname{tg} \psi_3 = \frac{\sin \frac{180^\circ}{z}}{\cos \frac{180^\circ}{z} + 0,8}; \quad (105)$$

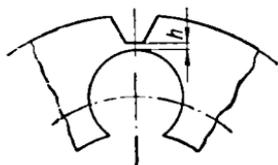
здесь d_1 — внутренний диаметр резьбы; z — число перьев.

Для того чтобы убедиться, не превышает ли перекрытие f_0 отверстий диаметров d и d_1 установленной величины, ее определяют из следующей формулы:

$$f_0 = \frac{d_1 - (D_1 - d)}{2}. \quad (106)$$

Эта величина не должна превышать $0,2d$.

Передний угол на наружном диаметре определяется из следующих формул:



$$\sin \varepsilon_1 = \frac{D_1^2 + d_0^2 - d^2}{2d_0D}, \quad (107)$$

$$\cos \varepsilon_2 = \frac{D_1^2 + d^2 - d_0^2}{2dD_1}. \quad (108)$$

Фиг. 63. Размер перемычки у круглых плашек.

Необходимо, чтобы

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 > \gamma_{1 \min}.$$

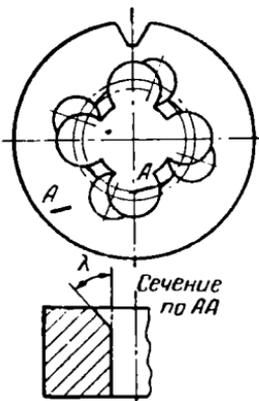
Наименьший угол γ_1 равен номинальному переднему углу минус 2° . Если номинальный угол равен 15° , то $\gamma_{1 \min} = 13^\circ$.

Определение d и D_1 по формулам (102) и (103) достигается после нескольких пробных расчетов, при которых изменяются исходные величины в заданных пределах. Большею частью при выполнении одних требований не выполняются другие, и поэтому приходится от какого-либо исходного размера отступить. Наибольшее отклонение допускается по ширине пера. При его увеличении уменьшается диаметр стружечного отверстия, увеличиваются диаметр D_1 и плоскость по передней поверхности.

Толщина перемычки h (фиг. 63) принимается равной $0,7-2$ мм.

2. КОНСТРУКЦИЯ ПЛАШЕК, У КОТОРЫХ СТРУЖКА ПРИ РЕЗАНИИ ВЫХОДИТ ВПЕРЕД (ФИГ. 64)

Такая конструкция отличается тем, что на заборном конусе плашки делается лунка под углом $\lambda = 20^\circ$, которая при резании направляет стружку вперед.

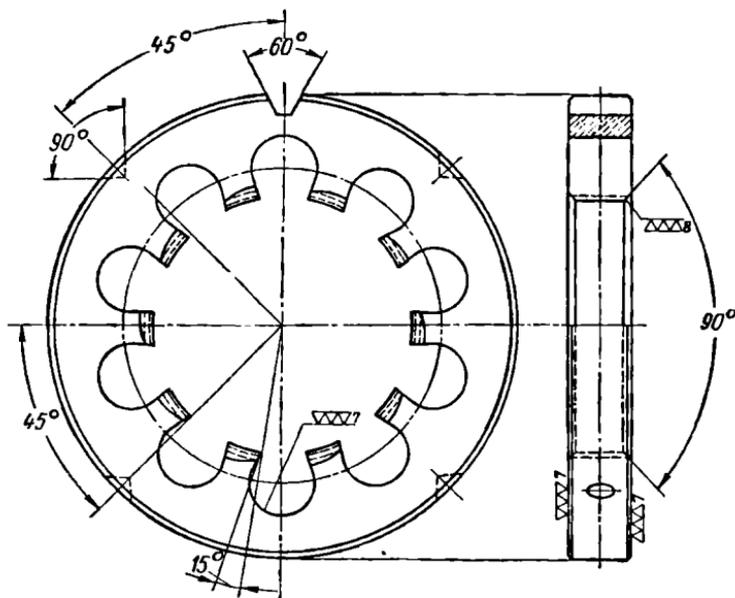


Фиг. 64. Плашка с подточкой передней грани.

Достоинство такой плашки состоит в том, что размер стружечного отверстия в ней не играет большой роли и, следовательно, его можно выбирать в довольно широком диапазоне. Такая плашка до переточки режет очень хорошо, однако после каждой переточки условия резания ухудшаются и для того, чтобы восстановить режущие свойства плашки, приходится углублять лунку. Углубление лунки уменьшает количество ведущих ниток плашки, что ухудшает ее работу. Заточка таких плашек довольно сложна.

3. КАЛИБРОВОЧНЫЕ ПЛАШКИ

Калибровочные плашки применяются для калибрования крупных резьб диаметром 42 мм и выше. Резьбу таких плашек можно измерить.



Фиг. 65. Плашка калибровочная.

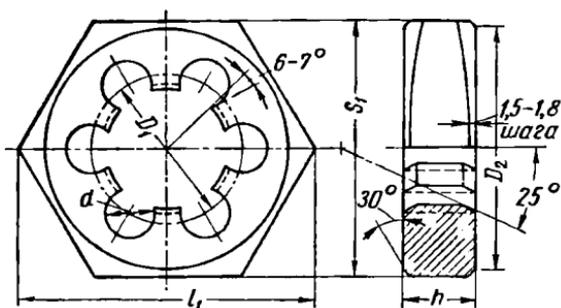
Конструкция их несколько отличается от обычных плашек по следующим элементам:

- 1) угол заборного конуса принимается равным 90° (фиг. 65);
- 2) допуски на резьбу строятся следующим образом: а) наибольший наружный диаметр резьбы плашки совпадает с наибольшим наружным диаметром резьбы болта; б) наибольший средний диаметр резьбы плашки меньше наибольшего среднего диаметра резьбы болта на величину, равную $0,02 \sqrt{S}$; в) наибольший внутренний диаметр плашки делается меньше наибольшего внутреннего диаметра болта на $0,03 \text{ мм}$; г) допуск на шаг равен $\pm 0,015 \text{ мм}$ по всей ширине плашки.

Наименьшие размеры диаметров резьбы устанавливаются аналогично допускам на нормальные плашки.

Плашки шестигранные

Такие плашки применяются в том случае, когда имеется соответствующий патрон для их закрепления (фиг. 66).



Фиг. 66. Плашка шестигранная.

Размеры шестигранных плашек для первой мелкометрической и трубной резьбы приведены в табл. 15.

Таблица 15

Диаметр резьбы		Размеры в мм						Число перьев <i>z</i>
трубной в дюймах	метриче- ской в мм	S_1	h	l_1	D_1	d	D_2	
—	36	65	18	73	40	11,5	62	6
—	39	75	20	86,5	46	14	72	6
$1\frac{1}{4}$	42	75	22	104	48	12,5	72	8
$1\frac{3}{8}$	—	90	22	104	55	14,5	87	8
—	45	90	22	104	55	15	87	8
$1\frac{1}{2}$	48	90	22	104	56	15	87	8
$1\frac{5}{8}$	52	90	22	104	56	15	87	8

Режущие элементы шестигранных плашек строятся так же, как и у круглых плашек.

Допуски на изготовление круглых плашек

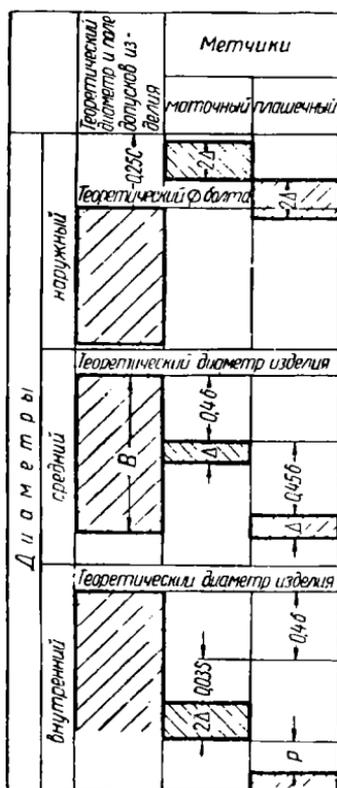
На изготовление круглых плашек имеются технические условия по ГОСТ 1679-53. Они построены таким образом, чтобы плашки обеспечили на изделии резьбу по 2-му классу точности. Так как измерить размеры резьбы плашки невозможно, проверка правильности изготовления резьбы плашки производится пробной нарезкой резьбы, которая затем измеряется. При этом плашка устанавливается в плавающий плашкодержатель, для того чтобы исключить влияние несовпадения осей плашки и передней бабки станка. Таким образом, размеры резьбы плашки контролируются по изготовленному изделию. Поэтому допуски на резьбу устанавливаются только на маточные метчики, которые окончательно калибруют резьбу в плашке. Построение системы допусков на резьбу маточного и

плашечного метчиков производится на основе схемы допусков на плашку.

Схемы расположения допусков маточного и плашечного метчиков представлены на фиг. 67 для метрической резьбы и на фиг. 68 для дюймовой. Схема построена исходя из условий нарезания плашками резьбы по 2-му классу точности для основной метрической резьбы и



Фиг. 67. Схема получения размеров резьбы метчиков для нарезания круглых плашек (метрическая резьба).



Фиг. 68. Схема получения размеров резьбы метчиков для нарезания круглых плашек (дюймовая резьба).

дюймовой по ОСТ 1260. В - допуск на средний диаметр резьбы изделия. Плашки для мелкометрических резьб должны обеспечить изготовление резьбы по точности f . Система построения допусков взята по данным завода «Фрезер» и несколько отличается от принятой по рекомендуемому стандарту (ГОСТ 2174-43).

За основу приняты величины a и Δ , приведенные в табл. 16, причём $\Delta = 0,3b$ и $p = 1,4 A_3$. Из таблицы видно, что допуски на резьбу маточного метчика, окончательно калибрующего резьбу плашки, построены таким образом, что по всем диаметрам наибольшие размеры лежат значительно ниже наибольших размеров резьбы изделия, а наименьшие размеры резьбы маточного метчика выше

наименьших размеров резьбы изделия. В расположении допусков учтены следующие обстоятельства:

- 1) разбивание метчиком резьбы плашки (очень незначительное);
- 2) уменьшение резьбы изделия против размеров резьбы плашки из-за неточной установки таковой на станке;
- 3) искажение профиля резьбы плашки (по шагу и углу) при термической обработке.

Допуск на шаг маточного метчика принимается равным $\pm 0,01$ мм на 10 витков резьбы.

Таблица 16

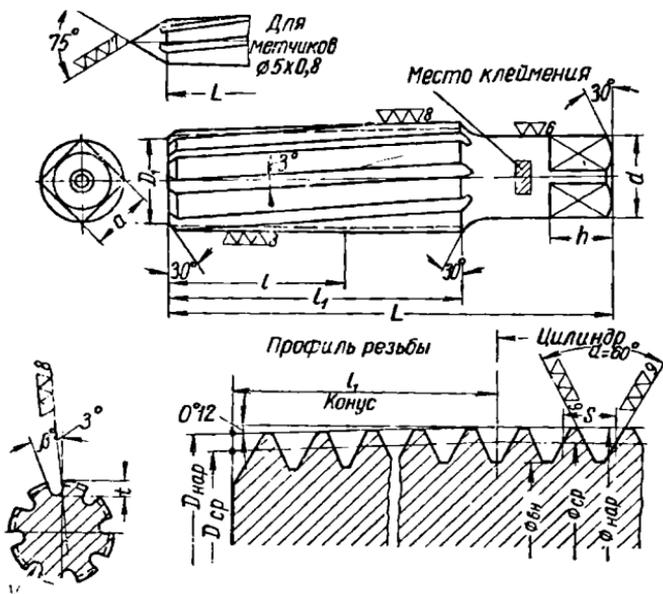
Номинальные диаметры резьбы	$b = a$	$\Delta = 0,3 b$	Номинальные диаметры резьбы	$b = a$	$\Delta = 0,3 b$
1—1,4	0,025	0,008	14—16	0,070	—0,020
1,7—2,3	0,03	0,01	18—22	0,070	—0,022
2,6	0,035	0,011	24—27	0,080	—0,025
3,0	0,035	0,011	30—(33)	0,080	—0,027
3,5	0,04	0,012	36—(39)	0,090	—0,030
4,0	0,04	0,012	42—(45)	0,095	—0,030
5,0	0,045	—0,014	48—(52)	0,100	—0,033
6—(7)	0,045	—0,014	56—(60)	0,110	—0,035
8—(9)	0,050	—0,016	64—(68)	0,110	—0,035
10—(11)	0,050	—0,018	72—80	0,110	—0,035
12	0,060	—0,020	85—120	0,120	—0,038
			125—180	0,130	—0,040

Технические условия на круглые плашки по ГОСТ 1679-53, помимо резьбы, содержат допуски на следующие элементы:

- 1) по наружному диаметру плашки x_4 ;
- 2) на толщину плашки B_4 ;
- 3) на чистоту поверхностей отдельных элементов плашек: а) по передней поверхности на высоте не менее трех шагов у плашек до диаметра резьбы 4 мм включительно не ниже $\nabla\nabla 6$; б) по передней поверхности плашек диаметром резьбы свыше 4 мм не ниже $\nabla\nabla\nabla 7$ до шага 2 мм на высоте не менее трех шагов, а у плашек с шагом более 2 мм — на высоте не менее двух шагов; в) на опорных торцах не ниже $\nabla\nabla\nabla 7$; г) на наружной цилиндрической поверхности не ниже $\nabla\nabla 6$;
- 4) радиальное биение, измеренное относительно оси резьбы изделия, не должно превышать 0,15 мм;
- 5) торцевое биение при проверке на резьбовой конической (с малой конусностью) оправке не должно превышать 0,25 мм;
- 6) смещение гнезд боковых зацентровок относительно середины плашки не должно превышать для плашки толщиной до 18 мм 0,2 мм и толщиной свыше 18 мм — 0,75 мм;
- 7) плашки изготавливаются из стали 9ХС; допускается изготовление плашек из сталей У10А, У12А, Ф и ХГ;
- 8) твердость режущих перьев, измеренная возможно ближе к режущей кромке, должна находиться в пределах $R_C = 58 \div 62$.

4. МЕТЧИКИ МАТОЧНЫЕ

Для калибровки резьбы круглых плашек применяются маточные метчики, конструкция которых дана на фиг. 69. Рабочая часть мет-



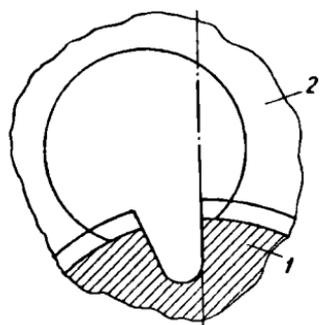
Фиг. 69. Метчик маточный.

чика состоит из двух участков: конического с очень небольшим конусом (угол наклона образующей 12°) и цилиндрического.

Резьба маточных метчиков для основной резьбы от диаметра 5 мм и выше, а для мелкометрической резьбы от диаметра 6 мм изготавливается конусной по всем элементам резьбы. У метчиков меньших размеров конусность делается только по наружному диаметру, а по среднему диаметрам резьбы делают три ступени с разницей в диаметре в 0,015—0,02 мм.

Длина конической части метчиков до диаметра 6 мм делается равной 15 шагам резьбы, а выше 6 мм — 12 шагам.

Число канавок маточных метчиков должно отличаться от числа перьев плашек. На заводе «Фрезер» принято количество канавок в соответствии с табл. 7. Канавки имеют специальную форму. Ширина канавок у нового метчика должна быть не более 0,75 ширины просвета между перьями плашки. На заводе «Фрезер» принята форма канавки, изображенная на фиг. 70.



Фиг. 70. Форма канавки маточного метчика:
1 — метчик; 2 — плашка.

Таблица 17

74

Номинальный диаметр в мм	Габаритные размеры в мм								Канавки				Профиль резьбы				
	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l₁</i>	<i>D</i> , не больше	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	Число пазов <i>z</i>	Шаг канавки в мм	<i>t</i>	β°	Наружный диаметр	Средний диаметр	Внутренний диаметр	<i>D_{нар.}</i> , не более	<i>D_{ср.}</i> , не более
5	0,8	37	10	18	—	3,8	6	3	4	270	1,0	15	4,983	4,435	3,892	4,911	4,363
6	1	42	12	22	4,0	4,5	6	3,4	6	320	1,2	15	5,983	5,305	4,626	5,897	5,219
7	1	50	12	25	5	5,5	7	4,3	6	380	1,2	15	6,983	6,305	5,626	6,897	6,219
8	1,25	52	15	28	6	6	8	4,9	6	430	1,5	15	7,982	7,138	6,289	7,874	7,030
9	1,25	55	15	28	7	7,6	8	4,9	6	490	1,5	15	8,982	8,138	7,289	8,874	8,030
10	1,5	62	18	39	7,5	8,5	8	4,9	6	540	1,7	15	9,986	8,976	7,956	9,856	8,846
11	1,5	62	18	39	8,5	9	10	7	6	600	1,7	15	10,986	9,976	8,956	10,856	9,846
12	1,75	75	21	41	9	10,5	10	7	6	650	2,0	15	11,980	10,803	9,614	11,832	10,653
14	2	78	24	44	10,5	12,5	11	8	6	760	2,5	15	13,970	12,631	11,272	13,798	12,459
16	2	88	24	49	12,5	13	13	10	6	880	2,5	15	15,970	14,631	13,272	15,798	14,459
18	2,5	95	30	55	13,5	16	13	10	6	980	3,2	15	17,974	16,306	14,608	17,758	16,090
20	2,5	98	30	55	15,5	18	15	12	6	1100	3,2	15	19,974	18,306	16,608	19,758	18,090
22	2,5	108	30	61	17,5	19	17	14,5	6	1220	3,2	15	21,974	20,306	18,608	21,758	20,090
24	3,0	115	36	67	19,5	20	17	14,5	6	1325	3,8	15	23,970	21,971	19,933	23,711	21,712
27	3,0	125	36	71	22,5	23	19	16	6	1505	3,8	15	26,970	24,971	22,933	26,711	24,712
30	3,5	132	42	77	24,5	26	21	18	6	1660	4,3	15	29,974	27,647	25,269	29,672	27,345
33	3,5	135	42	77	27,5	28	23	20	8	1840	4,3	10	32,974	30,647	28,269	32,672	30,345
36	4,0	142	48	83	29,5	31	25	22	8	2010	5,0	10	35,970	33,312	30,594	35,634	32,966
39	4,0	155	48	90	32,5	33	27	24	8	2160	5,0	10	38,970	36,312	33,594	38,634	35,966
42	4,5	162	54	96	35	37	29	26	8	2350	6,0	10	41,965	38,982	35,925	41,576	38,597
45	4,5	180	54	105	38	38	32	29	8	2530	6,0	10	44,965	41,982	38,925	44,576	41,597
48	5	188	60	110	40	42	32	29	10	2680	7,0	10	47,966	44,652	41,255	47,534	44,420
52	5	190	60	110	44	42	35	32	10	2920	7,0	10	51,966	48,652	45,255	51,534	48,420
56	5,5	198	66	116	47	45	35	32	10	3140	7,5	10	55,960	52,328	48,510	55,485	51,853
60	5,5	200	66	116	51	45	38	35	10	3380	7,5	10	59,960	56,328	52,510	55,485	55,853

У метчиков с числом канавок до восьми угол канавки принят равным 15° , выше восьми — 10° . Радиус закругления равен $0,2\text{--}2\text{ мм}$. Передний угол равен 0° . На метчиках для основной резьбы диаметром до 4 мм и мелкометрических резьб диаметром до $5,5\text{ мм}$ затылование по профилю не производится. У метчиков больших диаметров затылование производится по всему профилю. Величина спада затылка равна $0,02\text{--}0,03\text{ мм}$ на ширине пера.

Размеры маточных метчиков указаны в табл. 17.

Допуск на шаг маточных метчиков принимается равным $\pm 0,01\text{ мм}$ на длине 10 шагов. Допуски на половину угла профиля в зависимости от шага резьбы приведены в табл. 18.

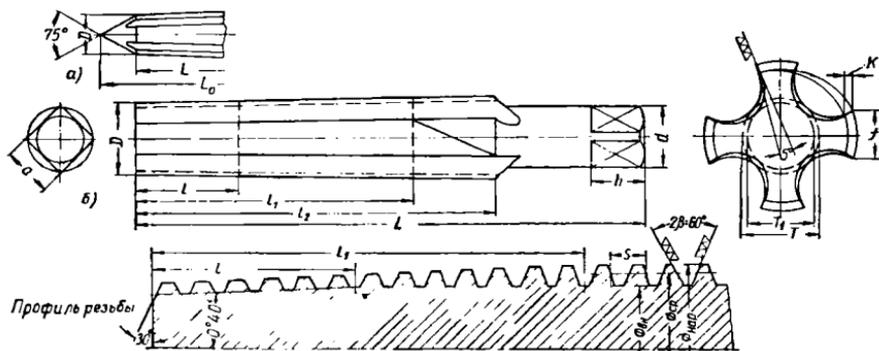
Таблица 18

Шаг резьбы в мм	0,25	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7— —0,75	1,8— —1,0	1,25— —1,5	1,75
Допуск на по- ловину угла . .	$\pm 60'$	$\pm 50'$	$\pm 45'$	$\pm 40'$	$\pm 35'$	$\pm 30'$	$\pm 27'$	$\pm 22'$	$\pm 20'$	$\pm 17'$

Допускаемые отклонения по диаметрам резьбы устанавливаются по схемам, представленным на фиг. 54 и 55. Остальные элементы метчика изготавливаются по техническим условиям на метчики (ГОСТ 3449-54).

5. ПЛАШЕЧНЫЕ МЕТЧИКИ

Плашечные метчики (фиг. 71) предназначены для предварительной нарезки резьбы плашек до сверления стружечных отверстий.



Фиг. 71. Метчик плашечный:

а — до диаметра 8 мм ; б — выше диаметра 8 мм .

По форме и конструкции они похожи на нормальные гаечные метчики. От гаечных метчиков они отличаются длиной заборного конуса, которая принимается равной $(46\text{--}48) S$.

Номинальный диаметр в мм	Габаритные размеры канавки в мм																			
	S	Тип	L _н	L	l	l ₁	l ₂	D	d	h	a	T	T ₁	v*	f	D _{нар}	D _{ср}	D _{вн} max	Затылование	
																			по наружному диаметру К	по профилю К
5	0,8	A	68,2	—	13	37	45,5	3,393	3,8	6	3,0	2,5	1,860	0,46	1,7	4,974	4,390	3,834	0,15	—0,03
6	1,0	A	81,8	—	16	46	56	4,393	4,5	6	3,4	3,0	2,215	0,55	2,1	5,974	5,260	4,568	0,2	—0,03
7	1,0	A	89,6	—	16	46	58,5	5,317	5,5	7	4,3	3,5	2,685	0,58	2,5	6,971	6,290	5,559	0,2	—0,03
8	1,25	A	100,2	—	20	57	70	5,991	6,0	8	4,9	4,0	3,018	0,67	2,8	7,971	7,088	6,221	0,3	—0,03
9	1,25	A	100,2	—	20	57	70	6,991	6,0	8	4,9	4,5	3,510	0,67	3,2	8,971	8,088	7,221	0,3	—0,03
10	1,5	B	—	115	24	69	85	7,598	7,2	8	4,9	5,0	3,825	0,77	3,5	9,968	8,916	7,878	0,3	—0,03
11	1,5	B	—	115	24	69	85	8,541	8,5	10	7,0	5,5	4,325	0,77	3,8	10,968	9,916	8,878	0,3	—0,04
12	1,75	B	—	135	28	80	100	9,133	9,0	10	7,0	6,0	4,600	0,95	4,2	11,962	10,740	9,535	0,4	—0,04
14	2	B	—	145	32	92	112	10,845	10,5	11	8,0	7,0	5,450	1,00	4,9	13,962	12,578	11,195	0,4	—0,04
16	2	B	—	160	32	92	118	12,704	12,5	13	10,0	8,0	6,385	1,10	5,6	15,957	14,561	13,184	0,5	—0,04
18	2,5	B	—	180	40	115	140	14,065	13,0	13	10,0	9,0	7,063	1,24	6,3	17,957	16,236	14,520	0,6	—0,04
20	2,5	B	—	185	40	115	140	16,051	16,0	15	12,0	10,0	8,063	1,24	7,0	19,957	18,836	16,520	0,6	—0,05
22	2,5	B	—	195	40	115	146	17,925	18,0	17	14,5	11,0	9,000	1,34	7,7	21,955	20,226	18,495	0,7	—0,05
24	3,0	B	—	220	48	138	170	19,280	19,0	17	14,5	12,0	9,875	1,50	8,4	23,955	21,901	19,830	0,7	—0,05
27	3,0	B	—	230	48	138	173	22,180	20,0	19	16,0	13,0	11,130	1,58	9,5	26,951	24,890	22,820	0,8	—0,05
30	3,5	B	—	250	56	160	195	24,521	23,0	21	18,0	15,0	12,300	1,73	10,5	29,951	27,566	25,156	0,9	—0,05
33	3,5	B	—	255	56	160	195	27,501	26,0	23	20,0	16,5	13,800	1,73	11,5	32,947	30,549	28,143	1,0	—0,06
36	4,0	B	—	280	64	185	220	29,870	28,0	25	22,0	18	14,975	1,92	12,5	35,947	33,224	30,471	1,1	—

* Подъем центра при фрезеровании канавок.

Резьба на заборном конусе изготавливается конусной по всему профилю резьбы на длине $16S$, считая от переднего торца.

Угол уклона резьбы по всему профилю равен $40'$. Такая конструкция принята для метчиков диаметром от 5 мм и выше для основной резьбы и от 6 мм и выше для мелкометрической резьбы.

Заборная часть затылуется по наружному диаметру под углом $2-3^\circ$. По профилю метчик имеет спад затылка на ширине зуба от $0,03$ до $0,05$ мм.

Передний угол равен 5° . Число канавок у метчиков для основной резьбы до диаметра 4 мм, а у метчиков для мелкометрической резьбы до диаметра $5,5$ мм равно 3 , у метчиков большего диаметра 4 . Форма канавок обычная для метчиков. Ширина пера равна $0,35d_0$; во всем остальном конструктивно плашечные метчики не отличаются от гаечных метчиков.

Для предварительного нарезания резьбы плашек диаметром выше 36 мм плашечные метчики не применяются. В этом случае обычно применяется резьбофрезерование. Размеры плашечных метчиков приведены в табл. 19.

Допуски на шаг и на половину угла профиля такие же, как и для маточных метчиков. Допуски на диаметры резьбы строятся по схеме, приведенной на фиг. 67 и 68.

К этим метчикам предъявляются жесткие требования еще по следующим элементам:

1. Смещение квадрата относительно оси допускается не более $0,03$ мм. Это необходимо потому, что очень часто квадрат служит базой для установки метчика на станке и смещение квадрата может привести к перекосу резьбы.

2. Биение по элементам резьбы допускается не более $0,02$ мм. Такой жесткий допуск необходим для ограничения разбивания резьбы. Остальные элементы по техническим условиям на метчики — по ГОСТ 3449-54.

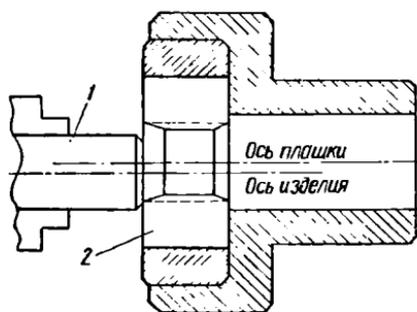
6. УСТАНОВКА ПЛАШЕК НА СТАНКЕ

Круглые плашки крепятся в плашкодержателе, который для нормальной работы должен быть самоустанавливающимся. Такой плашкодержатель дает возможность нарезать плашками резьбу по 2-му классу точности. Надо иметь в виду, что точность нарезаемой плашкой резьбы зависит от многих факторов, не зависящих от точности изготовления плашки. В основном на точность нарезания резьбы влияет несовпадение осей плашки и нарезаемого изделия. Это несовпадение может быть разных видов. На фиг. 72 и 73 показаны разновидности несовпадения осей:

а) оси параллельны; в этом случае при жестком закреплении плашка либо заставит изделие изогнуться, либо резьба изделия будет меньшего диаметра, чем резьба плашки (фиг. 72).

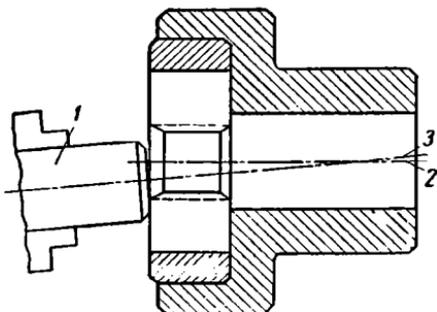
б) ось плашки пересекает ось изделия; поскольку при жестком закреплении плашка переместиться и изменить направление своей оси не может, то диаметр нарезаемой резьбы будет меньше и, кроме того, резьба будет нечистой и конусной (фиг. 73);

в) ось плашки совпадает с осью вращения, но ось изделия не совпадает с ней; в этом случае резьба будет конусная и нечистая.



Фиг. 72. Расположение осей изделия и плашки параллельное:

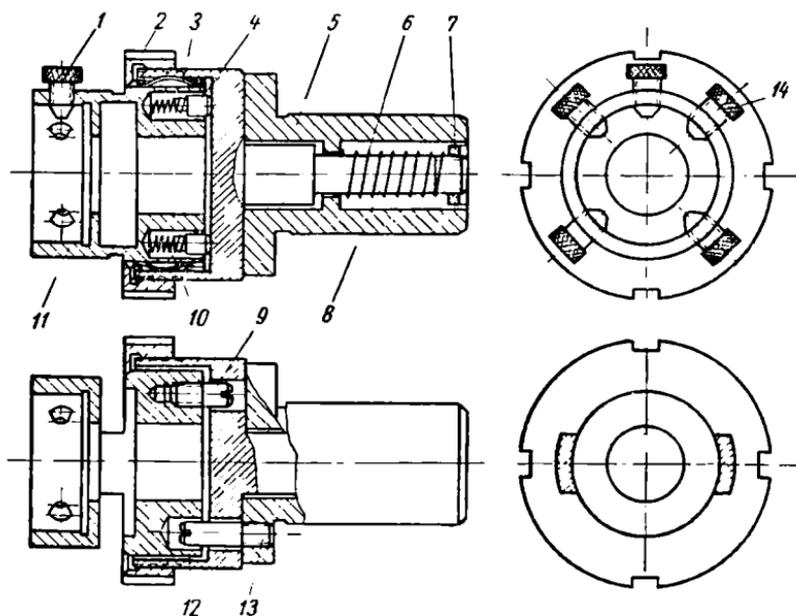
1 — изделие; 2 — ось плашки; 3 — ось изделия.



Фиг. 73. Оси изделия и плашки пересекаются:

1 — изделие; 2 — ось плашки; 3 — ось изделия.

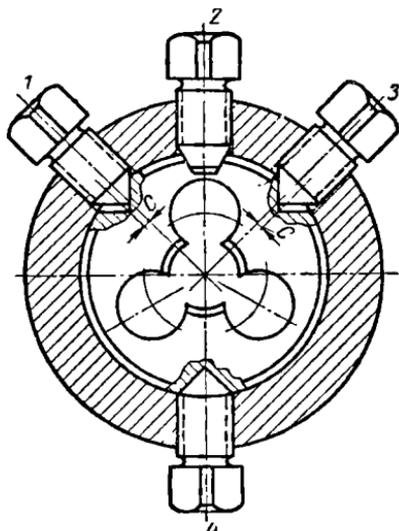
Для того чтобы избежать этих недостатков, плашка вставляется в плавающий плашкодержатель, который дает возможность плашке



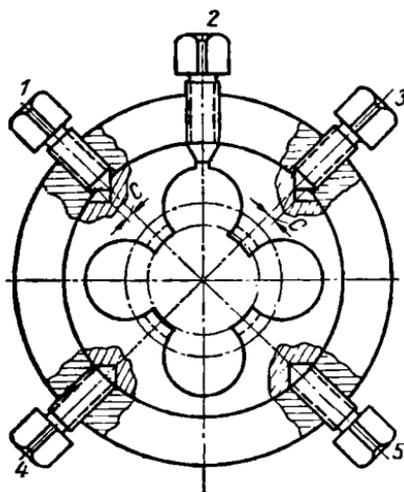
Фиг. 74. Плавающий плашкодержатель.

самоустанавливаться по оси вращения изделия. Существует несколько конструкций плашкодержателей. Наиболее рациональная конструкция плавающего плашкодержателя, разработанная на заводе «Фрезер», представлена на фиг. 74.

Плашкодержатель 11 вставляется в державку 8 и удерживается в ней от выпадения гайкой 2 с накаткой. Крутящий момент на плашкодержатель передается винтами 9 и 13, из которых один 13 закреплен



Фиг. 75. Закрепление плашек диаметром до 20 мм в плашкодержателе.



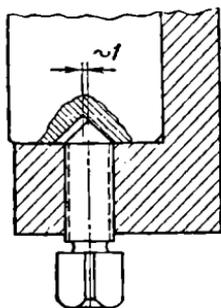
Фиг. 76. Закрепление плашек диаметром выше 20 мм в плашкодержателе.

в хвостовике 5 и входит в плашкодержатель, а второй 9 закреплен в плашкодержателе и входит в отверстие державки 8.

Державка 8, в свою очередь, своей тонкой частью входит в хвостовик 5. Таким образом, она имеет возможность совершать в хвостовике небольшие колебания в любом направлении. Державка 8 подтягивается пружиной 6, закрепленной гайкой 7, к хвостовику 5. Пружинами 10 посредством штифтов 4 плашкодержатель прижимается к гайке 2. Вследствие такой конструкции плашкодержатель имеет возможность самонаправляться при работе. Пружины 3, закрепленные проволочными кольцами 12, предохраняют в нерабочем положении плашкодержатель от большого смещения.

Плашки закрепляются в плашкодержателе винтами 1, 3, 4 и 5. Винт 2 служит для регулирования плашек на размер.

Круглые плашки при наружном диаметре до 20 мм закрепляются в плашкодержателе тремя винтами (фиг. 75); при наружном диаметре плашки свыше 20 мм они закрепляются четырьмя винтами (фиг. 76). Один винт 4 в первом случае и два винта 4 и 5 во втором случае служат только для закрепления



Фиг. 77. Расположение винтов в плашкодержателе.

плашки, а два других *1* и *3* — для закрепления и для сжимания и разжимания плашек при регулировании на размер после того, как у них перерезана перемычка. Винт *2* служит исключительно для регулировки плашки на размер.

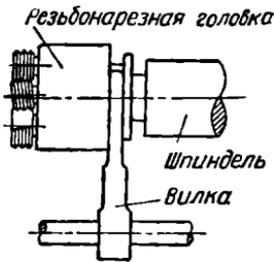
Регулировка производится следующим образом. Винтом *2* при заворачивании его плашку можно раздвинуть и тем самым увеличить диаметр резьбы. После того как плашка раздвинута, она закрепляется винтами *1* и *3*, ось которых проходит через оси плашек, а оси отверстий, в которые входят концы винтов *1* и *3*, снесены относительно оси, проходящей через центр плашки на величину *C*. Вследствие этого винты *1* и *3* могут прижимать обе половины плашки к регулировочному винту *2*. Зацентровки под винты на наружной цилиндрической поверхности плашки имеют угол 90° . Кроме того, все винты в плашкодержателе снесены относительно оси зацентровок в плашках в плоскости, проходящей через ось, на величину до *1 мм* (фиг. 77). Это сделано для того, чтобы плашка прижималась своим опорным торцом к дну выточки в плашкодержателе.

РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ

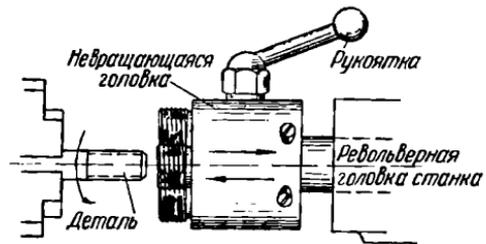
1. ВИДЫ ГОЛОВОК

Для нарезания наружной резьбы в настоящее время широко применяют самооткрывающиеся резьбонарезные головки, которые обладают перед другими инструментами, нарезающими наружную резьбу, следующими преимуществами:

1. Резьба нарезается в один проход.
2. После нарезания резьбы головка раскрывается, т. е. режущие элементы выходят из резьбы, в результате чего не требуется вывинчивать нарезанное изделие из головки.



Фиг. 78. Вращающаяся резьбонарезная головка для наружной резьбы.



Фиг. 79. Невращающаяся резьбонарезная головка для наружной резьбы.

3. Резьба получается чистой и точной, так как головки любой конструкции можно регулировать на размер резьбы.

Резьбонарезные головки для нарезания наружной резьбы разделяют по назначению на следующие группы:

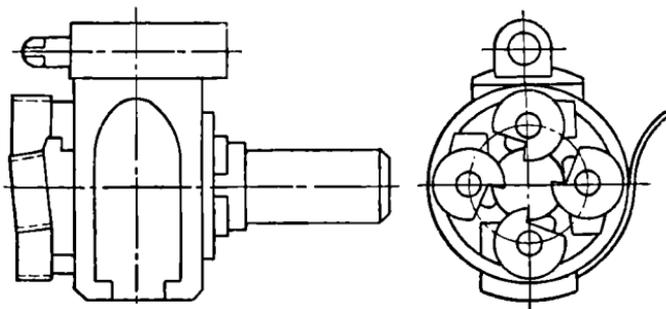
1. Вращающиеся головки, применяемые на автоматах и других станках, которые раскрываются и закрываются автоматически специальной вилкой, входящей в паз на головке (фиг. 78).

2. Невращающиеся головки (фиг. 79), предназначенные для работы на револьверных станках. В этом случае вращается изделие, а головка имеет только поступательное движение. Раскрывание головки происходит автоматически после окончания нарезки; закрывание — вручную посредством специальной рукоятки.

3. Головки специальные для нарезания резьбы на одношпиндельных автоматах типов 1112, 1118, 1124, 1136 (фиг. 80), на которых включение головки в работу происходит автоматически.

По конструкции головки разделяются на следующие группы:

а) головки с радиально расположенными плоскими плашками (фиг. 81); в этом случае регулирование головки на размер, а также раскрытие плашек происходит благодаря их перемещению в радиальном направлении;



Фиг. 80. Головки для одношпindelных автоматов 1112, 1115 и т. д.

б) головки с тангенциально расположенными плоскими плашками (фиг. 82); по мере перетачивания плашки продвигаются в направлении касательной к окружности резьбы;



Фиг. 81. Головка с радиально расположенными плоскими плашками.



Фиг. 82. Головка с тангенциально расположенными плашками.

в) головки с круглыми гребенками (фиг. 83); в этих головках гребенки обычно устанавливаются на специальных кулачках, которые имеют возможность перемещаться в радиальном направлении для регулирования головки на размер и ее раскрытия.

Каждая из перечисленных выше конструкций имеет свои достоинства и недостатки.

Головки с радиально расположенными плоскими плашками (фиг. 81) в течение продолжительного времени были единственной конструкцией, принятой в промышленности. Основным достоинством головок этого типа является то, что они просты в изготовлении и в эксплуатации. Наряду с этим они имеют следующие недостатки:

- 1) плашки допускают очень небольшое количество переточек;
- 2) регулирование на размер очень грубое;

3) после перетачивания направляющая часть плашки укорачивается;

4) после каждого перетачивания необходимо регулировать головку на размер;

В настоящее время головки этого типа почти не применяются.

Головки с тангенциально расположенными плашками имеют значительные преимущества перед головками первого типа. К числу этих преимуществ надо отнести:

1) возможность большого количества переточек плашек;

2) простоту и стабильность регулирования на размер;

3) возможность изменения переднего угла в зависимости от обрабатываемого материала.

Однако эти головки и плашки к ним довольно сложны в изготовлении. Заточка тангенциальных плашек также очень сложна.

Головки с круглыми гребенками все шире внедряются в промышленность. Они обладают большими преимуществами перед остальными типами головок благодаря следующим достоинствам:

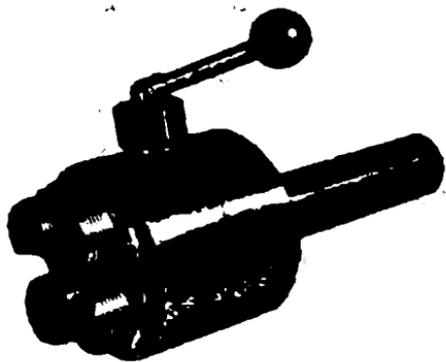
- 1) возможность большого количества переточек гребенок;
- 2) простое затачивание гребенок и их измерение после заточки;
- 3) точное регулирование головок на размер.

2. ГОЛОВКИ С РАДИАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫМИ ПЛАШКАМИ

Существует несколько конструкций таких головок. Наиболее часто применяется головка, изображенная на фиг. 84а. Принцип работы головки следующий.

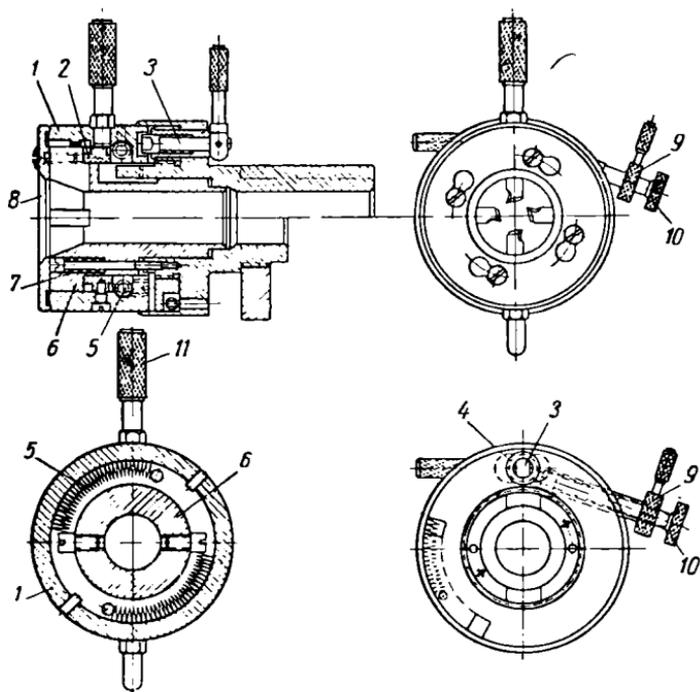
Во время нарезания резьбы головка не вращается, а совершает только поступательное движение.

Плашки 12 установлены в специальном плашкодержателе 6 (фиг. 84б). Тыльной частью плашки упираются в поверхности кольца 1, которые образованы движением по архимедовой спирали прямой, параллельной оси головки. Во время нарезания резьбы, когда головка совершает поступательное движение, плашкодержатель и кольцо не меняют своего взаимного положения. Если хвостовик головки будет задержан в его поступательном движении, то плашкодержатель вместе с кольцом будут продолжать движение до тех пор, пока штифт 3 не выйдет из специального паза в кольце 1 и кольцо под действием пружин 5 не повернется вокруг оси. Вместе с кольцом 1 повернется жестко закрепленное в нем кольцо 2, имеющее специальные выступы, расположенные по архимедовой спирали.



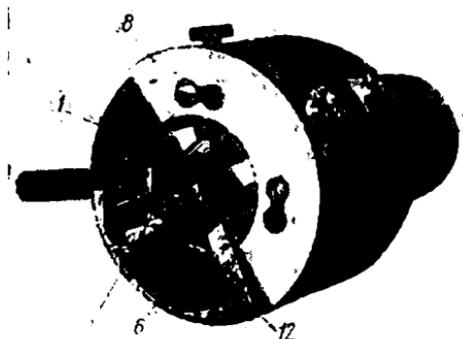
Фиг. 83. Головка с круглыми гребенками.

Эти выступы входят в пазы в плашке 12. Направление спирали этих выступов то же, что и на опорных поверхностях кольца 1. Под действием этих выступов плашки выходят из резьбы и головка раскрывается.



Фиг. 84а. Головка с плоскими плашками неврещающаяся.

Для того чтобы закрыть головку, надо ручкой 11 повернуть кольцо 1 в обратном направлении. Когда кольцо повернется настолько, что штифт 3 встанет против соответствующего отверстия в кольце 1, то

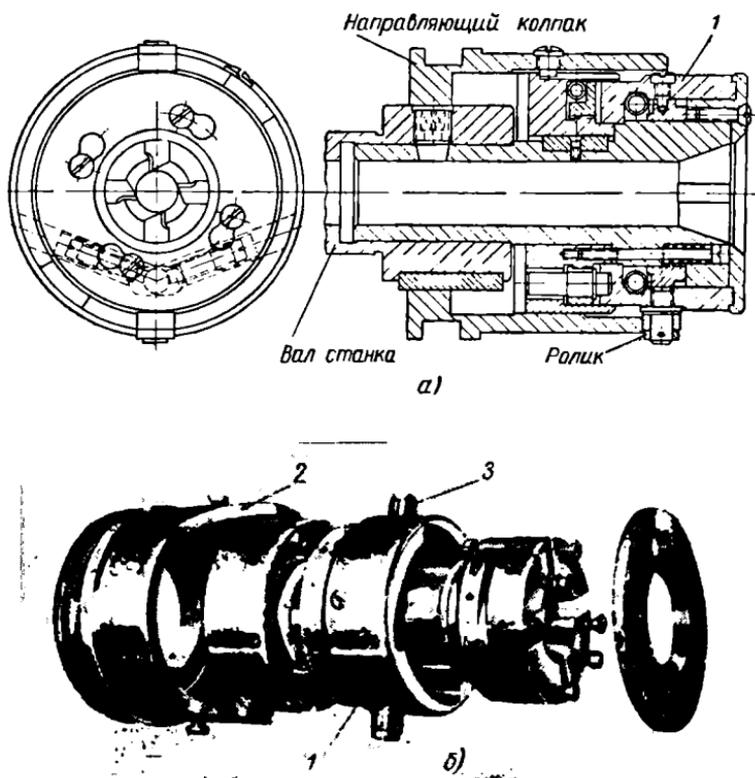


Фиг. 84б. Установка плашек в головке с плоскими плашками.

плашкодержатель вместе с кольцом 1 под действием пружин 7 вернется в исходное положение. Для регулирования нарезаемой резьбы по размеру имеется винт 10, закрепляемый контргайкой 9. При вращении винта 10 кольцо 4 и связанное с ним через штифт 3 кольцо 1

поворачиваются относительно плашкодержателя. При вращении кольца 1 криволинейные поверхности, в которые упираются плашки, меняют свое положение относительно плашкодержателя, перемещая плашки в радиальном направлении.

Если необходимо раскрыть головку, то для этого достаточно вытянуть штифт 3, тогда кольцо 1 под действием пружин 5 повернется и головка раскроется. Для того чтобы снять плашки, необходимо



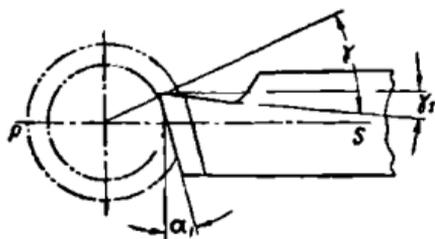
Фиг. 85. Головка с плоскими плашками вращающаяся.

снять крышку 8. Она прикрепляется четырьмя болтами и имеет байонетный затвор.

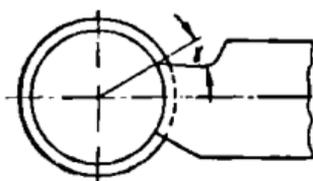
По тому же принципу работает вращающаяся головка, предназначенная для установки на автоматах (фиг. 85, а и б). От описанной выше эта головка отличается тем, что поверх кольца 1 надета специальная гильза 2, имеющая винтовую выемку, в которую входит специальный штифт 3, поставленный вместо ручки в кольцо 1. Эта гильза может перемещаться только в осевом направлении. Во время выключения штифт заставлял гильзу двигаться в направлении, обратном движению головки при нарезании резьбы. Когда головка возвращается в исходное положение, гильза задерживается специальным упором, нажимает на штифт 3, который, в свою очередь,

поворачивает кольцо *l* и ставит его в исходное положение, при котором головка закрывается.

Различают два типа плашек для радиальных головок: 1) с задней поверхностью, расположенной в одной плоскости (фиг. 86); 2) с задней вогнутой, цилиндрической поверхностью (фиг. 87).

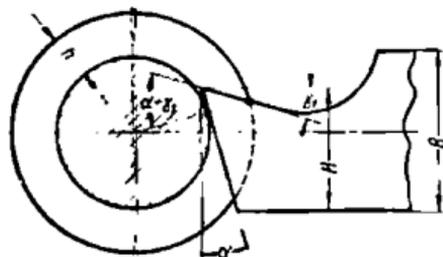


Фиг. 86. Плашки плоские с плоскими задними поверхностями.

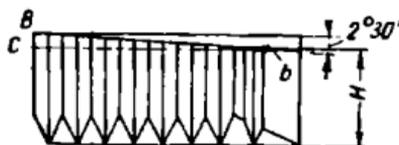


Фиг. 87. Плашки с вогнутой задней поверхностью.

Режущая часть плашек первого типа устроена следующим образом (фиг. 88 и 89). Передняя поверхность расположена под углом γ , к плоскости, параллельной опорной и наклонена в направлении осн резцы под углом $\omega = 2^\circ 30'$. Положение режущих элементов определяется размером *H* — рас-



Фиг. 88. Режущие элементы плоской плашки.



Фиг. 89. Положение передней поверхности плоской плашки.

стоянием вершины первого полного зуба до опорной плоскости плашки. Плашка имеет заборный конус с углом наклона образующей φ (величины φ приведены на стр. 94).

Плашки располагаются в головке таким образом, что плоскость, проведенная через ось головки параллельно опорной плоскости плашки, проходит через середину плашки (фиг. 88). Вследствие этого режущая часть плашки всегда расположена выше плоскости, проходящей через ось, и положение режущих элементов определяется высотой *H*, которая находится из следующей формулы:

$$H = \frac{B}{2} + \frac{d_1}{2} \sin z + h \operatorname{tg}(\gamma_1 + \alpha) \sin \alpha. \quad (109)$$

где d_1 — внутренний диаметр нарезаемой резьбы в мм;

α — задний угол на плашке, измеренный относительно плоскости, перпендикулярной к опорной плоскости, на полной резьбе;

h — высота профиля резьбы в мм.

На заборном конусе задний угол делается несколько большим. Плашка перетачивается по передней поверхности. После перетачивания размер H уменьшается, что влечет за собой изменение условий резания. Для того чтобы условия резания остались неизменными, передняя поверхность плашек делается наклонной под углом $2^\circ 30'$ (фиг. 89). После перетачивания по передней поверхности задняя поверхность затачивается по заборному конусу до тех пор, пока расстояние от вершины первой полной нитки до основания плашки не будет иметь размер H . При съеме слоя по передней поверхности толщиной a по задней поверхности необходимо снять слой a_1 , который равен

$$a_1 = a \operatorname{ctg} 2^\circ 30' \sin \varphi \cos \alpha. \quad (110)$$

После каждой переточки направляющая часть плашки укорачивается на величину b , равную

$$b = a \operatorname{ctg} 2^\circ 30' = 22,9 a; \quad (111)$$

одновременно уменьшается число направляющих ниток, а заборный конус увеличивается.

При слое, снимаемом по передней поверхности во время переточки, равном $0,1$, укорочение направляющей части будет равно

$$b = 22,9 \cdot 0,1 = 2,3 \text{ мм.}$$

Такое значительное укорочение направляющей части после каждой переточки очень быстро выводит плашку из строя.

Кроме того, такими плашками нельзя нарезать резьбу до упора.

Второй тип радиально расположенных плашек с вогнутой цилиндрической задней поверхностью отличается тем, что затачивание их производится только по передней поверхности. Задний угол на заборном конусе этих плашек равен $5-6^\circ$, передняя поверхность расположена параллельно оси головки.

Для сохранения постоянных условий резания необходимо при перетачивании плашек изменять угол γ_1 между передней поверхностью и плоскостью, параллельной опорной (фиг. 90).

Величина γ_1 определяется из формулы

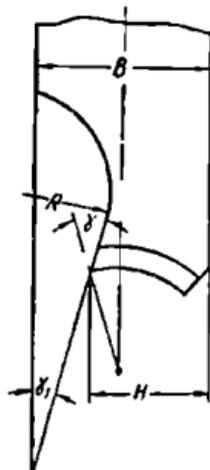
$$\gamma_1 = \gamma - \arcsin \frac{2 \left(H - \frac{B}{2} \right)}{a_1}, \quad (112)$$

где γ — передний угол;

γ_1 — угол между опорной плоскостью и передней поверхностью;

$\frac{B}{2}$ — половина толщины плашки.

Плашки второго типа имеют следующие преимущества по сравнению с плашками первого типа:



Фиг. 90. Получение нужного переднего угла у плашек с винтовой задней поверхностью.

- 1) допускают значительно больше переточек;
 - 2) затачиваются только по передней поверхности, что дает возможность использовать их при нарезании резьб до упора;
 - 3) не меняют диаметра резьбы после переточки.
- Однако изготовление плашек второго типа сложнее, чем плашек первого типа, вследствие чего они не получили широкого распространения.

3. РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ГОЛОВКИ С ТАНГЕНЦИАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫМИ ПЛАШКАМИ

Головки типа РГТ изготавливают трех размеров; они предназначаются главным образом для использования на болторезных станках. Головки самого меньшего размера предназначены для работы на револьверных станках и автоматах.

Характеристика этих головок приведена в табл. 20.

Таблица 20

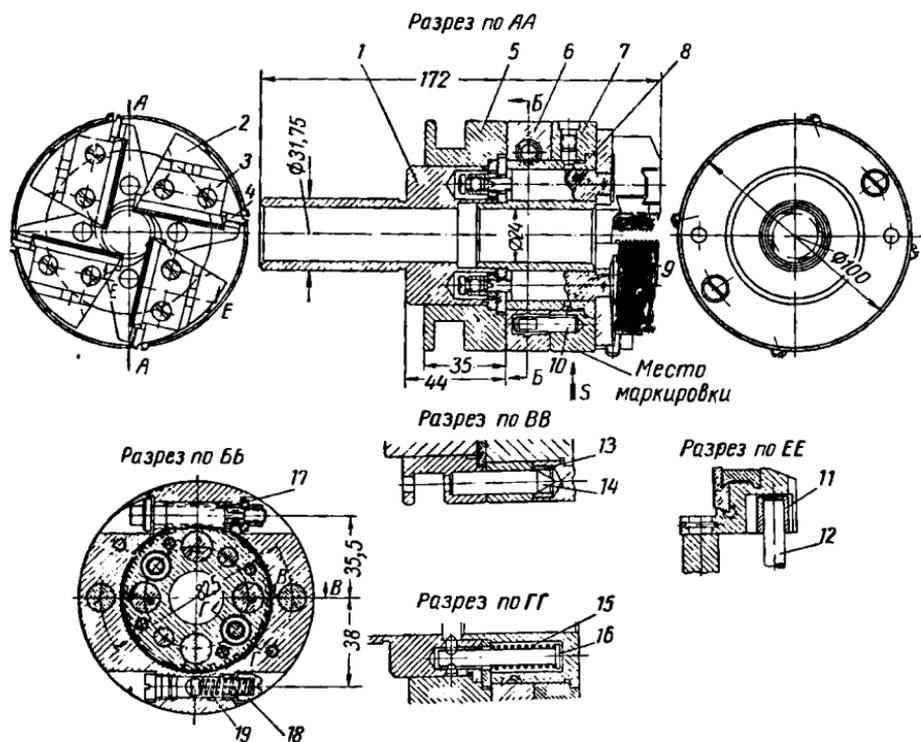
Характеристика головок РГТ

Тип головки	Размеры нарезаемых резьб			Размеры головки в мм (фиг. 91)				№ плашек по ГОСТ 2287-43
	Метрическая	Дюймовая	Трубная	Диаметр головки	Диаметр хвостовика	Общая длина с установленными плашками	Посадочное отверстие	
РГТ-1	6—20	1/4" — 3/4"	1/8" — 1/2"	100	31,65	172	—	1
РГТ 2	10—38	3/8" — 1 1/2"	1/4" — 1 1/8"	250	—	215	177	2
РГТ-3			1" — 1 1/2"	320	—	218	190	3

Головки по конструкции вращающиеся.

Головка РГТ-1 (фиг. 91) имеет хвостовик 1, который служит для установки на станке. Плашки закрепляются в плашкодержателе 2 и расположены своей задней поверхностью в плоскости, касательной к окружности нарезаемой резьбы. Плашкодержатель может поворачиваться вокруг оси 9. Он фиксируется в определенном положении пальцем 12, закрепленным в поводковом кольце 7, при помощи камня 11, заложенного в паз плашкодержателя. В поводковом кольце установлен упорный палец 10, в который упирается пружина 19. Эта пружина другим концом входит во втулку 18, закрепленную в регулировочном кольце 6, которое, в свою очередь, надето на корпус головки 8 и соединяется с ним червячной передачей 17. На корпус надето еще кольцо переключения 5, в котором закреплен центр 14; он проходит через регулировочное кольцо 6 и своим коническим концом входит во втулку 13, которая, в свою очередь, плотно вставлена в отверстие поводкового кольца 7. Кольцо переключения 5 может перемещаться вдоль оси головки вместе с хвостовиком 1. Корпус 8 прижимается к хвостовику посредством натяжной шпильки 16 и пружины 15.

Раскрывание головки произойдет тогда, когда хвостовик 1 вместе с кольцом переключения 5 остановится в своем поступательном движении. Так как нарезание резьбы еще продолжается, то корпус будет вместе с плашками двигаться вперед до тех пор, пока конический конец центра 14 не начнет выходить из втулки 13. Тогда под действием пружины 19, нажимающей на палец 10, поводковое кольцо 7 повернется и посредством пальца 12 камнем 11 заставит повернуться



Фиг. 91. Головка с тангенциально расположенными плашками РГТ-1

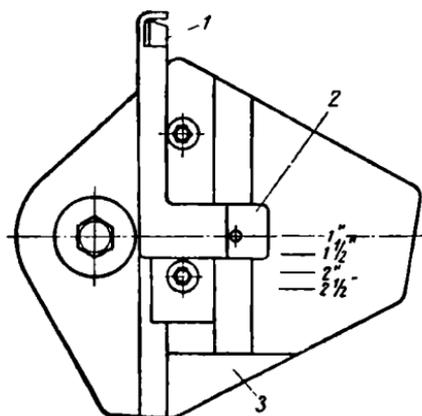
плашкодержатель 2 вокруг оси 9, в результате чего плашки выйдут из соприкосновения с нарезаемой резьбой.

Для того чтобы головку закрыть, т. е. привести ее в рабочее положение, необходимо вернуть в исходное положение кольцо переключения 5. Тогда центр, поскольку он не полностью вышел из втулки 13, чернет поводковое кольцо 7 в исходное положение и головка закрывается.

Установка головки на нужный размер всегда производится по калибру.

Прежде всего надо головку закрыть. Затем червячной передачей 17 поворачивать поводковое кольцо 7 до тех пор, пока резьба плашек не совместится с резьбой калибра. После этого

необходимо проверить, достаточно ли раздвигаются плашки во время раскрытия головки. Для этого надо отвести кольцо переключения *Б* в крайнее левое положение; при этом головка раскрывается. После раскрытия головки калибр должен свободно из нее выниматься.

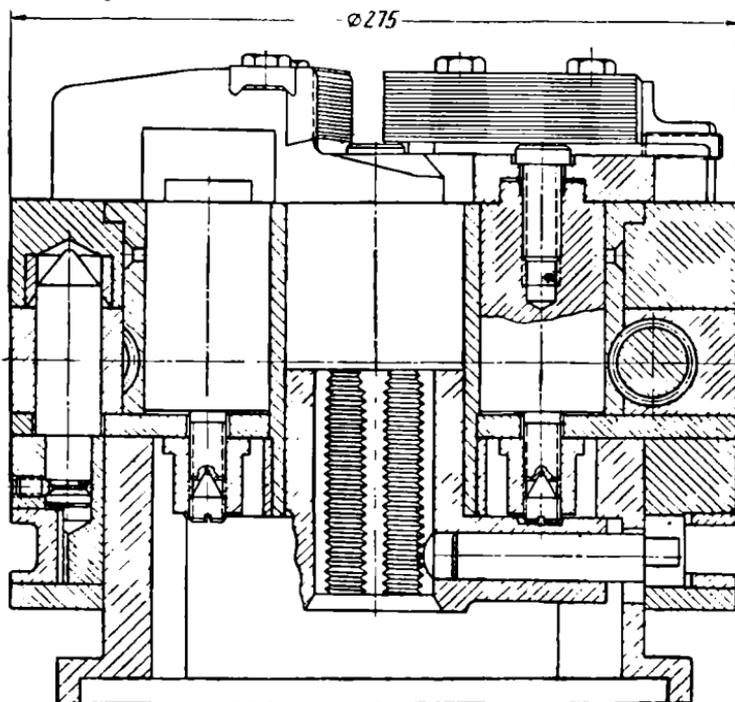


Фиг. 92. Установка тангенциально расположенных плашек по шаблону:

1 — плашка; 2 — шаблон; 3 — кулачок.

Плашки устанавливаются в пазу плашкодержателя, имеющем форму ласточкина хвоста, и закрепляются нажимной планкой *З*. Для продвижения плашки вдоль паза имеется установочный винт *4*. Установка плашек в нужное положение производится по шаблону (фиг. 92). Для этой цели на плашкодержателе нанесены риски, соответствующие определенным диаметрам резьбы. Шаблон имеет риску, которая при установке должна совпадать с риской на плашкодержателе, соответствующей тому размеру резьбы, на который на-

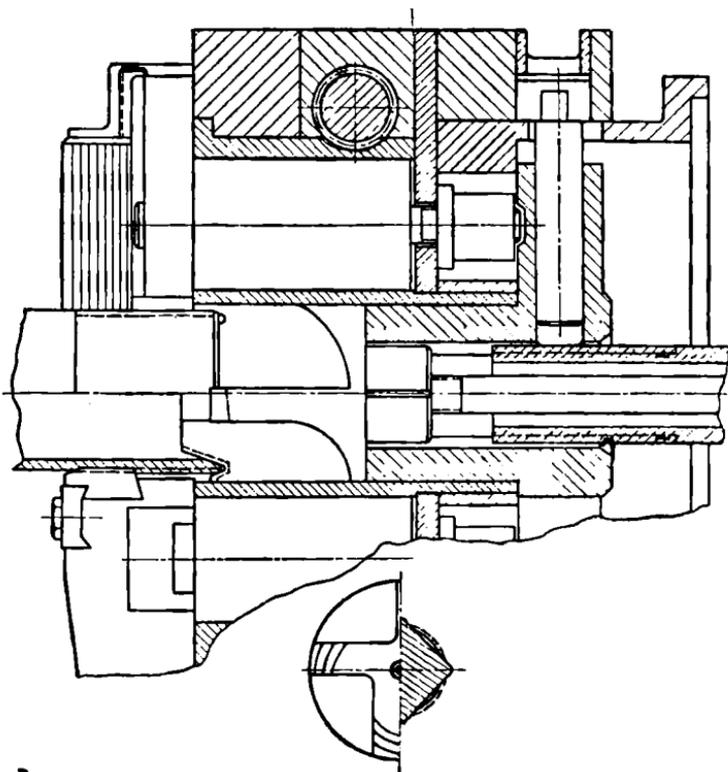
лаживается головка. При установке режущая часть плашки должна касаться выступа шаблона. Каждая плашка имеет свой номер.



Фиг. 93. Головка для нарезания труб ТНТ-2.

Установка плашек в плашкодержателях производится последовательно в порядке нумерации по часовой стрелке.

Головки РГТ-2 и РГТ-3 мало отличаются от описанной выше. Основная разница состоит в том, что у этих головок вместо хвостовика для установки на станке имеется фланец с отверстиями. Работа головок происходит аналогично работе головок РГТ-1.



Фиг. 94. Головка ТНТ-3 с зенкером внутри.

Головки РГТ-2 и РГТ-3 могут быть использованы также и при работе на станках, у которых головка должна быть поставлена на хвостовик. В этих случаях к фланцу головки прикрепляется специальный хвостовик.

Для нарезания резьбы на концах труб применяют головки ТНТ-2 (фиг. 93) и ТНТ-3 (фиг. 94), которые являются модификацией головок серии РГТ.

Головка ТНТ-2 предназначена для нарезания трубной цилиндрической резьбы диаметром от $1/2$ до 2", а головка ТНТ-3 — от 1" до 3". В эти головки устанавливаются плашки, изготовленные по ГОСТ 2287-43.

Головки ТНТ-3 (фиг. 94) не только нарезают резьбу, но и зенкуют коническое отверстие в трубе. Зенкер вставляется в резьбовое

отверстие в корпусе головки. Для нарезания резьбы имеется такой же механизм, как и у головок РГТ.

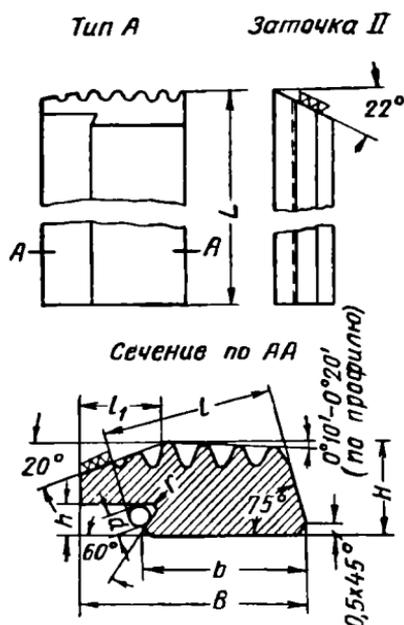
Все основные детали головок РГТ и ТНТ, за исключением плашек, изготавливают из стали 45.

Головки должны удовлетворять следующим требованиям:

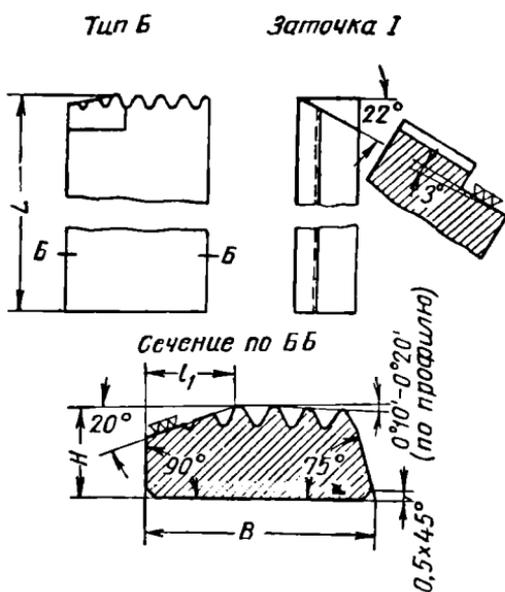
1. Зазор между плашкодержателем и торцом корпуса не должен быть более 0,1 мм.

2. Допустимый мертвый ход в червячном зацеплении не более 18°.

3. Нарезаемая головкой резьба должна соответствовать 2-му классу точности.



Фиг. 95. Плашки тангенциальные тип А.



Фиг. 96. Плашки тангенциальные тип Б.

Плашки к головкам РГТ и ТНТ. На тангенциальные плашки имеется стандарт, предусматривающий две конструкции: тип А (фиг. 95) и тип Б (фиг. 96). Для головок РГТ и ТНТ применяются плашки типа А. Они различаются по габаритным размерам и по конструкции режущей части. Разница по габаритным размерам плашек типа А определяется номерами (табл. 21).

Все конструктивные элементы тангенциальных плашек даны в ГОСТ 2287-43. Плашки типа А крепятся в головке за ласточкин хвост (фиг. 95). Основной режущей частью плашки служит заборная часть. По форме рабочей части плашки разделяются на две основные группы: 1) плашки, работающие самозатягиванием; 2) плашки, работающие с принудительной подачей.

Плашки обеих групп отличаются только формой заточки. Для первой группы применяется заточка I (фиг. 96), при которой перед-

Габаритные размеры плашек

№ плашек	H	B	L новой плашки	Резьба			Тип головок
				Метриче- ский шаг в мм	Число ниток на 1"		
					дюймовая	трубная	
1	10	25	75	1—2	20—10	19; 14; 11	РГТ-1
2			100	1—4	20—6		РГТ-2, ТНТ-2
3	16	40	100	4—6	6—4	11	РГТ-3 и ТНТ-3

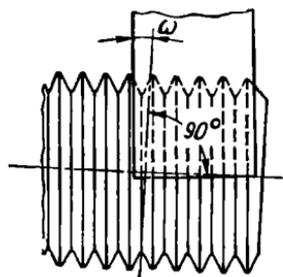
няя поверхность затачивается только на участке плашки, соответствующем длине заборной части. Для второй группы применяется заточка II (фиг. 95). В этом случае затачивается вся передняя поверхность плашки.

Заточка I производится только на длине заборной части, для того чтобы направляющая часть не участвовала в резании.

Во втором случае плашки имеют принудительную подачу и направляющая часть ни при каких условиях резать не будет, вследствие чего затачивают всю переднюю поверхность, что значительно проще.

Плашки изготавливаются комплектом из 4 шт.; положение резьбы каждой плашки в комплекте относительно основной опорной поверхности отличается от соседней на $\frac{1}{4}$ шага.

Резьба в плашках расположена параллельно основной опорной плоскости. Для нормальной работы плашки необходимо, чтобы она была поставлена под углом подъема нарезаемой резьбы (фиг. 97). Практически это очень трудно осуществить, и при нарезании крепежной резьбы угол подъема принимают равным 3° , что и сделано в плашкодержателях к головкам РГТ. Каждая головка ТНТ имеет два плашкодержателя с разными углами наклона опорных плоскостей.



Фиг. 97. Установка тангенциальной плашки в плашкодержателе.

Профиль резьбы тангенциально расположенных плашек

Передний угол γ искажает профиль резьбы плашки; изменяется угол профиля и высота резьбы.

Изменение этих элементов может быть рассчитано следующим образом:

высота резьбы плашки h_1 (фиг. 98) определится из формулы

$$h_1 = \left[\frac{d_0}{2} (\cos \psi - \cos \gamma) + h \cos \gamma \right] \cos \gamma, \quad (113)$$

где d_0 — паружный диаметр резьбы изделия в мм;
 h — высота профиля нарезаемой резьбы в мм;
 ψ — вспомогательный угол, определяемый из формулы

$$\sin \psi = \frac{d_0 - 2h}{d_0} \cdot \sin \gamma. \quad (114)$$

Угол профиля с достаточной для данного случая точностью определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\operatorname{tg} \frac{3}{2} h}{h_1}, \quad (115)$$

где β — половина угла профиля изделия;
 β_1 — половина угла профиля резьбы плашки.

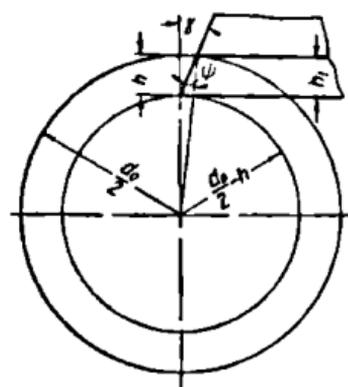
Передние углы у плашек бывают в пределах от 5 до 30°.

Пример. Резьба 24 × 3. Примем передние углы равными 5, 10, 15 и 20°. Для этого случая $d_0 = 24$ мм; $h = 1,95$ мм.

$$\frac{d_0 - 2h}{d_0} = \frac{24 - 3,9}{24} = 0,8375.$$

Углы половины профиля резьбы, рассчитанные по формулам (113), (114) и (115), равны

γ°	β_1
5	30° 4'
10	30° 7'
15	30° 11'
20	30° 20'



Фиг. 98. Определение элементов резьбы тангенциальных плашек.

Эти величины показывают, что при переднем угле, не превышающем 10°, искажением профиля плашки можно пренебречь. При $\gamma > 10^\circ$ профиль резьбы плашки необходимо корректировать по углу.

Геометрические параметры радиальных и тангенциальных плашек (фиг. 99)

Угол заборной части φ° при обработке:

- бронзы, легких металлов 30–40
- стали мягкой и средней твердости 20
- твердой стали 10–15



Фиг. 99. Геометрия плоских плашек.

Передний угол γ° при обработке:

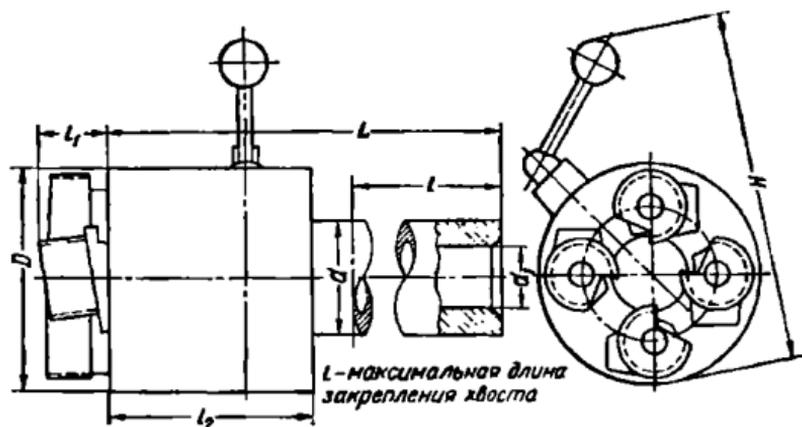
- латуни, медного литья, электрона и др. +12
- бронзы, пластмасс, инструментальной стали, хромомолибденовой стали 0
- чугуна +5
- хромо никелевой стали +3
- стали твердостью 60 кг/мм², коякого чугуна +8
- легированной стали твердостью 90 кг/мм² и выше +12
- твердой стали +15

4. РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ГОЛОВКИ С КРУГЛЫМИ ГРЕБЕНКАМИ

Описание конструкции

Наиболее распространенным типом, принятым в производстве в СССР, являются головки с круглыми гребенками. Эти головки изготавливаются следующих видов и модификаций:

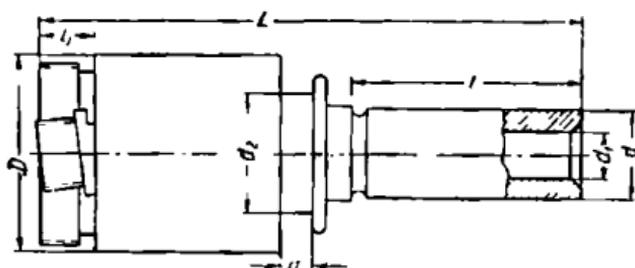
1. Невращающиеся головки 1К, 2К, 3К, 4К и 5К (фиг. 100) предназначены для установки на револьверных и токарных станках.



Фиг. 100. Головка резьбонарезная с круглыми гребенками, невращающаяся.

Эти головки раскрываются автоматически, а закрываются посредством рукояток.

Основные размеры невращающихся головок (фиг. 100) приведены в табл. 22.



Фиг. 101. Головка резьбонарезная с круглыми гребенками, вращающаяся.

2. Вращающиеся головки 1КА, 2КА, 3КА, 4КА и 5КА (фиг. 101) предназначены для установки на автоматах и полуавтоматах. Раскрывание и закрывание этих головок производится посредством вилок, входящих в специальную выточку на нажимном кольце головки (фиг. 78). Головки 4КА могут раскрываться специальным упором, установленным внутри головки.

Обозначение головки	Диаметры нарезаемых резьб в мм	Размеры в мм							
		D	H_{\max}	d	d_1	l	l_1	L	l_2
1К-20 1К-25	4—10	68	195	20 25	12	80	18	160	72
2К-25 2К-30	6—14	75	220	25 30	16	100	19	160	72
3К-30 3К-38	9—24(1")	105	260	30 38	20 27	100	22	210	85
4К-45 4К-70	12—42	125	315	45 70	30 43	100	25	220	100
5К-45 * 5К-70	24—60	155	315	45 70	30 50	100	25	236	100

* Головки 5К-45 и 5К-70 нестандартизованы.

Головки предназначены для нарезания резьбы с шагом до 3 мм или 8 ниток на 1" и могут быть также использованы для обточки наружных цилиндрических и фасонных поверхностей. Длина нарезания ограничивается только конструкцией станка для всех головок, за исключением головок 3К-30 и 4К-45, которыми можно нарезать резьбу длиной не свыше двух диаметров (головками 3К-30 при диаметре нарезаемой резьбы свыше 18 мм и головками 4К-45 при диаметре резьбы свыше 24 мм).

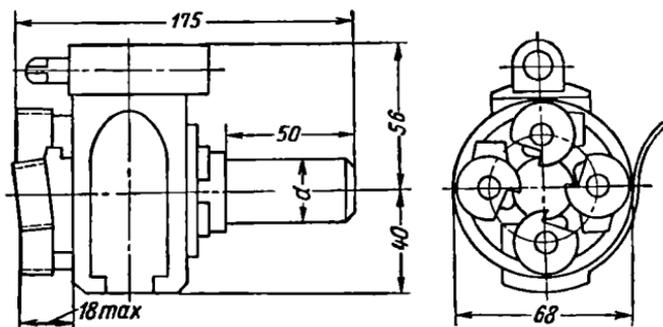
Размеры вращающихся головок (фиг. 101) приведены в табл. 23.

Таблица 23

Обозначение головки	Диаметр нарезаемых резьб в мм	Размеры в мм							
		D	L	d	d_1	d_2	l	l_1	a
1КА-25	4—10	68	175	25	12	36	80	18	9
2КА-30	6—14	75	210	30	16	50	100	19	13
3КА-30	9—24(1")	105	225	30	24	55	110	22	15
4КА-45 4КА-70	12—42	125	245	45 70	30 43	90	110	31	20
5КА-45 5КА-70	24—60	155	252	45 70	25 50	105	110	32	20

Длина нарезания этими головками, за исключением 4КА-45, ограничена только конструкцией станка. Головками 4КА-45 можно нарезать резьбу диаметром 30—42 мм, длиной не более двух диаметров.

3. Головки 1КИ предназначены для установки на автоматах 1112, 1118, 1124, 1136 и им подобных. Они раскрываются либо выдвижением плашкодержателя, либо специальным упором — автоматически, а закрываются специальным рычагом (фиг. 102) и предназначены для нарезания резьбы диаметром 4—10 мм.



Фиг. 102. Головка резьбонарезная с круглыми гребенками для автоматов 1112 и др.

Невращающиеся головки 1К-20, 1К-25, 2К-25, 2К-30, 3К-30, 3К-38, 4К-45, 4К-70 состоят из следующих деталей (фиг. 103):

1) хвостовика 11, который предназначен для установки в revolverной головке или задней бабке станка; хвостовик имеет выступы, которыми он входит в пазы гребенкодержателя; гребенкодержатель может продвигаться в осевом направлении по хвостовику на некоторую величину; в выступы хвостовика упираются пружины 25, которые, в свою очередь, упираются в кольцо 7, закрепленное на гребенкодержателе винтами 12;

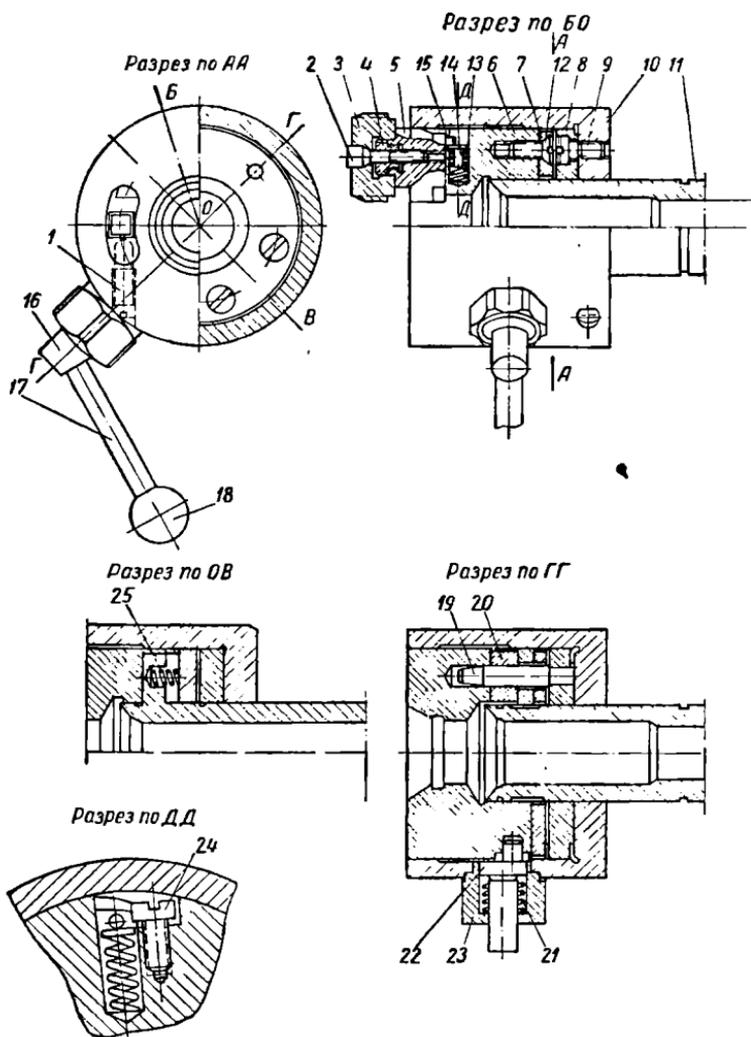
2) нажимного кольца 10, в которое упираются кулачки во время нарезания резьбы; нажимное кольцо имеет возможность двигаться по головке в направлении к хвостовику;

3) гребенкодержателя 6, в который вставляются кулачки с насаженными на них гребенками; кулачки устанавливаются в Т-образных пазах и имеют опорные поверхности А, В и С (фиг. 105);

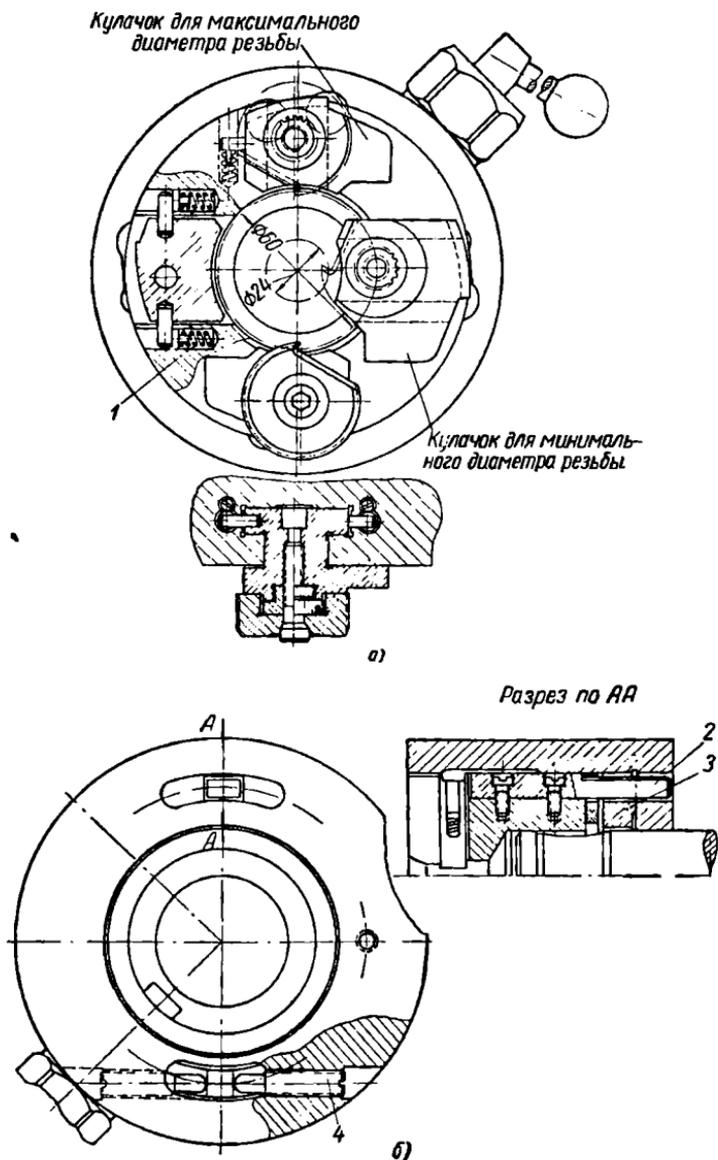
4) кулачков 5, предназначенных для установки на них режущих гребенок и имеющих возможность перемещаться в гребенкодержателе в радиальном направлении;

5) гребенок 3, предназначенных для нарезания резьбы;

6) звездочек 4, предназначенных для того, чтобы поворачивать гребенку на небольшой угол; звездочка имеет зубья, которыми



Фиг. 103. Конструкция невращающихся головок с круглыми гребенками 1К — 4К.

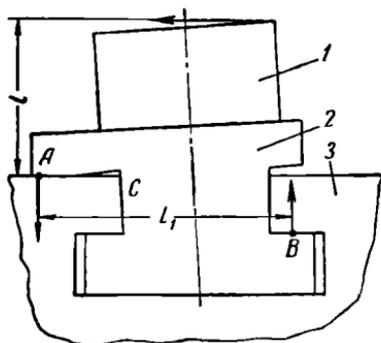


Фиг. 104. Головка резьбонарезная 5К и 5КА:
 а — механизм раскрывания; б — механизм регулирования.

она входит с одной стороны в гребенку (фиг. 106) и с другой стороны— в кулачок; число зубьев, входящих в кулачок, на один меньше числа зубьев, входящих в гребенку;

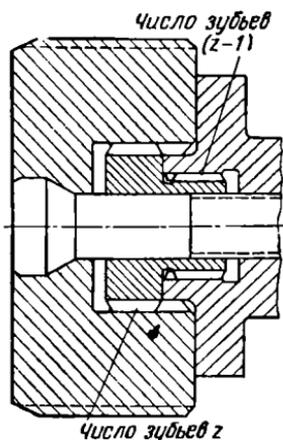
7) винтов 2, которыми гребенка закрепляется на кулачке.

8) регулировочного кольца 8, которым головка регулируется на размер; это кольцо имеет рожки, входящие в специальные пазы в задней части нажимного кольца; на регулировочном кольце установлен штифт 19, который входит в гребенко-



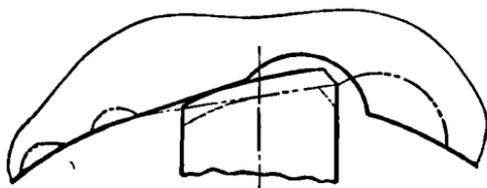
Фиг. 105. Конструкция кулачка к головкам 1К—4К и 1КА—4КА:

1 — гребенка; 2 — кулачок; 3 — гребенкодержатель.



Фиг. 106. Крепление гребенки на кулачке.

держатель и в установленный в нем сухарь 20; в нажимном кольце имеются винты 1, которые могут поворачивать регулировочное кольцо относительно нажимного кольца и, следовательно, поворачивать гребенкодержатель;



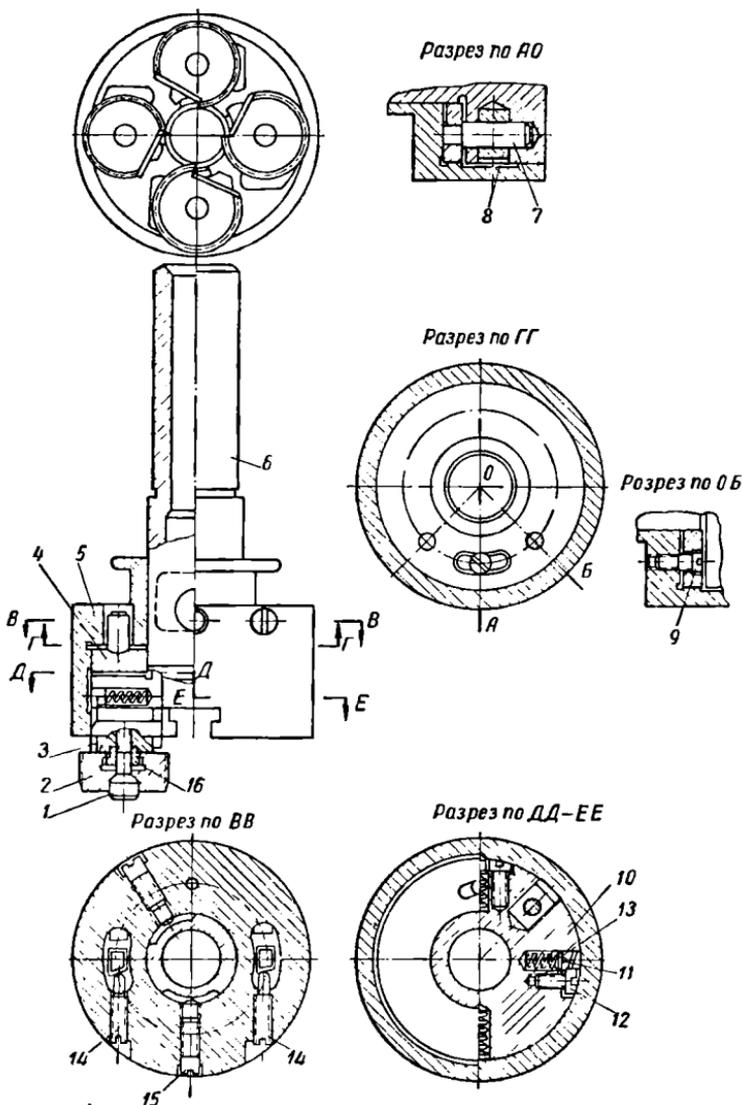
Фиг. 107. Установка кулачка в головке.

при повороте гребенкодержателя относительно нажимного кольца изменяется положение скосов на нажимном кольце относительно кулачка (фиг. 107), кулачки перемещаются в радиальном направлении и таким образом

совершается регулировка размера нарезаемой резьбы; регулировочное кольцо придерживается от осевого перемещения винтом 9;

9) пальца 22, который служит для закрывания головки (приведения ее в рабочее положение); он имеет штифт, который входит в паз гребенкодержателя и поворачивается ручкой 16 и 17 с шариком 18; палец прижимается пружиной 21 и муфтой 23; при повороте пальца ручкой нажимное кольцо перемещается относительно гребенкодержателя; при раскрытии головки нажимное кольцо отодвигается назад, а палец возвращает его в исходное положение;

10) штифта 14, который прижимается посредством пружины 13 к штифту 15, вставленному в кулачок, благодаря чему кулачок прижимается к нажимному кольцу и во время раскрывания перемещается

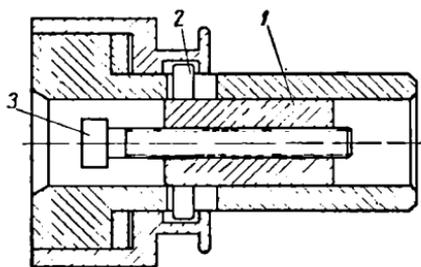


Фиг. 108. Конструкция вращающихся головок с круглыми гребенками 1КА — 4КА.

в радиальном направлении; для того чтобы штифт 14 не выскочил, когда вынуты кулачки, он задерживается головкой винта 24.

Головка закрепляется хвостовиком 11 в головке револьверного или задней бабке токарного станка. Револьверная головка или пиноль задней бабки во время нарезания резьбы должны

иметь поступательное движение. Когда движение хвостовика прекратится, нарезание резьбы будет продолжаться и гребенкодержатель будет перемещаться вперед до тех пор, пока цилиндрическая опорная часть кулачка не выйдет из нажимного кольца. Тогда под действием пружины 13 кулачки начнут раздвигаться, отодвинут назад нажимное кольцо и головка раскроется. Для того чтобы привести головку в рабочее положение, необходимо ручкой 17 передвинуть нажимное кольцо вперед.



Фиг. 109. Механизм для раскрывания головки 4КА от внутреннего упора.

Вращающиеся головки (фиг. 108) состоят из следующих деталей:

- 1) гребенкодержателя 6, который в этом случае представляет одно целое с хвостовиком, служащим для установки головки на станке;
- 2) нажимного кольца 5, на котором имеется специальная выточка, куда входит вилка, раскрывающая и закрывающая головку; во всем остальном устройстве этого кольца аналогично нажимному кольцу невращающейся головки;
- 3) кулачков 3, гребенки 2, звездочки 16, винта 1, регулировочного кольца 4, штифтов 13 и 11, винта 12, винтов 14, пружины 10, винта 9, штифта 7 и сухаря 8; назначение этих деталей то же, что и у невращающихся головок;
- 4) винтов 15, из которых один входит в вырез хвостовика гребенкодержателя и препятствует отходу нажимного кольца на величину большую, чем это необходимо для раскрывания головки; если этот винт вывернуть, то нажимное кольцо отойдет настолько, что можно снять кулачки; если отвернуть второй винт 15, то он выйдет из второй выемки и гребенкодержатель можно вынуть совсем из нажимного кольца;
- 5) деталей муфты 1, штифтов 2 и винта 3, служащих для внутреннего раскрывания головки 4КА (фиг. 109).

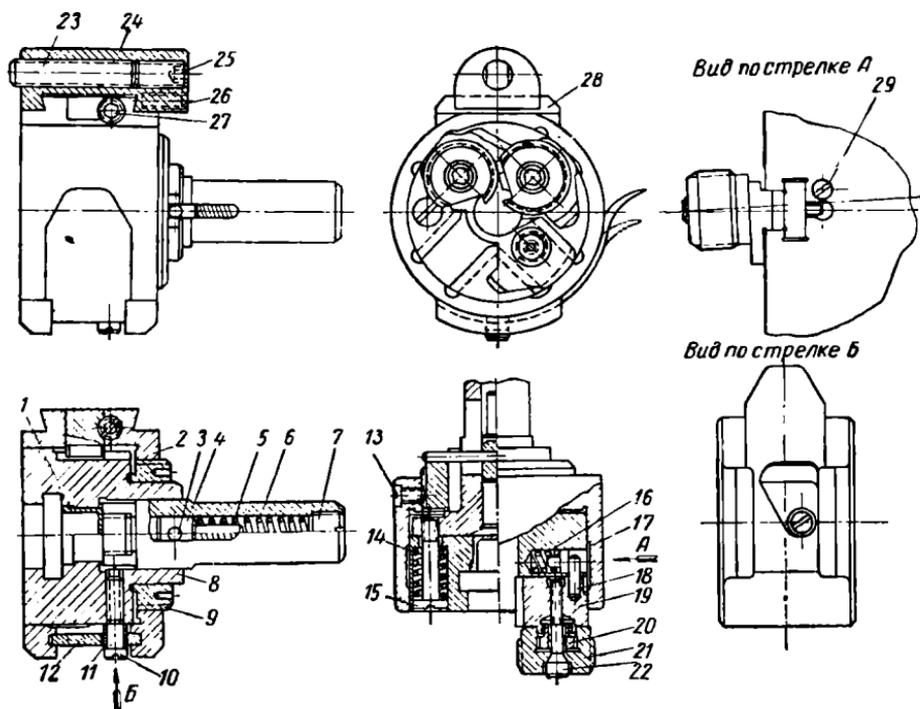
При нарезании резьбы вращающейся головкой вилка, входящая в выточку на нажимном кольце, двигается вместе с головкой. Как только движение вилки прекратится, нажимное кольцо сойдет с кулачков и головка раскроется. Закрывание головки производится той же вилкой. Головки 4КА могут раскрываться также нажиманием нарезаемой детали на винт 3, который посредством штифтов 2, входящих в нажимное кольцо, отодвигает последнее и этим раскрывает головку.

Резьбонарезные головки 5К и 5КА несколько отличаются в конструктивном отношении от остальных головок. В этой головке кулачки (фиг. 104, а) переводятся в нерабочее положение двумя пружинами 1. Кроме того, для регулирования на размер имеется специальная шпонка 2 (фиг. 104, б), входящая в регулировочное кольцо 3, которое винтами 4, расположенными на одной оси, может

быть повернуто вокруг оси головки, чем и достигается регулирование на размер резьбы.

Головки 1КИ-19 и 1КИ-25 для автоматов 1112 и ему подобных состоят из следующих основных деталей (фиг. 110):

1) хвостовика 6, который устанавливается в револьверной головке автомата; внутри хвостовика установлен ползун 4, в который,



Фиг. 110. Конструкция головок 1КИ для автоматов 1112 и др.

в свою очередь, вставлен штифт 3, прижимающий посредством пружины 5 нажимное кольцо к фланцу хвостовика; пружина упирается в пробку 7;

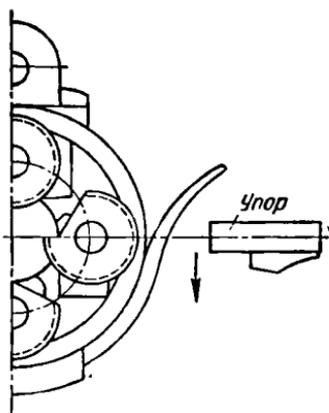
2) нажимного кольца 2, которое имеет такие же скосы, в которые упираются кулачки, как и у головки 1К; на нажимном кольце установлен корпус наружного упора 24, в который вставлен наружный упор 23, закрепляющийся винтом 25; корпус упора закрепляется винтами 26; в нажимное кольцо ввернута гайка 9, которая упирается в гребенкодержатель и удерживается от проворачивания винтом 13; для регулирования на размер имеется регулировочная шпонка 28, входящая выступами в гребенкодержатель и передвигаемая двумя винтами 27; при продвижении шпонки меняется положение гребенкодержателя и нажимного кольца относительно друг друга, чем и достигается регулирование на размер, как и у невращающихся головок;

3) гребенкодержателя 8, в который вставляются кулачки и стан- кан 1, предохраняющий головку от засорения стружкой;

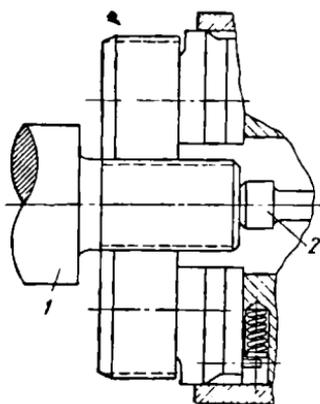
4) кулачков 19, звездочек 20, гребенок 21, винтов 22, штифтов 17 и 18, винта 29 пружины 16, имеющих то же назначение, что и у головок 1К и 1КА;

5) винта 10, на который надет ролик 11, входящий в прорезь в рычаге 12; этот винт служит для приведения головки в рабочее положение; рычаг 12 имеет возможность двигаться в нажимном кольце по окружности без осевого перемещения;

6) винтов 15, служащих для прижимания гребенкодержателя к хвостовику 6 посредством пружин 14.



Фиг. 111. Закрывание резь- бонарезной головки 1КИ.



Фиг. 112. Нарезание резьбы огра- ниченной торцевой плоскостью: 1 — изделие; 2 — упорный винт.

Нарезание резьбы головкой 1КИ может совершаться только при условии осевого перемещения хвостовика. Как только движе- ние хвостовика прекратится, головка раскроется в результате того, что гребенкодержатель будет иметь движение вперед и цилиндри- ческая опорная часть кулачков выйдет из нажимного кольца. Кроме того, головка может быть раскрыта упором 23.

Закрывание головки производится рычагом 12. В автомате 1112 и ему подобных головка 1КИ после нарезания резьбы опускается, так как ось револьверной головки горизонтальна. Рычаг 12 задер- живается специальным упором на станке (фиг. 111) и продвигается на нажимном кольце по окружности. Своим вырезом рычаг нажимает на винт 10 (фиг. 110) и заставляет нажимное кольцо продвигаться вперед и закрыть головку.

Очень часто вращающиеся головки используются на станках, в которых изделие вращается. Так, вращающиеся головки исполь- зуются на автоматах, полуавтоматах, резьбонарезных станках и т. д.

На автоматах и полуавтоматах цикл работы обычно жесткий и никаких специальных приспособлений, отводящих в нужный момент головку, не требуется.

При установке головки на револьверных станках, отчасти на полуавтоматах и на токарных станках, особенно при нарезании крупных резьб, очень часто применяется принудительная подача головки.

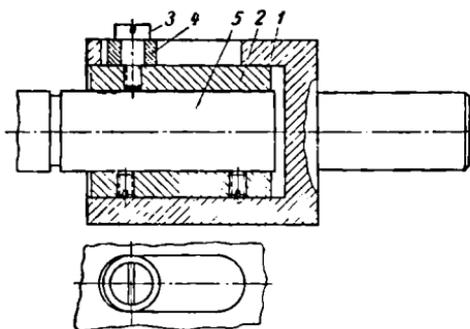
При нарезании сквозных резьб никаких затруднений не встречается. Однако при нарезании резьб, ограниченных торцевыми плоскостями (фиг. 112), трудно уловить нужный момент выключения головки. Обычно в этом случае применяется внутреннее выключение головки, как это указано при описании головки 4КА. При принудительной подаче таковая должна быть выключена немедленно, как только головка раскроется. Однако это выполнить очень трудно. Для того чтобы иметь возможность нарезать крупную резьбу, применяется специальная переходная втулка

(фиг. 113), которая состоит в основном из двух частей: наружного стакана 1, закрепляющегося своим хвостом в станке, и втулки 2, насаживаемой на хвост головки 5 и закрепляемой двумя винтами. На втулке установлен штифт 3, на который насажен ролик 4. Последний помещается в продольном пазу стакана. Переходная втулка работает следующим образом. Самоход выключается несколько раньше, чем кончилось нарезание резьбы; дальше на небольшом участке головка будет работать самозатягиванием. Так как ролик расположен в продольном пазу стакана, то хвостовик головки вместе со втулкой 2 будет двигаться вперед, несмотря на то, что стакан такого движения иметь не будет. Как только головка раскроется, ее движение вперед прекратится.

Во всех остальных случаях головка непосредственно закрепляется в револьверной головке или в соответствующих деталях других станков.

Конструкция и размеры гребенок и кулачков

Гребенки (фиг. 114) имеют кольцевую нарезку. Они устанавливаются на кулачках посредством звездочек и центрируются внутренним диаметром (фиг. 106). В гребенку вставляется конец звездочки, имеющий большее число зубьев. Вследствие этого при перестановке звездочки в кулачке в одну сторону на один зуб, а гребенки на звездочке — в другую сторону на один зуб, гребенка повернется на $\frac{1}{z \cdot z_1}$ оборота, где z — число зубьев на одном конце звездочки, а z_1 — на другом.



Фиг. 113. Втулка переходная для работы головки с принудительной подачей.

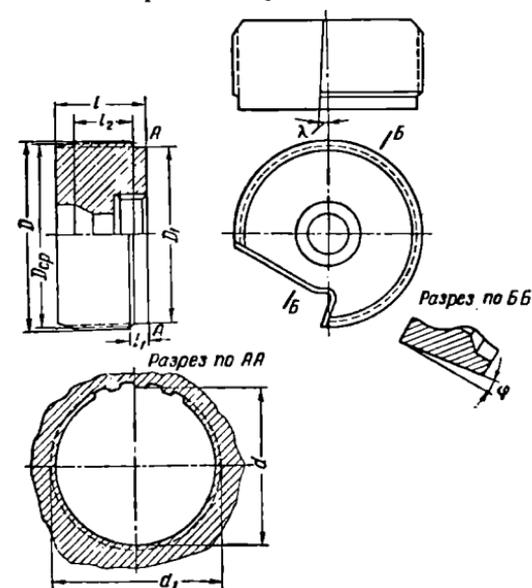
на головках 1КИ, 1К и 1КА, 2К и 2КА . . .	20	19
на головках 3К и 3КА	23	22
на головках 4К, 4КА и 5К	27	26

Таким образом, при перестановке на один зуб у головок 1КИ, 1К, 1КА, 2К и 2КА гребенка поворачивается на $\frac{1}{20 \cdot 19} = \frac{1}{380}$ оборота, у головок 3К и 3КА — на $\frac{1}{22 \cdot 23} = \frac{1}{506}$ оборота и у головок 4К, 4КА и 5К — на $\frac{1}{27 \cdot 26} = \frac{1}{702}$ оборота.

Этот поворот необходим для перетачивания гребенок после затупления. Гребенки устанавливаются на кулачке под углом подъема резьбы изделия на среднем диаметре. На гребенках обозначены номера головки и шаг резьбы.

Геометрические параметры режущей части гребенок задаются для гребенок, установленных на кулачках, и измеряются относительно оси изделия.

Поскольку обычно резьбонарезные головки работают самозатягиванием, на цилиндрической части они заднего угла не имеют. На заборном конусе задний угол создается смещением заборной части относительно плоскости, проходящей через ось (фиг. 115), на величину a , которая относится к первому полному витку.



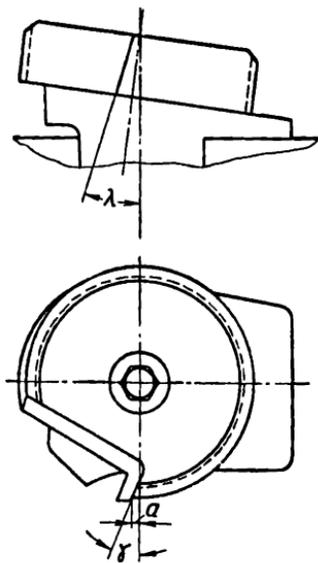
Фиг. 114. Гребенки к резьбонарезным головкам.

Угол λ дан при установке гребенки на кулачке.

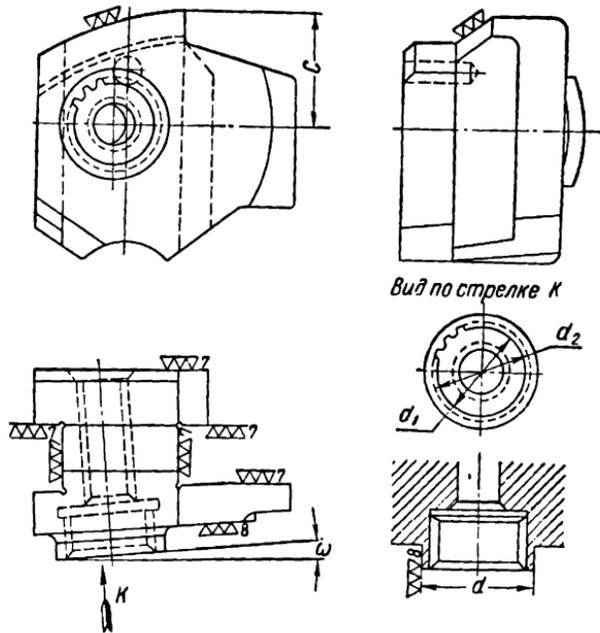
Геометрия режущих элементов в зависимости от обрабатываемого материала приведена в табл. 24.

Кулачки определяются следующими основными параметрами: расстоянием C от центра пуговки, на которую насаживается гребенка, до опорной поверхности в точке пересечения этой поверхности с плоскостью, проходящей через ось пуговки, параллельной боковым опорным плоскостям (фиг. 116).

Угол ω наклона опорной плоскости под гребенку равен углу подъема резьбы изделия на среднем диаметре. Все остальные размеры являются конструктивными и приведены ниже. Кулачок устроен таким образом, что основными опорными плоскостями



Фиг. 115. Установка гребенок на кулачке.



Фиг. 116. Конструкция кулачков к резьбонарезным головкам с круглыми гребенками.

Обрабатываемый материал	Передний угол γ	Угол λ°	Величина a при диаметре резьб в мм					
			До 8	9—10	11—14	16—20	22—27	30—42
Твердые стали	20	$1^\circ 30' + \omega$	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,21
Стали конструкционные	25	$1^\circ 30' + \omega$	0,03	0,08	0,10	0,15	0,2	0,25
Инструментальные стали	15	$30' + \omega$	0,00	0,5	0,07	0,12	0,17	0,21
Хромоникелевые, молибденовые и хромованадиевые стали	20	$1^\circ 30' + \omega$	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,21
Сталь мягкая	20	$1^\circ 0' + \omega$	0,1	0,12	0,14	0,20	0,25	0,30
Чугун	10	$30' + \omega$	0,1	0,12	0,14	0,20	0,25	0,30
Медь твердая	25	$2^\circ + \omega$	0,03	0,08	0,10	0,15	0,2	0,25

Примечание. ω — угол подъема резьбы изделия на среднем диаметре.

являются плоскости *A*, *B* и *C* (см. фиг. 105). Такое расположение опорных плоскостей дает наиболее благоприятные условия в отношении усилий, действующих на пазы под кулачки головки.

Опорная плоскость кулачка является частью цилиндра, вслед за которым расположена коническая поверхность, имеющая угол наклона образующей к оси 35° . Пуговка, на которую насаживается гребенка, смещена от средней плоскости кулачка. Это сделано потому, что гребенка установлена к опорным плоскостям под углом ω и, следовательно, центр окружности, на которой расположены первые полные витки, будет несколько смещен по отношению центра окружности пуговки.

На кулачках, предназначенных для нарезания правой резьбы, винт для закрепления гребенки имеет левую резьбу, а на предназначенных для нарезания левой резьбы — правую резьбу.

Обозначение кулачка состоит из номера головки и условной буквы русского алфавита.

Как видно из предыдущего, для каждого размера резьбы требуется своя гребенка и свой кулачок. Это объясняется тем, что шаг и диаметр нарезаемых резьб различны и, следовательно, различна величина ω , которая определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{S}{\pi d_{cp}}$$

Для того чтобы легко подобрать необходимые для нарезания определенной резьбы гребенки и кулачки, приводится сводная табл. 25 применяемости гребенок и кулачков.

Размеры нарезания резьб	Головки 1КИ, 1К и 1КА		Головки 2К и 2КА		Головки 3К и 3КА		Головки 4К и 4КА		Головки 5К	
	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки
4 × 0,5	1-0,5	1-И	—	—	—	—	—	—	—	—
4 × 0,7	1-0,7	1-Б	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5 × 0,5	1-0,5	1-И	—	—	—	—	—	—	—	—
5 × 0,5	1-0,5	1-И	—	—	—	—	—	—	—	—
5 × 0,8	1-0,8	1-В	—	—	—	—	—	—	—	—
5,5 × 0,5	1-0,5	1-И	—	—	—	—	—	—	—	—
6 × 0,5	1-0,5А	1-П	2-0,5	2-Л	—	—	—	—	—	—
6 × 0,75	1-0,75А	1-Ж	2-0,75А	2-Е	—	—	—	—	—	—
6 × 1	1-1А	1-С	2-1А	2-ТА	—	—	—	—	—	—
7 × 0,5	1-0,5А	1-Р	2-0,5	2-М	—	—	—	—	—	—
7 × 0,75	1-0,75	1-Л	2-0,75	2-Ж	—	—	—	—	—	—
7 × 1	1-1А	1-Д	2-1А	2-В	—	—	—	—	—	—
8 × 0,75	1-0,75	1-М	2-0,75	2-И	—	—	—	—	—	—
8 × 1,0	1-1	1-Е	2-1	2-Д	—	—	—	—	—	—
8 × 1,25	1-1,25	1-В	2-1,25	2-Б	—	—	—	—	—	—
9 × 0,75	1-0,75	1-П	2-0,75	2-Л	3-0,75	3-П	—	—	—	—
9 × 1,0	1-1	1-Ж	2-1	2-Е	3-1	3-И	—	—	—	—
9 × 1,25	1-1,25	1-Д	2-1,25	2-Г	3-1,25	3-В	—	—	—	—
10 × 0,75	1-0,75	1-Р	2-0,75	2-М	3-0,75	3-Т	—	—	—	—
10,0 × 1	1-1	1-М	2-1	2-И	3-1	3-Ц	—	—	—	—
10 × 1,5	1-1,5	1-В	2-1,5	2-Б	3-1,5	3-Б	—	—	—	—
11 × 0,75	—	—	2-0,75	2-И	3-0,75	3-У	—	—	—	—
11 × 0,1	—	—	2-1	2-С	3-1	3-И	—	—	—	—
11 × 1,5	—	—	2-1,5	2-Г	3-1,5	3-Г	—	—	—	—
12 × 1,0	—	—	2-1	2-М	3-1	3-Р	4-1	4-Ц	—	—

Размеры нарезания резьб	Головки 1КИ, 1К и 1КА		Головки 2К и 2КА		Головки 3К и 3КА		Головки 4К и 4КА		Головки 5К	
	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки
12 × 1,25	—	—	2—1,25	2—П	3—1,25	3—Ц	4—1,25	4—О	—	—
12 × 1,5	—	—	2—1,5	2—У	—	—	4—1,5А	4—В	—	—
12 × 1,75	—	—	2—1,75	2—Г	3—1,75	3—Б	4—1,75	4—Б	—	—
14 × 1,0	—	—	2—1	2—Р	3—1	3—Ф	4—1	4—Р	—	—
14 × 1,5	—	—	2—1,5	2—П	3—1,5	3—Л	4—1,5А	4—О	—	—
14 × 2	—	—	2—2	2—Г	3—2	3—В	4—2А	4—Б	—	—
16 × 1	—	—	—	—	3—1	3—Х	4—1	4—С	—	—
16 × 1,5	—	—	—	—	3—1,5	3—М	4—1,5	4—Е	—	—
16 × 2	—	—	—	—	3—2	3—Е	4—2А	4—В	—	—
18 × 1	—	—	—	—	3—1А	3—Ш	4—1	4—Ч	—	—
18 × 1,5	—	—	—	—	3—1,5	3—Д	4—1,5	4—Ж	—	—
18 × 2,5	—	—	—	—	3—2,5	3—В	4—2,5	4—З	—	—
20 × 1	—	—	—	—	3—1А	3—Ю	4—1	4—У	—	—
21 × 1,5	—	—	—	—	3—1,5А	3—У	4—1,5	4—Л	—	—
20 × 2,5	—	—	—	—	3—2,5	3—Е	4—2,5	4—В	—	—
22 × 1,0	—	—	—	—	3—1А	3—Я	4—1	4—Ф	—	—
22 × 1,5	—	—	—	—	3—1,5А	3—Ф	4—1,5	4—Р	—	—
22 × 2,5	—	—	—	—	3—2,5	3—Ж	4—2,5	4—Д	—	—
24 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1	5—С
24 × 1,5	—	—	—	—	3—1,5А	3—Х	4—1,5	4—С	5—1,5	5—И
24 × 2,0	—	—	—	—	3—2	3—С	4—2	4—Ж	5—2	5—Г
24 × 3	—	—	—	—	3—3	3—Э	4—3	4—Г	5—3	5—А
27 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1	5—Х
27 × 1,5	—	—	—	—	—	—	4—1,5	4—Т	5—1,5	5—М
27 × 2,0	—	—	—	—	—	—	4—2	4—М	5—2	5—Д

Размеры нарезания резьб	Головки 1КИ, 1К и 1КА		Головки 2К и 2КА		Головки 3К и 3КА		Головки 4К и 4КА		Головки 5К	
	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки
27 × 3,0	—	—	—	—	—	—	4—3	4—Д	5—3	5—Б
30 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1	5—Ч
30 × 1,5	—	—	—	—	—	—	4—1,5	4—Х	5—1,5	5—О
30 × 2	—	—	—	—	—	—	4—2	4—С	5—2	5—Е
30 × 3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3,5	5—СС
33 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1	5—Ш
33 × 1,5	—	—	—	—	—	—	4—1,5	4—Ш	5—1,5	5—П
33 × 2	—	—	—	—	—	—	4—2	4—Т	5—2	5—Ж
33 × 3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3,5	5—ТТ
36 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1	5—Я
36 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5	5—Р
36 × 2,0	—	—	—	—	—	—	4—2	4—Х	5—2А	5—М
36 × 3,0	—	—	—	—	—	—	4—3	4—И	5—3	5—В
36 × 4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—4	5—СС
39 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1	5—ВВ
39 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5	5—У
39 × 2	—	—	—	—	—	—	4—2	4—Ю	5—2А	5—О
39 × 3	—	—	—	—	—	—	4—3	4—Н	5—3	5—Г
39 × 4	—	—	—	—	—	—	—	—	5—4	5—ТТ
42 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1А	5—ДД
42 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5А	5—Х
42 × 2	—	—	—	—	—	—	4—2	4—Я	5—2А	5—П
42 × 3	—	—	—	—	—	—	4—3	4—П	5—3	5—Д
45 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1А	5—ЕЕ
45 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5А	5—Ч

Размеры нарезания резьб	Головки 1КИ, 1К и 1КА		Головки 2К и 2КА		Головки 3К и 3КА		Головки 4К и 4КА		Головки 5К	
	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки	Гребенки	Кулачки
45 × 2	—	—	—	—	—	—	—	—	5—2А	5—Р
45 × 3	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3	5—Е
48 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1А	5—ЛЛ
48 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5А	5—Ш
48 × 2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—2Б	5—Р
48 × 3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3	5—Ж
52 × 1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1А	5—ММ
52 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5А	5—Ю
52 × 2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—2Б	5—Т
52 × 3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3	5—ИИ
56 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1А	5—НН
56 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5А	5—АА
56 × 2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—2Б	5—Ф
56 × 3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3	5—Л
56 × 4	—	—	—	—	—	—	—	—	5—4	5—УУ
60 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1А	5—РР
60 × 1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	5—1,5А	5—Ц
60 × 2	—	—	—	—	—	—	—	—	5—2Б	5—Ц
60 × 3	—	—	—	—	—	—	—	—	5—3	5—Н
60 × 4	—	—	—	—	—	—	—	—	5—4	5—ХХ
3/4" TP	—	—	—	—	—	—	—	—	5—14	5—Д
1" TP	—	—	—	—	—	—	—	—	5—11	5—Д
1 1/4" TP	—	—	—	—	—	—	—	—	5—11А	5—О
1 1/2" TP	—	—	—	—	—	—	—	—	5—11А	5—Р
2" 1P	—	—	—	—	—	—	—	—	5—11А	5—ХХ

Расчет резьбонарезных головок с круглыми гребенками

Основными положениями, которые кладутся в основу проектирования резьбонарезных головок, а также кулачков и гребенок к ним, являются следующие:

1. После раскрытия гребенки по возможности не должны выходить за наружную цилиндрическую поверхность головки. Это положение не всегда можно выполнить, но при проектировании к нему надо стремиться.

2. Раскрытие должно быть достаточным, т. е. гребенки должны расходиться больше чем на высоту профиля резьбы.

3. Регулирование должно обеспечивать установленные ГОСТ 4383-54 размеры.

Расчет начинается с выбора диаметра гребенки. Наибольший диаметр гребенки D_{\max} , который можно применить для нарезания резьбы, определяется из следующей формулы:

$$D_{\max} = \frac{D_1 - 2(R_1 - R_2) - d_1}{2}, \quad (116)$$

где R_1 — радиус опорной цилиндрической поверхности кулачка в мм;

R_2 — радиус поверхности кулачка, которой он опирается на нажимное

кольцо после раскрытия головки, в мм.

d_1 — внутренний диаметр нарезаемой резьбы в мм;

D_1 — наружный диаметр нажимного кольца головки в мм.

Наименьший диаметр определяется из условий сходимости гребенок; при нарезании мелких резьб гребенки очень близко сходятся между собой (фиг. 117). Как видно из чертежа, гребенки могут сойтись только в том случае, если наименьший диаметр гребенки D_{\min} , расстояние от центра гребенки до выреза R_3 и внутренний диаметр резьбы d_1 связаны следующим равенством:

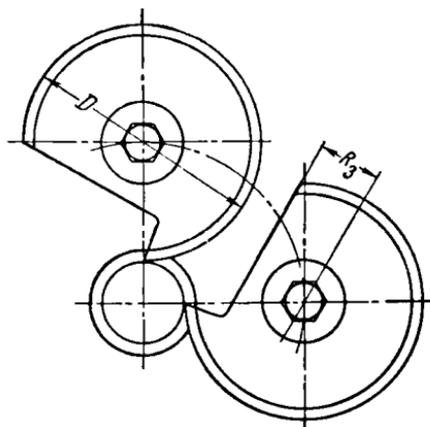
$$\left(\frac{D_{\min}}{2} + R_3\right)^2 = \frac{(D_{\min} + d_1)^2}{2}.$$

Определяя из этого равенства D_{\min} , получим

$$D_{\min} = 4,824R_3 - 3,412d_1. \quad (117)$$

Пример. Головка 4К, резьба $12 \times 1,75$; наружный диаметр нажимного кольца головки 125 мм; внутренний диаметр резьбы $d_1 = 9,727$ мм. Для головки 4К $R_1 - R_2 = 70 - 66,5 = 3,5$ мм. Наименьший допускаемый размер R_3 для головки 4К равен 15 мм, тогда

$$D_{\min} = 4,824 \cdot 15 - 3,412 \cdot 9,727 = 39,2 \text{ мм.}$$



Фиг. 117. Определение диаметра гребенок к резьбовым головкам.

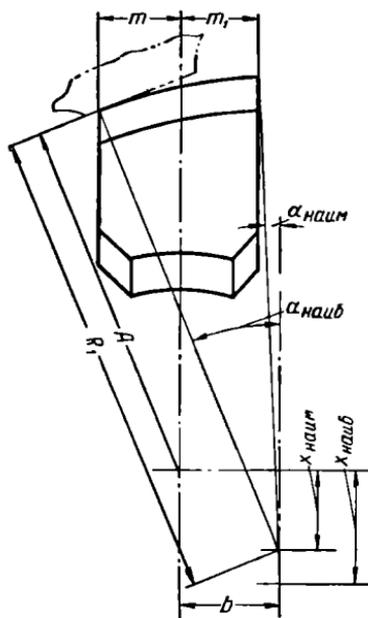
Наибольший диаметр определяется из формулы

$$D_{\max} = \frac{D_1 - 2(R_1 - R_2) - d_1}{2} = \frac{125 - 7 - 9,727}{2} = 54,1 \text{ мм.}$$

Таким образом, для нарезания резьбы $12 \times 1,75$ в головке 4К можно принять диаметр гребенки в пределах от 39,2 до 54,1 мм.

В данном случае мы имеем довольно значительный диапазон для выбора диаметра гребенки. В некоторых случаях диапазон бывает очень малый. Широкий диапазон диаметров гребенки позволяет изготавливать одну гребенку заданного шага для ряда диаметров нарезаемой резьбы.

Регулирование головки на размер нарезаемой резьбы производится поворачиванием нажимного кольца. Для обеспечения гребенкам во время регулирования радиального перемещения нажимное кольцо имеет так называемые скосы, в которые кулачок упирается цилиндрической поверхностью; ось этой поверхности не совпадает с осью головки, а смещена относительно нее на некоторую величину. Вследствие этого соприкосновение скоса на нажимном кольце и опорной цилиндрической поверхности кулачка произойдет не на среднем сечении кулачка, а будет смещено влево так, как указано на фиг. 118. При повороте нажимного кольца точка соприкосновения скоса нажимного кольца и цилиндрической поверхности кулачка перемещается, а кулачок меняет свое положение относительно оси головки. Величина смещения x , измеряемая от центра головки до перпендикуляра к оси кулачка,



Фиг. 118. Определение величины регулирования по диаметру резьбы.

проведенного из центра опорной поверхности кулачка, определяется из формулы

$$x = \frac{R_1 - A}{\cos \alpha} - b \operatorname{tg} \alpha; \quad (118)$$

здесь R_1 — радиус цилиндрической поверхности в мм;

A — расстояние от центра головки до скоса на нажимном кольце в мм; $A = \frac{D_{\text{вн}}}{2} + (0,05 \div 0,1) \text{ мм}$, где $D_{\text{вн}}$ — внутренний диаметр нажимного кольца;

b — расстояние от центра цилиндрической поверхности до средней плоскости кулачка;

α — угол между средней плоскостью кулачка и плоскостью, проходящей через точку соприкосновения цилиндри-

ческой поверхности кулачка со скосом и через ось цилиндрической поверхности.

Величина угла α зависит от величины опорной цилиндрической поверхности. При наибольшем раздвижении кулачков точка соприкосновения будет лежать на левом конце цилиндрической поверхности. Если m — расстояние от средней плоскости кулачка до левого конца опорной плоскости, то

$$\sin \alpha_{\max} = \frac{m+b}{R_1}. \quad (119)$$

Если m_1 — расстояние от средней линии кулачка до правого конца опорной цилиндрической поверхности, то

$$\sin \alpha_{\min} = \frac{b-m_1}{R_1}. \quad (120)$$

Чем больше угол α , тем больше x , что видно из анализа формулы, определяющей величину x . Действительно, на величину x влияют оба члена уравнения (118).

Для того чтобы установить, как изменяется величина x в зависимости от изменения α , найдем первую производную $\frac{dx}{d\alpha}$:

$$\frac{dx}{d\alpha} = \frac{(R_1 - A)}{\cos^2 \alpha} - \frac{b \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}. \quad (121)$$

Поскольку α может иметь только положительное значение, то знак этого выражения зависит от знака выражения $(R - A) \sin \alpha - b$. Так как угол α имеет небольшую величину, это выражение всегда меньше нуля, откуда можно установить, что функция $x = \frac{(R-A)}{\cos \alpha} - b \operatorname{tg} \alpha$ является убывающей, т. е. с возрастанием α будет уменьшаться x и, следовательно, наибольшая величина x будет при наименьшем α и наоборот.

Таким образом, имеем

$$x_{\max} = \frac{(R_1 - A)}{\cos \alpha_{\min}} - b \operatorname{tg} \alpha_{\min} \quad (122)$$

и

$$x_{\min} = \frac{(R_1 - A)}{\cos \alpha_{\max}} - b \operatorname{tg} \alpha_{\max}. \quad (123)$$

Величина регулирования n будет равна

$$n = x_{\max} - x_{\min} = b(\operatorname{tg} \alpha_{\max} - \operatorname{tg} \alpha_{\min}) - (R_1 - A) \left(\frac{1}{\cos \alpha_{\max}} - \frac{1}{\cos \alpha_{\min}} \right). \quad (124)$$

Последняя формула дает соотношение между основными величинами, характеризующими регулирование резьбонарезной головки.

Стандартом на технические условия по изготовлению головок (ГОСТ 4383-54) предусматривается величина регулирования головок.

Однако при проектировании головок надо принимать во внимание, что неточности в изготовлении головок могут несколько переместить зону регулирования, и величину регулирования при расчете увеличивают по крайней мере на 50%.

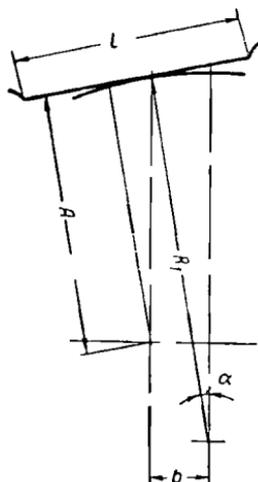
Пусть задан диапазон регулирования Δd .

Головку надо рассчитывать на $1,5 \Delta d$, откуда

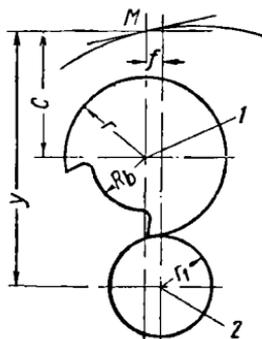
$$1,5\Delta d = n = b(\operatorname{tg} \alpha_{\max} - \operatorname{tg} \alpha_{\min}) - (R_1 - A) \left(\frac{1}{\cos \alpha_{\max}} - \frac{1}{\cos \alpha_{\min}} \right).$$

Поскольку все размеры, указанные в формуле, задаются конструктивно, то по ней производится только проверка достаточности регулировки. Если окажется, что регулировки недостаточно, то обычно либо увеличивают b , либо уменьшают R_1 ; то и другое увеличивает n .

Величина площадки на скосе нажимного кольца



Фиг. 119. Определение величины скоса на нажимном кольце.



Фиг. 120. Определение величины C :

1 — центр гребенки;
2 — центр изделия.

зависит от наибольшего и наименьшего угла α (фиг. 119) и определяется из следующей формулы:

$$l = + (R_1 - A)(\operatorname{tg} \alpha_{\max} - \operatorname{tg} \alpha_{\min}) - b \left(\frac{1}{\cos \alpha_{\max}} - \frac{1}{\cos \alpha_{\min}} \right). \quad (125)$$

Для компенсации ошибки в изготовлении отдельных элементов головки необходимо площадку делать больше расчетной величины.

Величина C (фиг. 120), представляющая собой расстояние от точки M до центра пуговки, на которую насаживается гребенка, определяется из формулы

$$C = y - \frac{d_1}{2} - \frac{D}{2} \text{ мм}, \quad (126)$$

где y — расстояние от точки M до оси головки, рассчитанное для

$$\alpha_{cp} = \frac{\alpha_{max} + \alpha_{min}}{2};$$

$$y = R_1 \cos \alpha - \frac{R_1 - A}{\cos \alpha} + b \operatorname{tg} \alpha;$$

d_1 — внутренний диаметр нарезаемой резьбы;

D — наружный диаметр гребенки.

Точка M находится на пересечении средней линии кулачка с цилиндрической опорной плоскостью.

При окончательном выборе размеров гребенок и кулачков необходимо при серийном производстве стремиться к тому, чтобы количество типо-размеров тех и других было наименьшим. Если в отношении гребенок это большей частью удастся, то в отношении кулачков эта проблема довольно трудно разрешима.

В большинстве случаев гребенки заданного шага, предназначенные для определенного размера головок, делают для всех резьб одни и те же.

В отдельных случаях приходится гребенки одного и того же шага делать двух разных диаметров. Это происходит в том случае, когда с одним и тем же шагом изготавливают резьбы в очень большом диапазоне диаметров. Как видно из табл. 25, у головки 1К это относится к резьбе с шагом 0,75, у головки 2К — к резьбе с шагом 0,75 и 1,0; у головки 3К — к шагу 1,0. Диаметры гребенок выбираются не произвольно, а таким образом, чтобы число типо-размеров кулачков было наименьшим.

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

- 1) угол ω наклона опорной плоскости под гребенку;
- 2) величина C — расстояние от точки M (фиг. 120) до центра пуговки, на которую насаживается гребенка;
- 3) длина L (фиг. 116) кулачка.

Для ряда резьб угол ω одинаков или отличается на очень небольшую величину. Практически установлено, что фактические размеры угла наклона опорной плоскости кулачка могут иметь отклонение от теоретического от 10 до 15', причем на диаметры резьбы до 30 мм допускается отклонение в угле ω , равное 15', а выше 30 мм — 10'. Эта установка подтверждается также теоретически. Поскольку угол наклона опорной поверхности ω рассчитывается по среднему диаметру нарезаемой резьбы, то естественно, что на наружном и внутреннем диаметре той же резьбы (на гребенке нарезка кольцевая) направление резьбы гребенки не будет совпадать с направлением резьбы на изделии. При увеличении угла опорной плоскости направление нитки на гребенке приближается к направлению резьбы на внутреннем диаметре изделия; при уменьшении угла наклона опорной плоскости направление резьбы гребенки приближается к направлению резьбы на

наружном диаметре изделия. Лучше иметь увеличение угла подъема, чем его уменьшение. Несовпадение направлений резьбы способствует выжиманию части материала нарезаемого изделия, что совершается легче на наружном диаметре. Надо иметь в виду, что хотя разница в угле подъема по среднему и внутреннему диаметрам уменьшается с увеличением диаметра, но площадь соприкосновения резьб увеличивается, и потому на больших диаметрах допускается меньшее отклонение угла ω от теоретического.

Допустимое отклонение величин угла ω дает возможность изготовлять одни и те же кулачки для разных резьб, объединяя их по углам наклона опорной плоскости в пределах 15 и 10'. Работа по унификации размеров кулачков протекает следующим образом. Первоначально подсчитываются все углы ω . Затем задаются диаметры гребенки для какого-нибудь одного шага и определяется величина C для всех резьб этого шага. После этого выбираются кулачки для других шагов, имеющие близкие или те же самые углы ω . Тогда по величинам C подсчитываются для этих кулачков диаметры гребенок других шагов. Комбинируя таким образом, удалось объединить (как это видно из табл. 25) кулачки для ряда резьб.

Так, по головке 1К для 21 резьбы имеется 12 кулачков, по головке 2К для 25 резьб имеется 13 кулачков и т. д.

Допуски на резьбонарезные головки

Резьбонарезные головки должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Гарантировать нарезание резьбы 2-го класса точности на станках, удовлетворяющих нормам точности.

2. Давать чистоту нарезки не ниже $\nabla\nabla 6$.

3. Иметь регулировку в пределах, допускающих возможность нарезания как обычных, так и тугих резьб.

На основании этих положений ГОСТ 4383-54 установлены следующие допуски на отдельные элементы резьбонарезных головок:

а) Пределы регулирования даны в табл. 26.

Таблица 26

Обозначение головок	Предел регулирования в мм	
	Верхний	Нижний
1КИ, 1К и 1КА	+0,5	-0,7
2К и 2КА	+0,6	-0,8
3К и 3КА	+0,7	-0,9
4КА и 4К	+0,8	-1,0
5К*	+0,9	-1,2

* Для головок 5К по ГОСТ 4383-54 допуск не регламентирован; в таблице приведены пределы, установленные на заводе „Фрезер“.

Как видно из приведенной таблицы, регулирование в сторону уменьшения диаметра дается несколько больше, чем в сторону увеличения. Это сделано для того, чтобы иметь возможность изготавливать резьбы с тугой посадкой.

б) Гребенки и кулачки должны поставляться комплектно. Это значит, что замена кулачков и гребенок из одного комплекта кулачков и гребенками другого комплекта невозможна.

Предельные отклонения размеров резьбы гребенок приведены в табл. 27.

Таблица 27

Шаг резьбы в мм	Высота головки h_1 в мм		Высота ножки h_2 в мм наименьшая	Отклонения в половине угла профиля в минутах (\pm)
	Наибольшая	Наименьшая		
0,5	0,195	0,17	0,18	40
0,6	0,235	0,21	0,22	35
0,7	0,255	0,23	0,26	35
0,75	0,275	0,25	0,28	35
0,8	0,285	0,26	0,30	30
1,0	0,36	0,33	0,36	25
1,25	0,44	0,41	0,44	25
1,5	0,52	0,49	0,53	25
1,75	0,61	0,57	0,63	20
2,0	0,70	0,65	0,72	20
2,5	0,88	0,82	0,9	15
3,0	1,06	0,98	1,09	15

Примечание. Разность размеров h_1 у гребенок одного и того же комплекта не должна превышать 0,03 мм.

4. Допуск на шаг $S \pm 0,01$ на длине резьбы гребенки.

5. Последняя неполная нитка гребенок должна быть удалена.

6. Резьба гребенок одного комплекта (из 4 шт.) последовательно смещается на 0,25 шага относительно опорного торца. Отклонение от теоретической величины смещения у любой гребенки не должно превышать $\pm 0,01$.

7. Разность показаний индикатора при проверке биения по наружному диаметру (вершина резьбы) и по заборной части гребенки при проверке на оправке с буртиком, к которому гребенка прижимается опорным торцом, не должна превышать 0,03 мм.

На первый взгляд кажется, что биение в этом случае не играет большой роли, так как во время работы гребенки не вращаются. Однако наличие биения в различные моменты после перетачивания изменяет величину расстояния режущих элементов гребенок от оси изделия и тем самым создается неравномерность нагрузки при резании.

8. Обратная конусность предусматривается в пределах 0,02 мм. Прямая конусность гребенок, в особенности при работе самозатягиванием, недопустима.

9. Допуск на расстояние точки пересечения оси пуговки кулачка с опорной плоскостью под гребенку от базовой опорной плоскости кулачка в пределах:

а) для головок 1КИ, 1К и 2К — 0,012 мм;

б) для головок 3К, 4К и 5К — 0,015 мм.

10. На заводе «Фрезер», кроме того, установлен допуск на размер S в пределах $\pm 0,025$ мм.

Два последних допуска являются очень существенными. Первый регламентирует отклонение в смещении резьбы гребенок и его приходится устанавливать очень жестким. Второй ограничивает биение гребенки, увеличивающее неравномерность нагрузки при резании.

11. Для изготовления гребенкодержателей и кулачков применяется сталь X и 9ХС.

12. Гребенки изготовляют из стали Р18.

13. Твердость после термической обработки должна быть:

а) гребенок $R_C = 62 \div 64$;

б) кулачков на базовых поверхностях $R_C = 57 \div 61$;

в) кулачков на пуговке и по опорной плоскости под гребенку не выше $R_C = 55$;

г) рабочих поверхностей пазов плашкодержателей и скосов нажимного кольца, в которые упираются кулачки, $R_C = 59 \div 62$;

д) хвостовика не ниже $R_C = 45$.

Затачивание гребенок к резьбонарезным головкам

Гребенки к резьбонарезным головкам затачиваются установленными на кулачках (фиг. 121) в специальных приспособлениях.

Приспособление для затачивания (фиг. 122) состоит в основном из плиты 2, на которой установлена стойка 1, имеющая возможность поворачиваться вокруг вертикальной оси. В стойке установлена державка 3, поворачивающаяся вокруг горизонтальной оси 5.

На державке установлен гребенкодержатель 4, имеющий возможность поворачиваться на винте 6.

Державка 3 устанавливается под некоторым углом φ , который при затачивании гребенок для головки 1КИ, 1К, 2К, 3К равен 12° и для головок 4К и 5К равен 10° .

Для того чтобы получить на гребенке нужные углы γ и λ , необходимо повернуть гребенкодержатель на некоторый угол γ_1 , отличающийся от угла γ тем, что ось вращения гребенкодержателя наклонена к горизонтальной плоскости на угол φ .

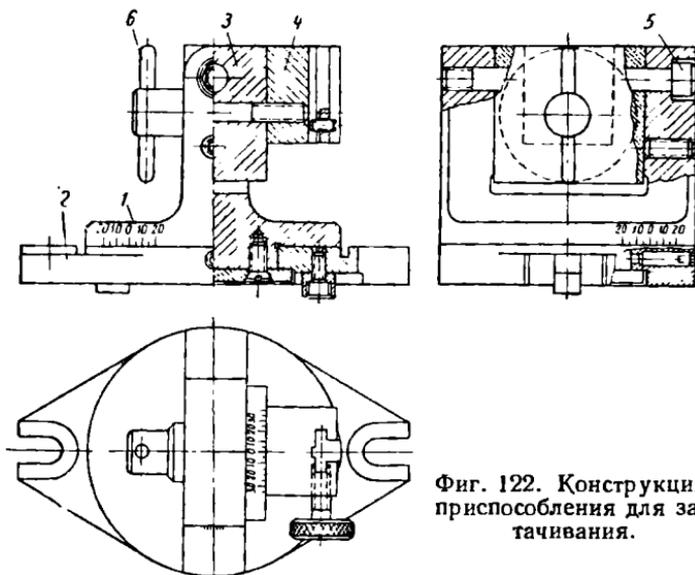


Фиг. 121. Установка кулачков с гребенками при затачивании на приспособлении.

Угол γ_1 подсчитывается по следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{\operatorname{tg} \gamma \cos \varphi}{\cos \omega}. \quad (127)$$

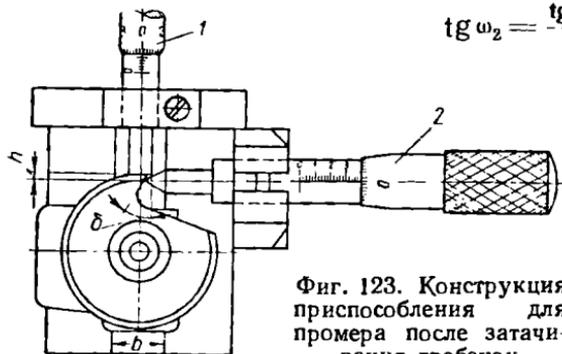
где ω — угол наклона опорной плоскости под гребенку на кулачке.



Фиг. 122. Конструкция приспособления для затачивания.

Одновременно стойку приспособления необходимо повернуть на угол ω_2 , определяемый по следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \omega_2 = \frac{\operatorname{tg} \lambda \cos \gamma}{\cos \varphi} + \sin \gamma \operatorname{tg} \varphi. \quad (128)$$



Фиг. 123. Конструкция приспособления для промера после затачивания гребенок.

Для обеспечения гребенкам нормальных условий резания необходимо при затачивании добиться того, чтобы углы γ , λ и снос a в комплекте были одинаковы и соответствовали заданным величинам. Проверка заточки производится в специальном микрометрическом приспособлении (фиг. 123).

Приспособление имеет два микрометра, из которых 1 упирается в наружный диаметр гребенки, а 2 — в переднюю поверхность. Кулачок с гребенкой устанавливается в пазе, аналогичном пазу в головке; когда опорная плоскость микрометра 1 совпадает с осью микрометра 2, отсчет на этом микрометре должен показывать ноль.

Микрометр 2 имеет нулевой отсчет, когда острое касается противоположной стенки паза на кулачке.

Во время измерения микрометр 1 отводится от оси микрометра 2 на величину, равную глубине резьбы плюс 0,5—0,8 мм (фиг. 123).

При наличии закругления на конце ножки микрометра 2, радиуса r_1 и величины h показание m микрометра 2 будет равно

$$m = \frac{b}{2} + a - h \operatorname{tg} \gamma r_1 \frac{1 - \cos \gamma}{\cos \gamma}, \quad (129)$$

где b — ширина паза под кулачок;

h — расстояние от наружного диаметра гребенки до оси микрометра 2;

γ — передний угол;

r_1 — радиус закругления конца микрометра 2 (обычно 0,25 мм).

Промер следует производить против начала заборной части гребенки.

Допускаемое отклонение в отсчетах от теоретического между комплектами должно быть не более 0,05 мм, в комплекте 0,02 мм.

Перед тем как проверить расположение режущей кромки на микрометрическом приспособлении, необходимо проверить угол λ .

Проверка производится универсальным угломером.

ГЛАВА VI

РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

В последнее время большое распространение получили резьбонарезные головки для нарезания внутренней резьбы; по принципу работы они близки к резьбонарезным головкам для наружной резьбы.

Существует несколько типов таких головок. Они отличаются друг от друга главным образом конструкцией.

1. РЕЗЬБОНАРЕЗНАЯ ГОЛОВКА РГВ

Резьбонарезная головка РГВ, предназначенная для нарезания внутренней резьбы диаметром 25 мм и выше, может быть использована как вращающаяся и невращающаяся.

Головка (фиг. 124) в основном состоит из следующих деталей:
1) корпуса головки 11, в пазах которого расположены режущие плашки 2;

2) крестовины 4, служащей для установки на ней плашек;

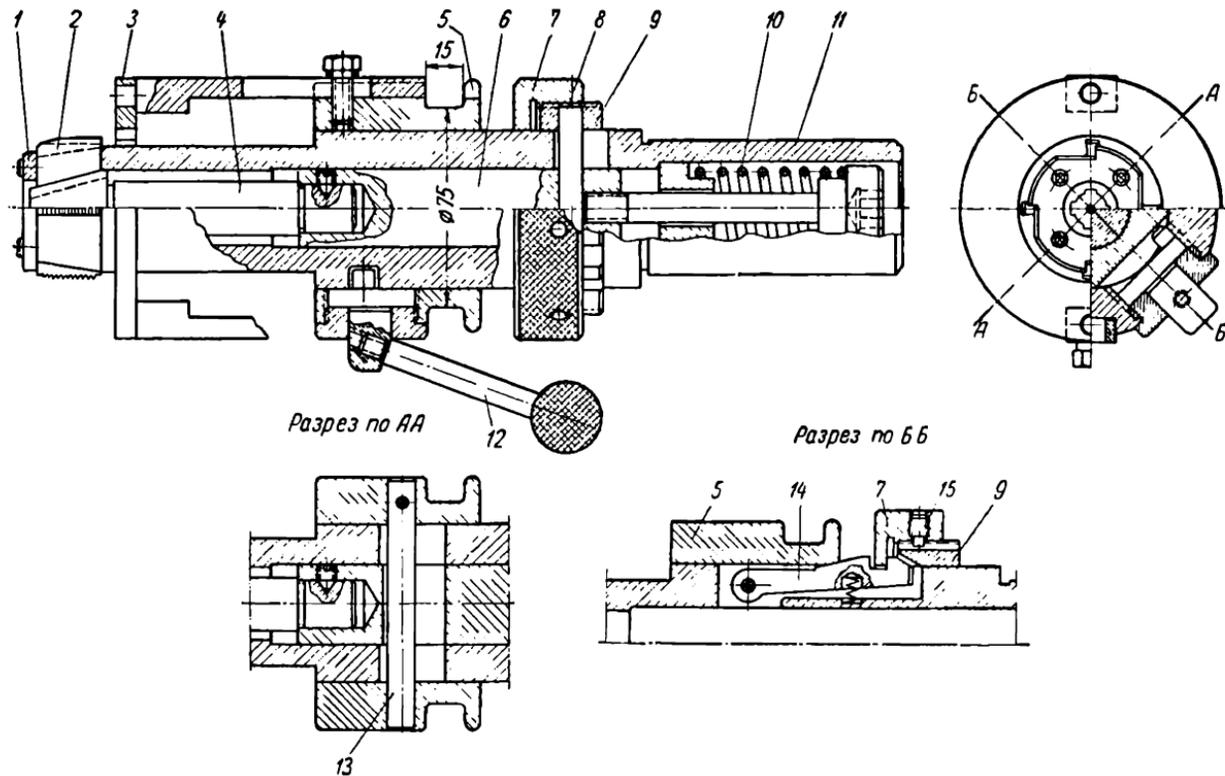
3) кольца 5, служащего для раскрывания и закрывания головки.

Головка работает следующим образом. Во время нарезания резьбы головка движется вдоль оси, либо принудительно, либо самозатягиванием.

Нарезание резьбы будет происходить до тех пор, пока кольцо 3 не коснется обрабатываемого изделия. Тогда, несмотря на то, что головка будет двигаться вперед, кольцо 3 остановится и вместе с ним остановится направляющее кольцо 5.

При дальнейшем движении корпуса кольцо 5 нажмет на выключатель 14 и заставит его выйти из регулировочной муфты 7, наверху на резьбовое кольцо 9; в последнее вставлен штырь 8, неподвижно закрепленный в сердечнике 6. Под действием пружины 10 резьбовое кольцо вместе с сердечником отойдет назад и вместе с ним отойдет назад крестовина 4, связанная с плашками; при этом плашки сойдутся и выйдут из соединения с резьбой изделия; головка раскроется.

При использовании головки как невращающейся она автоматически раскрывается так, как это описано выше. При использовании головки как вращающейся раскрывание ее производится специальной вилкой, входящей в паз направляющего кольца 5.

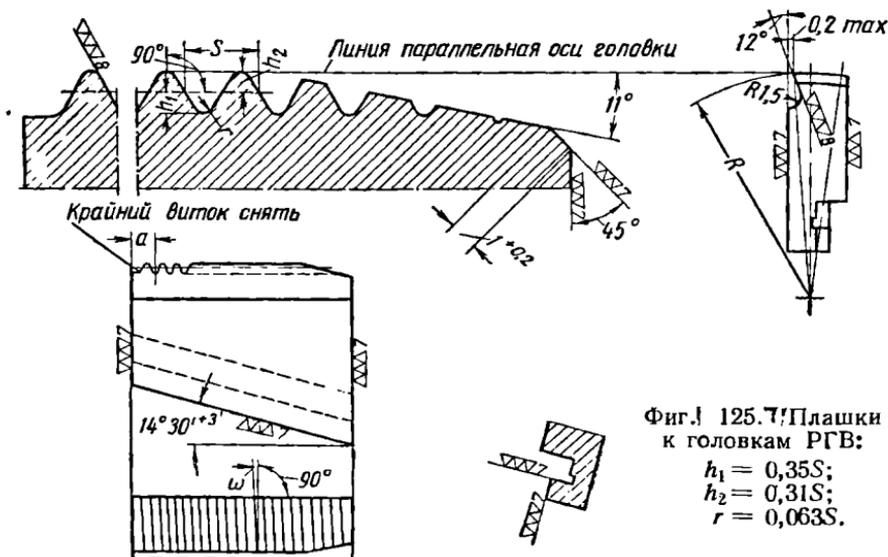


Фиг. 124. Резьбонарезная головка для внутренней резьбы РГВ.

Закрывание головки производится рукояткой 12, которая возвращает направляющее кольцо в исходное положение и посредством штыря 13 возвращает в то же положение сердечник с крестовиной.

Для того чтобы изменить диаметр нарезаемой резьбы в небольших пределах, надо повернуть регулировочную муфту 7; тогда резьбовое кольцо 9 переместится в осевом направлении, а вместе с ним переместится и сердечник 6 с крестовиной 4. Это перемещение изменит диаметр резьбы, нарезаемой плашками. Регулировочная муфта закрепляется на резьбовом кольце винтом 15, входящим в продольные пазы на резьбовом кольце 9.

Для смены плашек необходимо снять крышку 1.



Фиг. 125. Плашки к головкам РГВ:

$$\begin{aligned} h_1 &= 0,35S; \\ h_2 &= 0,31S; \\ r &= 0,063S. \end{aligned}$$

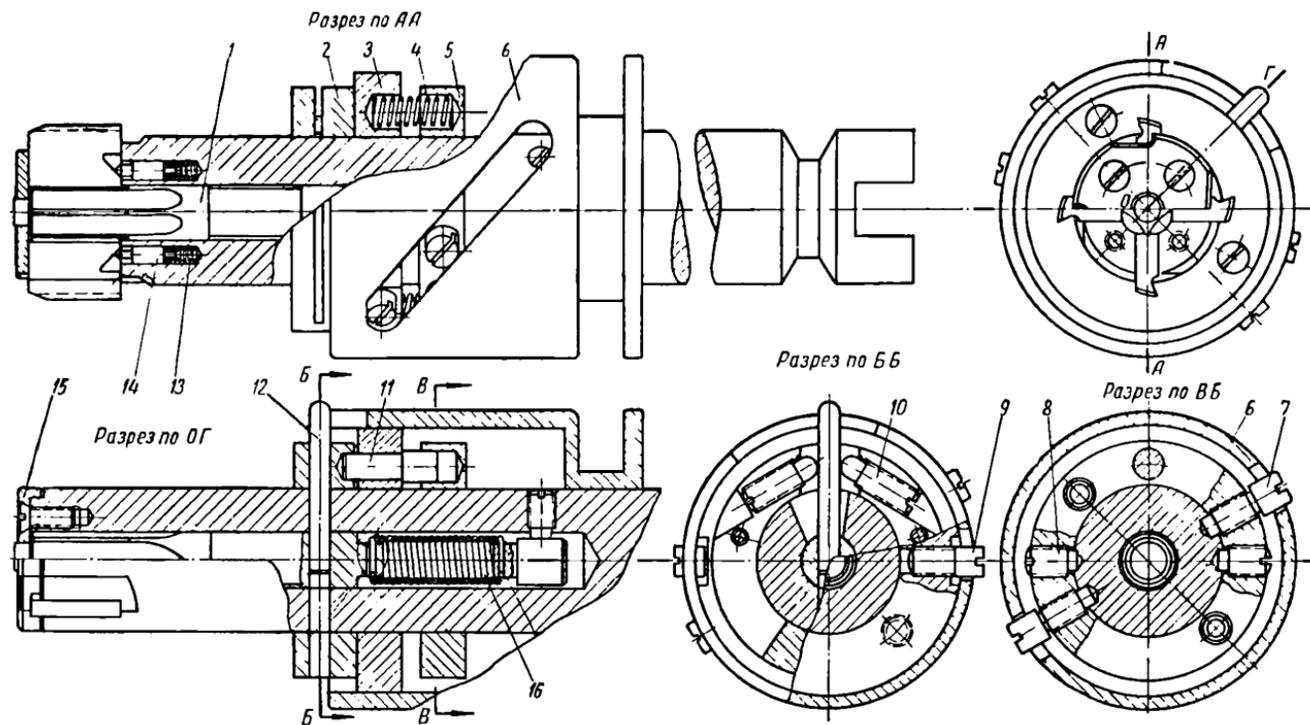
Плашки устанавливаются на крестовине и соединяются с ней Г-образным выступом (фиг. 125). Такое соединение дает возможность крестовине перемещаться по плашкам, не нарушая с ними связи.

Режущая часть плашки имеет заборную и направляющую части. Передний угол γ в зависимости от обрабатываемого материала принимается равным от 5 до 20°. Угол заборной части обычно равен 20°. Задний угол по профилю резьбы равен 1—2°, по заборной части 2—5°.

Профиль резьбы такой же, как и у метчика, с той лишь разницей, что размеры резьбы задаются не в диаметрах, а в размерах головки и ножки резьбы.

2. ГОЛОВКА МГП (фиг. 126)

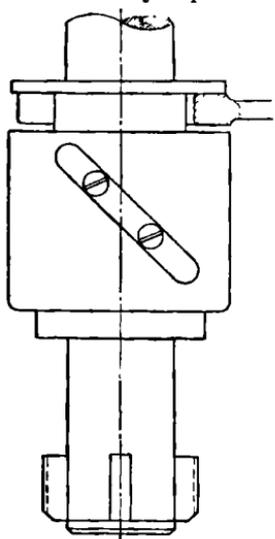
Головка МГП предназначена для нарезания резьбы муфт и изготовляется четырех размеров: МГП15 для нарезания трубной резьбы 1½"; МГП20—2"; МГП25—2½" и МГП30—3".



Фиг. 126. Головка МГП для внутренней резьбы.

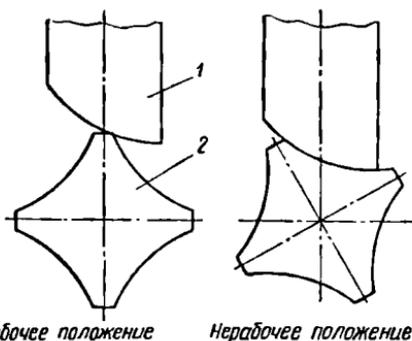
Головка выключается только вилкой. Во время работы она движется вперед, и нарезание резьбы будет продолжаться до тех пор, пока кольцо выключения *б* не остановится в своем движении вдоль оси и головка раскроется. Закрывание головки (приведение ее в рабочее положение) совершается той же вилкой, возвращающей регулировочное кольцо в исходное положение (фиг. 127).

Раскрывание головки происходит следующим образом (фиг. 128). Режущие плашки *1* опираются на сердечник *2*, имеющих в поперечном сечении сложную форму. Во время работы головки плашки своей тыльной частью упрутся в ребра сердечника. Выключение головки



Фиг. 127. Закрывание и раскрывание головки МГП.

происходит в тот момент, когда под действием пружины *13* (фиг. 126) сердечник повернется и плашки своей тыльной частью войдут под действием штырей *14* и пружин *13* в пазы между ребрами сердечника и выйдут из нарезаемой



Фиг. 128. Положение плашек в головке МГП при рабочем и нерабочем положении.

резьбы. Сердечник *1* удерживается от вращения штырем *12*, входящим в пазы кольца *2*. В этот штырь упираются два винта *10*, ввернутые в кольцо *2*. Во время работы кольцо *2* не поворачивается вокруг оси, так как его удерживает палец *11*, входящий своим концом в круглое отверстие в кольце *2* и закрепленный в кольце *3*, могущем продвигаться в осевом направлении по корпусу патрона. Это кольцо удерживается от вращения вокруг оси вторым концом пальца *11*, который входит в отверстие кольца *5*, закрепленного на корпусе патрона винтами *8*. Пружины *4* прижимают кольцо *3* к кольцу *2*. На кольце *5* установлены пальцы *7*, которые входят в наклонные пазы регулировочного кольца *6*. На кольце *3* тоже установлены пальцы *9*, которые входят в крайний левый конец тех же наклонных пазов. Когда регулировочное кольцо *6* прекратит движение вдоль оси, а корпус с плашками еще будет продолжать движение, регулировочное кольцо посредством пальцев *9* отодвинет кольцо *3* от кольца *2*, которое будет продолжать свое движение вместе

с корпусом головки. Тогда палец *11* выйдет из кольца *2* и оно под действием пружины *16* повернется вместе со штырем *12* с сердечником и плашки войдут в пазы между ребрами сердечника. Вследствие наличия наклонного паза и пальцев *7* регулировочное кольцо *6* при осевом перемещении повернется вокруг оси и, благодаря выемке на переднем торце, не будет мешать вращению сердечника.

При возвратном движении регулировочного кольца *6* оно повернется обратно и наклонной стороной выемки на торце при помощи штырей *12* вернет сердечник в исходное положение, а плашки — в рабочее положение.

Для изменения диаметра нарезаемой резьбы в небольших пределах (регулирования головки на размер нарезаемой резьбы) служат винты *10*, которыми посредством штыря *12* можно повернуть сердечник относительно корпуса головки. Так как тыльная часть плашки представляет собой наклонную поверхность, то при повороте сердечника его ребра, перемещаясь по этой поверхности, изменят положение плашки относительно оси головки. Таким образом регулирование головки на размер будет выполнено.

Для смены плашек надо снять крышку *15* и плашки выйдут вперед.

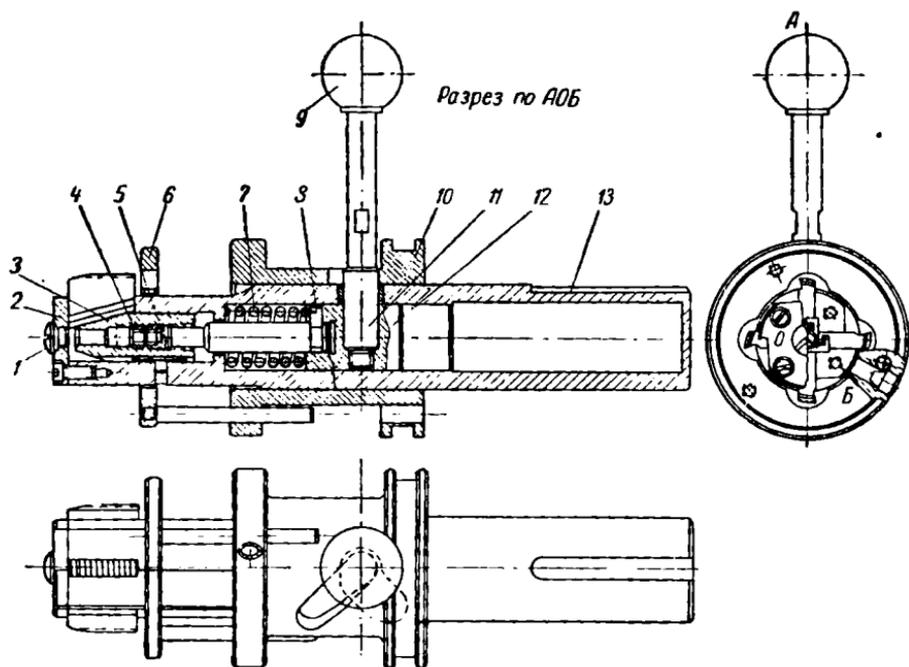
3. ГОЛОВКА КБ (фиг. 129)

Головки КБ предназначаются для нарезания внутренних резьб диаметром 33—160 мм. Головки могут работать как вращающиеся, так и невращающиеся. В первом случае снимается рукоятка *9*.

Головка работает следующим образом. Режущие плашки в количестве 4 или 6 шт. установлены в пазах корпуса *13* соединены с крестовиной *3* Г-образным соединением. В крестовину ввернут регулировочный винт *5*, закрепленный от проворачивания контргайкой *4*. Штифтом *8* регулировочный винт *5* соединен с сердечником *12*, в который ввернут палец *11*. Последний входит в паз корпуса и во время работы остается относительно корпуса неподвижным. На палец *12* нажимает пружина *7*, заставляющая его вместе с пальцем *11* прижиматься к стенкам паза. Как только упорное кольцо *6* соединится с торцом обрабатываемой детали, кольцо выключения *10* начнет продвигаться относительно корпуса *13* по направлению к хвосту и повернет сердечник *12*, вследствие имеющихся на нем наклонных пазов; палец *11* попадет в винтовую часть паза на корпусе *13* и продвинется по направлению к хвостовой части головки. Под действием пружины *7* винт *5* потянет крестовину, и плашки сойдутся в радиальном направлении. Раскрывание головки также может быть произведено вилкой через кольцевую выточку на кольце *10*, которая при обратном движении относительно корпуса *13* повернет посредством винтового паза сердечник *12* вокруг оси головки, и она раскроется.

Закрывание головки (приведение ее в рабочее положение) совершается либо поворотом пальца *11* рукояткой *9*, либо обратным перемещением направляющего кольца.

Регулирование на размер производится специальным ключом через крестовину вращением регулировочного винта. Перед регулировкой необходимо тем же ключом отпустить контргайку 4 и затем уже вращать регулировочный винт. Для смены плашек снимают крышку 2 и выдвигают плашки вперед. Для предохранения головки



Фиг. 129. Резьбонарезная головка КБ для внутренней резьбы.

от загрязнения отверстие в крышке, через которое проходит ключ для регулирования на размер, закрывается пробкой 1.

Каждому номеру головок соответствует определенный диапазон обрабатываемых диаметров резьбы, что видно из табл. 28.

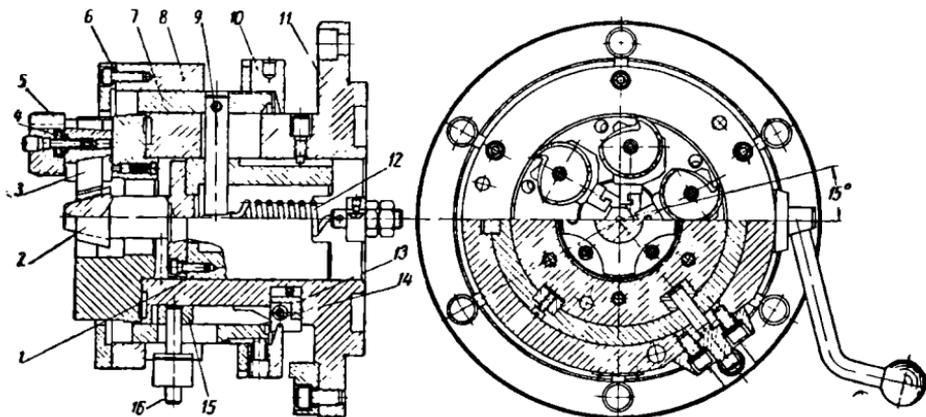
Таблица 28

№ головок	Диапазон диаметров резьб		
	Метрическая	Трубная по ГОСТ 6357-52	Геологоразв. точная по ГОСТ 6230-52
КБ-1	36—39	$1\frac{1}{8}''$	44НП и 44БН
КБ-2	42—48	$1\frac{1}{4}''$, $1\frac{3}{8}''$ и $1\frac{1}{2}''$	
КБ-3	52—60	$1\frac{3}{4}''$ и $2''$	57НП и 57БН
КБ-4	64—76	$2\frac{1}{4}''$ и $2\frac{3}{8}''$	73НП и 73БН
КБ-5	80—95	$2\frac{3}{4}''$, $3''$, $3\frac{1}{4}''$	89НП, 89БН и 108НП
КБ-6	100—130	$3\frac{1}{2}''$, $4''$	127НП и 146НП

4. ГОЛОВКА ТВОК

Для нарезания внутренней цилиндрической резьбы на муфтах, соединяющих геологоразведочные трубы, применяют головки ТВОК, устанавливаемые на специальных станках (фиг. 130).

Во время нарезания резьбы головка имеет принудительную подачу. Число режущих гребенок 4 или 6 в зависимости от диаметра резьбы. Гребенки 5 устанавливаются на кулачках 3 при помощи звездочки 4. Кулачки соединяются с крестовиной 2 Г-образным соединением. Нарезание будет происходить до тех пор, пока упорное кольцо 6 не коснется торца нарезаемой детали. Когда это про-



Фиг. 130. Резьбонарезная головка ТВОК для внутренней резьбы.

изойдет, головка еще будет совершать поступательное движение, а упорное кольцо 6 и связанная с ним муфта 8 движение прекратит. в результате чего клин 15, связанный с муфтой 8 пальцем 16 посредством ролика 14, заставит щеколду 13 войти в корпус 11 и разъединиться с кольцом 10. Кольцо 10 навернуто на стакан 7, который посредством валика 9 пружиной 12 оттянется в направлении, обратном движению головки, и заставит крестовину 2 тоже отойти в том же направлении, в результате чего кулачки сойдутся и гребенки выйдут из зацепления с нарезаемой резьбой. Регулирование размера совершается вращением кольца 10, которое при вращении перемещает в осевом направлении стакан 7 и вместе с ним посредством валика 9 муфту 1 и связанную с ней крестовину 2, чем и достигается регулирование размера.

Закрывание головки (приведение в рабочее положение) производится рукояткой 17, которая возвращает стакан 7 в исходное положение.

ГЛАВА VII

РЕЗЬБОВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Резьбовые фрезы в основном бывают двух типов:

а) дисковые, предназначенные главным образом для предварительного нарезания трапециoidalных резьб с крупным шагом и большим углом подъема нитки;

б) многониточные — гребенчатые, применяемые при изготовлении нормальных остроугольных резьб.

1. ДИСКОВЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ ФРЕЗЫ

К дисковым резьбовым фрезам предъявляют следующие требования:

а) диаметр фрезы должен быть наименьшим;

б) число зубьев должно быть по возможности большим;

в) канавка между зубьями должна быть достаточна для размещения получающейся при фрезеровании стружки.

Диаметр фрезы в значительной степени зависит от шага резьбы.

Так как односторонние дисковые резьбовые фрезы предназначены главным образом для изготовления трапециoidalной резьбы, то определим ее размеры. Они могут быть получены из следующих данных:

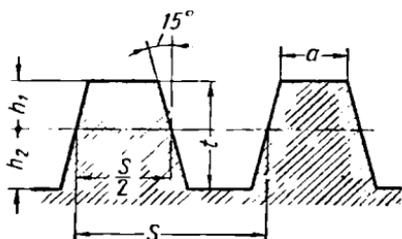
1) Теоретическая высота резьбы (фиг. 131)

$$t = 0,5S + z, \quad (130)$$

где S — шаг резьбы в мм;

z определяется из следующих данных:

Шаг резьбы S	z
2—4	0,25
5—12	0,5
16—40	1,0



Фиг. 131. Размеры профиля трапециoidalной резьбы.

На величину z увеличивается только ножка, т. е. $h_2 = 0,25S + z$, а головка $h_1 = 0,25S$.

Фактически высота резьбы t может быть значительно больше, так как

$$t_{\max} = 0,5S + z + 0,18\sqrt{S}. \quad (131)$$

2) Угол профиля 30° .

3) Теоретическая ширина площадки a , измеренная в сечении, проходящем через ось резьбы, равна

$$a = 0,5S - 0,5S \operatorname{tg} 15^\circ = 0,366S. \quad (132)$$

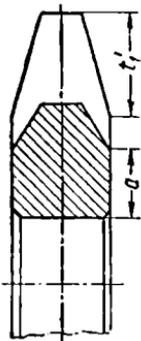
Наименьшая ширина

$$a_{\min} = 0,5S - (0,5S + 0,18\sqrt{S}) \operatorname{tg} 15^\circ,$$

откуда

$$a_{\min} = 0,366S - 0,18 \cdot 2 \cdot 0,2679\sqrt{S} = 0,366S - 0,096\sqrt{S}. \quad (133)$$

Эти данные служат основой для проектирования дисковых резбовых фрез. Как правило, фрезы делаются острозаточенными. После каждой переточки их диаметр уменьшается довольно значительно, так как при перетачивании на наружном цилиндре необходимо снять слой в 4 раза больший, чем на боковых сторонах. Принимая во внимание эти соображения, высоту профиля резбовой фрезы определяем следующим образом (фиг. 132):



Фиг. 132. Одно-ниточная резбовая фреза, размеры.

$$t'_1 = t_{\max} + 0,2S. \quad (134)$$

Расстояние от начала зуба на боковой стороне до отверстия должно быть не меньше $(0,5 \div 0,6)d$, где d — диаметр отверстия. Тогда диаметр фрезы D_a определится следующим образом:

$$D_a = 2t'_1 + (2 \div 2,2)d. \quad (135)$$

Обычно диаметр отверстия фрезы задается по имеющейся на станке оправке. Однако бывает, что на станке имеется несколько оправок. В этом случае надо считать, что D_a не должно быть больше $3,5d$.

Диаметром фрезы, рассчитанным по формуле (135), не всегда удастся воспользоваться. На резьбофрезерном станке имеется вполне определенное расстояние от оси фрезы до наружного диаметра изделия (фиг. 133). Если это расстояние обозначить через $a_{\min} + l_{\min}$, а высоту нарезаемой резьбы h_n , то наименьший диаметр фрезы $D_{a \min}$ будет равен

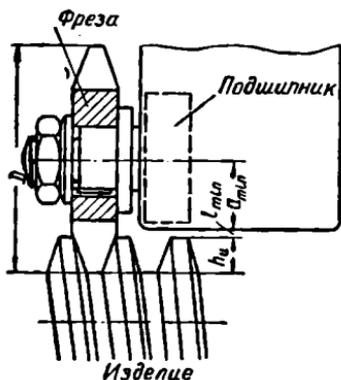
$$D_{a \min} = 2(a_{\min} + l_{\min} + h_n) + (2 \div 3) \text{ мм}. \quad (136)$$

В ряде случаев поэтому приходится делать фрезы с заведомо завышенным диаметром. Для того чтобы иметь возможность использовать фрезы меньшего диаметра, применяют станки, у которых ось фрезы расположена под углом к оси изделия (фиг. 134). На этих станках, пользуясь удлиненной оправкой, можно применять фрезы требуемого по расчету диаметра. При работе на станках с наклон-

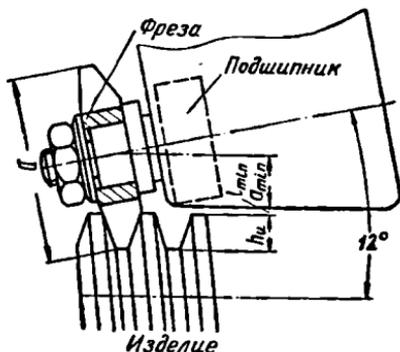
ным шпинделем профиль фрезы должен быть несимметричной формы, что усложняет изготовление фрезы и создает неодинаковые условия работы на боковых сторонах профиля зуба фрезы, снижающие их производительность.

Ось фрезы устанавливается под углом подъема резьбы ω к оси изделия. На внутреннем диаметре резьбы угол подъема наибольший, а на наружном — наименьший. Ввиду этого фреза должна иметь профиль, отличающийся от профиля нарезаемой резьбы. Поскольку отклонение профиля обычно невелико, при предварительном фрезеровании им пренебрегают и профиль делают прямолинейным.

При чистовом фрезеровании резьб, особенно с большим углом подъема, приходится специально рассчитывать профиль фрезы.



Фиг. 133. Расположение фрезы и изделия на резьбофрезерном станке при параллельных осях изделия и инструмента.

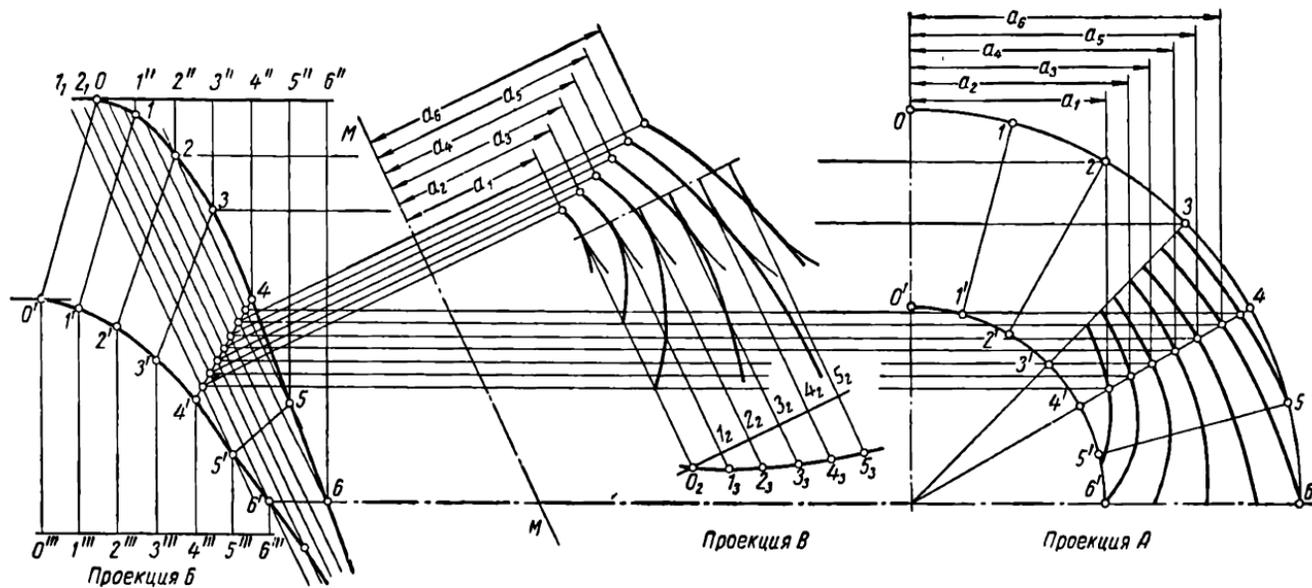


Фиг. 134. Расположение фрезы и изделия при непараллельных осях изделия и инструмента.

Теоретически подсчитать этот профиль очень трудно; поэтому для определения профиля обычно применяют графический метод, который дает возможность построить профиль зуба фрезы.

Графическое построение производят следующим образом (фиг. 135). Поскольку боковая поверхность резьбы образуется движением прямой линии, пересекающей ось и наклонной к ней под определенным углом, то первоначально строят винтовые поверхности, образующие боковые стороны резьбы. Для этой цели строят окружность диаметром d_0 (проекция A), равным наружному диаметру резьбы, и концентричную ей окружность диаметром d_1 , равным внутреннему диаметру резьбы. Большую окружность делят на определенное количество частей и через деления проводят радиальные прямые $0-0'$, $1-1'$, $2-2'$ и т. д. до внутренней окружности.

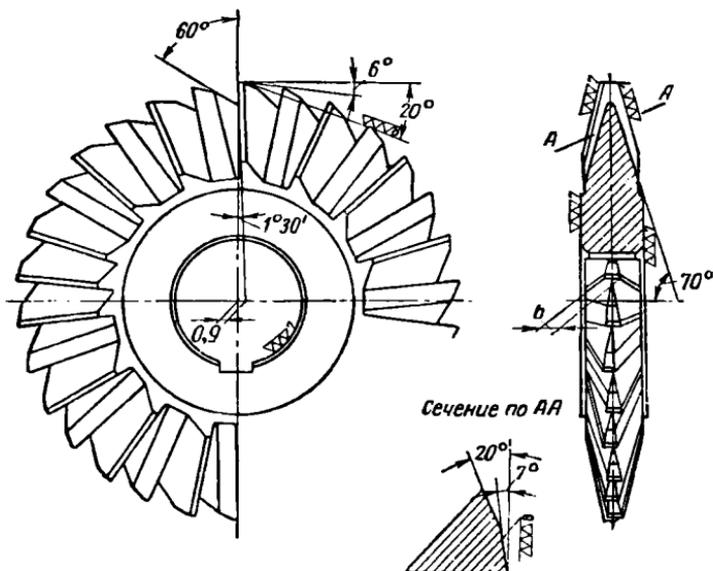
Затем слева (проекция B) от этой окружности строят вторую проекцию резьбы. Для этого проводят первую образующую $0-0'$. От обоих концов этой образующей вдоль оси откладывают шаг винтовой линии. Шаг делят на то же число делений, $0-1''$; $1''-2''$; $2''-3''$ и т. д. и $0-1'''$; $1'''-2'''$ и т. д., на которое разделена окружность. Через



Фиг. 135. Построение профиля зуба однониточной резьбовой фрезы.

эти деления проводят прямые, перпендикулярные к оси. Затем через точки деления окружности параллельно оси проводят прямые $0-0$; $1-1$; $2-2$ и т. д. и $0'-0'$; $1'-1'$; $2'-2'$ и т. д. до пересечения с соответствующими им вертикальными прямыми. Получим ряд точек на левой проекции резьбы и ряд на наружном диаметре $0, 1, 2, 3$ и т. д. соответствующих им точек на внутреннем диаметре резьбы $0', 1', 2'$ и т. д. Соединяя одноименные точки на наружной и внутренней поверхностях, получим винтовую поверхность, определяемую образующими.

Таким же образом строят и вторую боковую поверхность.



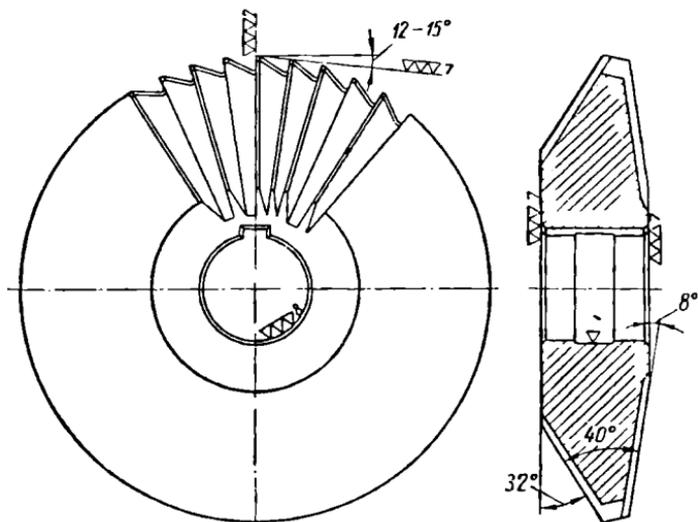
Фиг. 136. Конструкция однониточной резьбовой фрезы с симметричным профилем.

После того как винтовые поверхности построены, они рассекаются плоскостями $1_1; 2_1; 3_1; 4_1$ и т. д., перпендикулярными к плоскости чертежа, наклоненными к оси под углом $\varphi = 90^\circ - \omega$.

Линии пересечения винтовых поверхностей этими плоскостями представляют собой некоторые кривые линии, показанные на проекции B . Находим центр фрезы, который будет лежать на перпендикуляре к секущим плоскостям. Положение этого перпендикуляра определяется следующим образом: он проводится через точку на кривой, ближайшей к оси, у которой касательная параллельна оси MM . Поскольку диаметр фрезы известен, центр на данном перпендикуляре найдется построением такой окружности, которая бы имела диаметр фрезы и, кроме того, касалась бы кривой 1_1-1_1 , наиболее близко расположенной к оси резьбы. После того как центр найден, строят окружности, касательные по всем кривым пересечения, и к ним проводят касательные прямые $0_2; 1_2; 2_2; 3_2$ и т. д.

По полученным окружностям можно построить профиль фрезы. Для этого на касательных $1_2, 2_2, 3_2$ и т. д. откладываем отрезки $1_2-1_3; 2_2-2_3; 3_2-3_3$ и т. д., равные расстоянию $1_1-2_1; 1_1-3_1, 1_1-4_1$ и т. д. Соединяя точки $0_2, 1_3, 2_3, 3_3$ и т. д., получаем профиль фрезы. Необходимо иметь в виду, что для получения правильных размеров профиля построение надо вести очень тщательно.

Обычно дисковые фрезы изготавливают с чередующимся зубом (фиг. 136). Для проверки профиля после перетачивания один зуб



Фиг. 137. Одноточечная резьбовая фреза с наклонным профилем.

изготавливают с полным профилем. На фиг. 136 дана нормальная симметричная фреза, предназначенная для фрезерования трапециoidalной однозаходной резьбы по ОСТ 2410. Фреза предназначена для фрезерования на полную высоту резьбы.

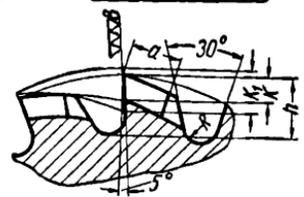
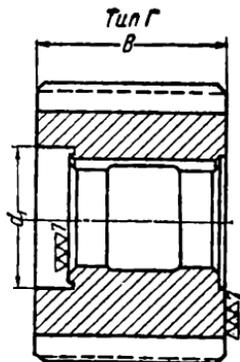
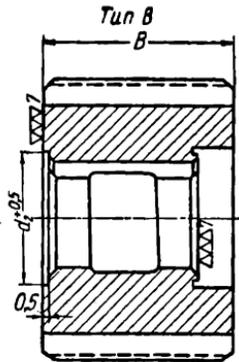
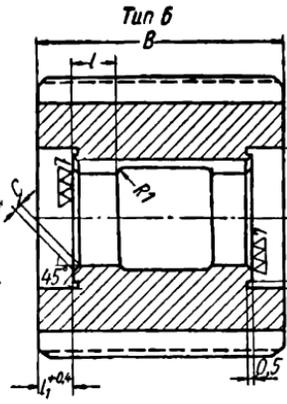
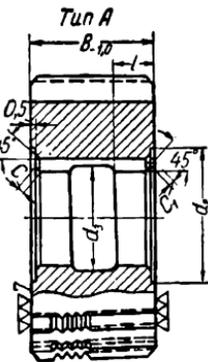
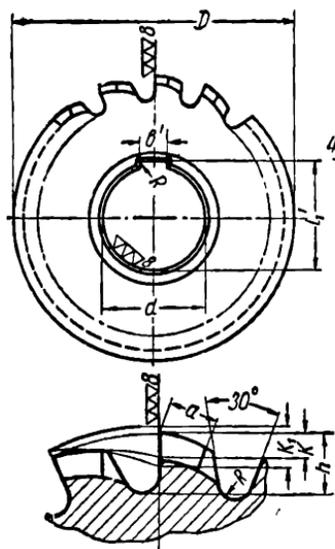
На фиг. 137 показана фреза для фрезерования такой же резьбы на станке с осью фрезы, расположенной под углом 12° к оси изделия.

2. МНОГОИТОЧНЫЕ (ГРЕБЕНЧАТЫЕ) ФРЕЗЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ

Общие данные

Многоточечные (гребенчатые) фрезы применяются для нарезания наружной и внутренней резьб. Они имеют кольцевую резьбу и изготавливаются с затылованным зубом. Такая фреза нарезает резьбу одновременно по всей длине изделия в течение немногим больше одного его оборота.

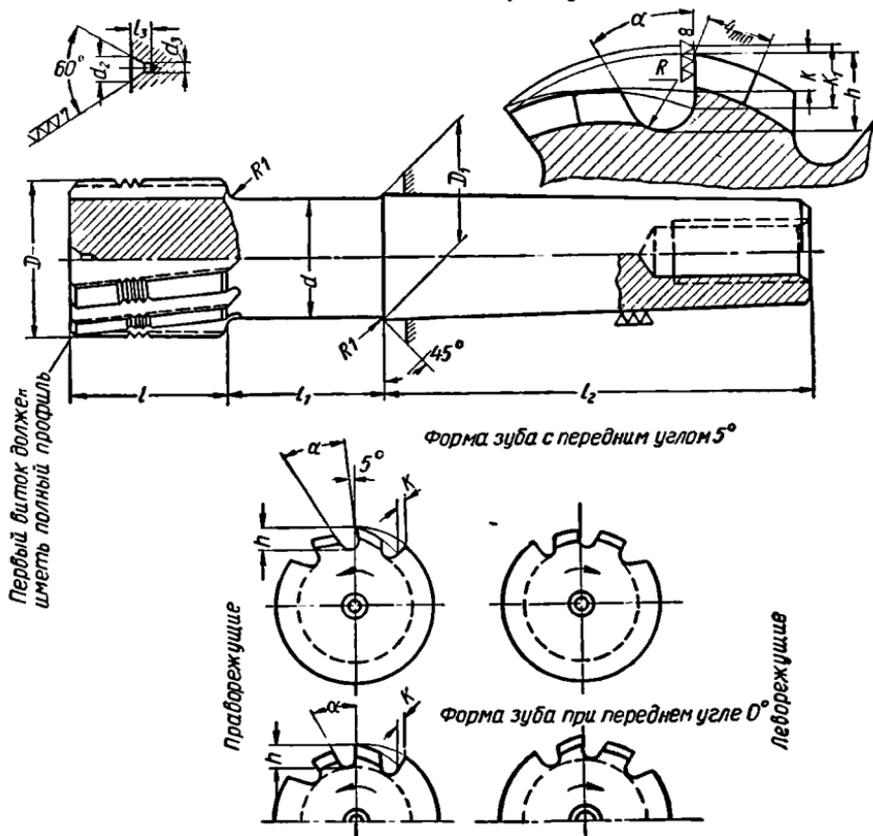
Многоточечными фрезами нарезают наружные нормальные метрические и дюймовые, а также одноходовые упорные резьбы. Внутренние резьбы фрезеруют только от диаметра 14 мм и выше.



Наружный диаметр фрезы в мм	l при длине фрезы в мм											
	12	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
45	4,5	5,5	6	7	8	8	9	10	—	—	—	—
55	—	5,5	7	8	9	9	10	11	12	12	—	—
65	—	—	8	9	9	10	11	12	14	14	15	15

Фиг. 138. Фреза резьбовая многониточная насадная.

Форма зуба для диаметра 25мм и выше



Фиг. 139. Фреза резьбовая многонитчатая хвостовая.

Таблица 29

Наружный диаметр фрезы в мм	45	55	65
Диаметр отверстия	16	22	27
d_2	19	26	31
l_1	6	6	8
d_1	24	30	38
Число зубьев z	12	12	14
K	2	2,5	2,5
K_1	3	3,5	3,5
a_{min}	4	5	5
h	6	7	7
R	2	2	2,5
ω°	5	6	5
Шаг канавки S	1500	1500	2350

Фрезы изготовляют насадными, насаживаемыми на цилиндрическую оправку с продольной шпонкой (фиг. 138), и хвостовыми с коническим хвостовиком (фиг. 139). На резьбовые фрезы имеется стандарт (ГОСТ 1336-47), регламентирующий основные размеры.

Насадные фрезы бывают четырех типов (фиг. 138); *A* — без боковых выточек; *B* — с боковыми выточками с обеих сторон, *B* и *Г* — с выточкой с одной боковой стороны.

Размеры насадных фрез приведены в табл. 29.

Таблица 30

Наружный диаметр рабочей части фрезы в мм		12	15	18	20	25	30	36	40
l_1	КМ1 *	12	12	12	12	—	—	—	—
	КМ2	—	—	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
	КМ3	—	—	—	—	—	16,5	16,5	16,5
d	КМ1	11	14	15	15	—	—	—	—
	КМ2	—	—	15	17	20	23	23	23
	КМ3	—	—	—	—	—	25	28	30,5
D_1	КМ1	17,980	17,980	17,980	17,980	—	—	—	—
	КМ2	—	24,051	24,051	24,051	24,051	24,051	24,051	24,051
	КМ3	—	—	—	—	31,542	31,542	—	31,542
α°	45	45	45	45	45	45	30	30	
R	0,75	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	
K_1	—	—	—	—	2,5	2,5	2,5	3,0	
K	1,0	1,25	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	
h	2,5	3,0	3,4	4	4,5	4,5	5,5	5,5	
d_3	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Число канавок z	6	6	6	6	6	8	8	8	
Наибольший шаг резьбы	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3	
l_{\max}	КМ1	20	20	25	25	—	—	—	—
	КМ2	—	—	25	30	35	35	40	40
	КМ3	—	—	—	—	—	40	45	50

* КМ1 обозначает „Конус Морзе 1“.

Ширина фрезы B не должна превышать 40 ниток и берется из ряда чисел 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65. При выборе величины l у фрез, имеющих боковые выточки, за ширину фрезы принимается расстояние между опорными торцами.

Фрезы типа B изготавливаются шириной B не менее 25 мм, а фрезы типа B и Γ — шириной не менее 20 мм.

Размеры хвостовых фрез даны в табл. 30.

Определение теоретического профиля резьбы многониточных фрез¹

Так как фреза имеет кольцевую резьбу, нарезаемое изделие также имеет винтовую резьбу, а оси изделия и фрезы расположены параллельно друг другу, то при сечении изделия и фрезы плоскостями, перпендикулярными к осям, линия пересечения этих плоскостей с поверхностью, на которой лежат режущие кромки фрезы, будет представлять собой окружность, а линия пересечения с резьбой изделия представит собой архимедову спираль, состоящую из двух ветвей.

Рассмотрим сначала наружную резьбу. Архимедовы спирали в полярных координатах определяются следующим уравнением:

$$r_{\phi} = r_1 + \frac{S\varphi}{2\pi \operatorname{tg} \beta}, \quad (137)$$

где r_1 — расстояние от оси до теоретического (остроугольного) профиля резьбы в мм;

S — шаг резьбы в мм;

β — половина угла профиля резьбы.

Точка касания профиля зуба фрезы и обрабатываемой резьбы лежит не на прямой, соединяющей центры изделия и фрезы, а в стороне от нее, в результате чего теоретический профиль зуба фрезы отличается от профиля резьбы изделия. Для того чтобы определить угол профиля фрезы, поступаем следующим образом:

1) задаемся углом φ (фиг. 140) между радиусом-вектором и радиусом, проведенным от центра изделия до точки схода архимедовых спиралей на внутреннем диаметре резьбы;

2) определяем угол γ между радиусом-вектором и перпендикуляром к общей касательной к обоим линиям пересечения по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{n}{r + n\varphi}, \quad (138)$$

где n — высота резьбы в мм;

$$n = \frac{S}{2\pi \operatorname{tg} \beta}, \quad (139)$$

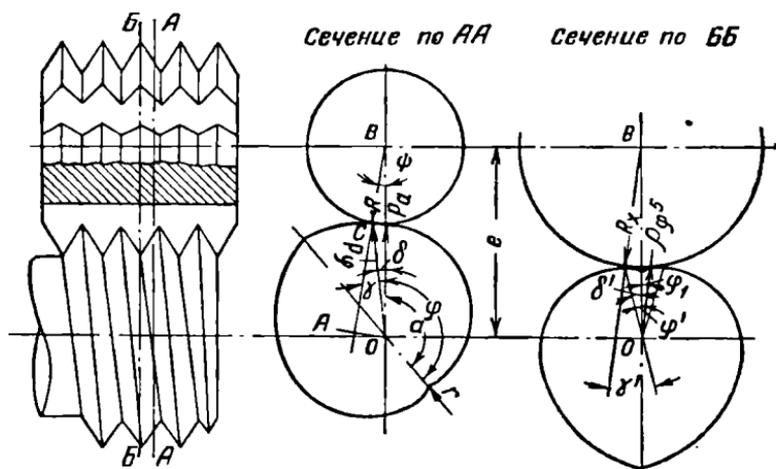
$$r = \frac{d_{cp}}{2} - \frac{S}{\varphi} \operatorname{ctg} \beta, \quad (140)$$

где d_{cp} — средний диаметр резьбы изделия;

¹ М. Я. Левицкий, Резьбофрезерование, Машгиз, 1950.

3) определяем угол между перпендикуляром к общей касательной и линией, соединяющей центры изделия и фрезы, по формуле

$$\sin \varphi = \frac{(r + n\varphi) \sin \gamma}{l} = \frac{n \cos \gamma}{l}; \quad (141)$$



Фиг. 140. Определение элементов профиля резьбовой фрезы.

здесь l — расстояние между центрами фрезы и изделия, равное

$$l = \frac{D + d_1}{2} \text{ мм}, \quad (142)$$

где D — наружный диаметр фрезы

d_1 — внутренний диаметр резьбы изделия;

4) определяем угол δ между радиусом-вектором и линией центров:

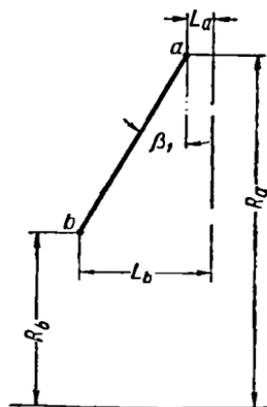
$$\delta = \varphi - \gamma; \quad (143)$$

5) далее определяем угол между линией центров и радиусом, проведенным из точки схода архимедовых спиралей, на внутреннем диаметре:

$$\alpha = \varphi - \delta; \quad (144)$$

6) определяем радиус R фрезы в данном сечении:

$$R = \frac{l \sin \delta}{\sin \gamma}; \quad (145)$$



Фиг. 141. Определение половины угла профиля резьбы фрезы.

7) затем определяем L — расстояние от сечения до точки профиля на теоретическом внутреннем диаметре (фиг. 140):

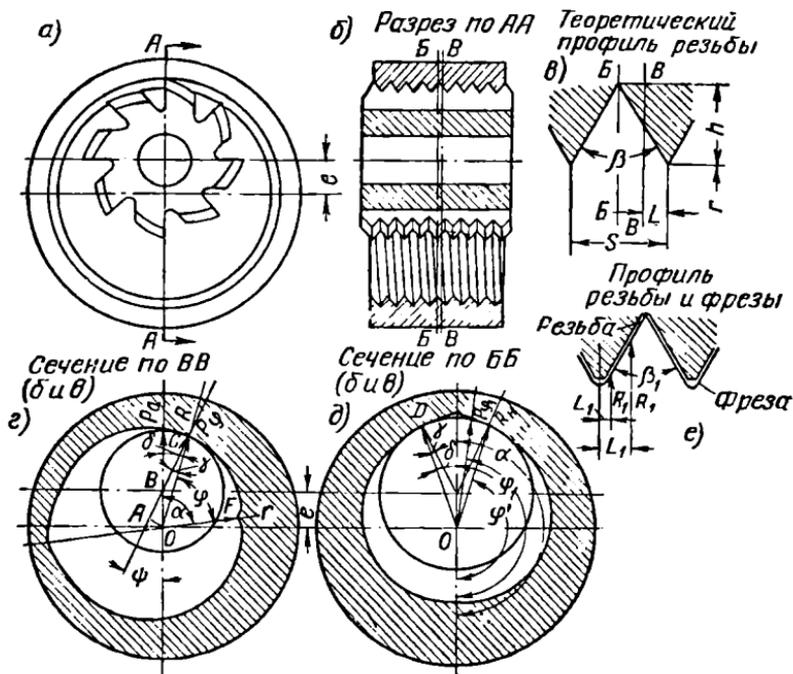
$$L = \frac{S}{2\pi} \cdot a. \quad (146)$$

Половина угла профиля резьбы фрезы β_1 на участке ab (фиг. 141) определяется из следующего соотношения:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{L_b - L_a}{R_a - R_b}, \quad (147)$$

где L_a — величина L , подсчитанная для точки a ;
 L_b — " " " " " " b ;
 R_a — " " " " " " a ;
 R_b — " " " " " " b .

Теоретически, казалось бы, можно точки a и b принять при углах $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$. Однако этого не следует делать, так как



Фиг. 142. Определение профиля резьбы фрезы при внутреннем фрезеровании.

в точке соприкосновения архимедовых спиралей на внутреннем диаметре закон сопряжения нарушается; поэтому достаточно принять диапазон для φ от 0 до $\frac{7\pi}{8}$.

При нарезании внутренней резьбы приведенные выше формулы примут следующий вид (фиг. 142):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{n}{r + n\varphi}; \quad (148)$$

где

$$n = \frac{S}{2\pi \operatorname{tg} \beta}; \quad (149)$$

$$r = \frac{d_{cp}}{2} - \frac{S}{4} \operatorname{ctg} \beta; \quad (150)$$

$$\sin \psi = \frac{(r + n\varphi) \sin \gamma}{l} = \frac{n \cos \gamma}{l}; \quad (151)$$

$$l = \frac{d_0 + D}{2} \text{ мм};$$

$$\delta = \psi - \gamma; \quad (152)$$

$$\alpha = \varphi - \delta; \quad (153)$$

$$L = \frac{S}{2\pi} \alpha \text{ мм}; \quad (154)$$

$$R = \frac{l \sin \delta}{\sin \gamma}; \quad (155)$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{L_a - L_b}{R_a - R_b}. \quad (156)$$

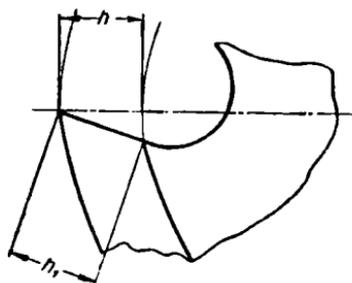
Таким образом, расчет отличается только при определении величин l и α . Расчет дан при переднем угле, равном нулю. В этом случае получается небольшое изменение профиля, и в значительной части случаев им можно пренебречь. Для того чтобы иметь представление о величине изменения профиля, в табл. 31 дан подсчет углов фрезы для нарезания основных резьб диаметром 18—30 мм при диаметре фрезы 45 мм.

Таблица 31

Резьбы	L_a	R_a	L_b	R_b	β
18×2,5	1,0723	20,896	0,1283	22,526	30°04'
20×2,5	1,0752	20,894	0,1324	22,522	30°04'
22×2,5	1,0774	20,891	0,1356	22,520	30°04'
24×3	1,2918	20,571	0,1604	22,524	30°04'
27×3	1,2948	20,569	0,1649	22,520	30°04'
30×3,5	1,5079	20,246	0,1918	22,521	30°04'

Как видно из этой таблицы, отклонения за счет винтовой поверхности резьбы в профиле зуба фрезы незначительны. Для внутренней резьбы эти отклонения несколько больше. На тех же размерах они достигают 8—9'. При установлении допусков на резьбу фрезы необходимо учитывать эти отклонения и назначать на профиль резьбы несимметричные допуски.

Измерение профиля резьбовой фрезы производится по передней поверхности (фиг. 143). При переднем угле, равном нулю, теоретический профиль резьбы фрезы определяется приведенным выше расчетом. Однако при переднем угле, не равном нулю, профиль по передней поверхности необходимо пересчитать по следующим формулам:



$$\sin \gamma_1 = \frac{r_0 \sin \gamma}{r_1}; \quad (157)$$

$$h_1 = r_0 \cos \gamma - r_1 \cos \gamma_1; \quad (158)$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{(r_0 - r_1) \operatorname{tg} \beta}{h_1}, \quad (159)$$

где γ — передний угол;
 β — половина угла профиля резьбы изделия;

r_0 — половина наружного диаметра резьбы в мм;

r_1 — половина внутреннего диаметра резьбы в мм.

Фиг. 143. Определение высоты профиля резьбовой фрезы.

Искажение профиля из-за влияния переднего угла может быть значительным. Отклонение в угле профиля фрезы диаметром 45 мм и шагом резьбы 1,5; 2; 2,5 и 3 мм при передних углах, равных 5, 10 и 15°, представлено в табл. 32.

Таблица 32

Шаг резьбы	Половина угла профиля β резьбы		
	при $\gamma = 5^\circ$	при $\gamma = 10^\circ$	при $\gamma = 15^\circ$
1,5	29°54'	29°36'	29°5'
2,0	29°54'	29°36'	29°5'
2,5	29°54'	29°35'	29°4'
3,0	29°54'	29°35'	29°3'

С увеличением диаметра фрезы искажение угла профиля за счет переднего угла уменьшается, что видно из табл. 33.

Таблица 33

Шаг резьбы	γ°	Половина угла профиля фрезы		
		при $D = 45$	при $D = 55$	при $D = 65$
3,0	15	29°3'	29°4'	29°5'

Изменение угла профиля фрез в зависимости от диаметра фрезы незначительно.

Конструктивные элементы резьбовой гребенчатой фрезы

По ГОСТ 1336-47 установлены габаритные размеры и элементы профиля резьбовых фрез. Конструктивные элементы фрез выбираются из следующих соображений:

1. Необходимо стремиться к тому, чтобы число междузубных канавок было возможно большим. Для обеспечения значительного числа переточек профиль зуба должен быть отшлифован не менее чем на половину ширины зуба. При выполнении последнего условия приходится считаться с тем, что спад затылка у зуба определяется из условия получения заднего угла не менее 8° . Величина шлифованной части зуба зависит от величины спада затылка и диаметра шлифовального круга, которым обрабатывается профиль резьбы фрезы. При заднем угле 8° спад затылка K определяется по следующей формуле:

$$K = 0,44 \frac{D}{z}. \quad (160)$$

Величина шлифованного участка проверяется вычерчиванием (фиг. 144). Шлифовальный круг I должен касаться профиля шлифуемого зуба, не касаясь профиля следующего зуба.

2. Фрезы можно изготовлять как с прямыми, так и с винтовыми канавками. Угол подъема винтовых канавок обычно не превышает 7° ; большей частью он делается равным 5° . Увеличение угла подъема усложняет технологию изготовления резьбовых фрез.

3. Передний угол принимается равным от 0 до 5° (при обработке чугуна и стали).

4. Элементы профиля резьбы фрезы при переднем угле, равном 0° , стандартизованы (ГОСТ 1336-47).

Передний угол γ , измеренный в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы, связан с передним углом γ_0 , измеренным перпендикулярно режущей кромке, следующим соотношением:

$$\operatorname{tg} \gamma_0 = \operatorname{tg} \beta \sin \gamma_1. \quad (161)$$

где

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} \gamma \cos \beta. \quad (162)$$

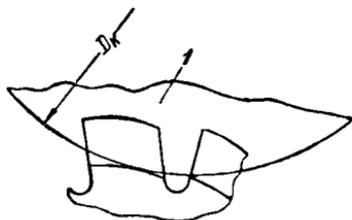
При $\beta = 30^\circ$ и $\gamma = 5^\circ$

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} 5^\circ \cos 30^\circ,$$

откуда $\gamma_1 = 4^\circ 20'$,

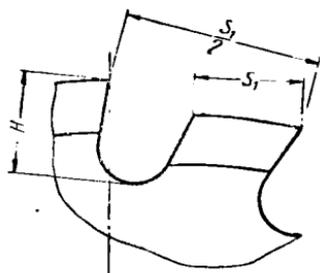
$$\operatorname{tg} \gamma_0 = \operatorname{tg} 30^\circ \sin 4^\circ 20', \text{ или } \gamma_0 = 2^\circ 30'.$$

Таким образом, на боковых сторонах профиля передний угол получается значительно меньшим, чем в радиальном направлении.



Фиг. 144. Определение величины шлифованного участка резьбы фрезы.

Наибольший передний угол будет на вершине зуба, что следует считать нормальным, так как затупление фрезы начинается с вершины зуба.



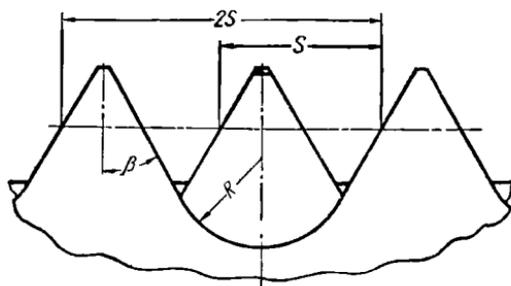
Фиг. 145. Определение размеров междузубной канавки фрез.

5. Основные размеры междузубной канавки указаны на фиг. 145. Ширина пера делается равной примерно половине шага между канавками, а глубина: $H = h + k (2 \div 3)$.

3. ФРЕЗЫ С УДВОЕННЫМ ШАГОМ

Резьбовые многониточные фрезы для резьбы с шагом меньше 0,8 мм обычно изготавливают с удвоенным шагом из-за трудности шлифования профиля резьбы. Фрезами с удвоенным шагом назы-

ваются такие фрезы, у которых нитки по одной канавке смещены на один шаг по отношению к другой (фиг. 146); их иногда называют шахматными. Существенный недостаток этих фрез заключается в том, что работать ими можно только при пониженных режимах.



Фиг. 146. Резьбовые фрезы с удвоенным шагом.

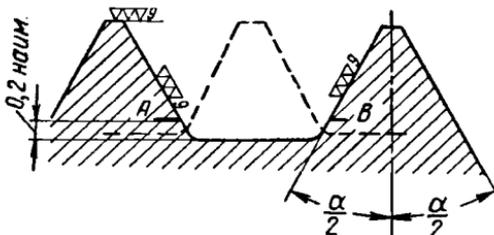
Особенности конструкции таких фрез следующие:

1. Число междузубных канавок всегда четное.

2. Радиус закругления в дне впадины между зубьями делается большим и подсчитывается по следующей формуле (фиг. 146):

$$R = \frac{0,5S}{\cos \beta}. \quad (163)$$

Канавки изготавливаются иногда с плоским дном (фиг. 147). Глубина канавки рассчитывается таким образом, чтобы профиль резьбы был полным и равным $\sim 1,5 h$ (h - высота резьбы).



Фиг. 147. Профиль резьбы у фрез с сдвоенным шагом.

3. Площадка на вершине зуба рассчитывается по нормальному шагу резьбы.

4. Допуски на угол профиля берутся по нормальной резьбе.

4. РЕЗЬБОВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ УПОРНОЙ РЕЗЬБЫ

Конструкция фрез для упорной резьбы отличается от конструкции обычных резьбовых фрез тем, что для получения нормальных задних углов на боковых

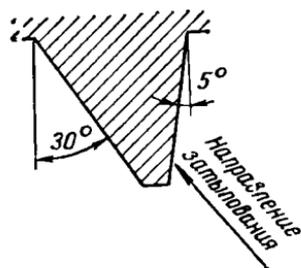
сторонах зуба затылование производится под углом к оси фрезы. Угол затылования определяется следующим образом (фиг. 148).

Для получения задних углов на боковых сторонах — на режущей кромке, наклоненной под углом $30^\circ = \alpha_1$, а на режущей кромке, наклоненной под углом $5^\circ = \alpha_2$, спад затылка в радиальном направлении k_1 определяется по формуле

$$k_1 = \frac{\pi D}{z} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\sin 30^\circ} = \frac{2\pi D}{z} \cdot \operatorname{tg} \alpha_1; \quad (164)$$

в осевом направлении спад затылка k_2 определится из формулы

$$k_2 = \frac{\pi D \operatorname{tg} \alpha_2}{z \cos 5^\circ}. \quad (165)$$



Угол поворота суппорта φ , под которым должно вестись затылование, будет равен

Фиг. 148. Направление затылования у фрез для упорной резьбы.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{k_2}{k_1} = \frac{\frac{\pi D}{z} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}{2 \cdot \frac{\pi D}{z} \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 \cos 5^\circ} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{2 \operatorname{tg} \alpha_1 \cos 5^\circ}. \quad (166)$$

Величина спада эксцентрика затыловочного станка

$$k = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}. \quad (167)$$

Если принять величины задних углов $\alpha_1 = 5^\circ$ и $\alpha_2 = 3^\circ$, то будем иметь

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{k_2}{k_1} = \frac{\operatorname{tg} 3^\circ}{2 \operatorname{tg} 5^\circ \cdot \cos 5^\circ} = \frac{\operatorname{tg} 3^\circ}{2 \sin 5^\circ} = \frac{0,0524}{2 \cdot 0,0872} = 0,3005,$$

$$\varphi = 16^\circ 45'.$$

Спад затылка

$$k = \frac{\pi D}{z} \sqrt{(2 \operatorname{tg} \alpha_1)^2 + \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\cos 5^\circ}\right)^2} =$$

$$= \frac{\pi D}{z} \sqrt{(2 \operatorname{tg} 5^\circ)^2 + \left(\frac{\operatorname{tg} 5^\circ}{\cos 5^\circ}\right)^2} = 0,575 \cdot \frac{D}{z}. \quad (168)$$

Для фрезы диаметром 90 мм с числом зубьев 12

$$k = 0,575 \cdot \frac{90}{12} \approx 4,5 \text{ мм.}$$

Во всем остальном расчет и конструирование резьбовых фрез для упорной резьбы не отличается от обычных.

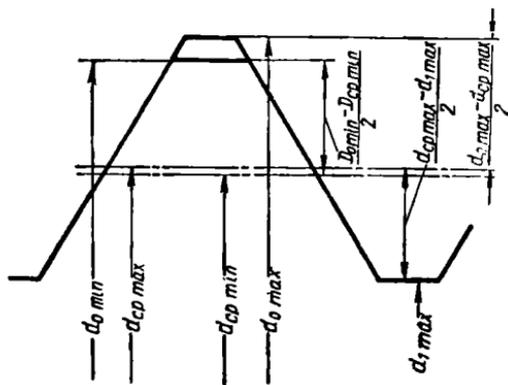
5. ДОПУСКИ НА РЕЗЬБОВЫЕ ФРЕЗЫ

На профиль многониточных резьбовых фрез ГОСТ 1336-47 установлены два класса точности: нормальная точность, обозначаемая буквой Е, и пониженная точность, обозначаемая буквой Н.

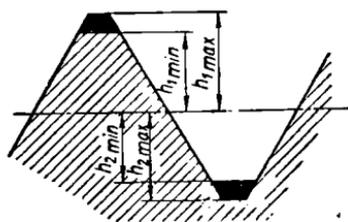
Допуски установлены на следующие элементы профиля: а) высоту ножки, б) высоту головки, в) половину угла профиля, г) шаг резьбы.

Схема расположения допусков на изделие дана на фиг. 149. Расположение допусков на высоту головки и ножки фрезы показано на фиг. 150. Наименьший размер головки h_1 принимается равным для метрической и дюймовой резьбы $0,35 S$. Допуск на высоту головки равен приблизительно $0,025 S$.

Головка профиля h_1 делается несколько завышенной



Фиг. 149. Расположение допусков на резьбу изделия.



Фиг. 150. Расположение допусков на резьбу фрезы.

против теоретически необходимой, так как износ во время работы фрезы происходит главным образом по вершине зуба.

Предельные величины головки и ножки профиля резьбы резьбовой фрезы должны быть рассчитаны так, чтобы обеспечить размеры диаметров резьбы изделия в пределах заданных допусков. Если при фрезеровании средний диаметр резьбы изделия изготовлен наименьшим, высота головки резьбы фрезы, соответствующая ножке резьбы изделия, должна обеспечить наименьший внутренний диаметр изделия. Отсюда наибольшая высота головки фрезы должна быть равна (фиг. 150)

$$h_{1\max} = \frac{D_{cp\ min} - D_{1\ min}}{2}. \quad (169)$$

С другой стороны, при изготовлении резьбы изделия по наибольшему среднему диаметру наименьшая высота головки не может быть меньше чем

$$h_{1\min} = \frac{D_{cp\ max} - D_{1\ max}}{2}. \quad (170)$$

Этим устанавливаются пределы изготовления головки резьбы фрезы.

Аналогично определяется высота ножки резьбы фрезы:

$$h_{2 \min} = \frac{D_{0 \min} - D_{ср \min}}{2}; \quad (171)$$

$$h_{2 \max} = \frac{D_{0 \max} - D_{ср \max}}{2}. \quad (172)$$

Предельные отклонения по углу установлены в зависимости от шага резьбы (табл. 34).

Таблица 34

Шаг резьбы S в мм	Отклонения в половине угла профиля	
	точность Е	точность Н
0,75	35'	45'
1,0	30	40'
1,25 и 1,5	25'	35'
1,75—3,5	20'	30'
4—5	15'	25'
5,5—6	15'	20'

Предельные отклонения в шаге даются на 1, 10 и 20 шагов. Они приведены в табл. 35.

Таблица 35

Шаг резьбы S в мм	Класс Е в мм			Класс Н в мм		
	на один шаг	на 10 шагов	на 20 шагов	на один шаг	на 10 шагов	на 20 шагов
0,75—1,5	} 0,01	} 0,02	0,03	} 0,015	0,03	0,05
1,75—2,0			0,04		0,06	
2,5 и 3		} 0,03	0,04		0,45	} 0,07
3,5—4,5			} 0,05		0,05	
5—6					0,055	

Чистота задней поверхности резьбы у фрез со шлифованным профилем должна быть не ниже 8-го класса, а фрез с нешлифованным профилем — не ниже 6-го класса по ГОСТ 2789-51; чистота поверхности отверстия — не ниже 8-го класса, опорных торцов и крепежного конуса — не ниже 7-го класса.

Допускается конусность резьбы в следующих пределах (разность в диаметрах):

при длине нарезаемой части до 50 мм . . . не более 0,03 мм
 » » » » выше 50 мм . . . » » 0,05 »

Биение зубьев по наружному диаметру не должно превышать:

у фрез класса Е	. 0,05 мм
у фрез класса Н	. . . 0,08 »

Стандартом ограничено биение по профилю резьбы. Оно является следствием неправильного окружного шага и неперпендикулярности плоскости, в которой лежит нитка резьбы к оси фрезы.

Биение допускается в следующих пределах:

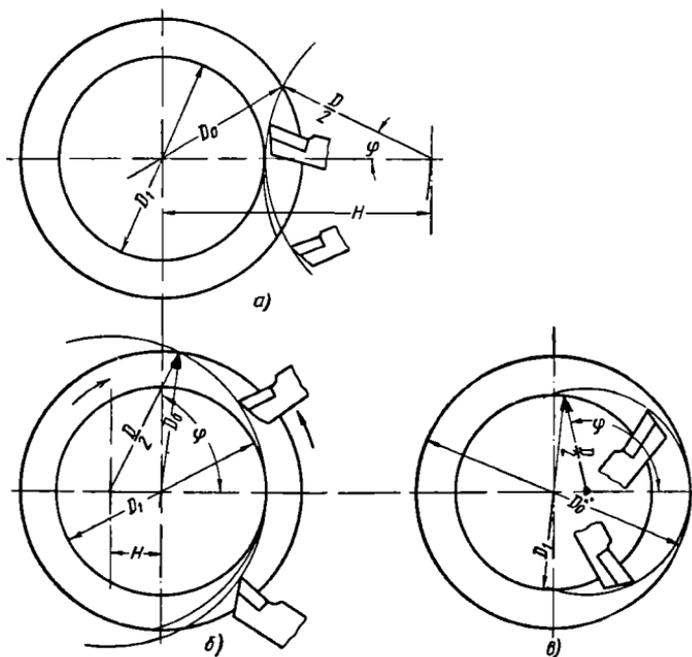
у фрез класса Е	. 0,03 мм
у фрез класса Н 0,04 »

Биение опорных торцов может быть не более 0,02 мм.

Фрезы изготавливают из стали Р18, Р9 и 9ХС. Сталь 9ХС применяют редко.

6. СКОРОСТНОЕ РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ

Скоростное резьбофрезерование, называемое часто вихревым методом нарезания резьбы, приобретает все большее и большее



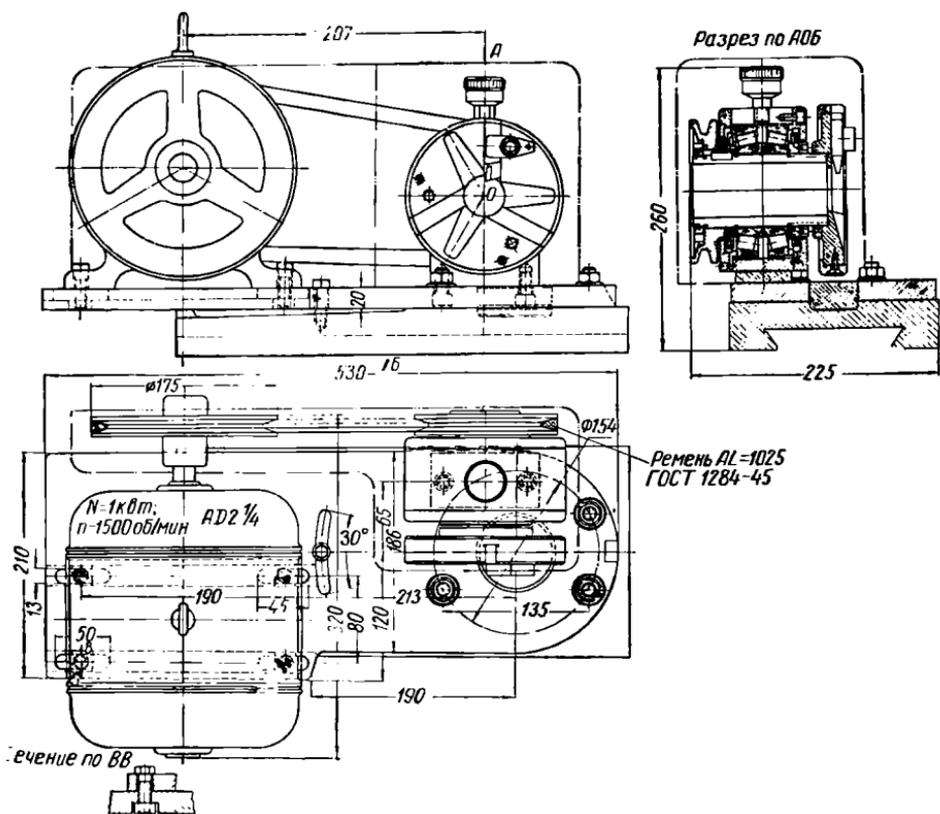
Фиг. 151. Схема скоростного фрезерования.

распространение. Этот метод изготовления резьбы является одним из наиболее производительных и применяется для нарезания наружной и внутренней резьбы¹. Схема скоростного фрезерования пока-

¹ ЭНИМС, Скоростное фрезерование резьбы, ЦБТИ МСС, 1951; Г. Н. Т о м и л и н, В. П. М я с н и к о в, С. А. Ж у р а в л е в, Инструменты для скоростного фрезерования резьбы, Машгиз 1950.

зана на фиг. 151. Для осуществления этой схемы применяют специальные головки, в которые вставляют резцы, оснащенные твердыми сплавами. Головки устанавливают в специальном приспособлении (фиг. 152). При фрезеровании резьбы головка имеет быстрое вращение, а изделие — медленное, как при обычном резьбофрезеровании.

Отличие этого метода от обычного резьбофрезерования заключается в том, что вместо фрезы работают головки, которые при наруж-



Фиг. 152. Приспособление для скоростного фрезерования.

ном фрезеровании охватывают изделие по принципу полый фрезы (фиг. 153). При внутреннем фрезеровании работа головки аналогична работе обычной фрезы. В зависимости от диаметра обрабатываемого изделия головки изготавливаются одно- или многозубыми. Зубья вставные, оснащенные твердыми сплавами (фиг. 154). Выбор числа зубьев должен быть основан на том принципе, что одновременно в работе фрезы участвует только один зуб. Если это правило нарушается, то происходит выкрашивание твердого сплава.

Угол контакта φ (фиг. 151) определяется следующим образом. Если расстояние между центрами фрезы и изделия H , диаметр окружности, описываемой вершинами резцов, D , а наружный диаметр резьбы

изделия D_0 , то, для того чтобы определить число зубьев z головки, необходимо определить угол φ между началом и концом контакта зуба с изделием. Угол φ определяется из формул:

для наружной резьбы (фиг. 151, а и б)

$$\cos \varphi = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + H^2 - \left(\frac{D_0}{2}\right)^2}{2DH} = \frac{D^2 - D_0^2 + 4H^2}{8DH}, \quad (173)$$

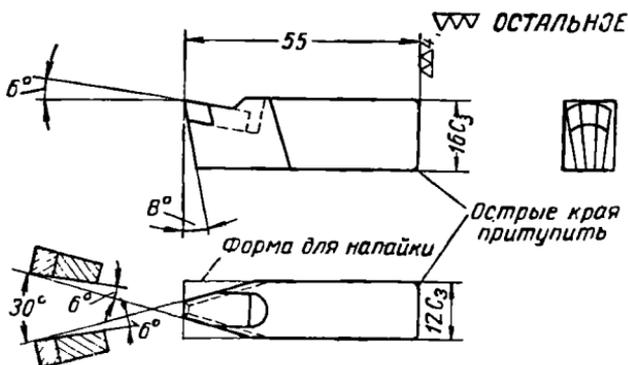
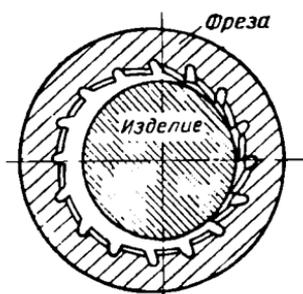
где для внешнего фрезерования (фиг. 151, а)

$$H = \frac{D + D_1}{2} \text{ мм}$$

и для внутреннего фрезерования (фиг. 151, б)

$$H = \frac{D - D_1}{2} \text{ мм};$$

D_1 — внутренний диаметр резьбы изделия в мм.



Фиг. 153. Головка для скоростного фрезерования, работающая как поляя фреза.

Фиг. 154. Зубья скоростной резьбофрезы.

При фрезеровании внутренней резьбы угол φ определяется из следующего выражения (фиг. 151, в):

$$\cos \varphi = \frac{\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2 - H^2}{2DH} = \frac{D_1^2 - D^2 - 4H^2}{8DH}; \quad (174)$$

в этом случае

$$H = \frac{D_1 - D}{2} \text{ мм.}$$

Число зубьев головки

$$z = \frac{360^\circ}{\varphi + 2^\circ}. \quad (175)$$

Угол 2° добавляется для того, чтобы обеспечить работу только одного резца.

Диаметр окружности, описываемой вершинами зубьев, определяется:

для наружной резьбы

$$D = (1,4 \div 1,6) d_0 \text{ мм}, \quad (176)$$

для внутренней резьбы

$$D = (0,5 \div 0,55) d_0 \text{ мм}. \quad (177)$$

Резцы устанавливаются в головке в плоскости, перпендикулярной к оси, во столько рядов, сколько заходов имеет резьба. Профиль резьбы резца необходимо при изготовлении точных резьб корректировать по методу, применяемому при корректировании многониточных фрез.

Для наружного фрезерования расчет ведется по формулам¹:

$$n = \frac{S}{2\pi \operatorname{tg} \beta}; \quad (149)$$

$$L = \frac{S\alpha}{2\pi};$$

$$\sin \psi = \frac{(r + n\varphi) \sin \varphi_1}{l}; \quad (151)$$

$$\delta = \varphi_1 + \psi;$$

$$\alpha = \varphi - \delta; \quad (153)$$

$$R = \frac{l \sin \delta}{\sin \varphi_1}. \quad (155)$$

В остальном расчет ничем не отличается от приведенного ранее в этой же главе.

Эти расчеты правильны в том случае, если ось головки параллельна оси изделия. Ширина площадки на вершине зуба не должна быть слишком малой. По данным ЭНИМС рекомендуется на вершине делать закругление. Однако выполнить это очень трудно, и обычно у резцов делается площадка, величиной 0,1 шага, при шаге резьбы 2 мм и выше. ЭНИМС рекомендует передний и задний углы делать равными 6°. Ряд авторов рекомендует задний и передний углы применять в зависимости от обрабатываемого материала и вида резьбы².

При обработке стали рекомендуется применять сплав Т15К6* или Т30К4.

¹ М. Я. Левицкий, Резьбофрезерование, Машгиз, 1950.

² Г. Н. Гомилин, В. П. Мясников и С. А. Журавлев, Инструмент скоростного резания металлов, Машгиз, 1950.

* МОНИТОМАШ, Скоростные методы обработки металлов, Опыт московских заводов, Машгиз, 1949.

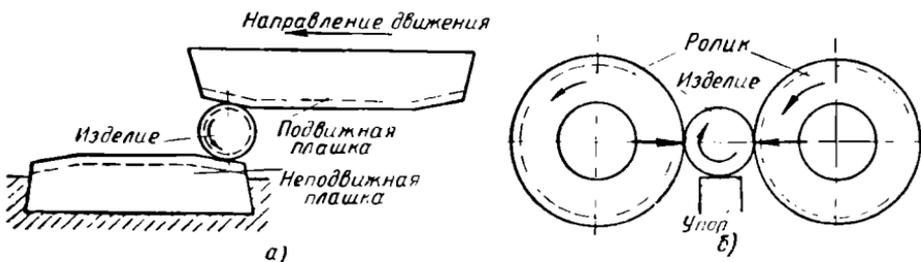
ГЛАВА VIII

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Для накатывания резьбы применяются два типа инструмента: а) плоские накатные плашки и б) накатные ролики (фиг. 155).

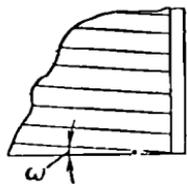
1. ПЛОСКИЕ НАКАТНЫЕ ПЛАШКИ

Плоские накатные плашки всегда изготавливают комплектом из 2 шт. — подвижной и неподвижной.



Фиг. 155. Плоские накатные плашки.

Схема накатывания указана на фиг. 155, а. Плашка неподвижная закрепляется на станке и по ней прокатывается обрабатываемая заготовка. Подвижная плашка совершает поступательное движение и заставляет заготовку поворачиваться. Плашки по конструкции очень просты. На рабочей поверхности сделаны прямые резьбовые нитки под углом подъема резьбы ω изделия на среднем диаметре (фиг. 156).



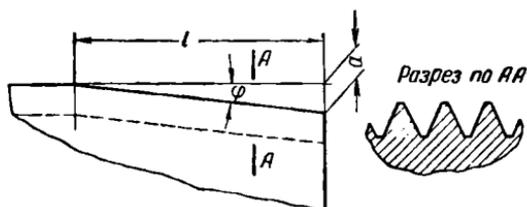
Фиг. 156. Расположение резьбы на плоской накатной плашке.

Плашки имеют заборную часть, форма которой зависит от обрабатываемого материала и определяется следующими параметрами: длиной l и глубиной захвата a (по ГОСТ 2248-43). Этими величинами определяется угол φ наклона заборной части. В зависимости от обрабатываемого материала рекомендуются величины, приведенные в табл. 36.

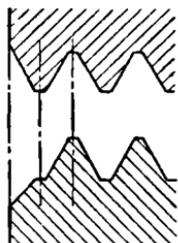
Резьба на заборной части расположена под углом φ (фиг. 157) или незначительно отклоняется от него на величину, не превышающую $1/2^\circ$.

Обрабатываемый материал	l в мм	a в мм	φ°
Сталь 20	25	0,4	1
Сталь 45	18	0,6	2

Размеры плашек зависят от размеров гнезда в станке. Обычно неподвижная плашка короче подвижной. В стандарте (ГОСТ 2248-43) даны основные размеры плашек.



Фиг. 157. Заборная часть накатной плашки.



Фиг. 158. Взаимное расположение ниток на накатных плашках.

Профиль резьбы плашек определяется высотой ножки и головки, которые принимаются согласно табл. 37. При определении высоты головки учитывается, что наибольший износ при накатывании происходит по вершине резьбы.

Таблица 37

Элементы резьбы в мм	Наименьший размер	Допуск
h_1 h_2	0,35S 0,325S	0,025S Не регламентируется

Допуски на угол профиля резьбы, установленные по ГОСТ 2248-43, даны в табл. 38.

Таблица 38

Шаг резьбы в мм	Допуск на половину угла (\pm)	Шаг резьбы в мм	Допуск на половину угла (\pm)
0,25	80'	0,7 и 0,75	40'
0,30	70'	0,80 и 1,0	35'
0,35	60'	1,25 и 1,5	30'
0,40	55'	1,75	25'
0,50	50'	2,0; 2,5; 3,0	20'
0,60	45'		

Резьба подвижной и неподвижной плашек наклонена под одним и тем же углом ω , однако направление накаток, обращенных друг к другу рабочей частью, разное. Начало нитки на обеих плашках (фиг. 158) должно строго совпадать, только в этом случае накатывание будет происходить нормально.

Для фрезерования резьбы плоских накатных плашек применяются многониточные резьбовые фрезы. Конструктивные элементы резьбовых фрез выбирают следующим образом:

1. Длина фрезы L определяется из формулы

$$L = B + 2L_n \operatorname{tg} \omega + (2 \div 3) \text{ мм}, \quad (178)$$

где B — ширина рабочей части плашки в мм;

L_n — длина накатной плашки.

$2L_n$ берется потому, что плашки обычно фрезеруются комплектом.

2. Профиль резьбы определяется из следующих соотношений:

половина угла профиля

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \operatorname{tg} \beta \cos \omega, \quad (179)$$

где β — половина угла профиля изделия;

β_1 — половина угла профиля фрезы;

высота головки

$$h_1 = 0,35S;$$

высота ножки

$$h_2 = 0,34S.$$

3. Шаг резьбы

$$S_1 = S \cos \omega. \quad (180)$$

Резьба у фрез с шагом $S = 0,8$ мм изготавливается шахматной (см. стр. 146).

Все остальные элементы определяются так же, как у обычных резьбовых фрез.

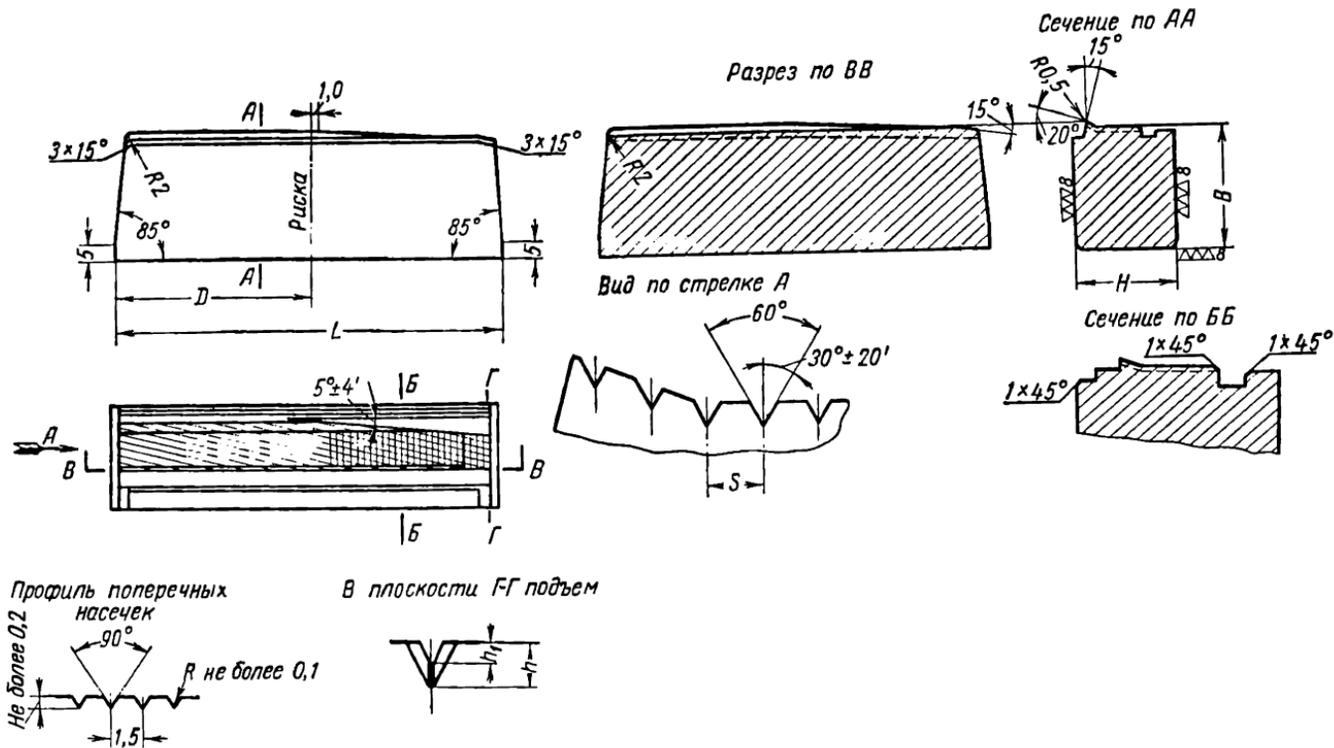
2. ПЛАШКИ ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ ШУРУПОВ

Для накатывания резьбы на шурупах применяются специальные плашки (фиг. 159). Резьба накатывается одновременно на коническом и цилиндрическом участках. Первоначально первой половиной плашка накатывает цилиндрическую резьбу, а затем постепенно образуется коническая часть резьбы.

Конструкция плашек резко отличается от плашек для цилиндрической резьбы.

Размеры плашек приведены в табл. 39*.

* М. Н. Б а с о в, Высокопроизводительные способы изготовления резьбы. Машгиз, 1949.



На длине последних 15 мм постепенное уменьшение глубины насечек свести до нуля

Фиг. 159. Накатные плашки для шурупов.

Размеры шурupa	Тип плашки	L	H	s	B	h	h ₁	Для какого станка предназначается
40×30×16,5	Подвижная . .	148	31,8	1,8	40	1,5	0,75	5996
	Неподвижная . .	126	31,8	1,8	40	1,5	0,75	
6×30×16,5	Подвижная . .	146	31,8	2,6	40	2,25	0,75	5996
	Неподвижная . .	126	31,8	2,6	40	2,15	0,75	
6×30×16,5	Подвижная . .	132	31,8	2,6	24	2,25	0,75	А
	Неподвижная . .	112	31,8	2,6	24	2,15	0,75	
6×50×28	Подвижная . .	146	34	2,6	40	2,25	0,75	5996
	Неподвижная . .	126	34	2,6	40	2,15	0,75	
6×50×28	Подвижная . .	132	34	2,6	20	2,25	0,75	А
	Неподвижная . .	117	34	2,6	20	2,15	0,75	
8×50×28	Подвижная . .	175	34	3,5	30	3,05	1,05	А
	Неподвижная . .	150	34	3,5	30	2,85	1,05	
10×85×48	Подвижная . .	175	54	4,5	30	3,9	1,25	А
	Неподвижная . .	150	54	4,5	30	3,7	1,25	

Технические условия на накатные плашки

Для изготовления плашек применяется сталь X12AФ, а также 9ХС. Твердость после термической обработки $R_C = 58 \div 60$. В ГОСТ 2248-43 указаны отклонения по заборному конусу на величину a ; для резьб диаметром до 10 мм отклонение допускается в пределах $\pm 0,06$ мм, а для резьб диаметром выше 10 мм $\pm 0,10$ мм. При изготовлении плашек необходимо ограничить также угол ϕ .

На заводе «Фрезер» на него установлен допуск $\pm 10'$.

В стандарте установлен допуск на $\text{tg } \omega$ в пределах $\pm 0,0002$.

Рабочая поверхность плашки по вершинам резьбы должна быть параллельна опорной плоскости. Отклонение от параллельности не должно превышать 0,02 мм на 100 мм длины плашки. Отклонение по шагу резьбы допускается $\pm 0,03$ мм на 25 мм ширины плашки.

Плоские накатные плашки, являясь инструментом высокопроизводительным, имеют в то же время один большой недостаток, заключающийся в том, что скорость деформации, зависящую от угла наклона заборного конуса ϕ , изменить нельзя и при изменении условий накатывания приходится плашки переделывать или заменять новыми. Поэтому при накатывании точных резьб, например метчиков, этот вид инструмента широкого применения не нашел, а применяется главным образом в метизной промышленности.

3. НАКАТНЫЕ РОЛИКИ

Накатные ролики предназначаются для накатывания резьбы и устанавливаются на специальных станках. Обычно резьба накатывается двумя роликами. Накатываемое изделие помещается между роликами (фиг. 160).

Основным условием правильной работы накатных роликов является соответствие направления пилки на ролик и на изделии. Практикой установлено, что с увеличением диаметра ролика процесс накатывания резьбы улучшается. Поэтому надо стремиться к тому, чтобы диаметр ролика был возможно большим. Наибольший диаметр ролика ограничен размерами накатного станка и пределами раздвижения роликов. Средний диаметр ролика D'_{cp} не может быть больше чем

$$D'_{cp} \leq L - d_{cp}, \quad (181)$$

где L — наибольшее расстояние между роликами в мм;

d_{cp} — средний диаметр резьбы изделия в мм.

Для обеспечения одинакового угла подъема резьбы ω на ролике и на изделии резьбу на ролике приходится делать многозаходной.

Число заходов n определяется по формуле

$$n = \frac{D'_{cp}}{d_{cp}}. \quad (182)$$

Число n может получиться дробным, и его необходимо округлить до целого числа в сторону уменьшения. Тогда теоретический средний диаметр D_{cp} ролика будет равен

$$D_{cp} = nd_{cp}.$$

Но n нельзя выбирать произвольно. Число заходов должно соответствовать числу отверстий на делительных дисках станка, на котором шлифуется резьба ролика, и если такого соответствия нет, число заходов n принимается равным ближайшему меньшему на делительном диске. Средний диаметр нового ролика должен быть больше теоретического на величину ΔD . Эта величина добавляется на износ и перешлифовку ролика и определяется по приводимым ниже данным.

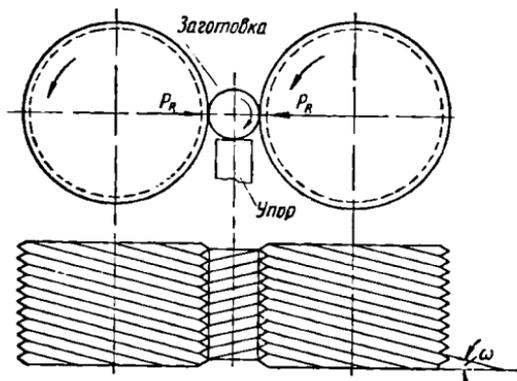
Диаметр изделия в мм	ΔD в мм
До 7	1,5
Выше 7	2,5

Добавление ΔD изменяет несколько угол подъема резьбы на ролике. Величина изменения определится из формулы

$$\operatorname{tg} \omega_1 = \frac{\operatorname{tg} \omega (D_{cp} + \Delta D)}{D_{cp}} = \operatorname{tg} \omega + \frac{\Delta D \operatorname{tg} \omega}{D_{cp}}, \quad (183)$$

где ω — угол подъема резьбы на изделии;

ω_1 — фактический угол подъема резьбы на ролике.



Фиг. 160. Схема расположения накатных роликов и изделия.

Чтобы представить себе изменение угла подъема, рассмотрим пример.

Берем резьбу $M10 \times 1,5$, у которой $d_{cp} = 9,026$ мм; наибольший средний диаметр ролика равен 125 мм.

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{1,5}{\pi 9,026} = 0,05286;$$

отсюда $\omega = 3^{\circ}01'$; $n = \frac{125}{9,026} = 14$.

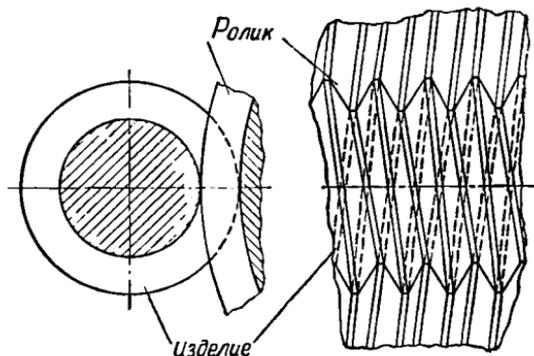
Ближайшее меньшее число отверстий на делительном диске станка 12. Тогда $U_{cp} = 12 \cdot 9,026 = 108,31$ мм. По приведенным выше данным $\Delta D = 2,5$ мм. Отсюда

$$\operatorname{tg} \omega_1 = 0,05286 + \frac{0,05286 \cdot 2,5}{108,31} = 0,05408,$$

откуда $\omega_1 = 3^{\circ}06'$.

Таким образом, наибольшее отклонение угла ω будет равно $5'$. Поскольку поверхность контакта между роликом и изделием невелика (фиг. 161), такое отклонение в направлении нитки на ролике допустимо.

Ролик можно перешлифовать на величину ниже D_{cp} , равную ΔD . Таким образом, ролик можно перешлифовать по среднему диаметру на величину $2\Delta D$.



Фиг. 161. Схема расположения нитки на ролике и изделии.

Определение размеров профиля. Высота головки резьбы

$$h_1 = \frac{d_{cp \max} - d_1 \max}{2} + m_1, \quad (184)$$

где $d_{cp \max}$ — наибольший средний диаметр изделия;

$d_1 \max$ — наибольший внутренний диаметр изделия;

m_1 — припуск на износ, который определяется из табл. 40.

Таблица 40

Припуск на износ

Для метрической резьбы в мм									
Шаг резьбы изделия	До 0,45	0,5—0,6	0,7—0,8	1—1,25	1,5	1,75 и 2	2,5	3 и 3,5	4
m_1	0,008	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045

Для дюймовой и трубной резьбы						
Число ниток на 1"	28-20	19-16	14-12	11-10	9-8	7-6
m_1	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045

Высота ножки резьбы ролика

$$h_2 = \frac{d_{0 \max} - d_{cp \max}}{2} + m_2, \quad (185)$$

где $d_{0 \max}$ — наибольший внутренний диаметр резьбы изделия;
 m_2 — гарантийный зазор, который дает возможность разместиться выжатому металлу (табл. 41).

Таблица 41

Гарантийный зазор

Для метрической резьбы в мм						
Шаг резьбы изделия	0,35-0,6	0,7-0,8	1-1,5	1,75-2	2,5-3	3,5-4
m_2	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,04
Для дюймовой и трубной резьбы						
Число ниток на 1" изделия	28-16	14-12	11-8	7-6		
m_2	0,02	0,025	0,03	0,04		

Необходимо проверить величину площадки a на вершине резьбы ролика; она будет равна

$$a = \frac{S}{2} - 2 \operatorname{tg} \beta h_1 \quad (186)$$

и не должна быть меньше 0,05 мм.

Наружный диаметр нового ролика

$$D_0 = D_{cp} + 2h_1 + \Delta D. \quad (187)$$

Наружный диаметр перешлифованного ролика

$$D_{0 \text{ из}} = D_0 - 2\Delta D. \quad (188)$$

Ход нитки многозаходной резьбы на ролике S_n равен

$$S_n = nS. \quad (189)$$

Тангенс фактического угла подъема резьбы нового ролика

$$\operatorname{tg} \omega_1 = \frac{S_p}{\pi(D_{cp} + \Delta D)}. \quad (190)$$

Направление резьбы на ролике всегда обратное направлению резьбы изделия.

Ширина ролика B зависит от длины резьбы изделия и определяется следующим образом:

$$B = l + 5 \text{ мм}, \quad (191)$$

где l — длина резьбы изделия.

Допускаемое отклонение в половине угла профиля ролика в зависимости от шага резьбы приведено в табл. 42.

Таблица 42

Допуск на половину угла профиля

Для метрических резьб					
Шаг резьбы в мм	0,35—0,5	0,6—0,8	1—1,25	1,5—1,75	2 и выше
Допуск на половину угла профиля	±25'	±17'	±15'	±12'	±10'
Для дюймовой и трубной резьбы					
Число ниток на 1"		28—19	18—16	14—6	
Допуск на половину угла профиля .		±15'	±12'	±10'	

Допуск на шаг S резьбы роликов, предназначенных для накатывания точных резьб (например, метчиков), на длине 10 мм ±0,01 мм, на длине 25 мм ±0,015 мм.

Ролики, предназначенные для накатывания обычных крепежных резьб, могут иметь отклонение в шаге ±0,015 мм на длине 10 мм и ±0,025 мм на длине 25 мм.

Материал для изготовления накатных роликов — сталь X12ФА. Твердость после термической обработки $R_C = 58 \div 60$.

Допускаемое биение по наружному диаметру не более 0,02—0,03 мм. Профиль резьбы обязательно шлифуют. Чистота поверхности резьбы по 8 или 9-му классу.

Отверстие в ролике изготавливается по 1-му классу точности.

Допускаемое биение торцов относительно отверстия не более 0,02 мм.

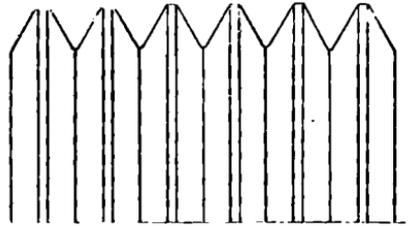
ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗЬБЫ

Для шлифования резьбы применяются два типа шлифовальных кругов: односторонние (фиг. 162) и многосторонние (фиг. 163).

Односторонние круги применяются для шлифования точных резьб и в том случае, когда требуется изготовить резьбу с большой высотой профиля. Односторонний шлифовальный круг шлифует только боковые стороны впадины и ее дно. По наружному диаметру шлифование производят отдельной операцией.

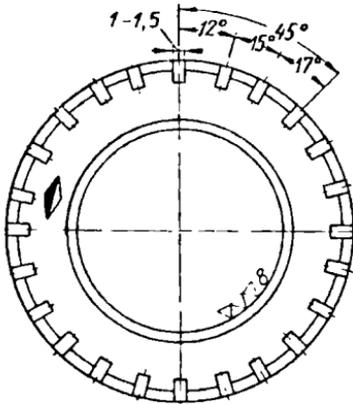


Фиг. 162. Круг шлифовальный для резьбы односторонний.

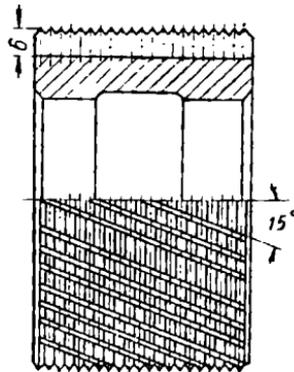


Фиг. 163. Круг шлифовальный многосторонний.

Для наружного шлифования применяются круги больших диаметров. Наружный диаметр кругов для внутреннего шлифования равен примерно 0,75 внутреннего диаметра шлифуемой резьбы.



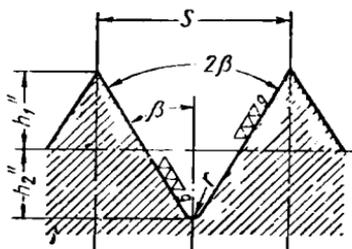
Фиг. 164. Накатка для цилиндрической резьбы.



Наряду с односторонними большое распространение имеют многосторонние круги, обеспечивающие высокую производительность шлифования.

При шлифовании резьбы многониточными кругами одновременно обрабатывается весь профиль, что ограничивает его высоту возможностью заправки круга, которая обычно производится специальным инструментом — накаткой.

Шлифовальный круг имеет кольцевую резьбу. Накатка (фиг. 164) представляет собой цилиндр с кольцевой резьбой. На его рабочей части сделаны прорезы в плоскости, проходящей через ось, и расположенные на поверхности накатки неравномерно.



Фиг. 165. Профиль резьбы накатки для цилиндрической резьбы.

Накатывание резьбы на шлифовальном круге производится вручную. При этом шлифовальный круг вращается, а накатка вращается свободно. Постепенно продвигаясь на шлифовальный круг, накатка образует на нем резьбу.

Накатка изготавливается из стали Р9 и закаливается до твердости $R_c = 58 \div 62$.

Головка профиля накатки (фиг. 165) соответствует ножке резьбы круга, которая, в свою очередь, соответствует головке резьбы изделия. Размеры ножки профиля резьбы круга определяются из формул

$$h'_{2 \max} = \frac{d_{0 \max} - d_{cp \max}}{2} \quad (192)$$

и

$$h'_{2 \min} = \frac{d_{0 \min} - d_{cp \min}}{2}; \quad (193)$$

$$h'_{1 \max} = \frac{d_{cp \max} - d_{1 \max}}{2};$$

$$h'_{1 \min} = \frac{d_{cp \min} - d_{1 \min}}{2},$$

где $d_{0 \max}$ — наибольший наружный диаметр нарезаемой резьбы;

$d_{0 \min}$ — наименьший наружный диаметр нарезаемой резьбы;

$d_{cp \max}$ — наибольший средний диаметр нарезаемой резьбы;

$d_{cp \min}$ — наименьший средний диаметр нарезаемой резьбы;

$h_{1 \max}$ — наибольшая высота головки резьбы круга;

$h_{1 \min}$ — наименьшая высота головки резьбы круга;

$h'_{2 \max}$ — наибольшая высота ножки резьбы круга;

$h'_{2 \min}$ — наименьшая высота ножки резьбы круга.

Наибольшая и наименьшая высоты головки профиля резьбы накатки будут равны

$$h''_{1 \max} = h'_{2 \max}; \quad h''_{1 \min} = h'_{2 \min}.$$

Рассуждая таким же образом, получим, что наименьшая высота ножки накатки будет равна

$$h''_{2 \min} = h'_{1 \min} = \frac{d_{cp \min} - d_{1 \min}}{2}. \quad (194)$$

Наибольшая высота ножки определяется из условий возможности получения минимального радиуса или площадки на дне впадины. При накатывании резьбы на шлифовальном круге на вершине резьбы происходит осыпание круга, которое увеличивается с уменьшением величины радиуса или площадки на дне впадины между зубьями накатки. Самый процесс накатывания заключается в том, что накатка разрушает связку и зерна шлифующего вещества выпадают. Если площадка на дне впадины между зубьями резьбы будет очень мала, то оказавшееся в дне впадины зерно не в состоянии будет в ней поместиться (фиг. 166) и выпадет, следствием чего явится уменьшение высоты головки. Наибольший поперечник зерна $a = \frac{25,4}{H}$ мм, где H — зернистость круга.

Так, при зернистости 200 $a = \frac{25,4}{200} = 0,13$ мм. Для того чтобы такое зерно поместилось во впадине, надо чтобы площадка была не менее 0,1 мм. Из сказанного следует, что ширину площадки во впадине или радиус закругления ограничивает величина зерна. Приближенно можно считать, что ширина площадки b не должна быть меньше 0,6 a .

Для того чтобы увеличить высоту ножки на шлифуемой резьбе, надо брать круг с мелким зерном. Высота ножки накатки будет равна (при заданном b)



Фиг. 166. Положение зерна при накатывании.

$$h_2'' = 0,435(S - 2b). \quad (195)$$

Пример. Шаг резьбы равен 1 мм, зернистость круга $H = 200$.
Имеем

$$a = \frac{25,4}{200} = 0,13 \text{ мм},$$

$$b = 0,6a = 0,08 \text{ мм};$$

тогда

$$h_2'' = 0,435(1 - 0,16) = 0,435 \cdot 0,84 = 0,365 \text{ мм}.$$

Угол профиля резьбы накатки при шлифовании цилиндрической резьбы равен углу профиля изделия.

При шлифовании резьбы резьбовых фрез угол профиля резьбы накатки определяется из следующей формулы:

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\operatorname{tg} \beta_1 \cos \alpha}{\cos(\gamma + \alpha_1) \cos \alpha},$$

здесь β_1 — угол профиля резьбы фрезы по передней поверхности;
 α — задний угол на наружном диаметре резьбы фрезы, определяющийся из формулы

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{kz}{\pi d_0},$$

где k — спад затылка;

z — число междузубных канавок;

d_0 — наружный диаметр резьбы;

α_1 — задний угол на внутреннем диаметре резьбы, определяющейся из формулы

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{kz}{\pi (d_0 - 2h)},$$

где h — высота резьбы фрезы.

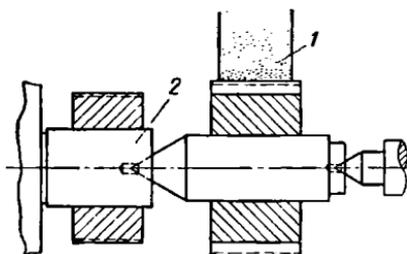
Высота головки накатки h_1'' определяется следующим образом:

$$h_1'' = \frac{h_2 \operatorname{tg} \beta_2}{\operatorname{tg} \beta_1};$$

высота ножки h_2''

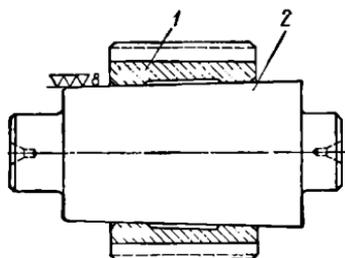
$$h_2'' = \frac{h_1' \operatorname{tg} \beta_2}{\operatorname{tg} \beta_1},$$

где h_1' — высота головки резьбы фрезы по передней поверхности;
 h_2' — высота ножки резьбы фрезы по передней поверхности.



Фиг. 167. Оправка для накатки с одним внутренним, а другим наружным центром:

1 — шлифовальный круг; 2 — оправка.



Фиг. 168. Оправка для накатки с двумя внутренними центрами:

1 — ролик; 2 — оправка.

В том случае, когда правка производится без снятия оправки для изделия (фиг. 167), накатки для шлифовальных кругов уста-

Таблица 43

Шаг резьбы S	Предварительная обработка		Окончательная обработка	
	Зернистость	Твердость	Зернистость	Твердость
До 0,5	400	C2	500	C2
0,5—0,8	320	C2	400	C2
1—1,25	240—280	C2	280—320	C2
1,5—1,75	220—240	CM2	240—280	C1
2,0—2,5	180—220	CM2—CM1	220—240	CM2
3,0—4,0	150—180	CM2—CM1	180—220	CM2—CM1
4,5—5,5	120—150	CM1	150—180	CM2—CM1
6,0	120	CM1	150	CM1

навливаются на оправку, имеющей с одной стороны внутренний центр, а с другой — наружный. Если оправка для изделия установлена в центрах и во время правки круга снимается, то оправка для накатки имеет с обеих сторон внутренние центры (фиг. 168). Оправка для накатки имеет по всей длине небольшую конусность в пределах 0,06—0,08 мм. Отверстие в накатке цилиндрическое.

Твердость и зернистость шлифованных кругов для шлифования резьбы приведены в табл. 43*.

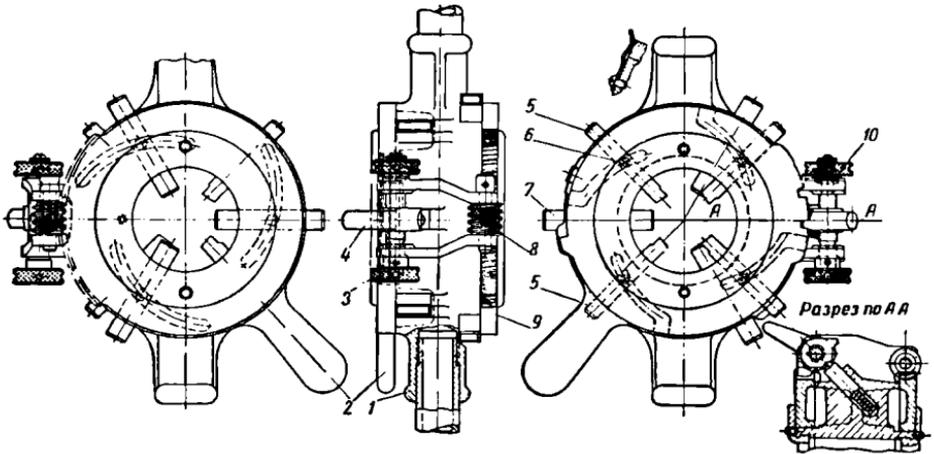
* А. И. Барсов, Технология режущего инструмента, Машгиз, 1953.

СЛЕСАРНО-МОНТАЖНЫЙ РЕЗЬБОНАРЕЗНОЙ ИНСТРУМЕНТ

Кроме ручных метчиков и круглых плашек, к слесарно-монтажным резьбонарезным инструментам относятся: 1) клуппы для нарезания трубной резьбы, 2) клуппы косые, 3) резьбовые прогонки, которые предназначены для нарезания наружной резьбы.

1. КЛУППЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ТРУБНОЙ РЕЗЬБЫ

Эти клуппы предназначены для труб диаметром от $\frac{1}{2}$ до 2". Они работают следующим образом. Резьба нарезается четырьмя



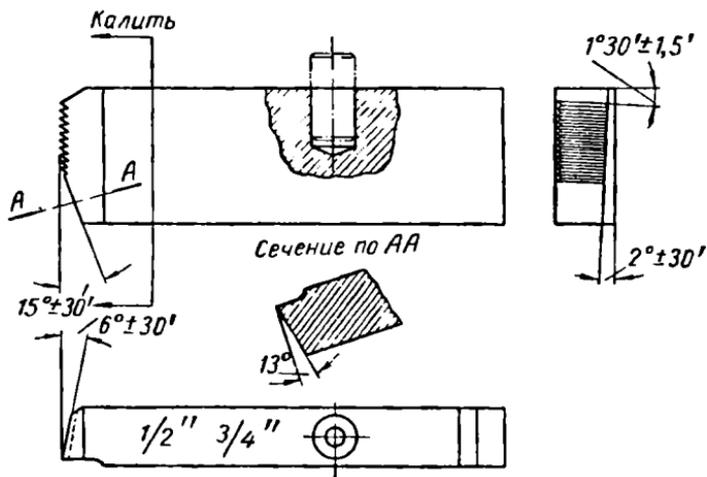
Фиг. 169. Клупп для нарезания трубной резьбы.

радиально расположенными плашками 5 (фиг. 169), которые заложены в пазы корпуса 1. В плашки вставлены поводки 6, которые, в свою очередь, входят в пазы регулировочного кольца с рукояткой 2. Кольцо может поворачиваться рукояткой вокруг оси; его положение во время нарезания резьбы определяется фиксатором 4, выступ которого входит в паз регулировочного кольца. Каждая головка имеет три комплекта плашек, предназначенных для нарезания труб диаметром: 1) $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ " ; 2) 1 и $1\frac{1}{4}$ " и 3) $1\frac{1}{2}$ и 2".

На кольце имеются пазы, расположенные по архимедовой спирали, в которые входят поводки плашек. При повороте регулиро-

вочного кольца плашки меняют свое положение относительно центра резьбы. Во время работы клуппа выступ фиксатора входит в паз кольца. Как только нарезание резьбы кончается, фиксатор посредством имеющейся у него ручки выводится из паза в кольцо и путем поворота кольца при помощи рукоятки плашки выводится из резьбы.

Регулирование клуппа на размер производится винтом 10 и жестко связанным с ним барашком 3. При вращении винта 10 фиксатор продвигается относительно корпуса, в результате чего регулировочное кольцо поворачивается, а плашки перемещаются в радиальном направлении. Для предохранения от перекоса резьбы во время нарезания служат три упора 7, которые имеют поводки.



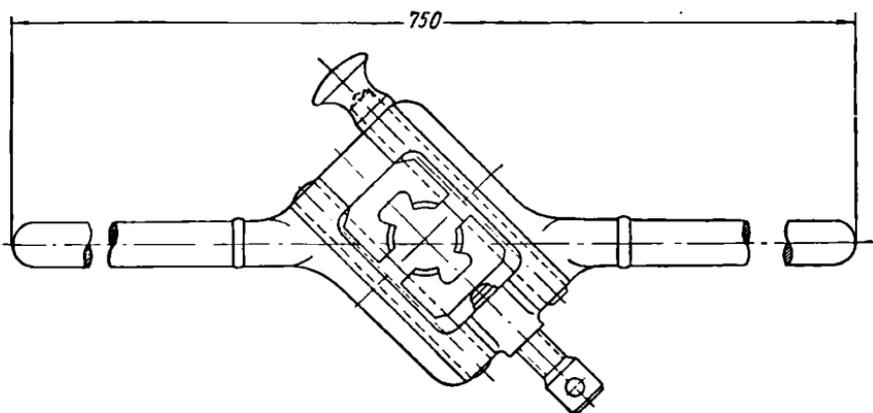
Фиг. 170. Плашки к клуппу для трубной резьбы.

входящие в спиральные пазы установочного диска 9. Этот диск можно поворачивать от руки при помощи червяка 8. При вращении диска 9 упоры изменяют свое положение относительно оси клуппа. Упоры не сменяют и регулируют на размер трубы только червяком 8.

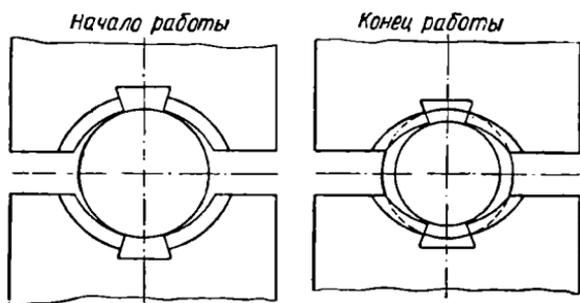
Плашки (фиг. 170) имеют заборную часть под углом 15° . Передний угол у новой плашки равен примерно 15° . Задний угол на заборном конусе делается относительно плоскости, перпендикулярной к опорной плоскости плашки, равным 15° ; по отношению к изделию он равен $5-6^\circ$.

2. КЛУППЫ КОСЫЕ

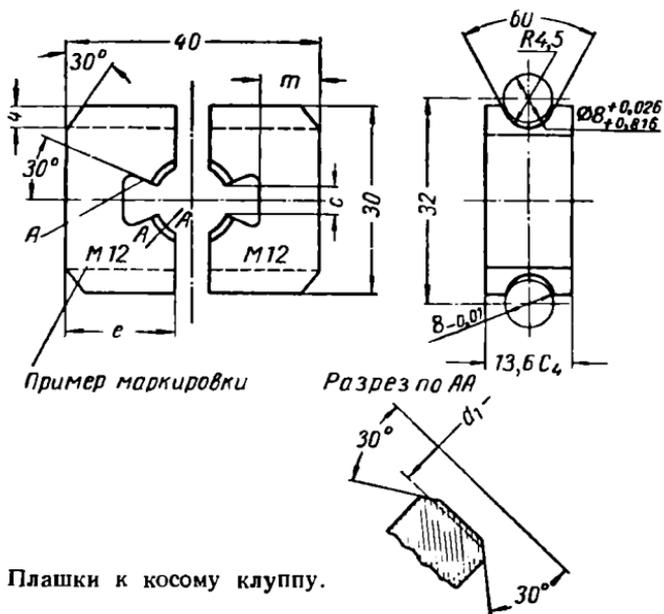
Для нарезания резьбы диаметром $6-24$ мм вручную на стержнях и трубах применяются косые клуппы (фиг. 171). Они удобны тем, что ими можно нарезать резьбу на деталях, предварительно не обработанных под резьбу. Резьба нарезается клуппами в несколько проходов. Режущие плашки нарезают резьбу двумя перьями (фиг. 172). Для того чтобы плашки могли резать, резьба в них нарезается метчиками по диаметру выше нормального.



Фиг. 171. Клупп косой.



Фиг. 172. Схема нарезания резьбы косым клуппом.



Фиг. 173. Плашки к косому клуппу.

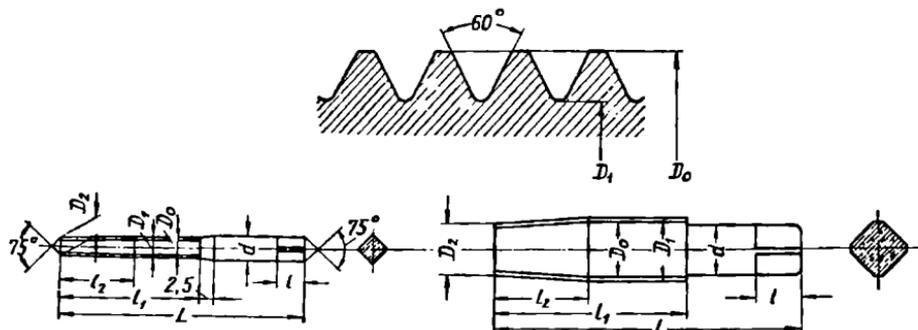
Наружный диаметр резьбы плашки

$$D'_0 = D_0 + 2h, \quad (196)$$

где D_0 — наружный диаметр нарезаемой резьбы в мм;
 h — высота резьбы в мм.

Плашки к косым клуппам состоят из двух частей (фиг. 173). Режущей частью является кромка А. Поскольку диаметр резьбы плашек больше резьбы изделия, плашки режут только двумя режущими кромками. Передний угол делается равным нулю; задний угол создается увеличением диаметра резьбы.

Так как плашки входят в работу постепенно, то заборный конус не делается, что допускает нарезание резьбы до упора.



Фиг. 174. Метчики для нарезания резьбы плашек к косым клуппам.

Нарезание резьбы совершается следующим образом. Плашки разводятся настолько, что заготовка может войти в клупп. Затем плашки сжимаются и слегка врезаются в заготовку. После этого клупп проходит на всю длину резьбы; плашки вновь сжимаются и снова нарезается резьба и т. д. до получения полной резьбы.

Размеры плашек приведены в табл. 44.

Таблица 44

Номинальный диаметр резьбы в мм		l в мм	m в мм	C в мм	d ₁ для резьбы в мм		r в мм
метрической	дюймовой				метрической	дюймовой	
M8	—	18	12	3,0	10,5	—	1,4
M10	3/8"		11	3,5	12,5	12	
M12 M14	1/2"	17	9 8	4,5 5	15 17,5	16	
M16	5/8"	16	7	6	19,5	19,5	1,6

Примечание. Материал — сталь У10А — У12А.

Для нарезания плашек к косым клуппам применяют метчики (фиг. 174), работающие так же, как и плашечные метчики для круглых плашек, и отличающиеся только размером резьбы.

Поскольку клуппы предназначены для нарезания грубой резьбы, маточный метчик для нарезания резьбы в плашках не применяется.

Размеры метчиков даны в табл. 45.

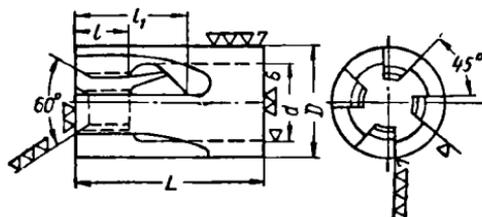
Таблица 45

Диаметр резьбы в мм	Шаг резьбы в мм	D_1	D_0	D_2	L	l_1	l_2	d	Число перьев
8	1,25	9,74	8	9,2	72	45	30	7	6
10	1,5	12,08	10	11,6	80	50	34	9,5	6
12	1,75	14,03	12	13,06	90	55	38	10,5	7
14	2	16,78	14	16	95	59	40	13	7
16	2	18,78	16	18	105	61	44	15	7

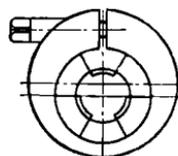
Примечание. Размеры квадрата — по ОСТ 112. Стружечные канавки винтовые.

3. ПРОГОНКИ РЕЗЬБОВЫЕ

Прогонки (фиг. 175) применяют в монтажном деле. При нарезании резьбы их вставляют в специальный патрон. Для регулирования



Фиг. 175. Прогонка трубчатая резьбовая.



Фиг. 176. Схема регулирования трубчатых прогонок.

размера служат кольца (фиг. 176). Прогонки предназначены в основном для калибровки резьбы. Для нарезания резьбы они применяются редко.

Геометрия прогонок следующая: передний угол $\gamma = 10 \div 15^\circ$, заборный конус 50° , ширина пера $0,4 \cdot \frac{\pi D}{z}$, где z — число перьев.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

ГЛАВА I

ОБЩИЕ ДАННЫЕ ПО КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЕ

Коническая резьба применяется уже давно. Однако широкое распространение она получает только в последнее время. Получив вначале распространение в нефтяной промышленности, она проникает все больше и больше в другие отрасли промышленности, несмотря на то, что изготовление конической резьбы сложнее, чем цилиндрической. Главное преимущество конической резьбы заключается в том, что она дает значительную плотность (герметичность) при свинчивании.

В нефтяной промышленности применяются конические резьбы крупных диаметров от 1 1/2" до 16"; в других отраслях промышленности применяются резьбы меньших диаметров.

В промышленности СССР применяются конические резьбы, характеристика которых дана в табл. 46.

Как видно из таблицы, размеры конических резьб по шагу, диаметру, конусности и углу профиля изменяются в значительных пределах. Так, шаги изменяются от 0,907 до 6,35 мм; диаметры от 6 до 425 мм; конусность применяется равной 1/32; 1/16; 1/6; 1/4 и 3/25; угол профиля 55 и 60°. Такое разнообразие конических резьб усложняет конструирование инструмента и приводит к расширению его номенклатуры.

Теоретически нет принципиальной разницы между конической и цилиндрической резьбой. Цилиндрическую резьбу можно рассматривать как частный случай конической. Уравнения боковой поверхности резьбы в том и другом случае имеют одну и ту же форму. В декартовых координатах боковая поверхность конической резьбы выражается уравнением

$$z = \frac{S}{2\pi} \arctg \frac{x}{y} \pm (\sqrt{x^2 + y^2} - r) \operatorname{tg} \beta; \quad (197)$$

в смешанных координатах

$$z = \frac{S}{2\pi} \psi \pm (\rho - r) \operatorname{tg} \beta. \quad (198)$$

В этом уравнении шаг S для правой и для левой стороны будет иметь разную величину, которая зависит от угла наклона образующей конуса φ и половины угла профиля резьбы β . Если шаг

Наименование и назначение резьбы	ГОСТ	Конусность	Шаг		Диаметр		Угол профиля в град.
			min	max	min	max	
Для форсунок	—	1/16	—	1	—	6"	60
Коническая с углом профиля 60°	ГОСТ 6111-52	1/16	0,941	2,209	1/16"	2"	60
Трубная	ГОСТ 6211-52	1/16	0,907	2,309	1/8"	6"	55
Для насосно-компрессорных труб	ГОСТ 633-50	1/16	2,54	3,175	1 1/2"	4"	60
Для бурильных труб	ГОСТ 631-50	1/16	—	3,175	2 7/8"	6 3/4"	60
Для обсадных труб	ГОСТ 632-50	1/32 и 1/16	3,175	4,233	4 1/2"	16 3/4"	55
Для бурильных замков	ГОСТ 5286-50	1/4 и 1/6	5,08	6,35	2 7/8"	6 5/8"	60
Для газовых баллонов	ГОСТ 699-41	3/25	—	1,817	—	28,8"	55 *

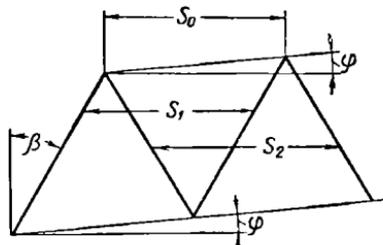
* В этой резьбе профиль расположен симметрично относительно перпендикуляра к образующей конуса. В остальных резьбах боковые стороны профиля симметричны относительно перпендикуляра оси.

конической резьбы S_0 , а шаг винтовой поверхности для правой стороны S_1 , для левой S_2 , то (фиг. 177)

$$S_1 = S_0 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta); \quad (199)$$

$$S_2 = S_0 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta). \quad (200)$$

У цилиндрической резьбы $S_1 = S_2$, т. е. шаги правой и левой сторон равны между собой. Таким образом, нарезание конической



Фиг. 177. Элементы профиля конической резьбы.

резьбы можно рассматривать как частный случай нарезания цилиндрической при условии, что режущие элементы инструмента будут перемещаться для одной стороны резьбы с шагом винтовой поверхности, равным S_1 , а для другой — с шагом S_2 .

Существует два основных метода нарезания конической резьбы:

1) метод, при котором перемещение инструмента складывается из вращательного движения вокруг оси изделия и поступательного вдоль той же оси;

2) метод, при котором перемещение инструмента складывается из вращательного движения вокруг оси изделия и поступательного вдоль образующей конуса. В этом случае режущая кромка с одной стороны резьбы перемещается по винтовой поверхности с шагом S_1 , а с другой — с шагом S_2 .

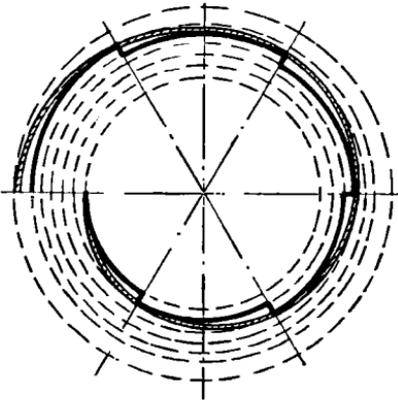
— — — — —

ГЛАВА II

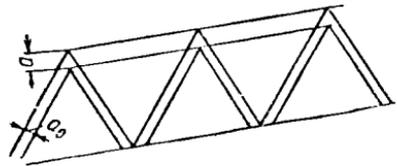
НАРЕЗАНИЕ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ ИНСТРУМЕНТА ВДОЛЬ ОСИ

По этому методу резьбу нарезают следующими инструментами: метчиками, круглыми плашками и обычными, предназначенными для нарезания цилиндрической резьбы резьбонарезными головками.

Процесс нарезания резьбы складывается из двух движений: поступательного в направлении оси изделия от большего диаметра к меньшему — при нарезании внутренней резьбы и от меньшего к большему — при нарезании наружной резьбы и вращательного вокруг оси изделия.



Фиг. 178. Схема нарезания конической резьбы инструментом, имеющим подачу вдоль оси.



Фиг. 179. Снимаемый слой при нарезании резьбы инструментом с подачей в направлении оси.

За один оборот инструмент совершает поступательное движение на один шаг. При таком методе нарезания резьбы фактически получается не коническая резьба, а резьба, состоящая из отдельных участков цилиндрической резьбы (фиг. 178). Действительно, каждая режущая кромка описывает винтовую поверхность с шагом, соответствующим шагу резьбы. Отсюда отдельные витки нарезанной резьбы будут отличаться друг от друга только диаметром и, следовательно, вся резьба будет иметь ступенчатую форму. Высота ступеньки будет зависеть от следующих факторов: а) конусности резьбы, б) шага резьбы, в) числа канавок инструмента.

Если высота ступеньки a , то

$$a = \frac{S}{z} \cdot \frac{K}{2}, \quad (201)$$

где K — конусность

$$\text{при } K = 1/32 \quad a = 0,0161 \frac{S}{z};$$

$$\text{при } K = 1/16 \quad a = 0,0312 \frac{S}{z};$$

$$\text{при } K = 1/6 \quad a = 0,0833 \frac{S}{z};$$

$$\text{при } K = 1/4 \quad a = 0,125 \frac{S}{z}.$$

Высота ступеньки a является в то же время толщиной снимаемого слоя при нарезании резьбы.

На боковых сторонах толщина среза a_0 будет меньше a (фиг. 179).

$$a_0 = a \sin \beta. \quad (202)$$

Такой метод нарезания допустим только при конусности $1/32$ и $1/16$, так как в остальных случаях ступеньки получаются слишком большими. Однако резьбы с конусностью $1/32$ применяют только на обсадных трубах диаметром от 4 до 6", а такие резьбы метчиком не нарезаются. Поэтому метчики применяют главным образом для резьбы с конусностью $1/16$.

1. МЕТЧИКИ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Метчики, предназначенные для нарезания конической резьбы, обычно используются для работы на станках. Для нарезания вручную их не применяют, потому что они требуют очень больших усилий. Эти метчики работают обычно с принудительной подачей, так как полное самозатягивание при условии, что метчик режет не только заборным, но и основным конусом, не получается.

Метчик работает следующим образом: сначала врезается заборный конус, причем врезание начинается с большего диаметра конуса, затем постепенно входит коническая резьбовая часть. После нарезания резьбы метчик вывинчивается обратно. По мере нарезания резьбы крутящий момент все время возрастает.

Вследствие малой толщины срезаемого слоя при работе коническим метчиком значительно возрастают удельная сила резания и крутящие моменты по сравнению с метчиками для цилиндрической резьбы. Это видно из следующего расчета.

Площадь снимаемого слоя F в тот момент, когда режут все зубья метчика, определится из формулы

$$F = Laz = LS \frac{K}{2}, \quad (203)$$

где L — длина резьбы в мм.

Усилие резания

$$P = pF \text{ кг},$$

где p — удельное усилие резания в кг/мм^2 .

Принимая его таким же, как при протягивании¹, определяем крутящий момент $M_{кр}$; он будет равен

$$M_{кр} = \frac{d_{ср}}{2} P \text{ кгм}, \quad (204)$$

где $d_{ср}$ — средний диаметр резьбы в основной плоскости.

Потребная мощность Q при нарезании резьбы будет равна

$$Q = \frac{P \cdot v}{60 \cdot 75} \text{ л. с.} \quad (205)$$

Пример. Нарезать метчиком трубную резьбу по ГОСТ 6211-52 диаметром 2". $S = 2,309 \text{ мм}$; конусность $1/16$; $d_{ср} = 58,137 \text{ мм}$; $2\beta = 55^\circ$; $L = 24 \text{ мм}$ Число зубьев инструмента 4.

Толщина снимаемого слоя на боковых сторонах равна

$$a_0 = \frac{S}{2} \cdot \frac{K}{2} \cdot \sin \beta = \frac{2,309}{4} \cdot \frac{1}{32} \cdot \sin 27^\circ 30' = 0,019 \text{ мм.}$$

При такой толщине снимаемого слоя удельное усилие резания при обработке углеродистой стали равно примерно 620 кг/мм^2 .

Снимаемый слой F равен

$$F = LS \cdot \frac{K}{2} = \frac{24 \cdot 2,309}{32} = 1,73 \text{ мм}^2.$$

Усилие резания будет равно

$$P = pF = 620 \cdot 1,73 = 1073 \text{ кг.}$$

При скорости резания, равной 3 м/мин , мощность будет равна

$$Q = \frac{Pv}{60 \cdot 75} = \frac{1073 \cdot 3}{60 \cdot 75} = 0,7 \text{ л. с.}$$

При нарезании цилиндрической резьбы того же диаметра по ОСТ 206 машинным метчиком толщина снимаемого слоя при угле заборного конуса 15°

$$a_0 = \frac{S}{z} \operatorname{tg} 15^\circ \sin \beta = \frac{2,309}{4} \cdot 0,262 \cdot 0,4617 = 0,072 \text{ мм.}$$

Такой толщине соответствует удельное усилие резания $p = 290 \text{ кг/мм}^2$. Площадь поперечного сечения снимаемого слоя F равна

$$F = 0,32S^2 = 0,32 \cdot 2,309^2 = 1,70 \text{ мм}^2.$$

Усилие резания

$$P = pF = 290 \cdot 1,7 = 490 \text{ кг}$$

Потребная мощность Q будет равна

$$Q = \frac{Pv}{60 \cdot 75} = \frac{490 \cdot 3}{60 \cdot 75} = 0,33 \text{ л. с.}$$

Таким образом, для нарезания метчиком цилиндрической резьбы требуется мощность в 2 раза меньшая, чем для конической.

¹ Г. А. Алексеев, В. А. Аршинов и Е. А. Смольников, Расчет и конструирование режущего инструмента, Машгиз, 1950, стр. 322, табл. 49.

Из этого примера видно, что нарезание конической резьбы метчиком является малопроизводительным и дорогим, и его приходится применять на резьбах диаметром до 2" только потому, что другие методы нарезания конической резьбы малого диаметра нельзя применить.

Метчик состоит из следующих основных частей: а) заборного конуса, который служит только частично для прорезки резьбы; б) конической резьбовой части, которая также является режущей частью; в) хвостовика с квадратом.

Угол заборного конуса φ берется обычно от 12 до 15° при обработке чугуна и мягкой стали. Длина заборного конуса l_k зависит от угла φ , конусности k и шага резьбы S и определяется по формуле

$$l_k = \frac{h}{\operatorname{tg} \varphi - \frac{k}{2}}, \quad (206)$$

где h — высота резьбы в мм.

Фактическая длина заборного конуса делается несколько больше:

$$l_{k. \varphi} = (1,1 \div 1,2) l_k. \quad (207)$$

По наружному диаметру заборный конус затылуется. Угол спада затылка делается равным 5—7°.

Число перьев влияет на работу метчиков. Чем оно меньше тем толще слой a , снимаемый одним зубом, и, следовательно, меньше, удельное усилие резания и крутящий момент. Однако с уменьшением числа перьев увеличиваются ступеньки на резьбе.

Количество перьев установлено для метчиков диаметром до 1 1/4" четыре, а выше — шесть перьев. Форма канавок принята та же, что и для метчиков с цилиндрической резьбой.

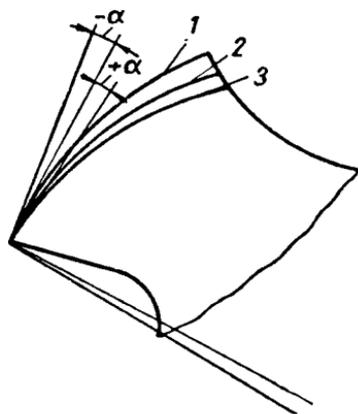
Ширина пера принимается равной при четырех канавках $0,3 \div 0,35 d_0$, при шести канавках $0,19 \div 0,20 d_0$.

Толщина сердцевины при четырех канавках равна $0,51—0,52 d_0$, при шести канавках $0,63 d_0$ (d_0 — наружный диаметр метчика в основной плоскости).

Передний угол при нарезании резьбы по чугуну и мягкой стали принимается равным 6—10°.

Профиль резьбы по всей длине метчика должен быть затылованным. Без затылования по профилю метчик резать не будет, так как будет иметь отрицательный задний угол (фиг. 180). Спад затылка делается в пределах от 0,1 до 0,2 мм на ширине пера. Этим обеспечивается задний угол по всему профилю от 1 до 2°.

Профиль резьбы обычно шлифуют.



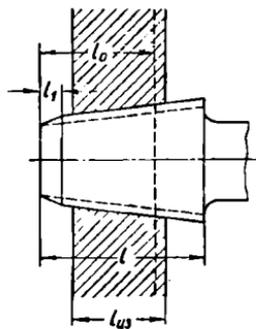
Фиг. 180. Форма режущего пера метчика для конической резьбы:

1 — задняя поверхность незатылованного метчика; 2 — цилиндрическая поверхность; 3 — затылованная поверхность.

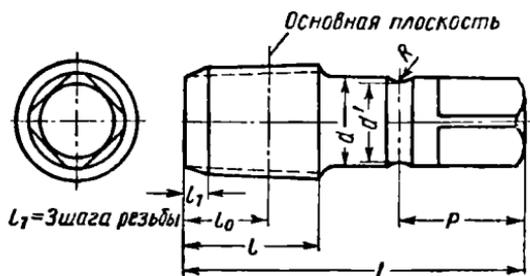
Длина рабочей части метчика зависит от длины резьбовой части изделия $l_{уз}$ (фиг. 181). Поскольку метчик изготовляется затылованным по всей длине рабочей части, то после каждой переточки его диаметр будет уменьшаться, и для того, чтобы нарезать резьбу нужных размеров, необходимо длину рабочей части метчика l увеличить по сравнению с $l_{уз}$ на некоторую величину l_2 , которая определится по следующей формуле:

$$l_2 = \frac{2K_3 z m}{\pi d_{ср} K}, \quad (208)$$

где K_3 — полный спад затылка;
 z — число перьев;



Фиг. 181. Определение длины конического метчика.



Фиг. 182. Размеры конических метчиков для резьб по ГОСТ 6111-52 и 6211-52.

m — наибольшая величина стачивания; ее можно считать равной $0,75F$ (F — ширина пера), а F примерно равно $0,5$ окружного шага, откуда

$$l_2 = \frac{0,75K_3}{K}. \quad (209)$$

К этой величине надо добавить длину заборного конуса и величину Δl на неточность изготовления метчика, равную $\frac{\Delta d}{K}$, где Δd — допуск на диаметр резьбы метчика в основной плоскости и K — конусность, равная $1/16$. Таким образом, $\Delta l = 16 \cdot \Delta d$ или $\sim 1,6$ мм.

Кроме того, необходимо общую длину рабочей части увеличить на $1-1,5$ шага резьбы. Тогда длина рабочей части метчика будет

$$l = l_{\kappa} + l_{уз} + l_2 + 1,6 \text{ мм} + (1 \div 1,5) S. \quad (210)$$

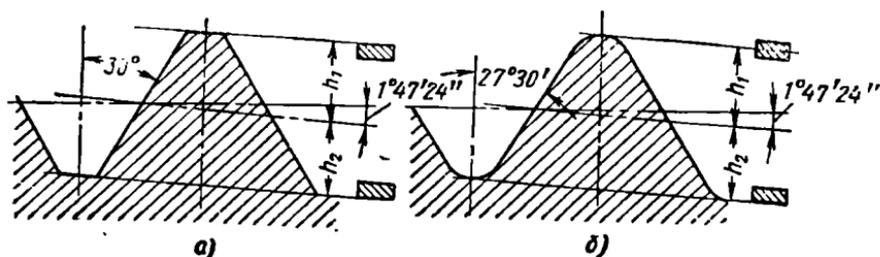
В зависимости от шага вся длина рабочей части для стандартных резьб определяется приблизительно следующим образом: для резьб диаметром до $1\frac{1}{2}$ " она колеблется в пределах $(17 \div 19) S$, а для 2" она равна $24 S$.

Длина и диаметр хвоста выбираются в зависимости от конструкции патрона.

Все конструктивные размеры конических метчиков для резьб по ГОСТ 6211-52 и 6111-52 предусмотрены в ГОСТ 6227-52 и приведены в табл. 47 (фиг. 182).

Обозначение размера резьбы в дюймах	L в мм	Метчики для резьбы в мм				Размеры в мм			
		по ГОСТ 6111-52		по ГОСТ 6211-52		d	d'	p	R
		l	l ₀	l	l ₀				
1/16	50	16	10	—	—	6	5	15	3
1/8	55	18	11	18	12	9	8	17	3
1/4	65	24	15	24	16	11	9	19	5
3/8	75	26	16	26	18	14	12	22	5
1/2	85	30	21	32	22	18	16	25	5
3/4	90	32	21	36	24	22	20	29	5
1	110	40	26	42	28	26	23	34	5
1 1/4	120	42	27	45	30	34	31	42	5
1 1/2	140	42	27	48	32	38	35	46	5
2	140	45	28	50	34	52	49	55	5

Профиль резьбы этих метчиков (фиг. 183) дан в том же стандарте. В табл. 48 даны размеры профиля резьбы метчика для нарезания



Фиг. 183. Профиль резьбы конических метчиков:

а — по ГОСТ 6111-52; б — по ГОСТ 6211-52.

конической резьбы по ГОСТ 6111-52 и 6211-52 и допускаемые отклонения.

Таблица 48

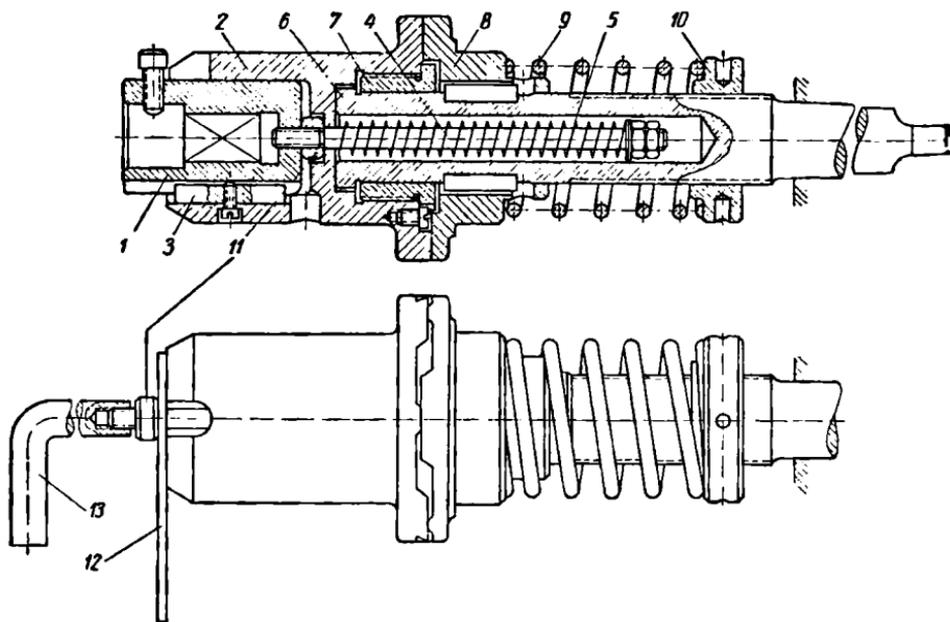
Обозначение размера резьбы в дюймах	Резьба с углом профиля 60° по ГОСТ 6111-52 в мм			Резьба трубная коническая по ГОСТ 6211-52 в мм		
	h ₁ = h ₂	Предельные отклонения		h ₁ = h ₂	Предельные отклонения	
		h ₁	h ₂		h ₁	h ₂
1/16 и 1/8	0,3765	-0,035	-0,045	0,2905	} +0,025 } -0,015	} -0,050
1/4 и 3/8	0,5645	-0,040	-0,065	0,4280		
1/2 и 3/4	0,7255	-0,050	-0,085	0,5810		
1—2	0,8835	-0,050	-0,085	0,7395		

В табл. 49 даны допустимые отклонения угла уклона резьбы, половины угла профиля и шага резьбы.

Обозначение размера резьбы в дюймах	Предельные отклонения		
	угла наклона	половины угла про- филя	по шагу резьбы на длине 90,25 мм в мм
	в минутах		
$\frac{1}{16}$ и $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{4}$ и $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ — 2	± 5 ± 5 ± 4	± 30 ± 25 ± 20	$\pm 0,015$

2. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ПАТРОНЫ ДЛЯ КОНИЧЕСКИХ МЕТЧИКОВ

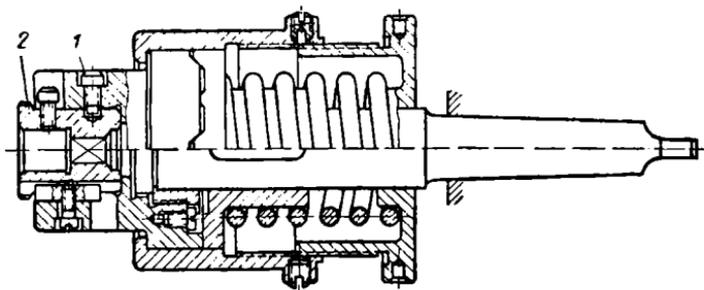
Метчик устанавливают в специальном патроне, который передает крутящий момент не выше определенной величины. Как только крутящий момент превысит установленный предел, патрон автомати-



Фиг. 184. Предохранительный патрон для конических метчиков.

чески выключается и резбонарезание прекращается. Имеется две основные конструкции таких патронов, принципиально между собой не различающиеся. Один из таких патронов изображен на фиг. 184. Метчик закрепляется во втулке 1, которая установлена в ведомой муфте 2. Втулка 1 может иметь осевое перемещение в муфте, поскольку стоит на скользящей шпонке 3. Для того чтобы втулка 1

не могла выскочить из патрона и после окончания нарезки возвратилась в исходное положение, она снабжена пружинным компенсатором 4 и 5. Муфта 2, в которой помещается втулка 1, установлена на оправке 6. Она может на этой оправке вращаться, но от осевого перемещения удерживается втулкой 7. На торце муфты 2 имеются вырезы, боковые стороны которых наклонены к оси оправки под углом 45°. Этими вырезами муфта 2 входит в вырезы на торце ведущей муфты 8, которая, в свою очередь, может перемещаться вдоль оси оправки, вследствие того, что она посажена на две скользящие шпонки, но вращаться на оправке не может. В эту муфту упирается пружина 9, натяжение которой можно регулировать гайкой 10. Эта пружина прижимает муфту 8 к муфте 2 и через вырезы на торцах



Фиг. 185. Предохранительный патрон для конических метчиков МИЗ.

передает крутящий момент на метчик. Как только крутящий момент дойдет до определенного предела, зубья ведомой муфты 2 начнут отодвигать муфту 8, метчик вместе с муфтой 2 повернется на оправке 6 и нарезка резьбы приостановится. Гайкой 10 можно отрегулировать патрон таким образом, что метчик перестанет нарезать резьбу в тот момент, когда длина резьбы достигнет нужной величины.

При смене втулки, в которой устанавливается метчик, поступают следующим образом. Втулку вытягивают вместе с пружинным компенсатором 4 из патрона до тех пор, пока гайка 11 не выйдет из муфты 2. Тогда под гайку 11 закладывают скобу 12 и втулку 1 снимают. Если втулка 1 не надета, то для вытягивания пружинного компенсатора 4 служит специальный ключ 13.

Патрон такой конструкции работает хорошо, но имеет тот недостаток, что занимает очень много места и не на всякую револьверную головку его можно поставить.

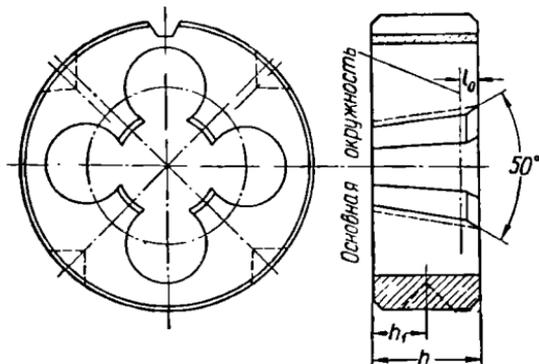
На Московском инструментальном заводе разработана конструкция патрона (фиг. 185), общая длина которого значительно меньше описанного.

Принцип его работы такой же, как и патрона первой конструкции, и особых пояснений не требует. Надо обратить внимание только на то, что этот патрон не имеет пружинного компенсатора; вместо него имеется винт 1, конец которого входит в сменную втулку 2

с большим зазором, вследствие чего втулка имеет некоторую свободу перемещения вдоль оси. Этот патрон применяют при нарезании резьбы на револьверных станках.

3. ПЛАШКИ КРУГЛЫЕ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Круглые плашки для нарезания конической резьбы по внешнему виду и методу закрепления в плашкодержателе не отличаются от плашек для цилиндрической резьбы, но по ряду конструктивных элементов значительно от них отличаются. Отличия эти следующие:



Фиг. 186. Конструктивные элементы плашки круглой для конической резьбы.

1) плашки никогда не делаются разрезными, так как их не нужно регулировать по диаметру;

2) резание совершается почти по всей длине резьбы плашки;

3) плашка режет только одной стороной.

На основании этих особенностей при конструировании плашек необходимо руководствоваться следующим:

1. Расстояние от стружечного отверстия до наружного диаметра может быть произвольным.

2. Паз для регулировочного болта можно не делать. Если его делают, то только из технологических соображений.

3. При установлении координат стружечного отверстия необходимо учитывать, что диаметр резьбы меняется, и отверстие следует вырезать так, чтобы передний угол на любом диаметре был в установленных пределах.

Плашки, предназначенные для нарезания конической резьбы с углом профиля 60° по ГОСТ 6111-52 и для трубной конической резьбы по ГОСТ 6211-52, стандартизованы (ГОСТ 6228-52). Они имеют заборный конус под углом 50° .

Оси стружечных отверстий расположены параллельно оси плашки. Конструкция плашек была бы лучше, если бы эти оси были расположены параллельно образующей. В этом случае можно было бы сохранить идентичность режущих элементов по всей длине основного конуса. Однако такая конструкция нетехнологична и потому не применяется.

Рассмотрим конструктивные элементы режущей части плашек (фиг. 186).

Ширина пера f приближенно определяется из формулы

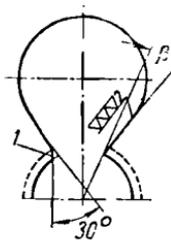
$$f = \frac{0,45\pi d_1}{z} \quad (211)$$

Передний угол у плашек в основной плоскости при нарезании резьбы по чугуноу и малоуглеродистой стали принимается равным 20° . При нарезании резьбы на более твердом материале передний угол необходимо уменьшить.

Задний угол на заборном конусе делается в радиальном направлении равным $5-6^\circ$; на остальной части резьбы задний угол равен 0° .

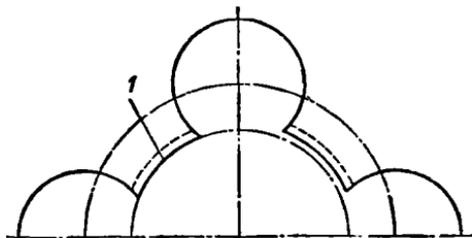
Число перьев у плашек до $\frac{1}{4}$ " равно 4, от $\frac{3}{8}$ " до $\frac{3}{4}$ " — 5, от 1" до $1\frac{1}{2}$ " — 6 и у плашек 2" — 7.

Так как после нарезания резьбы плашки свинчивают с изделия, то для предохранения нарезанной резьбы от порчи при свинчивании на задней стороне пера (фиг. 187) снимается фаска.



Фиг. 187. Фаска на задней стороне пера конической плашки:

1 — фаска.



Фиг. 188. Резьбовая часть плашки для конической резьбы:

1 — цилиндрический участок резьбы.

Резьбовая часть плашки состоит из отдельных элементов цилиндрической резьбы (фиг. 188), и поэтому задний угол на каждом участке должен быть равным нулю. Резьба, нарезанная плашкой, имеет ступенчатую форму. Если плашка будет иметь нормальную коническую резьбу, то такая плашка резать не будет.

Для обеспечения нормальной работы плашки необходимо у маточного метчика, нарезающего резьбу в плашке, делать число канавок равным числу перьев плашки.

Основная плоскость располагается на расстоянии l_0 (фиг. 186) от переднего торца плашки. По ГОСТ 6111-52 и 6211-52 расстояние от основной плоскости до начала сбега определяется величиной $l_1 - l_2$. Величина l_0 не может быть меньше чем $l_3 + (l_1 - l_2)$, где l_3 — некоторый припуск от 1 до 1,5 мм в зависимости от шага резьбы.

Длина заборного конуса l_k у плашки равна

$$l_k = \frac{h + (0,2 \div 0,3)}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \frac{k}{2}}; \quad (212)$$

при $\varphi = 50^\circ$ и $k = \frac{1}{16}$ имеем

$$l_k = \frac{h_p + (0,2 \div 0,3)}{0,5}; \quad (213)$$

где h_p — высота резьбы.

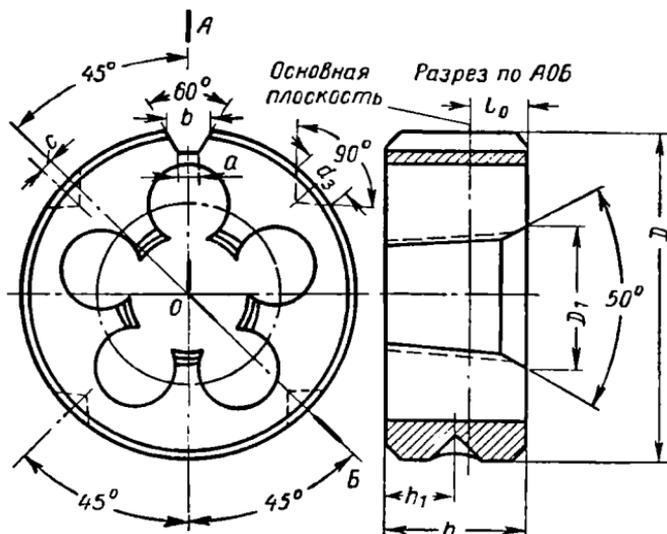
Вся длина плашки

$$h = l_2 + l_1 + l_4, \quad (214)$$

где l_1 — длина нарезаемой части до сбега резьбы по ГОСТ 6111-52 и 6211-52;

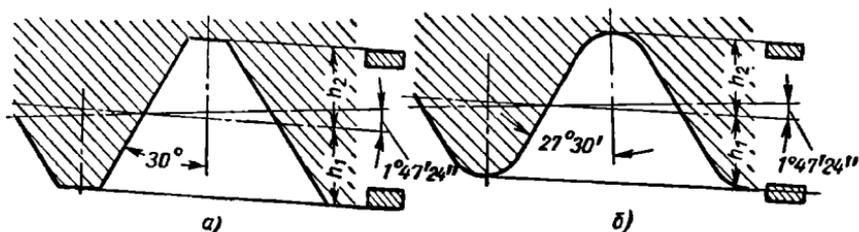
l_4 — дополнительная величина, равная 2—3 шагам резьбы.

Наружный диаметр плашки дан в ГОСТ 6228-52. Расстояние от стружечного отверстия до наружного цилиндра обычно равно 3—8 мм в зависимости от диаметра резьбы.



Фиг. 189. Размеры конических плашек для резьб по ГОСТ 6111-52 и 6211-52.

Расположение боковых зацентровок такое же, как у плашек для цилиндрических резьб. Однако координируются эти отверстия



Фиг. 190. Профиль резьбы конической плашки:
а — по ГОСТ 6111-52; б — по ГОСТ 6211-52.

только от заднего торца, так как плашки работают только одной стороной. Смещение отверстий, как это принято у плашек для цилиндрической резьбы, у этих плашек делать необязательно, так как плашки не регулируются по диаметру.

Элементы конструкции плашек в соответствии с ГОСТ 6228-52 приведены в табл. 50 (фиг. 189).

Таблица 50

Обозначение размера резьбы в дюймах	D в мм	Плашки для резьбы с углом профиля 60° по ГОСТ 6111-52			Плашки для трубной резьбы по ГОСТ 6211-52			a	b	c	d _s	h ₁
		h	D ₁	l ₀	h	D ₁	l ₀					
1/16	25	11	8,4	4,4	—	—	—	1,5	4	0,8	5,2	4,5
1/8	30	12	10,7	4,4	13	10,3	6,1	1,5	4	1	6	5,5
1/4	38	18	14,2	7,2	18	13,8	7,2	1,5	5	1,2	6,5	7
3/8	45	18	17,7	7,2	18	17,4	8,2	1,5	5,3	1,2	7,5	9
1/2	45	24	22,1	9,1	24	21,9	10,5	1,5	5,3	1,2	7,5	9
3/4	55	24	27,4	9,1	26	27,4	10,5	2	6,5	1,5	8,5	11
1	65	28	34,3	11,8	30	34,4	11,9	2	6,5	1,8	10	12,5
1 1/4	75	30	43,1	11,8	32	43,1	12,8	2	7	1,8	11,5	15
1 1/2	90	30	49,2	12,4	34	49,0	12,8	3	9	2	11,5	16
2	105	32	61,2	12,4	36	60,8	13,8	3	10	2	13	18

Поскольку размеры резьбы на плашке измерить невозможно, допустимые отклонения устанавливаются обычно на элементы профиля резьбы, нарезанной плашкой.

Допуски на эти элементы по ГОСТ 6228-52 приведены в табл. 51 (фиг. 190).

Таблица 51

Обозначение размера резьбы в дюймах	Предельные отклонения в мм		Резьба с углом профиля 60° по ГОСТ 6111-52 в мм			Резьба трубная по ГОСТ 6211-52 в мм		
	угла уклона	половины угла профиля	h ₁ = h ₂	Предельное отклонение		h ₁ = h ₂	Предельное отклонение	
				h ₁	h ₂		h ₁	h ₂
1/16 и 1/8	± 8	± 40	0,3765	-0,045	-0,045	0,2905	} +0,25 -0,010	-0,050
1/4 и 3/8	± 8	± 35	0,5645	-0,050	-0,065	0,4280		
1/2 и 3/4	± 6	± 30	0,7255	-0,050	-0,085	0,5810		
1 и 2	± 6	± 25	0,8835	-0,050	-0,085	0,7935		

Головка резьбы маточного метчика должна соответствовать размеру ножки нарезаемой резьбы h₂. Форма междузубной канавки маточных метчиков близка к форме канавок у маточных метчиков для цилиндрической резьбы. Разница заключается в том, что ширина канавки на метчике для конической резьбы делается несколько больше, чем у метчиков для цилиндрической резьбы.

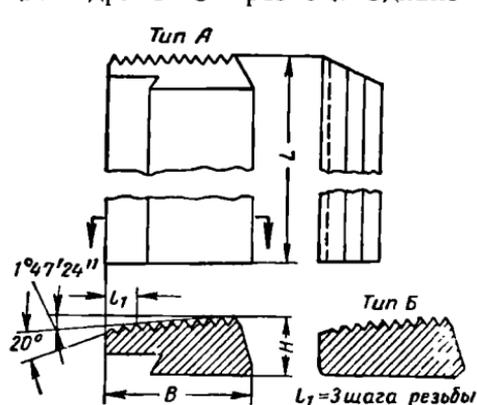
Затылование маточных метчиков обязательно; величина спада затылка K_з подсчитывается по формуле

$$K_z = \frac{0,65S}{K_z} \quad (215)$$

4. НАРЕЗАНИЕ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЬБОНАРЕЗНЫМИ ГОЛОВКАМИ ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

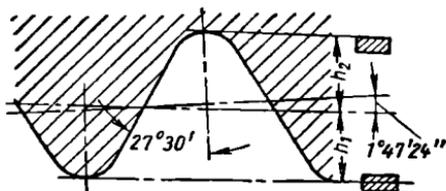
Очень часто коническую резьбу нарезают головками для цилиндрической резьбы. Для этой цели применяют головки с тангенциальными расположенными плашками и с круглыми гребенками.

Тангенциальные плашки для нарезания конической резьбы имеют в основном ту же форму (фиг. 191), что и для цилиндрической резьбы. Однако профиль резьбы плашек иной.



Фиг. 191. Плашки тангенциальные для конической резьбы.

Вершины резьбы наклонены к опорной плоскости под углом $1^{\circ}47'$. Такие плашки стандартизованы (ГОСТ 6229-52). Размеры плашек указаны в табл. 52.



Фиг. 192. Профили резьбы тангенциальных плашек для конической резьбы.

Таблица 52

Тип плашки по ГОСТ 2267-43	Размеры в мм $H \times B \times L$ в мм	Число ниток на 1"	Интервалы диаметров нарезаемых резьб по ГОСТ 6211-52 в дюймах
А	10 × 25 × 75 10 × 25 × 100 16 × 40 × 100	28; 19; 14 28; 19; 14 14; 11	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$
Б	10 × 25 × 100 11 × 29 × 100 11 × 33 × 100 18 × 48 × 130	28; 19; 14 19; 14 19; 14; 11 11	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$ —1 1—3

Остальные размеры по ГОСТ 2287-43.

Профиль резьбы приведен на фиг. 192. Допуски на элементы профиля резьбы даны в табл. 53.

Допуск на высоту: головки $\left\{ \begin{array}{l} + 0,025 \text{ мм} \\ - 0,015 \text{ »} \end{array} \right.$
ножки $- 0,05 \text{ »}$

Обозначение размера резьбы в дюймах	Плашки с нешлифованным профилем резьбы			Плашки со шлифованным профилем резьбы		
	Предельные отклонения					
	угла уклона	половины угла профиля	по шагу резьбы на длине до 25 мм	угла уклона	половины угла профиля	по шагу резьбы на длине до 25 мм
	в минутах		в м.м	в минутах		в м.м
$\frac{1}{8}$	± 5	± 40	} $\pm 0,040$	± 5	± 30	} $\pm 0,020$
$\frac{1}{4}-\frac{3}{8}$	± 5	± 35		± 5	± 25	
$\frac{1}{2}-3$	± 4	± 25		± 4	± 20	

Для нарезания конической резьбы применяются головки с крупными гребенками, предназначенные для нарезания цилиндрической резьбы.

Гребенки к ним для нарезания конической резьбы отличаются от гребенок для нарезания цилиндрической резьбы только формой резьбы. Вершины резьбы гребенки лежат на конической поверхности, образующая которой наклонена к оси гребенки под углом $1^{\circ}47'$. Сила резания при нарезании конической резьбы такими гребенками значительно выше, чем при нарезании цилиндрической резьбы, и потому на предельных размерах конической резьбы нарезать головками нельзя. Рекомендуются следующие диаметры нарезания конической резьбы по ГОСТ 6211-52:

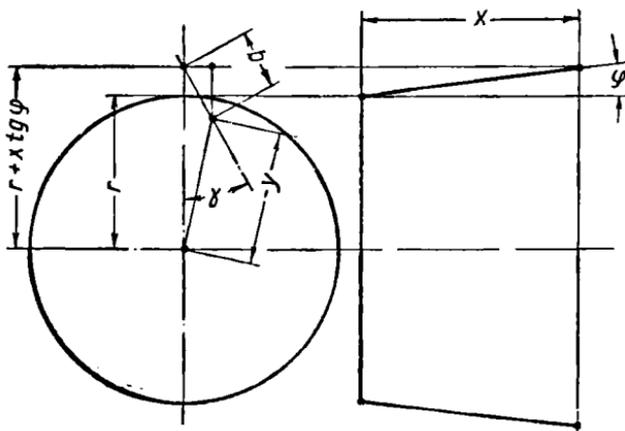
головкой	2К	не выше	$\frac{1}{8}''$
"	3К	"	$\frac{1}{2}''$
"	4К	"	1"
"	5К	"	2"

Применение головок для нарезания резьбы выше указанных диаметров может привести к их поломке.

ГЛАВА III
НАРЕЗАНИЕ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ
ПРИ ДВИЖЕНИИ ИНСТРУМЕНТА ВДОЛЬ ОБРАЗУЮЩЕЙ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При нарезании резьбы методом перемещения инструмента по образующей теоретически правильная резьба получится только в том случае, если перемещение режущей точки будет совершаться



Фиг. 193. Форма поверхности при нарезании конической резьбы при движении режущей кромки в плоскости, не проходящей через ось изделия.

строго по образующей. Практически это выполнить невозможно, так как разные точки профиля режущего инструмента относительно образующей конуса располагаются по-разному. Так, при нарезании конической резьбы резцом все точки режущей кромки только в том случае будут перемещаться по образующей, если они лежат в плоскости, проходящей через ось изделия, что возможно лишь тогда, когда передний угол резца равен нулю и резец установлен точно по оси изделия. Практически этого никогда не бывает.

Рассмотрим, какие произойдут отклонения в форме профиля резьбы, если режущая кромка движется в плоскости, не проходящей через ось изделия. Каждая режущая точка отстоит от образующей на некотором расстоянии b (фиг. 193). Выбранная точка будет дви-

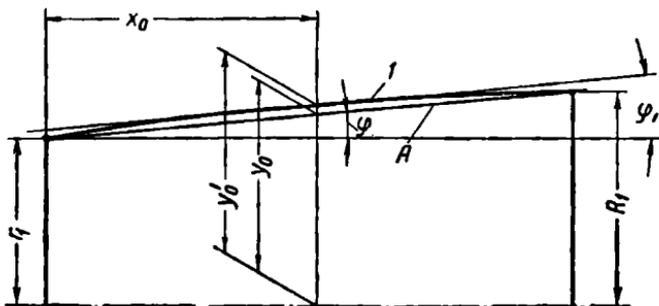
гаться по некоторой прямой. Найдем уравнение поверхности тела вращения, образованного вращением этой прямой вокруг оси изделия. Осевое сечение этой поверхности будет выражено уравнением

$$y^2 = (r + x \operatorname{tg} \varphi)^2 + b^2 - 2(r + x \operatorname{tg} \varphi) b \cos \gamma, \quad (216)$$

где r — радиус на переднем конце.

Исследуем это уравнение. Пусть длина обработки, измеренная по оси изделия, равна L .

Определим радиус r_1 на переднем и радиус R_1 на заднем конце резьбы изделия.



Фиг. 194. Определение отклонения от прямолинейности.

На переднем конце $x = 0$, на заднем $x = L$; тогда

$$r_1 = \sqrt{r^2 + b^2 - 2rb \cos \gamma} = \frac{b \sin \gamma}{\sin u},$$

где

$$\operatorname{tg} u = \frac{b \sin \gamma}{r - b \cos \gamma}; \quad (217)$$

$$R_1^2 = \sqrt{(r + L \operatorname{tg} \varphi)^2 + b^2 - 2(r + L \operatorname{tg} \varphi) b \cos \gamma} = \frac{b \sin \gamma}{\sin u_1},$$

где

$$\operatorname{tg} u_1 = \frac{b \sin \gamma}{R - b \cos \gamma}. \quad (218)$$

Посмотрим, какое отклонение получилось, во-первых, от прямолинейности и, во-вторых, чему будет равен угол φ_1 между осью изделия и прямой, проведенной через крайние точки кривой:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R_1 - r_1}{L}. \quad (219)$$

Для определения отклонения от прямолинейности проведем прямую A через концы радиусов r_1 и R_1 (фиг. 194). Ее уравнение будет

$$y = r_1 + x \operatorname{tg} \varphi_1. \quad (220)$$

Проведем касательную к криволинейной образующей поверхности параллельно прямой A . Расстояние между этими прямыми будет величиной, характеризующей кривизну образующей. Найдем первую производную от уравнения (216):

$$\frac{dy}{dx} = \frac{[(r + x \operatorname{tg} \varphi) - b \cos \gamma] \operatorname{tg} \varphi}{V (r + x \operatorname{tg} \varphi)^2 + b^2 - 2b(r + x \operatorname{tg} \varphi) \cos \gamma} \quad (220')$$

Приравняем эту производную $\operatorname{tg} \varphi_1$, найдем x_0 — расстояние от наивысшей точки кривой до начала координат (фиг. 194). Имеем

$$\frac{[(r + x_0 \operatorname{tg} \varphi) - b \cos \gamma] \operatorname{tg} \varphi}{V (r + x_0 \operatorname{tg} \varphi)^2 + b^2 - 2b(r + x_0 \operatorname{tg} \varphi) \cos \gamma} = \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (221)$$

откуда

$$x_0 = \frac{b}{\operatorname{tg} \varphi} \left(\cos \gamma + \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \sin \gamma}{V \operatorname{tg}^2 \varphi - \operatorname{tg}^2 \varphi_1} \right) - \frac{r}{\operatorname{tg} \varphi}. \quad (222)$$

Теперь найдем координаты точек на прямой A и на кривой I , расположенных на расстоянии x_0 от исходного сечения (фиг. 194): на прямой

$$y_0 = r_1 + x_0 \operatorname{tg} \varphi_1; \quad (223)$$

на кривой

$$y'_0 = V (r + x_0 \operatorname{tg} \varphi)^2 + b^2 - 2(r + x_0 \operatorname{tg} \varphi) b \cos \gamma \quad (224)$$

и

$$\Delta y_0 = y'_0 - y_0. \quad (225)$$

Пример. Возьмем резьбу диаметром $1 \frac{1}{2}$ " для гладких насосно-компрессорных труб по ГОСТ 633-50. Передний угол реза $\gamma = 15^\circ$. Размеры резьбы $r = \frac{d_3}{2} = 22,02$ мм; $K = \frac{1}{16}$; $\operatorname{tg} \varphi = 0,03125$; b равно высоте резьбы, т. е. $b = 1,336$ мм; длина резьбы $L = 58$ мм.

Тогда

$$r_1 = \frac{b \sin \gamma}{\sin U} = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\sin U};$$

$$\operatorname{tg} u = \frac{b \sin \gamma}{r - b \cos \gamma} = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{22,02 - 1,336 \cdot \cos 15^\circ};$$

$$u = 0^\circ 57' 20'';$$

$$r_1 = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\sin u} = 20,7324 \text{ мм};$$

$$R_1 = \frac{b \sin \gamma}{\sin u_1} = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\sin u_1};$$

$$\operatorname{tg} u_1 = \frac{b \sin \gamma}{R - b \cos \gamma} = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\left(22,02 + \frac{58}{32} \right) - 1,336 \cdot \cos 15^\circ};$$

$$u_1 = 0^\circ 52' 43''.$$

$$R_1 = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\sin u_1} = 22,5447 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R_1 - r_1}{L} = \frac{22,5447 - 20,7324}{58};$$

$$\varphi_1 = 1^\circ 47' 23'';$$

$$x_0 = \left[b \left(\frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \sin \gamma^\circ}{\operatorname{tg} \varphi \sqrt{1 - \frac{\operatorname{tg}^2 \varphi_1}{\operatorname{tg}^2 \varphi}}} + \cos \gamma \right) - r \right] \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} =$$

$$= \left[1,336 \left(\frac{\operatorname{tg} 1^\circ 47' 23'' \sin 15^\circ}{\operatorname{tg} 1^\circ 47' 24'' \sqrt{1 - \frac{\operatorname{tg}^2 1^\circ 47' 23''}{\operatorname{tg}^2 1^\circ 47' 24''}}} + \cos 15^\circ \right) - 22,02 \right] 32 = 31,536 \text{ мм}.$$

Определим ординаты, соответствующие абсциссе x_0 :

$$y_1 = r_1 + x_0 \operatorname{tg} \varphi = 20,7324 + 31,536 \cdot \operatorname{tg} 1^\circ 47' 23'' = 21,71779 \text{ мм}.$$

$$y'_1 = \frac{b \sin \gamma}{\sin u_2}; \operatorname{tg} u_2 = \frac{b \sin \gamma}{(r + x_0 \operatorname{tg} \varphi_1) - b \cos \gamma} =$$

$$= \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\left(22,02 + \frac{31,536}{32} \right) - 1,336 \cdot \cos 15^\circ} = u_2 = 0^\circ 54' 44'';$$

$$y'_1 = \frac{1,336 \cdot \sin 15^\circ}{\sin u_2} = 21,71780 \text{ мм}.$$

Наибольшая величина, определяющая кривизну, будет равна

$$y'_1 - y_1 = 21,71780 - 21,71779 = 0,00001 \text{ мм},$$

т. е. фактически кривизны не будет. Отклонение в угле конусности также будет незначительным: $\varphi = 1^\circ 47' 24''$, $\varphi_1 = 1^\circ 47' 23''$, т. е. разница равна $1''$.

Таким образом, коническую резьбу можно нарезать движением инструмента по образующей.

Теперь рассмотрим случай, когда вершина резца движется не по образующей, а по какой-то другой прямой, расположенной либо параллельно образующей, либо под углом к ней. Предположим, что вершина резьбы отстоит от образующей на величину a и движется по прямой, параллельной образующей (фиг. 195). Образующая поверхности вращения, полученная таким образом, будет иметь следующее уравнение:

$$y = \sqrt{(y_0 + x \operatorname{tg} \varphi)^2 + a^2}, \quad (226)$$

$$r_1 = \sqrt{y_0^2 + a^2} \quad (227)$$

и

$$R_1 = \sqrt{(y_0 + L \operatorname{tg} \varphi)^2 + a^2}, \quad (228)$$

откуда

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R_1 - r_1}{L}. \quad (229)$$

Возьмем резьбу, указанную в предыдущем примере, и примем $a = 5$ мм.

Имеем:

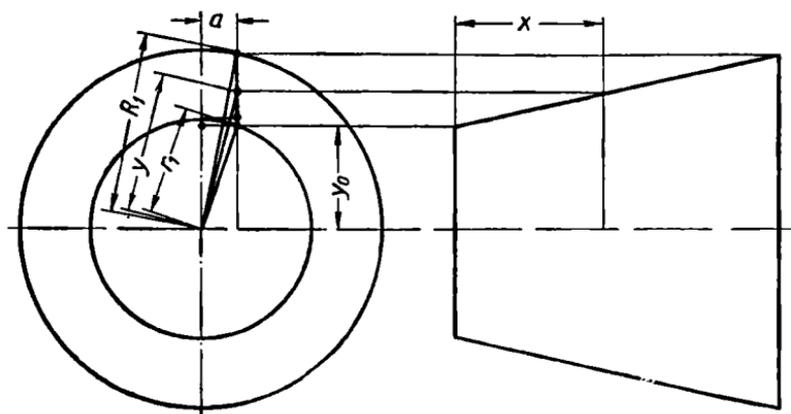
$$y_0 = 22,02 \text{ мм}; L = 58 \text{ мм}; \operatorname{tg} \varphi = 0,03125;$$

тогда

$$r_1 = \sqrt{22,02^2 + 5^2} = 22,58053 \text{ мм};$$

$$R_1 = \sqrt{(22,02 + 58 \cdot 0,03125)^2 + 5^2} = 24,35135 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{24,35134 - 22,58053}{58} = 0,030531.$$



Фиг. 195. Форма поверхности при движении вершин реза не по образующей.

Таким образом, если траектория движения режущей кромки будет отнесена в сторону от образующей на 5 мм, то угол наклона образующей изменится на величину $\Delta \varphi$:

$$\Delta \varphi = 1^\circ 47' 28'' - 1^\circ 44' 56'' = 2' 27''.$$

Определим кривизну фактической образующей. Для этого найдем производную от уравнения кривой, которая имеет следующий вид:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{(y_0 + x \operatorname{tg} \varphi) \operatorname{tg} \varphi}{\sqrt{(y_0 + x \operatorname{tg} \varphi)^2 + a^2}} = \operatorname{tg} \varphi \cos \psi_1,$$

где

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{a}{y_0 + x \operatorname{tg} \varphi}.$$

Приравнивая это выражение к $\operatorname{tg} \varphi_1$, получим

$$x_0 = \left(\frac{a}{\operatorname{tg} \psi_1} - y_0 \right) \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi}.$$

Определяем x_0

$$x_0 = \left(\frac{5}{\operatorname{tg} \psi_1} - 22,02 \right) \frac{1}{0,03125};$$

$$\operatorname{tg} \psi_1 = 0,2180; \quad x_0 = 29,31 \text{ мм},$$

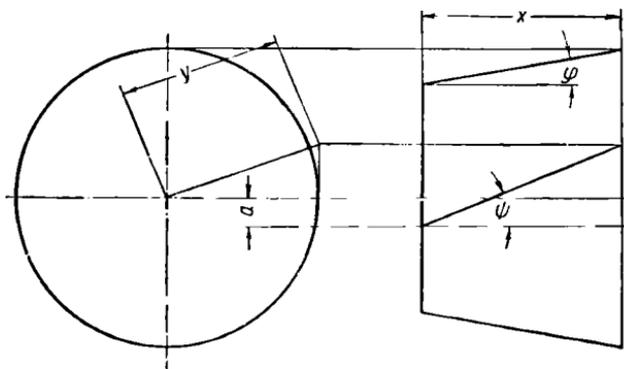
$$y'_1 = \sqrt{(22,02 + 29,31 \cdot 0,03125)^2 + 5^2} = 23,4747 \text{ мм};$$

$$y_1 = r_1 + x_0 \operatorname{tg} \psi_1 = 22,5805 + 29,31 \cdot 0,0305 = 23,4745 \text{ мм}.$$

Тогда стрела прогиба определится как разность y'_1 и y_1 и будет равна

$$y'_1 - y_1 = 23,4747 - 23,4745 = 0,0002 \text{ мм}.$$

Таким образом, кривизна получается незначительной. Следовательно, работая инструментом, смещенным относительно обра-



Фиг. 196. Форма поверхности при движении под углом к образующей.

зующей, достаточно внести корректировку в угол наклона образующей.

Рассмотрим еще один случай, когда направление движения происходит под углом φ к образующей и начинается на расстоянии a от осевого сечения (фиг. 196).

В этом случае уравнение поверхности вращения будет иметь следующий вид:

$$y^2 = (r + x \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - x \operatorname{tg} \psi)^2. \quad (230)$$

Первая производная уравнения (230) будет

$$y' = \frac{(r \operatorname{tg} \varphi - a \operatorname{tg} \psi) + x (\operatorname{tg}^2 \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi)}{\sqrt{(r + x \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - x \operatorname{tg} \psi)^2}}. \quad (231)$$

При длине конуса L и наименьшем радиусе r , по вершинам резьбы изделия будем иметь наименьший радиус поверхности вращения r_1 , равный

$$r_1 = \sqrt{r^2 + a^2}. \quad (232)$$

Наибольший радиус поверхности вращения R_1 равен

$$R_1 = \sqrt{(r + L \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - L \operatorname{tg} \psi)^2}. \quad (233)$$

Угол φ_1 между прямой, соединяющей концы криволинейной образующей тела вращения, и осью будет равен

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R_1 - r_1}{L}. \quad (234)$$

Кривизна (стрела прогиба) определится так же, как и ранее. Расстояние x_0 от малого радиуса до точки, в которой величина стрелы прогиба будет наибольшей, определится из уравнения

$$\frac{(r \operatorname{tg} \varphi - a \operatorname{tg} \psi) + x_0 (\operatorname{tg}^2 \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi)}{\sqrt{(y + x_0 \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - x_0 \operatorname{tg} \psi)^2}} = \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (235)$$

откуда

$$x_0 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 (r \operatorname{tg} \psi + a \operatorname{tg} \varphi)}{(\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi) \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi + \operatorname{tg}^2 \varphi_1}}. \quad (236)$$

Величина стрелы прогиба Δy будет равна

$$\Delta y = \sqrt{(r + x_0 \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - x_0 \operatorname{tg} \psi)^2} - (r_1 + x_0 \operatorname{tg} \varphi_1). \quad (237)$$

Пример. Резьба та же, что и в предыдущих примерах: $r = 22,02$ мм, $L = 58$ мм; $\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{32}$, но, кроме того, $a = 2,5$ мм и $\psi = 5^\circ$. Определим стрелу прогиба и изменение угла:

$$r_1 = \sqrt{r^2 + a^2} = \sqrt{22,02^2 + 2,5^2} = 22,16146 \text{ мм};$$

$$R_1 = \sqrt{(r + L \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - L \operatorname{tg} \psi)^2} = \sqrt{\left(22,02 + \frac{58}{32}\right)^2 + (2,5 - 58 \operatorname{tg} 5^\circ)^2} =$$

$$= 23,96904 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R_1 - r_1}{58} = \frac{23,96904 - 22,16146}{58} = 0,031116;$$

$$\varphi_1 = 1^\circ 47' 06'';$$

$$x_0 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 (r \operatorname{tg} \psi + a \operatorname{tg} \varphi)}{(\operatorname{tg}^2 \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi) \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi + \operatorname{tg}^2 \varphi_1}} - \frac{r \operatorname{tg} \varphi - a \operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}^2 \varphi + \operatorname{tg}^2 \psi} =$$

$$= \frac{\left[0,031116 + \left(22,02 \cdot \operatorname{tg} 5^\circ + \frac{2,5}{32}\right)\right]}{\left[\left(\frac{1}{32}\right)^2 + \operatorname{tg}^2 5^\circ\right] \sqrt{\left(\frac{1}{32}\right)^2 + 0,031116^2 + \operatorname{tg}^2 5^\circ}} -$$

$$- \frac{\left(22,02 \cdot \frac{1}{32} - 2,5 \operatorname{tg} 5^\circ\right)}{\left[\left(\frac{1}{32}\right)^2 + \operatorname{tg}^2 5^\circ\right]} = 30,4 \text{ мм}.$$

Стрела прогиба определится из уравнения

$$\begin{aligned}\Delta y &= \sqrt{(r + x_0 \operatorname{tg} \varphi)^2 + (a - x_0 \operatorname{tg} \psi)^2} - (r_1 + x_0 \operatorname{tg} \varphi_1) = \\ &= \sqrt{\left(22,02 + 30,4 \cdot \frac{1}{32}\right)^2 + (2,5 - 30,4 \cdot \operatorname{tg} 5^\circ)^2} - (22,16146 + \\ &\quad + 30,4 \cdot 0,031116) = 0,0368 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Как видно из приведенного расчета, в рассмотренном случае получается заметное отклонение от прямолинейности образующей. Однако в примере взят очень большой угол $\varphi_1 = 5^\circ$; на практике этот угол не превышает 1° . Следует отметить, что указанное отклонение от прямолинейности допускается при изготовлении насосно-компрессорной резьбы. Что касается угла, то в последнем примере он искажен меньше, чем в предыдущем.

На основании всех этих расчетов можно сделать следующие выводы:

1. При движении инструмента с некоторым отступлением от образующей отклонения от теоретических размеров резьбы получаются значительными, и ими вполне можно пренебречь.

2. При движении инструмента параллельно образующей необходимо корректировать угол направления, по которому движется инструмент.

3. При движении инструмента в направлении, пересекающем образующую, необходимо стремиться к тому, чтобы угол, под которым пересекаются образующая и направление движения, был наименьшим.

Методом движения по образующей работают следующие инструменты:

- 1) резьбовые резцы и гребенки;
- 2) резцы, оснащенные твердыми сплавами, применяемые на специальных станках;
- 3) специальные патроны для нарезания наружной и внутренней резьб;
- 4) резьбовые фрезы;
- 5) резьбошлифовальные круги;
- 6) накатные ролики.

При изготовлении конической резьбы диаметром выше 2" применяется только метод движения инструмента по образующей конуса.

2. РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ (ГРЕБЕНКИ)

Для нарезания конической резьбы применяют обычно круглые резцы. Стержневые резцы применяют очень редко; по конструкции они почти ничем не отличаются от стержневых резцов для цилиндрической резьбы.

Круглые резьбовые резцы для нарезания конической резьбы изготавливают многониточными (фиг. 197).

Существуют два метода нарезания конической резьбы резцами:

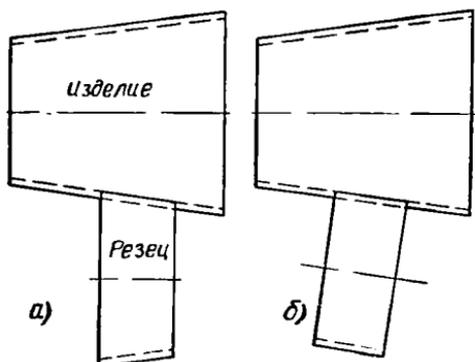
- 1) ось изделия и ось резца параллельны между собой (фиг. 197, а);

2) ось резца параллельна образующей основного конуса (фиг. 197, б);

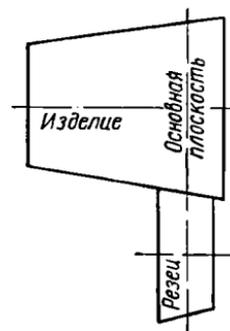
Наиболее часто применяется первый метод. Рассмотрим основные принципы конструирования резцов, у которых ось расположена параллельно оси изделия.

Резцы работают всегда с принудительной подачей, двигаясь по образующей. Нарезание резьбы производится в несколько проходов.

Режущая часть резца рассчитывается так же, как и у резцов для цилиндрической резьбы. Однако надо иметь в виду, что шаг винтовой поверхности, образующей боковые стороны резьбы резца для



Фиг. 197. Резьбовой круглый резец для конической резьбы.



Фиг. 198. Выбор положения резца при расчете профиля.

правой и левой стороны, не будет равен шагу нарезаемой резьбы, а определится из формул:

$$S_1 = S_0(1 - \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \beta); \quad (199)$$

$$S_2 = S_0(1 + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \beta). \quad (200)$$

Поскольку диаметр резьбы является переменным, а в основные формулы, определяющие элементы резьбы резца, входят средний диаметр резьбы изделия и диаметр резца, возникает вопрос, по какому диаметру производить расчет профиля резьбы.

Практически расчет резьбы производится в предположении, что резец находится в основной плоскости (фиг. 198) своей средней частью. Резьбы с малой конусностью $1/16$ и $1/32$ имеют сравнительно небольшие изменения в диаметре, однако резьбы с большой конусностью, как $1/4$ и $1/8$, имеющие в то же время и крупный шаг (до 6,35 мм), имеют большую разницу в диаметрах. Для нарезания таких резьб гребенки делаются короткими, как это будет показано далее.

Возникает вопрос о возможности нарезать коническую резьбу резцом так, чтобы угол профиля не вышел из установленных допусков.

Пример. Возьмем замковую резьбу $3Н5^{9}/16^{\circ}$ (ГОСТ 5286-53). Диаметр резьбы на переднем конусе $d_1 = 140,2$ мм; длина резьбы $l = 104$ мм; конусность $K = \frac{1}{4}$; шаг резьбы $S = 6,35$ мм; угол профиля $2\beta = 60^{\circ}$.

Если на меньшем конце диаметр резьбы $d_1 = 140,2$ мм, то на другом конце (в основной плоскости) он будет

$$D_1 = d_1 + l \cdot \frac{1}{4} = 140,2 + 104 \cdot \frac{1}{4} = 166,2 \text{ мм.}$$

Пусть имеем резец диаметром 60 мм с однозаходной резьбой, с передним углом $\gamma = 8^\circ$ и задним углом $\alpha = 10^\circ$. Определим профиль резьбы резца для тех случаев, когда он рассчитан для установки на любом из обоих концов резьбы изделия.

Высота двух головок резьбы $2h_1 = 3,28$ мм и две полные высоты резьбы $2h = 6,56$ мм. Отсюда средние диаметры будут:

на малом конце

$$d'_{cp} = d_1 - 2h_1 = 140,20 - 3,28 = 136,92 \text{ мм};$$

на большем конце

$$d''_{cp} = D_1 - 2h_1 = 166,2 - 3,28 = 162,92 \text{ мм.}$$

Внутренние диаметры:

на малом конце

$$d'_1 = d_1 - 2h = 133,64 \text{ мм};$$

на большем конце

$$d''_1 = D_1 - 2h = 159,64 \text{ мм.}$$

Расчетные шаги винтовой поверхности:

$$S_1 = S_0 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) = 6,35 \left(1 - \frac{1}{8} \operatorname{tg} 30^\circ \right) = 5,894 \text{ мм};$$

$$S_2 = S_0 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) = 6,35 \left(1 + \frac{1}{8} \operatorname{tg} 30^\circ \right) = 6,806 \text{ мм.}$$

Рассчитаем профиль на передней поверхности резца на левой стороне малого конца [см. формулу (6)]

$$\sin \phi = \frac{d'_1 \sin \gamma}{d'_{cp}} = \frac{133,64 \cdot \sin 8^\circ}{136,92}; \quad \phi = 7^\circ 48' 26'';$$

$$\operatorname{tg} \beta'_1 = \cos \phi \operatorname{tg} \beta + \frac{S_2}{\pi d'_{cp}} \cdot \sin \phi = \cos 7^\circ 48' 26'' \cdot \operatorname{tg} 30^\circ +$$

$$+ \frac{6,806}{\pi \cdot 136,92} \cdot \sin 7^\circ 48' 26'';$$

$$\beta'_2 = 29^\circ 52';$$

на правой стороне

$$\operatorname{tg} \beta'_1 = \cos 7^\circ 48' 26'' \cdot \operatorname{tg} 30^\circ - \frac{S_1}{\pi d'_{cp}} \sin 7^\circ 48' 26'' =$$

$$= \cos 7^\circ 48' 26'' \cdot \operatorname{tg} 30^\circ - \frac{5,894}{\pi \cdot 136,92} \cdot \sin 7^\circ 48' 26'';$$

$$\beta'_1 = 29^\circ 44'.$$

Тот же расчет произведем на конце большого диаметра (в основной плоскости) по левой стороне:

$$\sin \psi = \frac{d_1 h_1}{d_{cp}} = \frac{159,64 \cdot \sin 8^\circ}{169,92}; \quad \psi = 7^\circ 50' 17'';$$

$$\operatorname{tg} \beta_2'' = \cos 7^\circ 50' 17'' \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{6,806}{162,92} \cdot \sin 7^\circ 50' 17'';$$

$$\beta_2'' = 29^\circ 51';$$

по правой стороне

$$\operatorname{tg} \beta_1'' = \cos 7^\circ 50' 17'' \cdot \operatorname{tg} 30^\circ - \frac{5,894 \cdot \sin 7^\circ 50' 17''}{\pi \cdot 162,92};$$

$$\beta_1'' = 29^\circ 42'.$$

Как видно из этого расчета, угол профиля на передней поверхности изменится незначительно.

Теперь определим профиль резьбы резца в радиальном сечении. Для этого необходимо знать величину h_1 .

Для малого диаметра

$$h_1 = \sqrt{136,92^2 - 133,64^2 \sin^2 8^\circ} - 133,64 \cdot \cos 8^\circ = 1,657 \text{ мм};$$

для большого диаметра

$$h_1 = \sqrt{162,92^2 - 159,64^2 \sin^2 8^\circ} - 159,64 \cdot \cos 8^\circ = 1,656 \text{ мм}.$$

Высота головки резьбы на обоих концах резьбы отличается очень незначительно от теоретической. Следовательно, изменение среднего диаметра на резце незначительно влияет на высоту резьбы изделия. Произведенные подсчеты показывают, что угол профиля на передней поверхности и средний диаметр резца в разных участках резьбы изменяются незначительно. Следовательно, подсчет профиля резьбы резца можно произвести на любом участке и получить удовлетворительные результаты.

Наружный диаметр круглого резца для нарезания конической резьбы желательно иметь таким же, как и у изделия. Однако это возможно в редких случаях, и потому при выборе диаметра резца надо руководствоваться следующими соображениями.

В том случае, когда резцы имеют кольцевую резьбу, величина наружного диаметра резца не существенна. Такие резцы применяются при нарезании наружных резьб, когда угол подъема резьбы не превышает $30'$, главным образом трубной по ГОСТ 6211-52 выше $3''$, обсадных труб по ГОСТ 632-50, бурильных труб $5\frac{3}{8}''$ и $6\frac{5}{8}''$. При выборе диаметра резца с винтовой резьбой необходимо исходить из условия допустимости расхождения в величине угла подъема резьбы изделия и резца не более чем на $\pm 30'$. Для этого надо, чтобы средний диаметр резца d_{cp} был равен

$$d_{cp \text{ min}} = \frac{S}{\pi \operatorname{tg}(\omega \pm 30')} \quad (238)$$

Передний и задние углы выбирают так же, как и при нарезании цилиндрической резьбы.

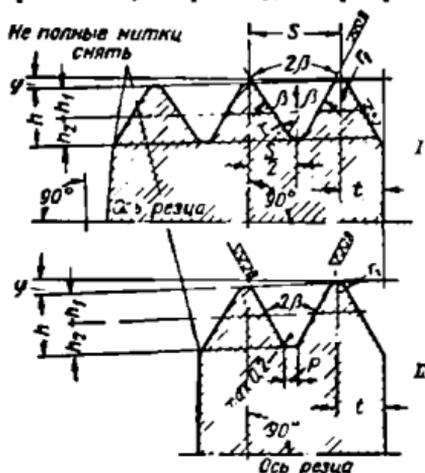
Если задний угол α_1 и H — расстояние от центра резца до передней поверхности (см. фиг. 3), то при равенстве угла ω на резце и изделии

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta},$$

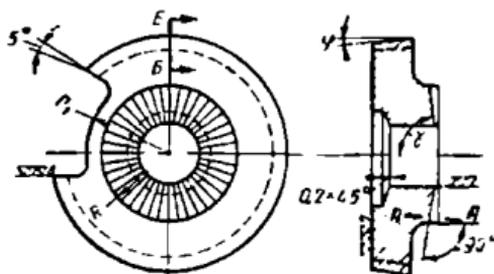
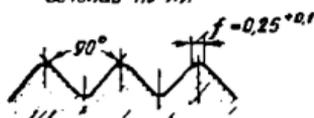
где α — задний угол в сечении, перпендикулярном к режущей кромке.

Если углы подъема резьбы ω изделия и резца не равны, то α_1 определяется

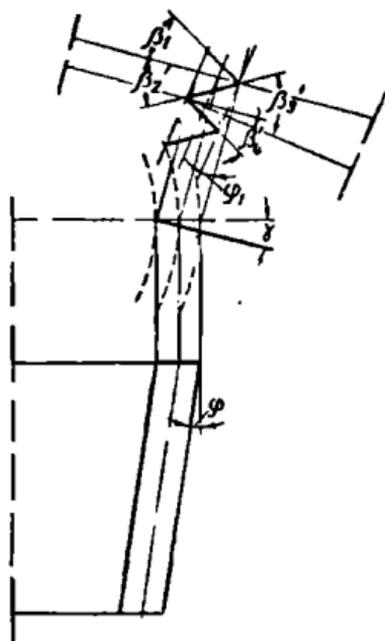
$$\alpha_1 = \alpha_2 + \alpha_3,$$



Сечение по AA



Сечение по BB



Фиг. 200. Резцы для конической резьбы с осью, расположенной параллельно обрзующей.

Фиг. 199. Резцы круглые для зачковых резьб:

I — профиль резьбы в ниток 1"; II — профиль резьбы 4 и 5 ниток 1"

где

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \pm \frac{\cos \omega (\operatorname{tg} \omega_1 - \operatorname{tg} \omega)}{\operatorname{tg} \beta},$$

где ω_1 — угол подъема нитки на резце;

ω — угол подъема нитки на изделии;

β — половина угла профиля резьбы изделия.

При нарезании внутренних резьб вопрос усложняется тем, что выбор диаметра резца ограничен размерами резьбы и не может быть назначен произвольно. Наружный диаметр резца рекомендуется делать в пределах 0,6—0,8 от внутреннего диаметра резьбы. Резцы для нарезания внутренней резьбы изготавливаются однозаходными с винтовой резьбой. Направление резьбы то же, что и у нарезаемой резьбы. На фиг. 199 изображены резцы для нарезания замковой резьбы по ГОСТ 5286-50. Ввиду большого шага, а следовательно значительных усилий резания, резцы крепятся на торцевом рифлении.

Конструктивно круглые резцы для нарезания конической резьбы с осью, расположенной параллельно образующей, ничем не отличаются от обычных резьбовых резцов, за исключением следующих элементов:

- 1) профиля резьбы, который определяется из несколько иных расчетов, чем для цилиндрической резьбы;
- 2) шага резьбы;
- 3) заднего угла.

Правая и левая половины угла профиля резьбы резца неодинаковы (фиг. 200). Каждая половина угла профиля на передней поверхности определяется из формулы (6). В этой формуле вместо угла γ надо подставить угол γ_1 , который представляет собой передний угол в плоскости, перпендикулярной к оси изделия, и определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} \gamma \cos \varphi, \quad (239)$$

где γ — передний угол в плоскости, перпендикулярной к оси резца.

Из этих формул получим значение углов профиля относительно перпендикуляра к оси изделия. Углы профиля по передней поверхности относительно перпендикуляра к оси резца получатся следующим образом:

$$\beta'_3 = \beta'_1 + \varphi_1; \quad (240)$$

$$\beta'_4 = \beta'_2 - \varphi_1; \quad (241)$$

здесь φ_1 — угол наклона образующей в плоскости передней поверхности. Этот угол определяется следующим образом:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\sqrt{\left(\frac{D_{cp}}{2} + S \operatorname{tg} \varphi\right)^2 - \frac{D_1^2}{4} \cdot \sin^2 \gamma} - \sqrt{\frac{D_{cp}^2}{4} - \frac{D_1^2}{5} \sin^2 \gamma}}{S}, \quad (242)$$

где D_{cp} — средний диаметр резьбы изделия на среднем сечении
в мм;

D_1 — внутренний диаметр резьбы изделия на том же сечении
в мм;

γ° — передний угол резца;

S — шаг резьбы в мм,

При конусности $1/16$ угол φ_1 незначительно отличается от угла φ ; при большей же конусности угол φ_1 необходимо рассчитать.

Углы профиля резьбы резца в радиальной плоскости определяются из следующей формулы:

$$\operatorname{tg} \beta_3'' = \frac{r_{cp}' \operatorname{tg} \beta_3' \pm \frac{S_1}{2\pi r_{cp}'} - H_1}{\sqrt{(r_{cp}')^2 - H_1^2}}.$$

Задний угол у этих резцов необходимо делать больше, чем у резцов с симметричным профилем. Задний угол α_2 определяется следующим образом:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha_0}{\sin(\beta_2' - \varphi)} \quad (243)$$

Обычно в этом случае α_0 берется равным $2 \div 3^\circ$.

Шаг цилиндрической резьбы резца S_u определяется по формуле

$$S_u = \frac{S_0}{\cos \varphi}. \quad (244)$$

Остальные элементы определяются так же, как и у резцов для цилиндрической резьбы.

3. РЕЗЬБОВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Для фрезерования конической резьбы применяют конические и в некоторых случаях цилиндрические фрезы.

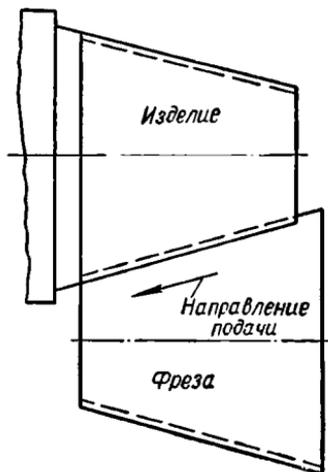
Коническая резьбовая фреза во время работы совершает относительно изделия следующие движения (фиг. 201):

- 1) поступательное вдоль образующей изделия на один шаг (измеренный по образующей) за один оборот изделия,
- 2) вращательное с окружной скоростью до 30 м/мин.

Резьбовые фрезы применяют для изготовления следующих конических резьб:

- 1) трубной по ГОСТ 6211-52;
- 2) конической с углом профиля 60° по ГОСТ 6111-52;
- 3) замковой по ГОСТ 5286-53 как наружной, так и внутренней;
- 4) внутренней для бурильных труб на бурильных замках.

Для нарезания трубной и конической резьбы с углом профиля 60° применяют резьбовые фрезы, мало отличающиеся от резьбовых фрез для цилиндрической резьбы (фиг. 202). Как правило, эти фрезы



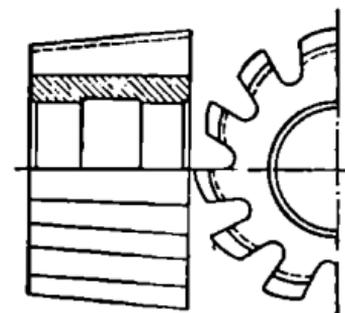
Фиг. 201. Схема расположения конической резьбовой фрезы и изделия.

изготавливают с прямыми канавками и с передним углом, равным 0° . Задний угол рассчитывается по наименьшему диаметру резьбы изделия.

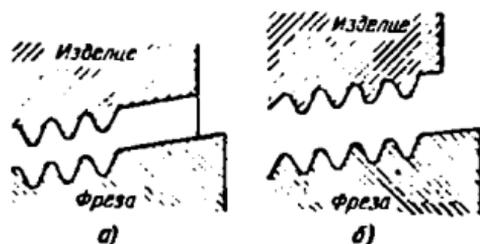
Фрезы для замковой и трубной резьбы имеют ряд особенностей:

- а) довольно большую длину;
- б) для нарезания внутренней резьбы изготавливаются хвостовыми;
- в) канавки делаются винтовыми с углом подъема, равным 5° ;
- г) на большем конце фрезы имеется ножевая часть, которая предназначена у внутренних резьб для выфрезерования выточки (фиг. 203, а), а у наружных резьб для снятия неполного витка (фиг. 203, б).

Спад затылка принимается таким, чтобы задний угол был не менее $7-10^\circ$;



Фиг. 202. Резьбовая фреза для конической резьбы по ГОСТ 6211-52.



Фиг. 203. Назначение ножевой части резьбовой фрезы:

а — для внутренней резьбы, б — для наружной резьбы.

такая величина заднего угла вызывается тем, что конические резьбовые фрезы имеют кольцевую резьбу, довольно большой угол подъема замковой резьбы и фрезеруют резьбу при значительной подаче.

Фреза на разных участках имеет разные диаметры. При одном и том же спаде затылка задний угол является переменной величиной — около малого конца он больше, у большого конца — меньше. Разница в их величине значительна.

Пример. Резьба $3Н5 \frac{9}{16}''$; конусность $\frac{1}{4}$; длина резьбы 111 мм; шаг 6,35 мм. Для фрезерования такой резьбы применяется фреза длиной 135 мм, имеющая больший диаметр 113,2 мм и меньший диаметр 79,5 мм; спад затылка 4 мм; число канавок 12. Задние углы фрезы будут:

на большем диаметре

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{zk}{\pi D} = \frac{12,4}{\pi 113,2} \text{ или } \alpha_1 = 7^\circ 26';$$

на меньшем диаметре

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{12,4}{\pi 79,5}; \alpha_2 = 10^\circ 52'.$$

Как видно из этого примера, разница в величине задних углов значительна. Угол подъема резьбы равен

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{S}{\pi d_{cp}}$$

На большем диаметре резьбы изделия средний диаметр d'_{cp} равен среднему диаметру в основной плоскости изделия, т. е. $d_{cp} = 132,944$ мм; на меньшем диаметре он будет равен

$$d'_{cp} = 132,944 - 111 \cdot \frac{1}{4} = 105,194 \text{ мм};$$

тогда угол подъема на большем диаметре будет равен

$$\operatorname{tg} \omega'_1 = \frac{6,35}{\pi \cdot 132,944} = 0,0152$$

или $\omega'_1 = 52'$;

на меньшем диаметре

$$\operatorname{tg} \omega'_2 = \frac{6,35}{\pi \cdot 105,194} = 0,0192;$$

$$\omega'_2 = 1^{\circ}6'.$$

Подсчет профиля фрезы для фрезерования внутренней резьбы по формулам показывает, что разница в угле профиля изделия и фрезы в любом участке резьбы не превышает $2'$. Учитывая, что допуск на половину угла профиля изделия по ГОСТ 5286-53 равен $\pm 45'$, можно считать углы профиля изделия и фрезы при переднем угле равными нулю, одинаковыми и постоянными по всей длине фрезы.

Конические резьбовые фрезы для резьбы бур и льяных замков изготавливают с винтовым зубом с углом подъема винтовой канавки, равным примерно 5° . Поскольку фреза коническая, а шаг винтовой канавки остается постоянным, угол ее подъема ω изменяется: на меньшем диаметре он меньше, а на большем больше. Шаг канавки подсчитывается по среднему диаметру резьбы фрезы на середине ее. Разность углов подъема винтовой канавки усложняет технологию изготовления этих фрез; на некоторых фрезах она достигает значительной величины.

Пример. Длина фрезы для резьбы ЗН5 $9/16^{\circ}$ (ГОСТ 5286-53) 135 мм; диаметр на меньшем конце 79,55 мм, а на большем 113,3 мм; шаг канавки $S = 3130$ мм.

Средний диаметр резьбы на меньшем конце будет

$$d_{cp} = 79,55 - 3,280 = 76,27 \text{ мм.}$$

Средний диаметр резьбы на большем конце

$$d_{cp} = 113,3 - 3,28 = 110,02 \text{ мм.}$$

Угол подъема винтовой канавки на меньшем диаметре

$$\operatorname{tg} \omega_1 = \frac{\pi d'_{cp}}{S} = \frac{\pi \cdot 76,27}{3430}; \quad \omega_1 = 3^{\circ}59'46'';$$

на большем диаметре

$$\operatorname{tg} \omega_2 = \frac{\pi d_{cp}}{S} = \frac{\pi \cdot 110,02}{3430}, \quad \omega_2 = 5^{\circ}45'15''.$$

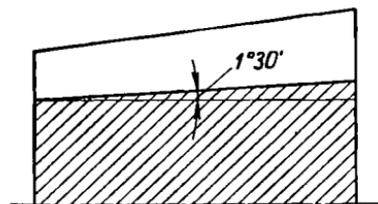
Таким образом, разница в угле подъема винтовой канавки $\Delta\omega$ равна

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = 5^{\circ}45'15'' - 3^{\circ}45'15'' = 1^{\circ}45'29'',$$

т. е. почти 2° .

При фрезеровании канавки и затачивании эта разница в угле подъема значительно усложняет изготовление фрез. Однако для нормальной работы фрезы винтовой зуб необходим, и с усложнением технологии приходится мириться.

У коротких насадных фрез с конусностью $1/6$ винтовые канавки изготовляют или параллельно оси, или под углом $1^{\circ}30'$ (фиг. 204). Такая конструкция значительно упрощает технологию изготовления фрез.

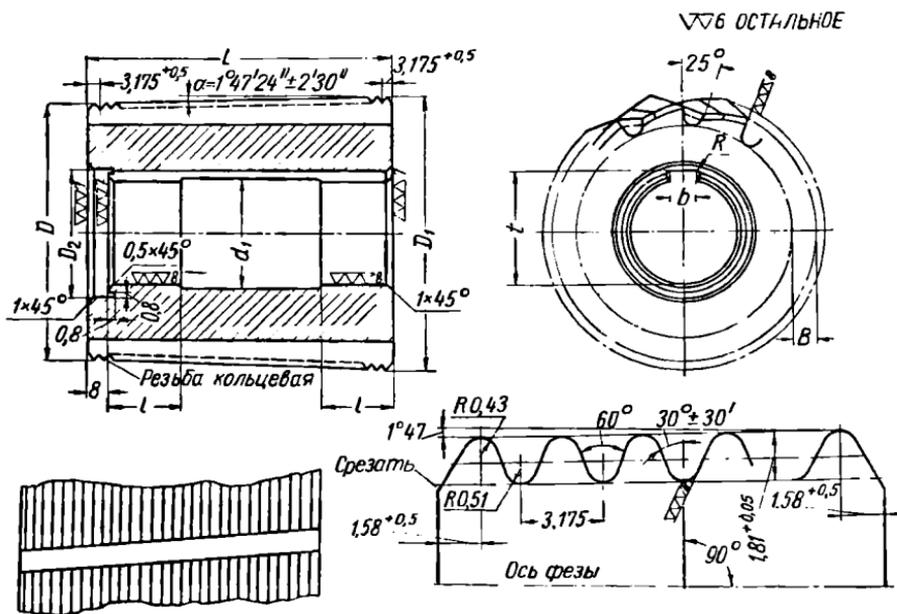


Фиг. 204. Форма винтовых канавок у резьбовых фрез.

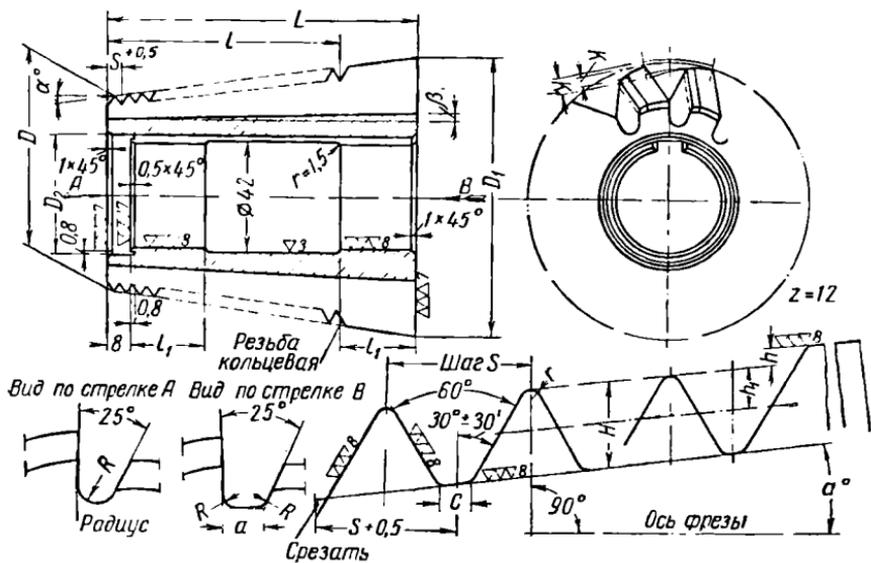
На фиг. 205 изображена фреза для внутренней трубной резьбы. Размеры фрез даны в табл. 54. На фиг. 206 представлена резьбовая насадная фреза для замковой наружной и внутренней резьбы; размеры

Таблица 54

Условное обозначение	2,5Т	Л2,5Т	3Т	Л3Т	4Т	Л4Т	56Т	Л56Т
D	52		70		80		92,66	
D_1	57,16		75,16		86,35		100	
L	82,6		82,6		101,6		117,5	
d	22		32		40		40	
d_2	24		34		42		42	
D_2	29		40		49		52	
b	6,08		8,1		10,1		10,1	
t	24,1		34,8		43,5		43,5	
r	0,5		0,8		1,0		10	
l	16		18		25		26	
Число зубьев z	10		12		12		12	
K	3		3		4		4	
K_1	4,5		4,5		6		6	
Шаг винтовой канавки	1980		2640		2640		3175	
Вращение фрезы и направление винтовой канавки	Левое Правое		Левое Правое		Левое Правое		Левое Правое	
B	7		7		8		8,5	
Размеры бурильных замков	2 1/2"		3"		4"		5' и 6"	
Предназначены для резьб	Правой внутренней	Левой внутренней						



Фиг. 205. Фреза резьбовая для внутренней трубной резьбы.



Фиг. 206. Фрезы резьбовые для замковой резьбы насадные.

Размеры в мм

Условное обозначение фрезы		2,5КН	Л2,5КН	3КН	Л3КН	4К	Л4К	4КШ	Л4КШ	4КН	Л4КН	5К	Л5К	5КН	Л5КН	5К	Л5К	6КН	Л6КН
D		83,55	82,3	73,3	74,55	88,55	79,55	84,8	89,65	94	115	115	115	115	115	115	115	115	115
D_1		105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
D_2		47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
L		85	90	120	115	108	135	120	142	125	142	125	142	125	142	125	142	125	142
l		76,2	81,28	96,52	91,44	96,52	107,95	107,95	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3
l_1		21	21	26	26	25	31	26	33	29	33	29	33	29	33	29	33	29	33
B		8,5	8,5	8,0	8,0	10	10	10,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
K		4	4	3,5	3,5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
K_1		6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Профиль резьбы	S шаг	5,03	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35
	число ниток на 1"	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
	H	2,993	2,993	2,993	2,993	2,993	2,993	2,993	2,993	2,993	2,993	3,742	3,742	3,742	3,742	3,742	3,742	3,742	3,742
	r h_1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,508 0,1	0,635 0,1							
Шаг винтовой канавки режущей части		3175	3175	3175	3175	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430	3430
β		1°30'	1°30'	5°	5°	1°30'	5°	5°	0°	0°	0°	5°	5°	5°	5°	5°	5°	5°	5°
a		—	—	4,5	4,5	—	—	4,5	—	—	—	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
R		2,5	2,5	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Вращение фрезы и направление винтов канавки		Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое	Правое Левое
Обозначение резьб по ГОСТ 52-6-53		3Н $27^{\circ}/_{16}''$ 3Н $12^{\circ}/_{16}''$	3Н $31^{\circ}/_{16}''$ 3Ш $13^{\circ}/_{16}''$	3Н $4^{\circ}/_{16}''$	3Ш $4^{\circ}/_{16}''$	3Н $4^{\circ}/_{16}''$ 3Ш $4^{\circ}/_{16}''$	3Н $4^{\circ}/_{16}''$ 3Ш $4^{\circ}/_{16}''$	3Н $5^{\circ}/_{16}''$ 3Ш $5^{\circ}/_{16}''$	3Н $6^{\circ}/_{16}''$ 3Н $9^{\circ}/_{16}''$ 3Ш $6^{\circ}/_{16}''$										
Предназначается для		Правой наружной	Левой наружной	Правой наружной	Левой наружной	Правой внутренней	Левой внутренней	Правой внутренней	Левой внутренней	Правой наружной	Левой наружной	Правой внутренней	Левой внутренней	Правой наружной	Левой наружной	Правой внутренней	Левой внутренней	Правой наружной	Левой наружной

фрез приведены в табл. 55. На фиг. 207 изображены хвостовые фрезы для замковой внутренней резьбы. Размеры этих фрез даны в табл. 56.

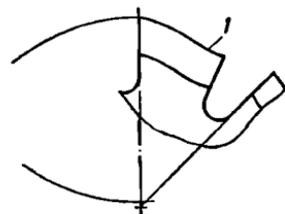
Таблица 56

Условное обозначение	2,5К	Л2,5К	3К	Л3К
D	40	40	50	50
D_1	67,95	67,95	79,2	79,2
L	315	315	320	320
L_1	105	105	110	110
t	76,2	76,2	81,28	81,28
a	3,5	3,5	4,5	4,5
B	7,5	7,5	8,0	8,0
K	3,0	3,0	3,5	3,5
K_1	4,5	4,5	5,0	5,0
S_1	2220	2220	2410	2410
Вращение фрезы и направление винтовой канавки	Левое	Правое	Левое	Правое
Обозначение бурильных замков по ГОСТ 5286-50	3Н27/8" / 3Ш27/8"	3Н27/8"Л / 3Ш27/8"Л	343 1/2" / 310 3/2"	343 1/2"Л / 310 3/2"Л

Примечание. Шаг винтовой канавки по передней поверхности 1980 мм, S_1 — шаг винтовой канавки по задней поверхности.

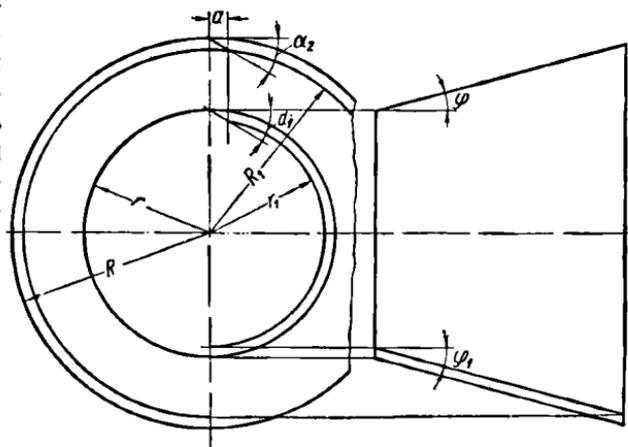
Спад затылка должен быть рассчитан таким образом, чтобы на резьбе не было уступа, называемого обычно седлом (фиг. 208).

Фрезы всегда изготавливают со шлифованным профилем резьбы. Особое внимание должно быть уделено правильной заточке фрез; в отличие от цилиндриче-



Фиг. 208. Форма зуба резьбовой фрезы:

1 — седло.



Фиг. 209. Влияние заточки на конусность и шаг винтовой канавки резьбовой фрезы.

ских фрез изменение положения передней поверхности влияет не только на условия резания, но и на конусность фрезы и изделия.

Предположим, что передняя поверхность зуба фрезы (фиг. 209) снесена от осевой плоскости на величину a , и определим, как это повлияет на изменение угла конусности.

Обозначим радиус фрезы на переднем конце через r , длину фрезы через L , угол наклона образующей через φ . Тогда R — радиус на большом конце фрезы — равен

$$R = r + L \operatorname{tg} \varphi. \quad (245)$$

Затылование зуба происходит по архимедовой спирали. Ввиду того, что рассматривается небольшой участок канавки, заменим архимедову спираль прямой, наклоненной к линии, перпендикулярной к радиусу, под углом α , который определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{kz}{2\pi r_x}, \quad (246)$$

где k — спад затылка в мм;
 z — число зубьев.

Угол α на конической фрезе является переменным, так как зависит от величины радиуса r_x ; последний возрастает от переднего торца к заднему. На переднем торце этот угол α_1 будет равен

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{kz}{2\pi r}, \quad (247)$$

а на заднем

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{kz}{2\pi R}. \quad (248)$$

Угол конусности φ_1 при смещенной режущей кромке будет равен

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R_1 - r_1}{L}, \quad (249)$$

где

$$r_1 = r - a \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (250)$$

и

$$R_1 = R = a \operatorname{tg} \alpha_2 \quad (251)$$

или

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{R - r + a (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2)}{L} = \operatorname{tg} \varphi + \frac{a (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2)}{L}. \quad (252)$$

Пример. Пусть $\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{8}$; $L = 100$ мм; $r = 50$ мм; $k = 4$ мм; $z = 10$; $a = 1$.

Тогда имеем

$$R = 50 + \frac{100}{8} = 50 + 12,5 = 62,5 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{kz}{2\pi r} = \frac{40}{\pi \cdot 100} = 0,1273; \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{kz}{2\pi R} = \frac{40}{125 \cdot \pi} = 0,1018;$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi + \frac{1(0,1273 - 0,1018)}{100} = 0,125 + 0,00025 = 0,12525,$$

откуда $\varphi_1 = 7^\circ 8' 20''$.

Таким образом, угол образующей изменился на величину, равную $7^\circ 8' 20'' - 7^\circ 7' 30'' = 50''$, т. е. почти на 1 мин.

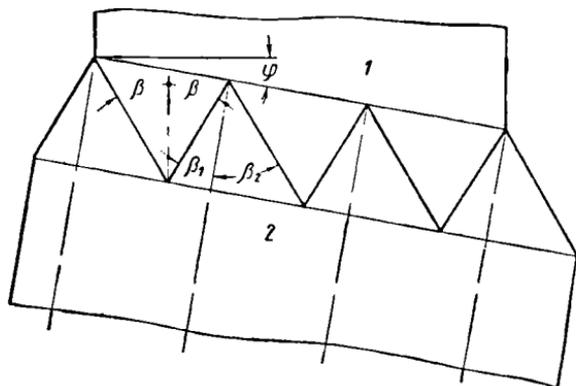
Такое изменение для конической резьбы является существенным, так как при нарезании конической резьбы, кроме ошибок за счет инструмента, имеется еще ряд других факторов, влияющих на точность изготовления резьбы.

Таким образом, затылование необходимо производить тщательно, а установку фрезы и шлифовального круга при затачивании достаточно точно.

На конические резьбовые фрезы установлены следующие допуски: на угол наклона образующей $+1'$ и $-2'30''$; на шаг винтовой канавки ± 50 мм. Остальные допуски те же, что для цилиндрических фрез.

Цилиндрические фрезы для конической резьбы

Цилиндрические фрезы для конической резьбы отличаются по конструкции от обычных. Углы каждой половины профиля резьбы различны (фиг. 210):



Фиг. 210. Резьбовая фреза с осью, параллельной образующей;

1 — изделие; 2 — фреза.

$$\beta_1 = \beta + \varphi; \quad (253)$$

$$\beta_2 = \beta - \varphi. \quad (254)$$

Шаг резьбы

$$S = \frac{S_0}{\cos \varphi}. \quad (255)$$

Спад затылка зависит от угла α_3 :

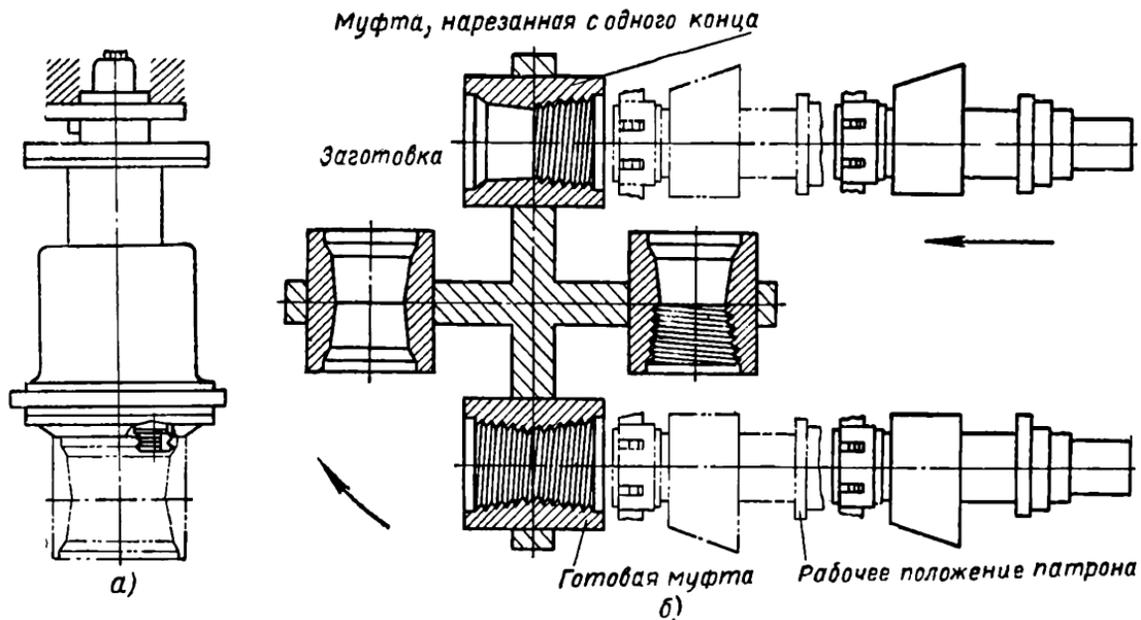
$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_3 = \\ = \frac{\operatorname{tg} 8^\circ \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} (\beta - \varphi)}. \quad (256) \end{aligned}$$

Во всем остальном конструкция ничем не отличается от фрез для цилиндрической резьбы.

4. МУФТОНАРЕЗНЫЕ ПАТРОНЫ

Для нарезания внутренней конической резьбы в муфтах для нефтяных труб диаметром от $1\frac{1}{2}''$ до $16\frac{3}{4}''$ применяют муфтонарезные патроны.

Имеются две конструкции муфтонарезных патронов: одна предназначена для нарезания резьбы на станках, у которых ось патрона расположена вертикально (фиг. 211, а), а вторая — для нарезания на станках, у которых ось патрона расположена горизонтально (фиг. 211, б).



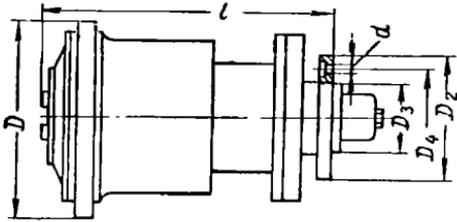
Фиг. 211. Положение муфтонарезных патронов в работе:
 а — вертикальных; б — горизонтальных.

Вертикальные патроны

Патроны, работающие в вертикальном положении, оснащены круглыми гребенками и плоскими плашками.

Размеры муфтонарезных вертикальных патронов приведены в табл. 57 (фиг. 212).

Патроны МНК¹ (фиг. 213, а) состоят из следующих основных деталей: шпинделя 5, который прикрепляется к шпинделю станка; гильзы 7, надетой на шпиндель и служащей для выключения патрона; корпуса патрона 8, надетого на гильзу 7, на котором установлено упорное кольцо 12, соприкасающееся во время работы с торцом нарезаемой муфты; сердечника 14, служащего для выключения патрона и для образования конусности; регулировочного кольца 6 и регулировочных винтов 3; сменной головки, в которой установлены кулачки с режущими гребенками; рычага 9, служащего для образования конусности.



Фиг. 212. Размеры патронов МН4К — МН16К.

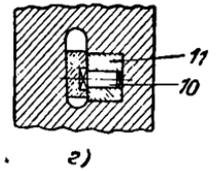
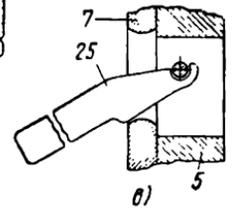
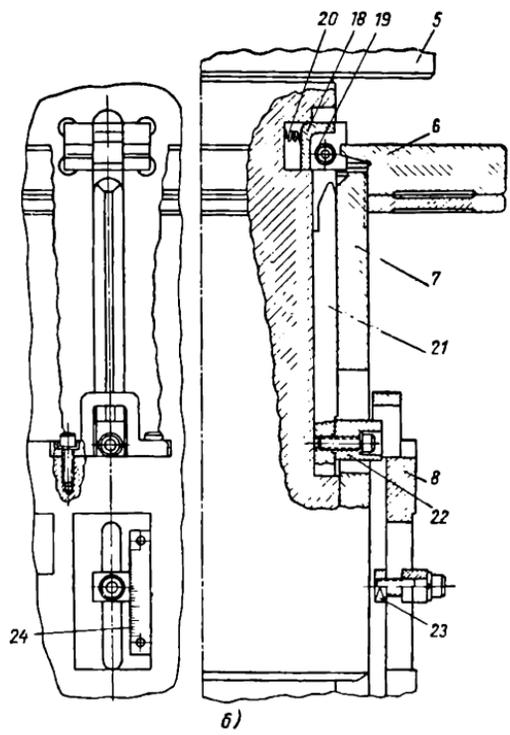
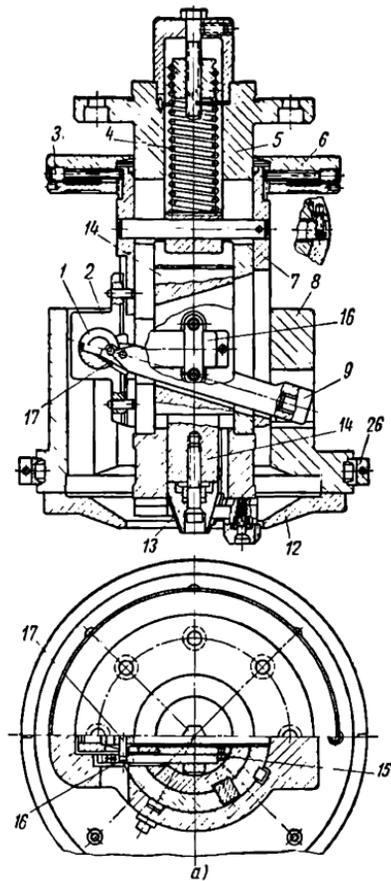
Шпиндель служит для передачи крутящего момента и несет вместе со сменной головкой основную нагрузку при резании.

Таблица 57

Тип патрона	Пределы размеров нарезаемых резьб по ГОСТ 631-50, 632-50 и 633-50	D	D ₂	D ₃	D ₄	d	L	Число отверстий на фланце	Для каких станков предназначаются
МН4К	1 1/2" — 4 1/2"	320	180	100	140	13	449	8	9112; 9В112
МН4КЛ	2 7/8" — 4 1/2" левая	320	180	100	140	13	449	8	9112 для левых резьб; 9В112
МН8К	2 1/2" — 9 5/8"	440	305	158,75	254	17	590	8	9114; 9А113; 9В113
МН8КЛ	2 7/8" — 6 5/8" левая	440	305	158,75	254	17	590	8	9А113 для левых резьб; 9В113
МН13К	4 1/2" — 13 3/4"	440	305	158,75	254	17	575	8	9114; 9115; 9В115
МН16К	7 5/8" — 16 3/4"	560	305	158,75	254	17	566	8	9115; 9В115

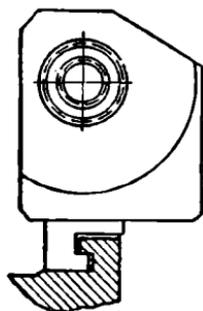
Во время нарезания резьбы патрон вращается и имеет поступательное движение вдоль оси на один шаг резьбы за

¹ «Муфтонарезные патроны», Руководство по эксплуатации, А. И. Либерман, Изд. ЦБТИ МСС, 1950.

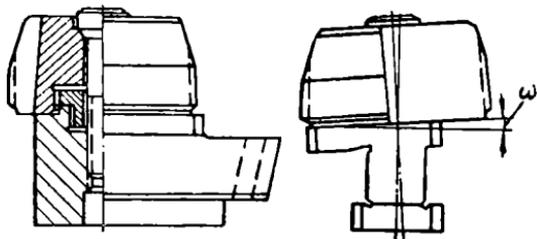


Фиг. 213. Конструкция патронов МН4К — МН16К.

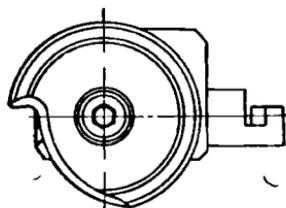
один оборот. Упорное кольцо 12 все время соприкасается с торцом нарезаемого изделия и тем самым задерживает корпус от движения вдоль оси. По мере нарезания кулачки вместе с установленными на них гребенками перемещаются в направлении оси патрона, в результате чего получается коническая резьба. Когда патрон нарежет резьбу нужной длины, он автоматически выключается, т. е. гребенки быстро выходят из резьбы изделия. После этого патрон возвращается в исходное положение. Корпус вместе с упорным кольцом собственным весом тоже возвращается в исходное положение. Приведение патрона в рабочее положение совершается или специальной рукояткой 25 (фиг. 213, в) или вилкой, установленной на станке.



Фиг. 214а. Кулачки к патронам МН4К — МН16К.



Фиг. 214б. Установка гребенки на кулачке.



К о н у с н о с т ь резьбы осуществляется специальным механизмом. Гребенки, которые нарезают резьбу, установлены на кулачках, имеющих своеобразную конструкцию (фиг. 214а).

На части, обращенной к оси патрона, кулачки имеют наклонные Г-образные выступы, сцепляющиеся с такими же выступами на крестовине 13 (фиг. 213, а). Такое соединение дает возможность крестовине продвигаться вдоль оси станка и иметь постоянное соединение с кулачками. Очевидно, при движении крестовины кулачки будут менять свое положение относительно оси патрона, так как они заложены в Т-образные пазы сменной головки и, следовательно, осевого перемещения иметь не могут.

Крестовина 13 жестко связана с сердечником 14 патрона, который, в свою очередь, связан посредством планок 16 с рычагом 9 шпилькой 17. Эти планки входят в пазы на сердечнике, перпендикулярные к оси, и поэтому всегда расположены перпендикулярно оси патрона. Рычаг 9 одним концом входит во вкладыши 1 подшипника 2, установленного на гильзе 7, а другим концом — в корпус патрона, в специальную выемку, в которую вставлен вкладыш 11 (фиг. 213, в) с пазом, куда входит сухарь 10. Прямоугольный конец

этого сухаря входит в паз вкладыша и может по нему скользить в радиальном направлении. Во время работы патрона шпиндель и надетая на нем гильза 7 (фиг. 213, а) имеют поступательное движение, а корпус такового не имеет. В результате этого один конец рычага 9, вставленный в подшипник 2, будет иметь поступательное движение, а второй конец, связанный со шпинделем, такого движения иметь не будет и, следовательно, рычаг будет поворачиваться. При повороте рычага 9 шпилька 17 и связанный с ней сердечник 14 также совершают поступательное движение, однако это движение медленнее, чем движение шпинделя.

Величина замедления зависит от положения шпильки 17 на рычаге. Таким образом, сердечник движется медленнее, чем шпиндель, в результате чего крестовина тоже отстает в движении вперед и заставляет тем самым кулачки вместе с гребенками постоянно сходиться к центру и создавать коническую резьбу.

Механизм раскрытия и регулирования патрона (фиг. 213, б) состоит из следующих деталей: регулировочного кольца 6, накрученного на гильзу 7. Это кольцо может поворачиваться на гильзе и закрепляться в нужном положении специальными винтами 3 (фиг. 213, а), входящими в продольные пазы на гильзе 7 (фиг. 213, б). Сухаря 18, сцепляющегося специальной выточкой с кольцом 6. Он прижимается к кольцу 6 пружинами 20. Сухарь имеет возможность перемещаться только в радиальном направлении.

Регулирование патрона производится вращением кольца 6. При вращении кольцо 6 не может переместиться в осевом направлении, так как от осевого перемещения его удерживает сухарь 18, тогда перемещаться вдоль оси будет гильза 7. Один конец рычага 9 (фиг. 213, а) не будет иметь осевого перемещения, так как он связан с корпусом патрона, а второй будет перемещаться в осевом направлении, вследствие того что он посредством подшипника 2 связан с гильзой 7. Это перемещение заставит сердечник 14 также перемещать в осевом направлении связанную с ним крестовину 13 и тем самым сближать или раздвигать кулачки с гребенками.

Раскрытие патрона совершается следующим образом (фиг. 213, б): в шпинделе патрона в специальном пазу свободно заложен клин 21, на котором установлен упор 22, а на корпусе имеется передвижной упор 23, который можно переставлять в зависимости от длины нарезаемой резьбы.

Во время работы патрона корпус и связанный с ним упор 23 не имеют осевого перемещения, а шпиндель перемещается в осевом направлении. Когда кончается нарезание резьбы, клин 21 задерживается упором 23, в то время как сухарь 18 продолжает движение вместе со шпинделем, вследствие чего клин 21 во время нарезания резьбы будет сближаться с сухарем 18 и в определенный момент коснется ролика 19 и заставит сухарь 18 войти в паз в шпинделе и выйти из соединения с кольцом 6. Тогда гильза 7 под действием пружины 4 (фиг. 213, а) быстро поднимется кверху вместе с подшипником 2 и концом рычага 9. Вместе с рычагом поднимется кверху и сердечник с крестовиной, а кулачки с посаженными на них гребен-

ками переместятся в радиальном направлении и гребенки выйдут из резьбы изделия. После этого патрон возвращается в исходное положение и приводится в рабочее положение либо рукояткой 25 (фиг. 213, а), либо специальной вилкой, установленной на станке, нажимающей на кольцо 6.

Диаметр резьбы регулируется вращением кольца 6, имеющего резьбу с шагом 1 мм (фиг. 213, б). На гильзе по резьбе проделаны пазы, в которые входят стопорные винты 3. Этими винтами фиксируется положение регулировочного кольца на гильзе. При одном обороте кольца диаметр нарезки изменяется от 0,6 до 0,7 мм, а при повороте на один паз на гильзе — на 0,08—0,09 мм.

На длину резьбы патрон регулируется следующим образом: поскольку выключение патрона совершается клином 21 (фиг. 213, б) посредством упора 23, то при перестановке упора 23 длина резьбы изменится. По шкале 24 можно установить упор 23 в нужном положении.

Патроны МН8К и МН13К могут нарезать резьбу с конусностью $\frac{1}{16}$ и $\frac{1}{32}$. Изменение конусности производится перестановкой штифта 17 (фиг. 213, а) из одного отверстия в рычаге 9 и в пластинках 16 в другое. От выпадения пластинка предохраняется штифтом 15. Отверстие, расположенное ближе к оси подшипника 1, предназначено для нарезания резьбы с конусностью $\frac{1}{32}$. Патроны МН4К, МН4КЛ и МН16К рассчитаны на нарезку резьбы только с конусностью $\frac{1}{16}$.

Регулирование конусности на небольшую величину производится перемещением вкладыша 11 (фиг. 213, з) в пазе корпуса. При перемещении сухаря 10 к центру патрона конусность увеличивается, и наоборот. Такое регулирование необходимо для компенсации отклонений от теоретических размеров деталей при изготовлении патрона, которые суммируются и дают общую ошибку в конусности. Эта ошибка может достигнуть таких размеров, при которых положение обрабатываемой конуса выйдет из установленных для нее пределов.

При эксплуатации патрона износ некоторых деталей тоже влияет на изменение конусности резьбы.

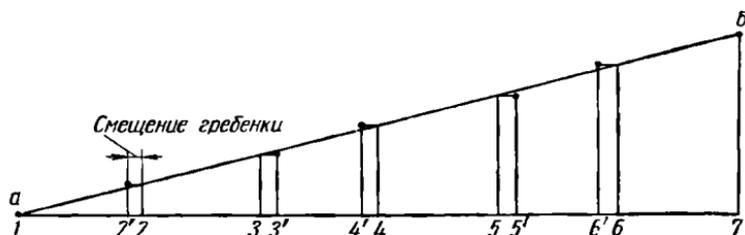
Поскольку патрон во время работы вращается, то охлаждение к нему подводится через специальное разрезное кольцо 26 (фиг. 213, а), заложенное в выточку на корпусе и во время работы не вращающееся. В это кольцо через специальные патрубки подводится охлаждающая жидкость, которая затем через отверстия в корпусе сливается по внутренней поверхности упорного кольца к режущим гребенкам.

Гребенки устанавливаются на кулачках (фиг. 214б) так же, как и у резьбонарезных головок для цилиндрической резьбы, и затачиваются на аналогичных приспособлениях. Кулачки, в свою очередь, установлены в сменных головках. Для каждого диаметра резьбы имеется своя сменная головка¹.

¹ Подробно см. «Муфтонарезные патроны», Руководство по эксплуатации, ЦБТИ МСС, 1950.

Кулачки (фиг. 214а) устанавливаются в Т-образных пазах головки. Количество пазов и, следовательно, режущих гребенок зависит от диаметра резьбы.

Резьба до диаметра $2\frac{1}{2}$ " нарезается плоскими плашками; начиная с 3" резьба нарезается круглыми гребенками. Пазы под кулачки



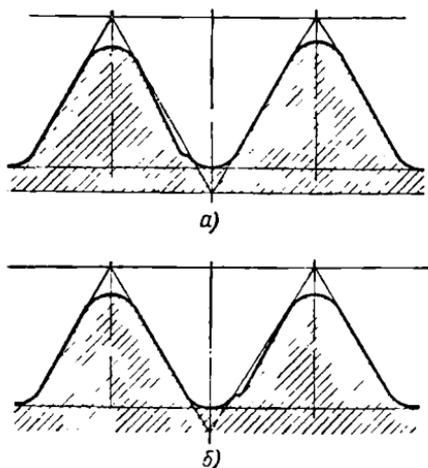
Фиг. 215. Расположение кулачков с гребенками в головке патрона.

располагаются в головке нерадиально и неравномерно по окружности, в результате чего образуется передний угол у гребенок и они нарезают резьбу поочередно, т. е. одна часть гребенок нарезает одну сторону профиля резьбы, а другая — другую (фиг. 215).

Пусть прямая ab — развернутая нитка резьбы. Если плашки были бы расположены равномерно по окружности, то их положение отмечалось бы точками 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Поскольку плашки расположены неравномерно по окружности, то они будут занимать положение 1, 2', 3', 4', 5' и 6'; при этом плашки 2, 4 и 6 будут смещены налево относительно теоретической линии расположения и будут резать левой стороной профиля, а плашки 1, 3 и 5 смещены направо и будут резать правой стороной профиля.

Плоские плашки располагаются в головке радиально и равномерно. Они также обрабатывают резьбу поочередно. Однако в данном случае это достигается тем, что резьба у плашек с одной стороны подрезается (фиг. 216). Это подрезание делается на одной плашке с одной стороны профиля и на другой с другой стороны.

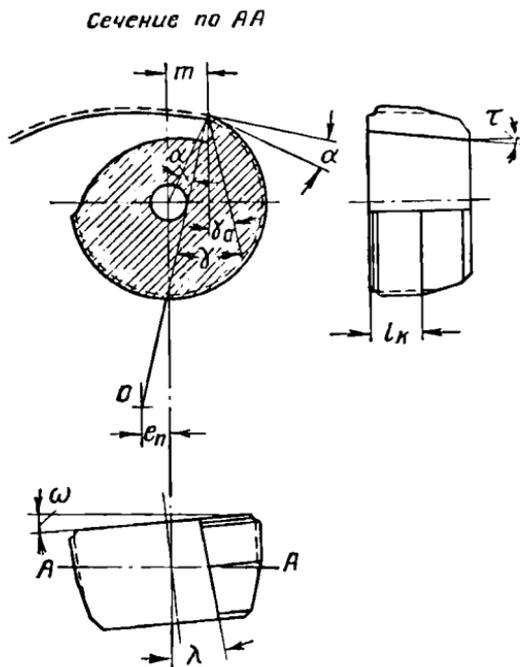
При нерадиальном расположении пазов теоретически получается коническая резьба с непрямолинейной образующей. Однако это отклонение от прямолинейности, как показал расчет (см. стр. 190), очень мало, и им можно пренебречь.



Фиг. 216. Форма резьбы у плашек, устанавливающихся в равномерно расположенных пазах:

a — первая и третья плашки; b — вторая и четвертая плашки.

Передний угол γ у плашек при нарезании обычных муфт делается равным около 20° ; задний угол $2-3^\circ$. Желательно иметь задний угол несколько бóльшим. Однако увеличение заднего угла приводит к тому, что после перетачивания высота плашек быстро уменьшается и, следовательно, плашки должны при регулировании размера раздвигаться, а крестовина патрона выдвигаться вперед, что воз-



Фиг. 217. Геометрия гребенок патрона МН4К — МН16К.

можно только в небольших пределах. Может получиться так, что плашки по своим режущим элементам еще годны к эксплуатации, а нарезать ими резьбу нельзя, так как они не дадут требуемого размера резьбы.

Круглые гребенки располагаются на кулачках и имеют следующую геометрию (фиг. 217). Передний угол γ делается равным $20-25^\circ$; задний угол от $1^\circ 30'$ до $2^\circ 30'$, так как патроны, на которых устанавливаются эти гребенки, всегда работают с принудительной подачей, а не самозатягиванием, как головки для цилиндрической резьбы. В этом случае наличие заднего угла всегда допустимо. Теоретически с точки зрения резания желательно задний угол

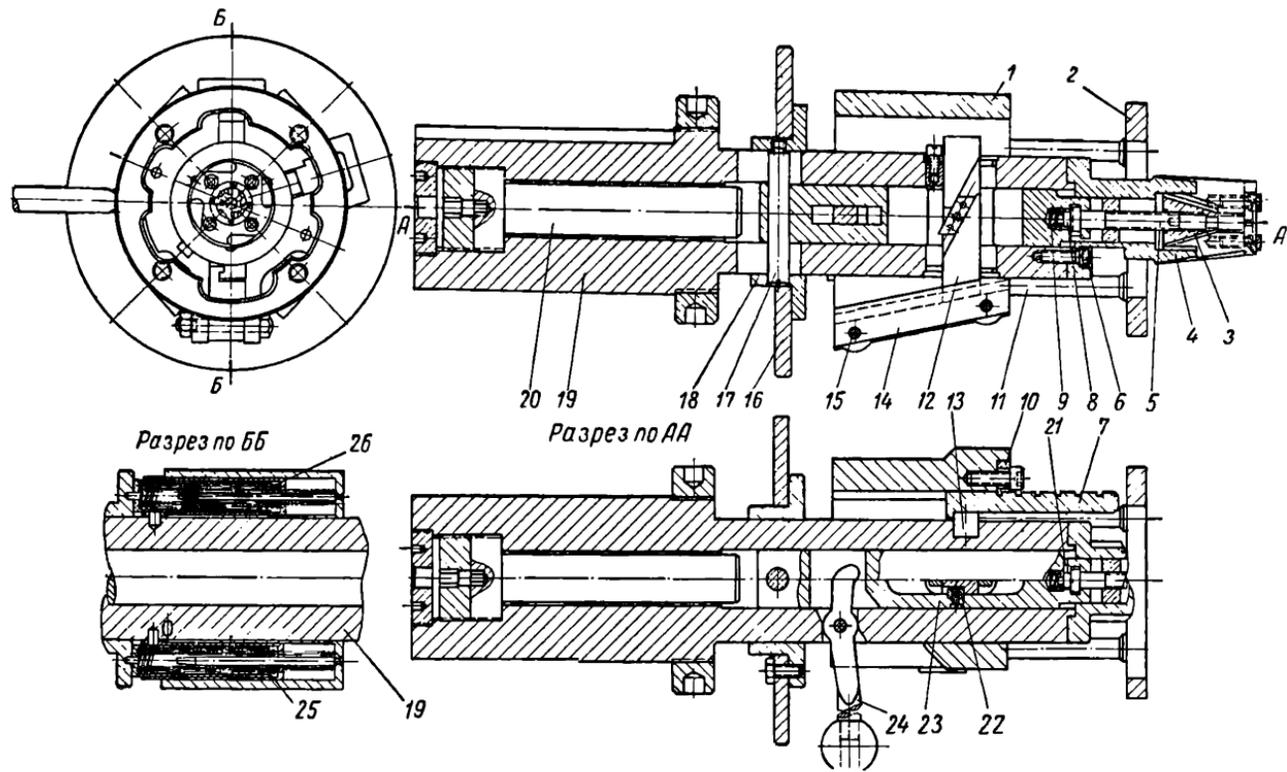
делать несколько бóльшим. Однако практика показала, что увеличение заднего угла ухудшает поверхность резьбы.

Муфтонарезные патроны 3LM

Для нарезания резьбы в муфтах диаметром от $1\frac{1}{2}$ до $4\frac{1}{2}$ " с конусностью $\frac{1}{16}$ применяются патроны 3LM с плоскими плашками. Они могут работать как в вертикальном, так и в горизонтальном положении.

Патроны имеют цилиндрический хвостовик, который входит в шпиндель станка (фиг. 218). Патрон работает так же, как и патрон МН4К. Он имеет упорное кольцо 2, соприкасающееся с нарезаемой муфтой. Во время работы плашки сдвигаются и после окончания нарезки выходят из сцепления с резьбой изделия.

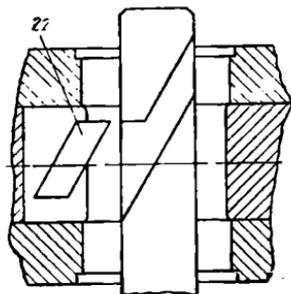
Патрон имеет следующие детали: шпиндель 19, закрепляемый в шпинделе станка. Режущие плашки установлены в головке 4,



Фиг. 218. Муфтарезной патрон 3LM.

которая прикреплена винтами 6 к шпинделю 19 и центрируется специальной выточкой. Плашки упираются в крестовину 3 и соединяются с ней наклонными Г-образными выступами. Крестовина винтом 5 соединяется с сердечником 23, который, в свою очередь, посредством сухарей 22 соединяется с поперечным клином 12. Этот клин имеет наклонные пазы, в которые входят сухари 22. Клин 12 своими концами входит в пазы шпинделя и соединяется Т-образным сцеплением с направляющей поперечного клина 14, закрепленной в корпусе патрона и установленной в нем наклонно. Корпус соединяется с упорным кольцом колонками 11.

Во время нарезания резьбы шпиндель патрона имеет поступательное движение, а упорное кольцо и связанный с ним корпус патрона неподвижны. Плашки сближаются во время работы и в нужный момент выходят из зацепления с нарезаемой резьбой.



Фиг. 219. Положение сердечника в момент выключения в патроне 3LM.

Конусность образуется в результате того, что во время поступательного движения шпинделя вместе с ним движется поперечный клин. Поскольку корпус 1 осевого перемещения не имеет, то и направляющая поперечного клина тоже не имеет осевого перемещения. Конец поперечного клина, соединенный с его направляющей, скользит по ней и в результате того, что направляющая установлена наклонно, перемещается перпендикулярно оси. В наклонный паз на поперечном клине входят

сухари 22, закрепленные на сердечнике 23. При поперечном движении клина сухари перемещаются по пазам и заставляют сердечник и связанную с ним крестовину отставать от движения патрона. В результате этого плашки постепенно сближаются, что и создает конусность.

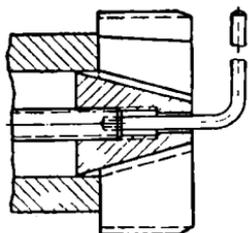
Раскрывание, т. е. вывод патрона из рабочего положения, производится следующим образом. Поперечный клин во время движения заставляет сухари 22 двигаться по пазам. Сердечник, на котором установлены сухари, соединен валиком 17 с шайбой 18 и связанной с ней шайбой 16. В шайбу 18 упираются пружины 26 и 25, установленные в корпусе патрона. Как только сухари 22 выйдут из паза поперечного клина, сердечник под действием пружин 25 и 26 быстро возвращается в обратном движении шпинделя направлении и, потянув за собой крестовину, выводит плашки из соединения их с резьбой изделия (фиг. 219); от излишнего продвижения назад шпиндель предохраняет упор 20.

Закрывание патрона, т. е. приведение его в рабочее положение, производится или рукояткой 24 (фиг. 218), которая заставляет сердечник возвращаться в исходное положение, или вилкой, которая нажимает на шайбу 18, и тоже заставляет сердечник возвращаться в исходное положение. Как только сухари войдут

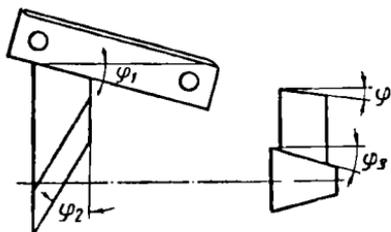
в паз поперечного клина, последний сможет передвигаться в поперечном направлении и даст возможность корпусу и связанному с ним упорному кольцу под давлением пружин 25 и 26 вернуться в исходное положение.

Регулирование на длину резьбы совершается линейкой 7, имеющей вырезы на расстоянии приблизительно 13 мм друг от друга (фиг. 218). Эта линейка имеет со стороны, прилегающей к шпинделю, выступ, который в начале нарезания упирается в сухарь 13, не дающий возможности корпусу опуститься ниже установленной величины. Чем глубже линейка входит в корпус, тем длиннее нарезка. Положение линейки фиксируется упором 10.

После каждой перестановки линейки на размер необходимо изменить положение упорного кольца, для чего надо отпустить винты, закрепляющие колонки, и передвигать упорное кольцо.



Фиг. 220. Регулирование патрона 3LM на диаметр нарезки.



Фиг. 221. Углы, определяющие конусность нарезки в патроне 3LM.

На диаметр резьбы регулирование осуществляется винтом 5. При повороте винта крестовина меняет свое положение, вследствие чего изменяется диаметр резьбы. От произвольного проворачивания винт 5 предохраняется муфтой 8 (фиг. 218), которая прижимается к винту 5 пружиной 9. Муфта и конец болта имеют рифления, которыми они сцепляются между собой. При поворачивании винта ключом, продетым через крестовину (фиг. 220), муфта отжимается, вместе с винтом крестовина перемещается в осевом направлении, чем и достигается регулирование диаметра нарезаемой резьбы. Муфта 8 удерживается от проворачивания шпилькой 21 (фиг. 218).

Конусность резьбы, как было указано, создается специальным механизмом. Она может быть равна только $\frac{1}{16}$ и устанавливается винтом 15, который вставляется в специальное отверстие. Конусность зависит от углов φ_1 ; φ_2 , φ_3 (фиг. 221), которые с конусностью изделия связаны следующим соотношением:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_3 = \operatorname{tg} \varphi. \quad (257)$$

Плоские плашки имеют следующую геометрию: передний угол, равный 20—25°; задний угол от 1°30'

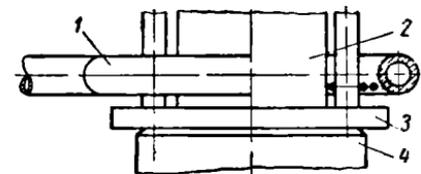
до $2^{\circ}30'$. После перетачивания передний и задний углы несколько изменяются.

Заборная часть плашек наклонена под углом $14-15^{\circ}$. Задний угол на направляющей части такой же, как и на заборной части, и равен $2-3^{\circ}$.

Патроны 3LM длительное время широко применялись в трубной промышленности. Их достоинством является универсальность. Они могут работать как в горизонтальном, так и в вертикальном положении.

Однако патроны обладают рядом недостатков, из-за которых они постепенно заменяются более совершенными, типа МНК и МН5П. К числу недостатков патрона 3LM относятся:

1. Охлаждение при нарезании подводится через замкнутую в кольцо трубку (фиг. 222), в результате чего значительная часть охлаждающей жидкости не поступает к режущим плашкам.



Фиг. 222. Охлаждение при работе патрона 3LM:

1 — кольцо для подачи жидкости; 2 — головка патрона 3LM; 3 — упорное кольцо; 4 — изделие.

2. Регулирование на длину нарезаемой резьбы очень сложно.
3. Отсутствует точная регулировка конусности резьбы, в результате чего патрон приходится часто ремонтировать.
4. Все движущие части патрона открыты и не защищены от попадания грязи.

Муфтонарезные патроны МН5П

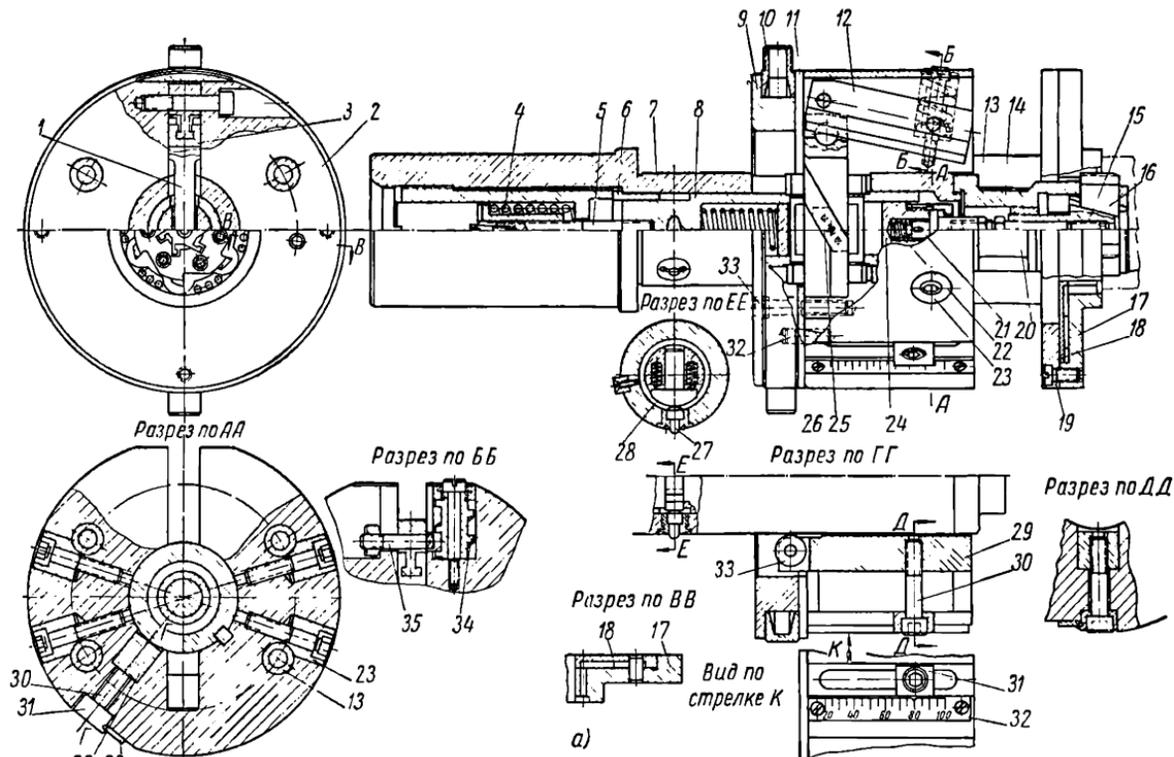
Муфтонарезные патроны МН5П (фиг. 223, а) предназначены для нарезания внутренней резьбы от $2''$ до $5''$ на муфтах к трубам как с конической, так и с цилиндрической резьбой. Режущим инструментом являются плоские плашки, перемещающиеся во время нарезания резьбы в направлении образующей конуса. Патрон предназначен для нарезания резьбы, у которой ось во время обработки расположена горизонтально. Патрон в основном состоит из следующих деталей:

1) шпинделя 7 с установленной на нем головкой; во время нарезания резьбы шпиндель имеет поступательное движение вдоль оси; на нем устанавливается головка 14, в которую поставлены режущие плашки 16;

2) корпуса 2, который тесно связан с упорным кольцом 17 через шайбу 19 колонками 13; во время нарезания резьбы корпус осевого перемещения не имеет; колонки закрепляются сухарями 23;

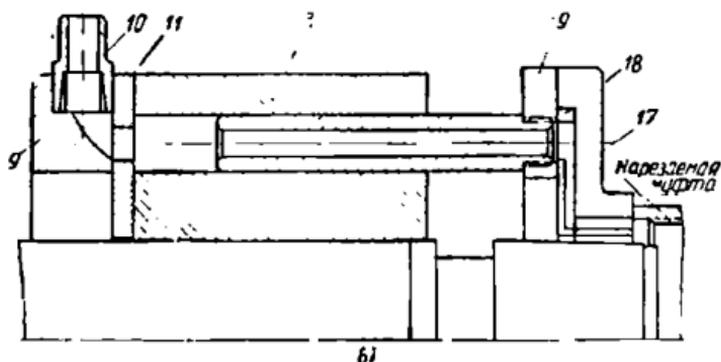
3) сердечника 24 и связанной с ним крестовины 15, который служит для образования конусности резьбы.

Патрон работает следующим образом. Шпиндель 7 патрона во время работы имеет вращательное и поступательное вдоль оси движение. Корпус патрона 2 и связанное с ним упорное кольцо 17 поступательного движения не имеют, так как упорное кольцо соприкасается с торцом изделия.



Фиг 223, а). Муфтонарезной патрон МН5П.

Плашки соединяются с крестовиной посредством Г-образного сцепления. Крестовина 15 посредством винта 20 соединена с сердечником 24, на котором установлены сухари 25—26, входящие в паз поперечного клина 1. Поперечный клин установлен в стакане 8 и имеет возможность передвигаться в этом стакане только перпендикулярно оси; он соединяется посредством вкладыша 3 с направляющей поперечного клина 12 таким образом, что может скользить по ней. Во время нарезания резьбы шпindel, головка, крестовина, сердечник и поперечный клин движутся поступательно, в то время как корпус с укрепленной на нем направляющей поперечного клина этого движения не имеет. В результате этого во время движения шпинделя поперечный клин 1 перемещается в направлении, перпендикулярном к оси. При перемещении поперечного клина сердечник 24



Фиг. 223, б). Муфтонарезной патрон МНЭП.

задерживается в своем движении сухарями 25 и 26 и тем самым посредством крестовины 15 заставляет плашки перемещаться в перпендикулярном к оси направлении, чем и создается конусность резьбы.

В корпусе патрона установлен ползун 29 с роликом 33. Этот ползун может перемещаться вдоль оси и закрепляется в требуемом положении винтом 30. В стакан 8 ввернут винт 5, посредством которого стакан оттягивается назад пружиной 4. Однако от движения назад стакан 8 удерживает сухарь 28, выступающий из тела стакана 8 и упирающийся в кольцо 6.

Во время работы шпindel движется вперед до тех пор, пока ролик 33 не нажмет на штифт 27, который, в свою очередь, нажмет на сухарь 28 и заставит его войти в тело стакана. Тогда стакан 8, ничем не удерживаемый, под действием пружины 4 быстро отойдет назад, потянет за собой поперечный клин сердечника и крестовину. В результате этого плашки выйдут из зацепления с резьбой. ◀

В рабочее положение патрон приводится тем, что корпус возвращается в исходное положение специальной вилкой, установленной на стакане.

Регулирование диаметра нарезаний резьбы производится винтом 20. При вращении винта 20 крестовина

перемещается и изменяет диаметр резьбы. От произвольного поворачивания винт 20 удерживается храповиком 21, имеющим выступы, входящие в соответствующие впадины в торце винта 20. Храповик 21 прижимается к винту 20 пружиной 22.

Регулирование длины резьбы достигается перемещением ползуна 29 винтом 30, головка которого входит в ползун 31, имеющий указатель. Против ползуна установлена линейка 32 с нанесенными на ней делениями, указывающими, в какое положение надо поставить ползун, чтобы нарезка была требуемой длины.

Охлаждающая жидкость в патроне (фиг. 223, б) поступает через кольцо 10 и через специальный патрубок. Во время работы патрон вращается, а кольцо 10 вращения не имеет.

Из кольца жидкость через специальные вырезы в кольце 9 и через отверстие в кольце 11 поступает по пустотелым колонкам 13, закрепленным в корпусе 7, через кольцо 19 и в специальную камеру кольца 18, зажатого между кольцом 19 и упорным кольцом 17. Затем из этой камеры жидкость по отверстиям поступает внутрь обрабатываемой муфты.

Патрон МН5П может нарезать резьбу как цилиндрическую, так и коническую до конусности $1/16$. Изменение конусности производится червяком 34, при вращении которого посредством пальца 35 направляющая поперечного клнна изменяет свой наклон к оси патрона и конусность изменяется. Для того чтобы получить нужную конусность, надо, чтобы

$$K = 2 \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2. \quad (258)$$

угол φ_1 для патрона МН5П равен 30° ,
 » φ_2 » » » » $14^\circ 30'$,
 тогда

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{K}{2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2},$$

или

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{K}{0,398626}.$$

С достаточной точностью можно считать, что

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{K}{0,4};$$

при конусности $1/16$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{16 \cdot 0,4} = 0,1563$$

или

$$\varphi = 8^\circ 53'.$$

при конусности $1/32$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{32 \cdot 0,4} = 0,0782$$

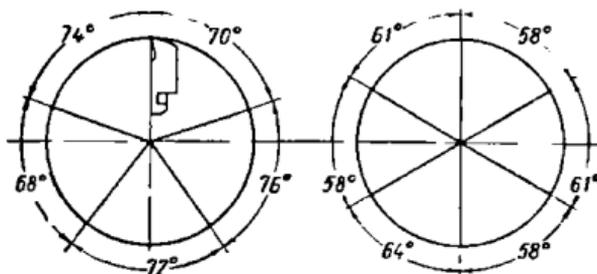
или

$$\varphi = 4^\circ 28'.$$

В этом патроне конусность можно регулировать с любой точностью в пределах от 0 до 1,16.

Конструктивно плашки похожи на применяемые в патроне 3ЛМ.

Пазы под плашки в патроне МН5П расположены таким образом, что плоскость со стороны передней поверхности расположена радиально (фиг. 224). Паза расположены неравномерно, т. е. углы между ними разные: угол больший чередуется с углом меньшим. Это сде-



Фиг. 224. Расположение пазов под плашки в патроне МН5П.

лано для того, чтобы плашки резали поочередно: одна одной стороной, а соседняя другой стороной профиля.

Расположение плашек аналогично патрону МН13К.

Расчет элементов профиля резьбы плашек и гребенок к патронам МН4К, МН13К, МН16К, 3М и МН5П

Поскольку плашка имеет большой передний угол, профиль ее резьбы отличается от профиля резьбы изделия. Передняя поверхность плашки или круглой гребенки всегда лежит в плоскости, пересекающей ось инструмента под некоторым углом λ (фиг. 225).

Угол λ определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \varphi \sin \gamma,$$

где γ — передний угол;

φ — угол наклона образующей.

Шаг винтовой поверхности конической резьбы при правой нарезке с левой стороны профиля определяется

$$S_1 = S_0 (1 - \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \varphi); \quad (199)$$

с правой стороны

$$S_2 = S_0 (1 + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \varphi). \quad (200)$$

Определим уравнение винтовых поверхностей боковых сторон резьбы, взяв за начало точку А. Координаты этой точки определяются следующим образом:

$$a = r \sin \gamma; \quad (259)$$

$$b = r \cos \gamma. \quad (260)$$

Уравнение винтовой поверхности правой резьбы будет иметь вид:
а) для левой стороны

$$z = \frac{S_1}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x + r \sin \gamma}{y + r \cos \gamma} - \frac{S_1 \gamma}{2\pi} +$$

$$+ \operatorname{tg} \beta \sqrt{(x + r \sin \gamma)^2 + (y + r \cos \gamma)^2} - r \operatorname{tg} \beta; \quad (261)$$

б) для правой стороны:

$$z = \frac{S_2}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x + r \sin \gamma}{y + r \cos \gamma} - \frac{S_2 \gamma}{2\pi} -$$

$$- \operatorname{tg} \beta \sqrt{(x + r \sin \gamma)^2 + (y + r \cos \gamma)^2} + r \operatorname{tg} \beta. \quad (262)$$

Теперь найдем линию пересечения этих поверхностей плоскостью, проходящей под углом λ к оси резьбы. Для этого найдем уравнение наших поверхностей относительно осей x_1, z_1 . Старые координаты определяются через новые следующим образом:

$$x = x_1 \cos \lambda - z_1 \sin \lambda; \quad (263)$$

$$z = x_1 \sin \lambda + z_1 \cos \lambda. \quad (264)$$

Подставляя эти координаты в уравнения поверхностей, получим:

для левой стороны

$$x \sin \lambda + z \cos \lambda =$$

$$= \frac{S_1}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x \cos \lambda - z \sin \lambda + r \sin \gamma}{y + z \cos \gamma} - \frac{S_1 \gamma}{2\pi} +$$

$$+ \operatorname{tg} \beta \sqrt{(x \cos \lambda - z \sin \lambda + r \sin \gamma)^2 + (y + r \cos \gamma)^2} - r \operatorname{tg} \beta; \quad (265)$$

для правой стороны

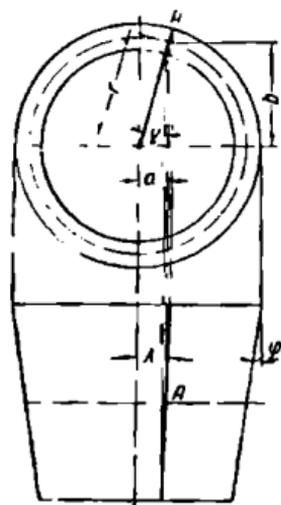
$$x \sin \lambda + z \cos \lambda = \frac{S_2}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{x \cos \lambda - z \sin \lambda + r \sin \gamma}{z + r \cos \gamma} - \frac{S_2 \gamma}{2\pi} -$$

$$- \operatorname{tg} \beta \sqrt{(x \cos \lambda - z \sin \lambda + r \sin \gamma)^2 + (y + r \cos \gamma)^2} - r \operatorname{tg} \beta. \quad (266)$$

Уравнение кривой найдется, если абсциссу x приравнять нулю. Тогда для левой стороны

$$z \cos \lambda = \frac{S_1}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{r \sin \gamma - z \sin \lambda}{y + r \cos \gamma} - \frac{S_1 \gamma}{2\pi} +$$

$$+ \operatorname{tg} \beta \sqrt{(r \sin \gamma - 2 \sin \lambda)^2 + (y + r \cos \gamma)^2} - r \operatorname{tg} \beta; \quad (267)$$



Фиг. 225. Расположение передней поверхности у плашек к патрону МН5П

для правой стороны

$$z \cos \lambda = \frac{S_2}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{r \sin \gamma - z \sin \lambda}{y + r \sin \gamma} - \frac{S_1 \gamma}{2\pi} - \\ - \operatorname{tg} \beta \sqrt{(r \sin \gamma - z \sin \lambda)^2 + (y + r \cos \gamma)^2} + r \operatorname{tg} \beta. \quad (268)$$

Для того чтобы определить угол профиля в плоскости передней поверхности, найдем первую производную от этих уравнений.

Имеем для левой стороны

$$\frac{dz}{dy} \cos \lambda = \frac{S_1}{2\pi} \frac{(y + r \cos \gamma)^2 \frac{dz}{dy} \sin \lambda + (r \sin \gamma - z \sin \lambda)^2}{\left[1 + \left(\frac{r \sin \gamma - r \sin \lambda}{y + r \cos \gamma}\right)^2\right] (y + r \cos \gamma)^2} + \\ + \frac{(y + r \cos \gamma) - (r \sin \gamma - z \sin \lambda) \frac{dz}{dy} \sin \lambda}{\sqrt{(r \sin \gamma - z \sin \lambda)^2 + (y + r \cos \gamma)^2}} \operatorname{tg} \beta; \quad (269)$$

для правой стороны

$$\frac{dz}{dy} \cos \lambda = - \frac{S_2}{2\pi} \frac{(y + r \cos \gamma) \frac{dz}{dy} \sin \lambda + (r \sin \gamma - z \sin \lambda)}{[(y + r \cos \gamma)^2 + (r \sin \gamma - z \sin \lambda)]^2} - \\ - \frac{(y + r \cos \gamma) - (r \sin \gamma - z \sin \lambda) \frac{dz}{dy} \sin \lambda}{\sqrt{(r \sin \gamma - z \sin \lambda)^2 + (y + z \cos \gamma)^2}} \operatorname{tg} \beta. \quad (270)$$

Угол профиля определим на среднем радиусе резьбы r . В этом случае z и y равны нулю.

Тогда первая производная будет равна тангенсу половины угла профиля β_1 на среднем диаметре:

а) для левой стороны

$$\operatorname{tg} \beta_1 \cos \lambda = \frac{S_1}{2\pi r} \cos^2 \gamma (\operatorname{tg} \beta_1 \cos \gamma \sin \lambda + 2 \sin \gamma) + \\ + (\cos \gamma - \operatorname{tg} \beta_1 \sin \gamma \sin \lambda) \operatorname{tg} \beta, \quad (271)$$

откуда

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\frac{S_1}{2\pi r} \cos^2 \gamma \sin \gamma + \cos \gamma \operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda + \frac{S_1}{2\pi r} \cos^2 \gamma \sin \gamma + \sin \gamma \sin \lambda \operatorname{tg} \beta}; \quad (272)$$

б) для правой стороны

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{-\frac{S_2}{2\pi r} \cos^2 \gamma \sin \gamma + \cos \gamma \operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda + \frac{S_2}{2\pi r} \cos^2 \gamma \sin \gamma - \sin \gamma \sin \lambda \operatorname{tg} \beta}. \quad (273)$$

Пример определения элементов профиля по передней поверхности. Пусть имеем резьбу $2 \frac{7}{8}$ " на муфте к бурильным трубам по ГОСТ 631-50. Средний диаметр в основной плоскости равен 71,139 мм. Тогда

$$r_{cp} = \frac{71,14}{2} = 35,57 \text{ мм};$$

Шаг $S_0 = 3,175$ мм; конусность $1/16$; половина угла профиля резьбы $\beta = 30^\circ$; передний угол 25° .

Имеем

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \varphi \sin \gamma = \frac{1}{32} \sin 25^\circ; \lambda = 45'24'';$$

$$S_1 = S_0 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) = 3,175 \left(1 - \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{32}\right) = 3,118;$$

$$S_2 = S_0 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) = 3,175 \left(1 + \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{32}\right) = 3,232.$$

Определяем углы профиля:

Для левой стороны

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\frac{S_1}{2\pi r_{cp}} \cos^2 \gamma \sin \gamma + \cos \gamma \operatorname{tg} \beta}{\cos \lambda + \frac{S_1}{2\pi r_{cp}} \cos \gamma \sin \lambda + \sin \gamma \sin \lambda \operatorname{tg} \beta} =$$

$$= \frac{\frac{3,118}{\pi \cdot 71,14} \cdot \cos^2 25^\circ \sin 25^\circ + \cos 25^\circ \operatorname{tg} 30^\circ}{\cos 45'24'' + \frac{3,118}{\pi \cdot 71,14} \cdot \cos^2 25^\circ \cdot \sin 45'24'' + \sin 25^\circ \sin 45'24'' \operatorname{tg} 30^\circ},$$

откуда $\beta_1 = 27^\circ 46'$.

Для правой стороны

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\cos 25^\circ \operatorname{tg} 30^\circ - \frac{3,232}{\pi \cdot 71,14} \cdot \cos^2 25^\circ \sin 25^\circ}{\cos 45'24'' + \frac{3,232}{\pi \cdot 71,14} \cos^2 25^\circ \sin 45'24'' - \sin 25^\circ \sin 45'24'' \operatorname{tg} 30^\circ},$$

откуда $\beta_2 = 27^\circ 28'$.

Имея углы по передней поверхности, всегда можно пересчитать их в любом сечении. Высота головки h'_1 и ножки h'_2 определяется по формулам $h'_1 = \frac{2h_1 \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}$ и $h'_2 = \frac{2h_2 \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}$.

Муфторасточные патроны

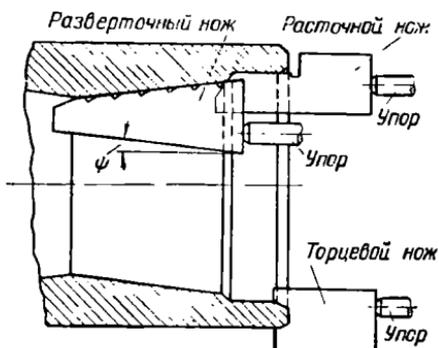
При массовом изготовлении муфт, предназначенных для соединения труб, применяемых в нефтяной промышленности, обработку отверстий под коническую резьбу производят на специальных муфторасточных станках типа 9182 — 9185. На эти станки устанавливают специальные муфторасточные патроны, которые одновременно

развертывают коническое отверстие под резьбу (фиг. 226), растачивают выточку впереди резьбы и снимают фаски.

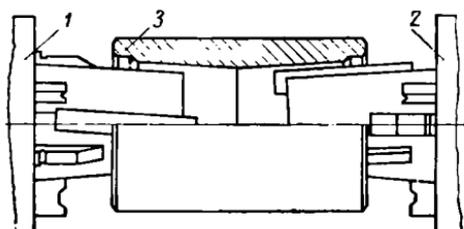
При расточке под резьбу необходимо соблюдать строгое совпадение осей обоих конических поверхностей, которые при нарезании резьбы являются направляющими; следовательно, от качества расточки зависит соосность резьбы на обоих концах муфты при последующем нарезании резьбы.

На станке 9184 и его модификациях неподвижная муфта обрабатывается одновременно с обеих сторон. Такой метод обработки не обеспечивает совпадение осей конических поверхностей, и поэтому в новых станках 9182 и 9183 муфта вращается, что полностью обеспечивает совпадение осей расточки обоих концов.

На станке 9185 одновременно обрабатывается только один конец муфты, после обработки которого муфта поворачивается на 180° и начинается обработка другого конца. Такая обработка хуже, чем обработка на станках 9182 и 9183, но принята потому, что



Фиг. 226. Работа муфторасточного патрона.



Фиг. 227. Муфторасточные патроны к станку 9182 и 9183;

1 — левый патрон; 2 — правый патрон; 3 — изделие.

изготовить механизм, вращающий муфты больших диаметров, сложно.

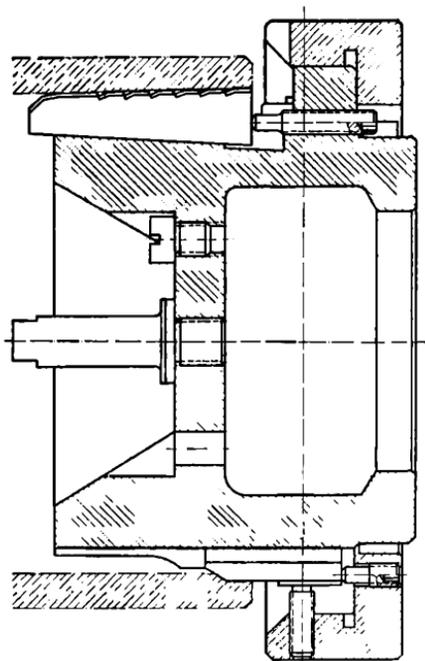
Патроны бывают следующих видов:

1. Патроны для растачивания муфт под резьбу диаметром от $1\frac{1}{2}''$ до $4\frac{1}{2}''$ (фиг. 227) предназначены для установки на станках 9182, имеют цилиндрический хвост, которым закрепляются на станке. Два таких патрона растачивают муфту под резьбу одновременно с обеих сторон.

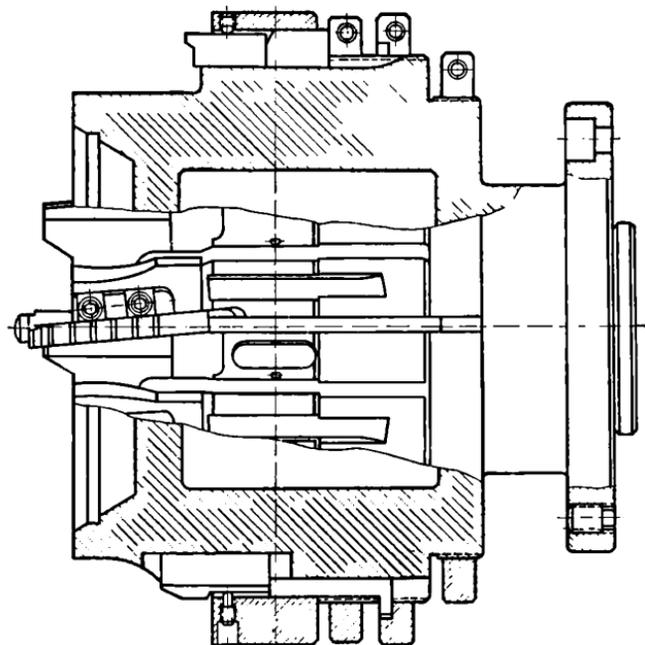
2. Патроны для растачивания отверстия под резьбу диаметром от $4''$ до $8\frac{5}{8}''$ предназначены для установки на станке 9183 и им подобных; крепление в станке и работа патронов такие же, что и на станке 9182.

3. Патроны для растачивания отверстий под резьбу диаметром от $4''$ до $13\frac{3}{4}''$ предназначены для работы на станке 9184, на котором устанавливаются горизонтально и крепятся на фланце (фиг. 228).

4. Патроны для растачивания отверстия под резьбу диаметром от $7\frac{5}{8}''$ до $16\frac{3}{4}''$ предназначены для установки на станке 9185, на котором крепятся тоже на фланце (фиг. 229).



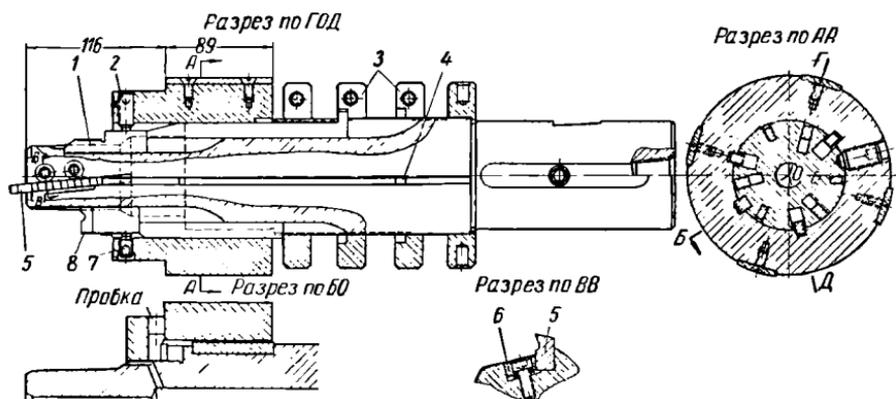
Фиг. 228. Муфторасточные патроны к станку 9184.



Фиг. 229. Муфторасточные патроны к станку 9185.

Конструкция патронов к станкам 9182 и 9183 (фиг. 230). Патроны имеют три основных режущих элемента:

1. Разверточные ножи, предназначенные для развертывания отверстия под резьбу, установленные в наклонных пазах под углом к оси 5° . Наклонные пазы имеют уклон $10^\circ 30'$. Вследствие наличия уклона ножи 5 можно регулировать по диаметру передвижением их вдоль оси. Ножи закрепляются сухарями 6; задним торцом они соприкасаются с упорами 4, которые, в свою очередь, упираются в регулировочное кольцо 3. При повороте кольца ножи перемещаются в осевом направлении, чем и достигается регулирование их по диаметру развертывания.



Фиг. 230. Конструкция патрона к станкам 9182 и 9183.

2. Расточные ножи 1 предназначены для растачивания выемок впереди резьбы. Они установлены в пазах, дно которых параллельно оси, и могут регулироваться только в осевом направлении тем же способом, что и разверточные ножи, регулировочным кольцом 3. Ножи закрепляются винтами 2.

3. Торцевые ножи 8 предназначены для снятия внутренних и наружных фасок на торце муфты и установлены в пазах, дно которых параллельно оси. Ножи закрепляются винтом 7 или сухарем. Регулирование на размер такое же, как и расточных ножей.

Так как на станках 9182 и 9183 вращается муфта, а патроны расположены торцами друг к другу, то один из этих патронов имеет правое резание, а другой — левое.

Конструкция патронов к станку 9184 (фиг. 228) несколько отличается от описанных выше. Ножи регулируются винтами, упирающимися в задний торец ножей, в результате чего каждый нож можно регулировать на размер независимо от других. Установка ножей на размер производится по эталону. Патроны растачивают одновременно оба конца муфты.

Поскольку на станке 9184 вращается не муфта, а патроны, то последние имеют только правое вращение.

Патроны к станку 9185 устанавливаются на фланец. Регулирование ножей такое же, как и у патронов к станкам 9182 и 9183. Они обрабатывают муфту только с одной стороны; муфта не вращается.

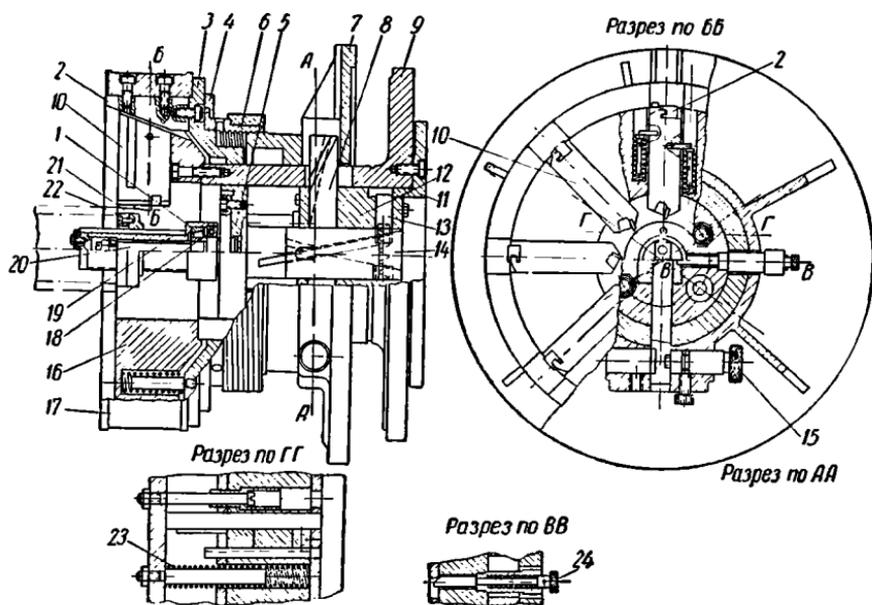
5. ТРУБОНАРЕЗНЫЕ ПАТРОНЫ ДЛЯ КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ

Для нарезания конической резьбы на трубах применяются трубонарезные патроны, устанавливаемые на специальных станках. Во время нарезания резьбы патроны вращаются, а труба вращения не имеет. Имеются две основных конструкции трубонарезных патронов:

- а) с плоскими плашками;
- б) с круглыми гребенками.

Патроны с плоскими плашками ТНГ1 ÷ ТНГ4

Патрон прикрепляется фланцем (фиг. 231) к шпинделю станка и он состоит из следующих основных деталей: шпинделя 9, на котором

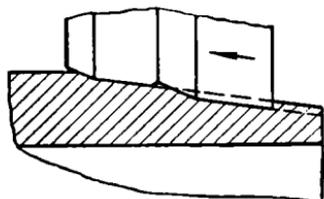


Фиг. 231. Трубонарезной патрон с плоскими плашками ТНГ1—ТНГ4.

установлена планшайба 16. В пазы планшайбы вставляются плашкодержатели с плашками и ножами для проточки под резьбу (фиг. 232); кольца 17 (фиг. 231), в которое вставлены клинья 2, сцепленные Г-образным соединением с плашкодержателями 10; упора 19, установленного на диске 5, с которым соединен механизм образования конусности и выключения патрона; корпуса 7, связанного с кольцом 17 посредством разьбового кольца 6 и диска 3.

Во время нарезания резьбы патрон имеет поступательное и вращательное движение, а труба остается неподвижной. Патрон не только нарезает резьбу, но и протачивает конец трубы под резьбу.

Конусность образуется следующим образом. Во время нарезания резьбы упорное кольцо 22 имеет постоянное соприкосновение с торцом трубы, в результате чего упор 19 не имеет ни поступательного, ни вращательного движения, так как поставлен на упорный 18 и роликовые 20 и 1 подшипники. Не имеет также поступательного движения диск 5, представляющий одно целое с продольным клином, имеющим наклонный выступ, входящий в наклонный паз поперечного клина 8. При поступательном движении патрона



Фиг. 232. Установка плашек и ножа в патрон ТНГ1—ТНГ4.

поперечный клин тоже двигается, а продольный клин своим наклонным выступом заставляет его перемещаться и в радиальном направлении. Поперечный клин имеет паз, в который входит конец винта 15. Он жестко связан с корпусом 7, который, в свою очередь, посредством кольца 6 и диска 3 связан с кольцом 17, на котором установлены наклонные клинья 2, сцепленные Г-образными выступами с плашкодержателями. При радиальном перемещении поперечного клина корпус

патрона перемещается на шпинделе и заставляет перемещаться также связанные с ним клинья 2, в результате чего плашкодержатели перемещаются в радиальном направлении, чем и создается конусность резьбы.

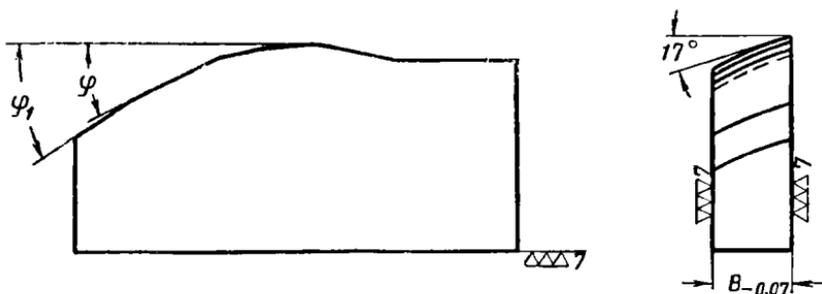
Патрон может нарезать резьбу с конусностью $1/16$ и $1/32$, для чего на поперечном клине имеется два наклонных паза.

Раскрытие патрона, т. е. вывод плашек из зацепления с резьбой, совершается следующим образом: диск 5 во время нарезания резьбы не имеет поступательного движения, в то время как второй продольный клин 14 совершает поступательное движение вместе со шпинделем патрона. В конце нарезания резьбы продольный клин 14 упирается в диск 5, прекращает поступательное движение и заставляет упор 13 переместиться в радиальном направлении. Как только этот упор выйдет из шайбы 11, барабан 12 под действием пружины 23 быстро отойдет назад, потянет за собой поперечный клин, который, в свою очередь, потянет назад корпус и связанное с ним кольцо 17 к наклонным клиньям 2, которые заставят плашки, установленные на плашкодержателе 10, выйти из зацепления с резьбой изделия.

Закрывание патрона производится движением корпуса вперед посредством механизма, имеющегося на станке. Для того чтобы выключить патрон в любом положении, имеется кнопка 24, при нажатии которой продольный клин уходит назад и заставляет упор 13 выйти из шайбы 11.

Регулирование длины нарезаемой резьбы производится перемещением упорного кольца 21 по упору 19.

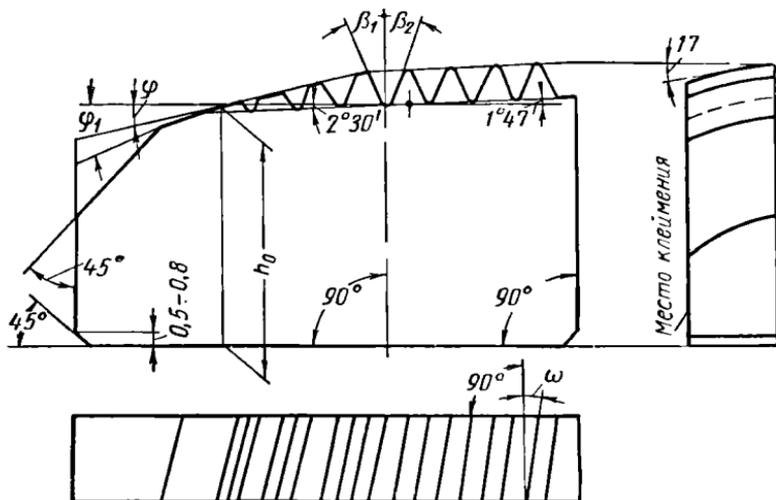
Диаметр резьбы изменяется поворачиванием резьбового кольца 6, которое резьбовой частью соединяется с корпусом патрона, а с наклонными клиньями 2 — планшайбой 3 и кольцом 4.



Фиг. 233. Ножи для проточки под резьбу к патронам ТНГ1—ТНГ4.

Для проточки под резьбу и нарезания резьбы в плашкодержатели устанавливают ножи и рядом с ними плашки (фиг. 232). Ножи и плашки закрепляются специальными сухарями.

Режущая кромка ножей для проточки под резьбу (фиг. 233) состоит из двух участков: первого — наклоненного к оси патрона



Фиг. 234. Плашки резьбонарезные к патронам ТНГ1—ТНГ4.

под углом $\varphi = 26^\circ$, второго — наклоненного под углом $\varphi_1 = 35^\circ$.

Задняя поверхность наклонена к плоскости, перпендикулярной к передней поверхности, под углом 17° . Так как передняя поверхность наклонена к радиусу патрона, проходящему через вершину резца под углом 15° , то передний угол равен 15° , а задний 2° .

Такая форма режущей кромки обеспечивает наиболее благоприятные условия для обточки под резьбу. Первоначально работает

участок, наклоненный под углом φ_1 (фиг. 233), затем входит в работу участок под углом φ .

Конструкция и геометрия плашек дана на фиг. 234: передний и задний углы те же, что и у ножей. Основная режущая кромка состоит из нескольких участков: участка, наклоненного к оси патрона под углом 45° , и двух участков, наклоненных под углами φ_1 и φ . Основной режущей кромкой является участок, наклоненный под углом φ . Участок, наклоненный под углом 45° , фактически не является режущим и сделан как предохранительный, на случай поломок идущего впереди плашки ножа.

Углы профиля резьбы определяются следующим образом:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\operatorname{tg} \beta \sqrt{D_{cp}^2 - D^2 \sin^2 \gamma}}{D_{cp}} + \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{2D \sin \gamma}{D_{cp}^2}; \quad (274)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\operatorname{tg} \beta \sqrt{D_{cp}^2 - D^2 \sin^2 \gamma}}{D_{cp}} - \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{2D \sin \gamma}{D_{cp}^2}. \quad (275)$$

Высота головки резьбы h'_1 и ножки h'_2 определяется из формул:

$$h'_1 = h_2 \frac{2 \operatorname{ctg} \beta (\operatorname{ctg} \beta_2 + \operatorname{tg} \varphi) (\operatorname{ctg} \beta_1 - \operatorname{tg} \varphi)}{(\operatorname{ctg}^2 \beta - \operatorname{tg}^2 \varphi) (\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2)}; \quad (276)$$

$$h'_2 = h_1 \frac{2 \operatorname{ctg} \beta (\operatorname{ctg} \beta_2 + \operatorname{tg} \varphi) (\operatorname{ctg} \beta_1 - \operatorname{tg} \varphi)}{(\operatorname{ctg}^2 \beta - \operatorname{tg}^2 \varphi) (\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2)}. \quad (277)$$

где h_1 — высота головки резьбы изделия в мм;

h_2 — высота ножки резьбы изделия в мм;

β — угол профиля резьбы изделия;

D — наружный диаметр резьбы на основной окружности;

D_{cp} — средний диаметр резьбы на основной окружности.

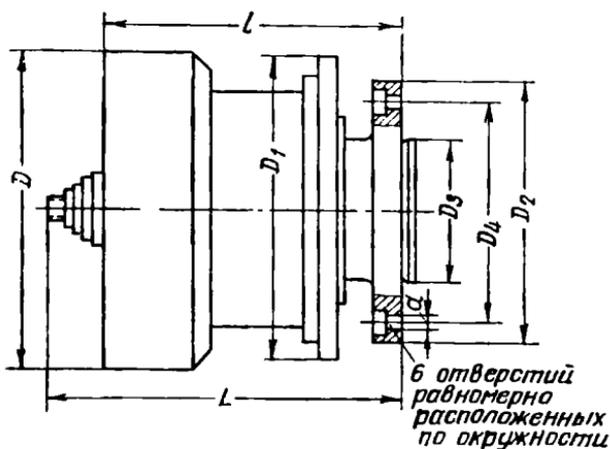
Назначение патронов с плоскими плашками дано в табл. 58.

Таблица 58

Обозначение патрона	Размеры наружной резьбы в дюймах	Конусность
ТНГ1	$1\frac{1}{2}'' - 4''$	$\frac{1}{82}$ и $\frac{1}{16}$
ТНГ2	$4\frac{1}{2}'' - 7\frac{5}{8}''$	$\frac{1}{82}$ и $\frac{1}{16}$
ТНГ3	$7\frac{5}{8}'' - 10\frac{3}{4}''$	$\frac{1}{16}$
ТНГ4	$10\frac{3}{4}'' - 13''$	$\frac{1}{16}$

Патроны с круглыми режущими гребенками для нарезания резьбы на трубах

Для нарезания резьбы на тех же станках, на которых применяются патроны ТНГ1, ТНГ2, ТНГ3 и ТНГ4, предназначены также



Фиг. 235. Трубнонарезные патроны с круглыми гребенками ТН4К—ТН16К.

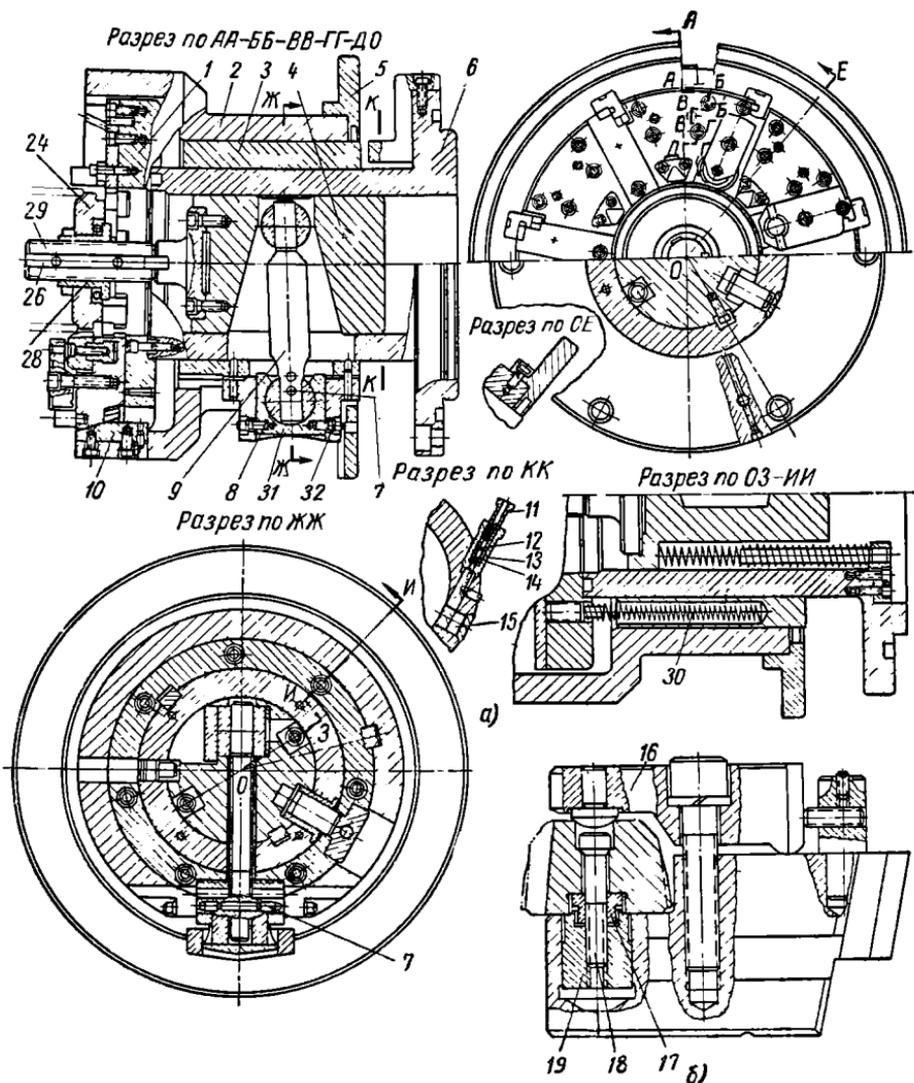
более совершенные по конструкции патроны с круглыми гребенками (фиг. 235)¹.

Размеры патронов даны в табл. 59.

Таблица 59

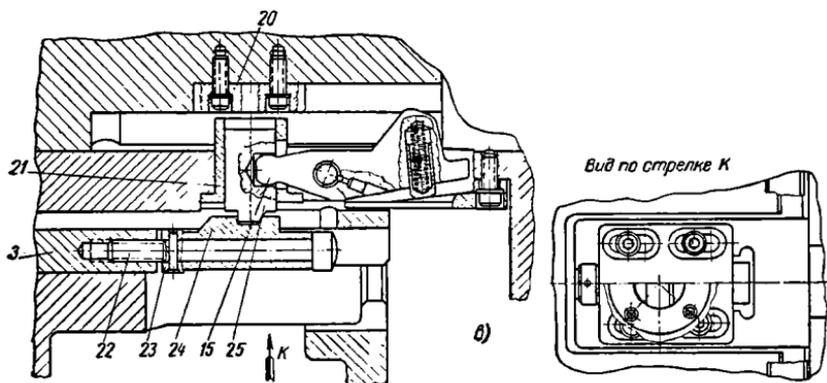
Типы патронов	Для каких резьб по ГОСТ 631-50, 632-50, 633-50 предназначаются	Габаритные размеры в мм								Для каких станков предназначаются
		D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	d	L _{max}	l _{max}	
ТН4К	1 1/2" — 4 3/4"	484	435	368	203,2	311	21	580	450	9143; 9B143
ТН4КЛ	2 7/8" — 4 1/2"	484	435	368	203,2	311	21	580	450	9143 лев.
ТН6К	4 1/2" — 6 5/8"	530	520	458	292,1	406,5	26	600	495	9124, 9143, 9B143, 9145, 9B145
ТН6КЛ	4 1/2" — 6 5/8"	530	520	458	292,1	406,5	26	600	495	9143 лев., 9B143, 9B145
ТН8КМ	6 3/4" — 8 3/8"	580	520	458	292,1	406,5	26	685	545	9124, 9143, 9B143, 9145, 9B145
ТН8К	6 3/4" — 8 3/8"	580	630	565	400	508	26	685	545	9124, 9145, 9B145
ТНВК	9 5/8" — 13 3/4"	718	630	565	400	508	26	725	580	9124, 9145, 9B145
ТН16К	12 3/4" — 16 3/4"	795	675	565	400	508	26	750	600	9145, 9B145

¹ Подробно см. «Трубнонарезные патроны», Руководство по эксплуатации ЦБТИ МСС, 1950.



Фиг 236. Конструкция трубонарезных патронов с круглыми гребенками.

Патрон в основном состоит из следующих деталей (фиг. 236, а): Шпинделя 6, фланцем которого патрон соединяется со шпинделем станка. К переднему торцу шпинделя прикреплена планшайба 1 с пазами под кулачки. Гильзы 3 с установленным на ней подшипником, в который входит конец рычага 9, служащего для образова-



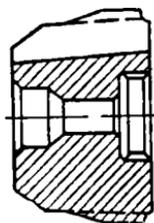
Фиг. 236.

ния конусности резьбы; сердечника 4, на котором установлен механизм регулирования длины нарезаемой резьбы; корпуса 2 с закрепленным на нем кольцом 5. На этом кольце установлены наклонные клинья 10.

Эти патроны так же, как и ТНГ1, одновременно протачивают конец трубы под резьбу и нарезают ее. Обе обработки совершаются круглыми фасонными гребенками, у которых передняя часть (фиг. 237) служит для протачивания, а задняя — для нарезания резьбы.

Конусность в этих патронах создается рычажным механизмом и клиновой парой. Режущие гребенки установлены на кулачках (фиг. 236, б), которые имеют наклонные Г-образные выступы, входящие в соответствующие наклонные впадины на клиньях 10 (фиг. 236, а). При движении клиньев в осевом направлении кулачки меняют свое положение относительно оси. Кольцо 5, на котором установлены клинья 10, соединено с корпусом 2. Во время нарезания резьбы сердечник 4 не имеет осевого перемещения, в то время как шпиндель 6 и планшайба 1, с ним связанная, в которой в специальных пазах установлены кулачки, совершают поступательное движение. В сердечнике закреплен один конец рычага 9 таким образом, что он может поворачиваться вокруг оси подшипника и перемещаться в подшипнике перпендикулярно его оси.

Другой конец рычага закреплен в подшипнике 8, установленном в гильзе 3. В этом подшипнике рычаг может вращаться только вокруг оси, перпендикулярной к оси рычага. В рычаге имеются два



Фиг. 237.
Гребенки к трубонарезным патронам.

отверстия: одно, предназначенное для нарезания резьбы с конусностью $1/16$, а другое — для нарезания резьбы с конусностью $1/32$. В одно из этих отверстий вставляется штифт 7, концы которого закрепляются в корпусе патрона. Во время нарезания резьбы гильза совершает такое же движение, как и шпиндель патрона. Таким образом, во время нарезания резьбы один конец рычага остается неподвижным, другой перемещается в осевом направлении. В результате этого рычаг поворачивается и заставляет корпус патрона 2 штифтом 7 задерживаться в своем движении в осевом направлении. Вместе с корпусом отстают в движении от кулачков и клинья 10, в результате чего кулачки расходятся и тем самым нарезают коническую резьбу.

Раскрытие патрона (фиг. 236, в) совершается следующим образом. В паз ползуна 24, закрепленного на гильзе 3, входит конец фиксатора 25, помещенного во втулке 21, закрепленной в шпинделе патрона. В боковой паз фиксатора, в свою очередь, входит конец кулачка 15, который пружиной прижимает фиксатор к гильзе и не дает ему выйти из паза ползуна 24.

На сердечнике установлен сухарь 20. Во время работы патрона сердечник осевого перемещения не имеет, а шпиндель имеет осевое поступательное перемещение. Как только выступ на кулачке 15 дойдет до сухаря 20, последний нажмет на кулачок и заставит фиксатор 25 выйти из паза в ползуне 24. Тогда под действием пружин 30 (фиг. 236, а) гильза 3 быстро отойдет назад и потянет за собой конец рычага 9. Рычаг, в свою очередь, посредством штифта 7 потянет назад корпус 2 и связанные с ним наклонные клинья 10. В результате этого кулачки разойдутся, и патрон раскроется.

Патрон можно также раскрыть в любом положении посредством выключателя 14 со скошенным концом, который заложен во втулку 12 и имеет на конце кнопку 11. Выключатель оттягивается пружиной 13. При ударе по кнопке выключатель нажимает на кулачок 15, поворачивает его и заставляет фиксатор 25 выйти из паза ползуна 24.

Регулирование диаметра наружной резьбы совершается (фиг. 236, в) вращением винта 22, проходящего через ползун 25. На винт 22 надето кольцо 23, имеющее резьбу на цилиндрической поверхности. При вращении винта 22 гильза 3 перемещается относительно шпинделя 6. Вместе с ней перемещается подшипник 8, в который входит конец рычага 9. При перемещении конца рычага перемещается корпус 2 и связанные с ним клинья 10, чем и достигается изменение диаметра нарезки.

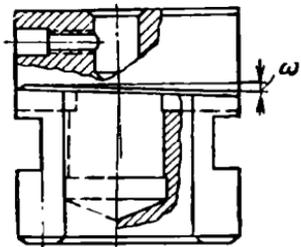
Изменение конусности резьбы в патронах ТН4К, ТН6К, ТН8КМ и ТН8К производится перестановкой штифта 7 (фиг. 236, а). Отверстие, расположенное ближе к оси патрона, предназначено для конусности $1/16$, а второе для конусности $1/32$. В патронах ТН13К и ТН16К отверстий на конусность $1/32$ не имеется, так как резьба с такой конусностью этими патронами не нарезается.

Регулирование конусности в небольших пределах производится перемещением в радиальном направлении стакана 31, в котором

заложен подшипник 8, при помощи винтов 32; винты установлены в вышеупомянутых пазах.

Длина нарезаемой резьбы изменяется перемещением втулки 28 по регулировочному винту 29, прикрепленному к сердечнику 4 (фиг. 236, а). На втулку 28 надето сменное упорное кольцо, находящееся во время нарезания резьбы в постоянном соприкосновении с нарезаемой трубой. Положение втулки фиксируется шпонкой 26. При поворачивании втулки шпонка вынимается, и после того как эта втулка установлена по специальной шкале в нужное положение, шпонка снова вставляется в паз винта и в соответствующий паз втулки. Таких пазов на втулке имеется несколько.

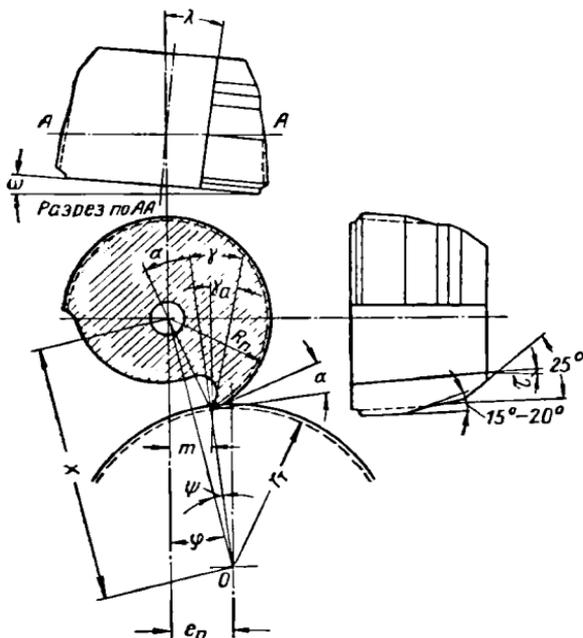
Кулачки закладываются в Т-образный паз планшайбы и имеют соответствующую форму (фиг. 238). В кулачке имеется отверстие, в которое вставляется втулка 19 (фиг. 236, б). Она не может поворачиваться в отверстии, но ее осевому перемещению ничто не препятствует.



Фиг. 238. Кулачки к патронам ТН4К—ТН16К.

На втулку посредством звездочки 17 насаживается режущая гребенка, закрепляемая винтом 18.

Гребенка вместе со втулкой закрепляется на кулачке прихватом 16 (фиг. 236, б). Звездочка, на которой установлена гребенка, на части, входящей в гребенку, имеет 27 зубьев, а в части, входящей во втулку, 26. Это дает возможность при перестановке звездочки во втулке на один зуб в одну сторону, а гребенки на звез-



Фиг. 239. Гребенки к патронам ТН4К—ТН16К.

дочку на один зуб — в другую, повернуть гребенку на $1/702$ оборота или в линейном измерении на 0,25 мм. Опорная плоскость и задний торец гребенки наклонены к оси патрона под углом подъема резьбы.

Геометрия гребенок приведена на фиг. 239. Часть гребенок, предназначенная для проточки под резьбу, имеет

заборный конус под углом 25° , затем гладкую коническую часть с углом наклона образующей, соответствующей углу наклона образующей резьбы. Затем идет участок с резьбой, имеющей тоже свой заборный конус под углом $15\text{--}20^\circ$. Профиль резьбы, так же как и у муфтовых гребенок, необходимо пересчитывать в зависимости от переднего и заднего угла.

Передний угол гребенок $\gamma = 20 \div 25^\circ$; задний угол $\alpha = 1^\circ 30' \div 2^\circ 30'$ и $\lambda = 1 \div 2^\circ$.

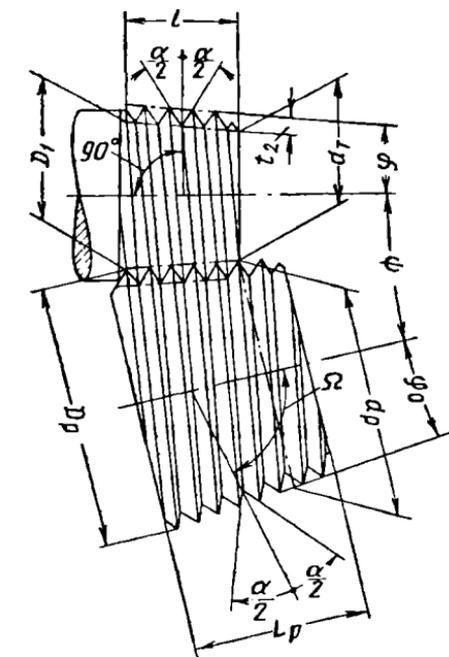
С изменением величины переднего угла изменяется профиль резьбы гребенки. Поэтому необходимо при перетачивании гребенок строго выдерживать тот передний угол, на который рассчитана резьба гребенок.

Ролики для накатывания конической резьбы

Накатывание конической резьбы плоскими плашками производить нельзя. Накатывать такую резьбу можно только роликами.

Существуют два метода накатки: 1) оси роликов параллельны оси изделия и 2) оси роликов наклонны к оси изделия.

При первом методе накатывание происходит с большим напряжением, так как диаметры резьбы изменяются и наибольшему диаметру изделия соответствует наименьший диаметр ролика, и наоборот. Это приводит к тому, что, помимо обжатия металла, витки ролика проскальзывают по изделию, чем создаются дополнительные условия для повышенного износа роликов во время работы. Поэтому такой метод накатки применяется только при изготовлении резьбы с небольшой конусностью малых диаметров, и главным образом на изделиях из мягких металлов. Расчет ролика в этом случае ведется так же, как и для цилиндрической резьбы, причем желательно делать ролики возможно большего диаметра.



Фиг. 240. Схема накатки конической резьбы.

Во втором методу ролик конструируется таким образом, чтобы окружные скорости на ролике и на изделии были одинаковы. Для этого необходимо, чтобы наибольшему диаметру изделия соответствовал наибольший диаметр ролика (фиг. 240), в результате чего ось ролика должна располагаться под углом к оси изделия.

Диаметр ролика рассчитывается следующим образом:

$$D_p = \left(D + \frac{h}{2} \right) i,$$

где h — высота резьбы;

i — число заходов ролика, которое выбирается в зависимости от конструкции станка; для того чтобы уменьшить угол ψ , желательнее i брать возможно меньшим (3—5).

Угол φ_0 наклона образующей ролика к его оси определяется по формуле

$$\sin \varphi_0 = \frac{D}{D_1} \sin \varphi,$$

где D — наибольший диаметр ролика в мм;

D_1 — наибольший внутренний диаметр резьбы изделия в мм;

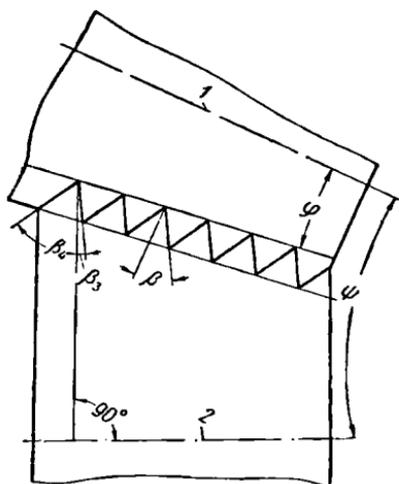
отсюда угол

$$\psi = \varphi + \varphi_0.$$

Все остальные элементы ролика определяются так же, как и у роликов для цилиндрической резьбы, за исключением угла профиля, который на ролике будет иметь несимметричную форму. Углы профиля определяются (фиг. 241):

а) с левой стороны $\beta_3 = \beta - \psi$;

б) с правой стороны $\beta_4 = \beta + \psi$; β — половина угла профиля резьбы изделия.



Фиг. 241. Форма резьбы на накатном ролике для конической резьбы: 1 — ось изделия; 2 — ось ролика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г. А., Аршинов В. А., Смольников Е. А. Расчет и конструирование режущего инструмента, Машгиз, 1950.
2. Басс И. З., Теория накатывания резьбы двумя роликами, «Вестник машиностроения» № 3, 1949.
3. Басов М. И., Головки с круглыми плашками, Дом техники, 1939.
4. Басов М. И., Высокпроизводительные способы изготовления резьбы, Машгиз, 1949.
5. Басс И. З., Накатывание резьбы и новая геометрия накатного инструмента, Машгиз, 1949.
6. Будников Н. Е., Соболев А. В., Тангенциальные плашки сварной конструкции, «Станки и инструмент» № 3, 1949.
7. Булыгин К. А., Нарезание резьбы за один проход, Машгиз, 1952.
8. Валуйев Г. В., Реверсивная головка для нарезания внутренних резьб, «Станки и инструмент» № 2, 1952.
9. Васильев Д. Т., Центрирующая резьбонарезная головка, Машгиз, 1946.

10. ВНИИ, Нормали режущего инструмента, вып. III—IV, Машгиз, 1952.
11. ВНИИ, Резьбонакатное приспособление, «Новости иностранной техники» № 7, 1946.
12. Головин С. М., Накатка резьбы на полых изделиях, Машгиз, 1940.
13. Губин М. С., Резьбонакатная головка, «Станки и инструмент» № 7, 1950.
14. Губин А. П., Накатывание резьбы роликами, Машгиз, 1947.
15. Зак А. Ш., Высокопроизводительный метчик для нарезания резьбы в нержавеющей стали, «Станки и инструмент» № 10, 1949.
16. Захарович А. А., Резьбофрезерование и резьбофрезерные станки, Оборонгиз, 1940.
17. Зорич И. К., Накатывание резьбы плоскими плашками, Машгиз, 1941.
18. Карцев С. П., Инструкция по эксплуатации режущего инструмента. Круглые плашки, ВНИИ, 1944.
19. Карпов М. Я., Скоростное нарезание резьбы по методу токарей Дикова и Чикарева, ЦБТИ МСС, 1951.
20. Комаров Г. Ф., Добычин К. В., Нарезка, доводка и шлифовка резьбы на метчиках, Машгиз, 1943.
21. Лебедев В. А., Круглая плашка и плашкодержатель конструкции т. Рыженко, Харьковский дом техники, 1940.
22. Левницкий М. Я., Основы резьбофрезерования, Машгиз, 1950.
23. Левницкий М. Я., Анализ работы и профилирование резьбовых фрез, «Станки и инструмент» № 5, 1950.
24. Левницкий М. Я., Резьбофрезерование, Машгиз, 1950.
25. Левин Б. Г., Реутов И. М., Изготовление точных метчиков без резьбошлифования в сборнике «Новые работы в области резания металлов», Машгиз, 1951.
26. Либерман А. И., Трубнонарезные патроны, Руководство по эксплуатации, ЦБТИ МСС, 1950.
27. Либерман А. И., Заточивание круглых плашек к трубнонарезным и муфтонарезным патронам, ЦБТИ МСС, 1950.
28. Либерман А. И., Муфтонарезные патроны, Руководство по эксплуатации, ЦБТИ МСС, 1950.
29. Лукашевич Г. Е., Головка для нарезания внутренней резьбы ВНИИ, «Новости инструментальной техники» № 4, ЦБТИ МСС, 1947.
30. «Механическая обработка металлов», Опыт уральских заводов, Машгиз, 1952.
31. Писаревский М. И., Новое в области накатывания резьбы, В книге «Прогрессивная технология машиностроения», т. I., МОНИТОМАШ, Машгиз, 1951.
32. Пушкарев Я. Н., Морозов Н. Д., Скоростное нарезание трапециoidalных резьб на легированных высокопрочных сталях, Оборонгиз, 1951.
33. Работин А. Н., Нарезание резьбы, Б-ка рабочего-станочника, Машгиз, 1952.
34. Ратушев Г. С., Севастьянов, Сборная резьбовая фреза, «Станки и инструмент» № 3, 1948.
35. Романов И. М., Нарезание резьбы метчиками в легких сплавах, Оборонгиз, 1940.
36. Семенченко И. И., Режущий инструмент, т. II. Машгиз, 1938.
37. Соколовский И. А., Режущий инструмент для приборостроения, Машгиз, 1954.
38. Фельдштейн Э. И., Рациональная эксплуатация режущего инструмента, Метчики, Машгиз, 1947.
39. Фрумин Ю. Л., Расчет крутящего момента при нарезании резьбы метчиками и плашками, «Станки и инструмент» № 9, 1951.
40. Фрумин Ю. Л., Приближенный метод расчета метчиков, «Станки и инструмент» № 10, 1952.

41. Фрумин Ю. Л., Упрощенный способ определения угла заборной части метчиков, «Станки и инструмент» № 8, 1948.
 42. Фрумин Ю. Л., Некоторые вопросы геометрии резьбоинструментов, «Станки и инструмент» № 2, 1954.
 43. Фрумин Ю. Л., Коническая резьба, Машгиз, 1948.
 44. ЦБТИ МСС, Скоростное фрезерование резьбы (руководящие материалы), 1951.
 45. Шнейдерман И. Я., Резьбовой резец с механическим креплением, «Станки и инструмент» № 2, 1953.
 46. Шифрин А. М. Скоростное нарезание резьбы червяков, в сборнике «Новые работы в области резания металлов», Машгиз, 1951.
 47. Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 7. Машгиз, 1948.
 48. Данилевский И. И., Марков М. Г., Изготовление резьбового инструмента через шаг, Машгиз, 1954.
-

СПИСОК ДЕЙСТВУЮЩИХ СТАНДАРТОВ НА РЕЗЬБУ

Цилиндрические резьбы

1. Метрическая основная $\varnothing 0,3-0,9$ мм	ГОСТ 3196-46
2. Метрическая основная $\varnothing 1-5$ мм	ОСТ НКТП 94
3. Метрическая основная $\varnothing 6$ до 68 мм	ОСТ НКТП 32
4. Метрическая основная $\varnothing 72$ до 600 мм	ОСТ НКТП 193
5. Мелкометрическая 1-я $\varnothing 1$ до 400 мм	ОСТ НКТП 271
6. Мелкометрическая 2-я $\varnothing 6$ до 300 мм	ОСТ НКТП 272
7. Мелкометрическая 3-я $\varnothing 8$ до 200 мм	ОСТ НКТП 4120
8. Мелкометрическая 4-я $\varnothing 9$ до 150 мм	НKM ОСТ 4121
9. Мелкометрическая 5-я $\varnothing 42$ до 125 мм	НKM ОСТ 4122
10. Резьба дюймовая от $\frac{3}{16}$ " до 4"	НKM ОСТ 1260
11. Резьба трубная	НКТП ГОСТ 6357-52
12. Резьба на трубах обсадных и колонковых для геологораз- ведочного бурения	ГОСТ 6238-52
13. Резьба трапецидальная однозаходная нормальная	ОСТ 2410
14. Резьба трапецидальная однозаходная мелкая	ОСТ 2411
15. Резьба трапецидальная однозаходная крупная	ОСТ 2409
16. Электроарматурная метрическая	ОСТ 4004
17. Резьба упорная однозаходная крупная	ОСТ ВКС 7739
18. Резьба упорная однозаходная нормальная	ОСТ ВКС 7740
19. Резьба упорная однозаходная мелкая	ОСТ ВКС 7741
20. Резьба для предохранительного стекла и осветительной аппаратуры	ОСТ 4039
21. Выход резьбы и проточки	ОСТ НКТП 1714-39

Допуски на цилиндрическую резьбу

1. На основную метрическую 0,3—0,9	
1-й класс	ГОСТ 3197-46
2-й класс	ГОСТ 3198-46

2. На основную метрическую $\varnothing 1-5$	
2-й класс	$\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}}$ 1254
3-й класс	$\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}}$ 1255
3. На основную метрическую резьбу от 1 до 68 по ОСТ 94 и 32 1-й класс	$\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}}$ 1250
4. На дюймовую резьбу	
2-й класс	$\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}}$ 1261
3-й класс	$\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}}$ 1262
5. На трапециoidalную резьбу	$\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВКС}}$ 7714

Резьба коническая

1. Коническая дюймовая с углом профиля 60°	ГОСТ 6111-52
2. Трубная коническая	ГОСТ 6211-52
3. Для бурильных труб с высаженными концами	ГОСТ 631-50
4. Для обсадных труб	ГОСТ 632-50
5. Для насосно-компрессорных труб	ГОСТ 633-50
6. Для бурильных замков	ГОСТ 5286-53
7. Вентили кислородного баллона (резьба $\varnothing 29$ мм, конусность 3/25)	ГОСТ 699-53
8. Вентили малолитражного баллона резьба $\varnothing 20$ мм, конусность 3/25	ГОСТ 1638-42
9. Масленки для консистентных смазок и масел (резьба М6 \times 1, конусность 1/16)	ГОСТ 1303-45

Стандарты на резьбовой режущий инструмент

Метчики

1. Ручные для метрической резьбы по ОСТ 94 и 32	ГОСТ 1602-43
2. Ручные для мелкометрической резьбы по ОСТ 271, 272, 4120, 4121, 4122 ОСТ/НКТП	20128-39
3. Ручные для дюймовой резьбы по ОСТ 1260	ГОСТ 1603-43
4. Ручные для трубной резьбы по ОСТ 266	ОСТ НКМ 4094
5. Гаечные для метрической резьбы по ОСТ 94, 32, 271, 272, 4120 и дюймовый по ОСТ 1260	ГОСТ 1604-54
6. Гаечные с изогнутым хвостовиком	ГОСТ 6951-54
7. Машинные для метрической резьбы	ГОСТ 3266-46
8. Машинные для дюймовой резьбы по ОСТ 1260	ГОСТ 3267-46
9. Метчики. Технические условия	ГОСТ 3449-54
10. Допуски на резьбу метчиков метрических	ОСТ/ВКС 7217
11. Допуски на резьбу метчиков дюймовых	ОСТ/ВКС 7218
12. Метчики для конической резьбы по ГОСТ 6211-52 (трубная) и ГОСТ 6111-52 (с углом профиля 60°)	ГОСТ 6227-52

Плашки и метчики для нарезания резьбы в них

1. Плашки круглые	ГОСТ 2173-51
2. Метчики плашечные и маточные. Исполнительные размеры резьбы	ГОСТ 2174-43
3. Технические условия на круглые плашки	ГОСТ 1679-53
4. Воротки для круглых плашек	ГОСТ 2175-51
5. Плашки круглые для конической резьбы по ГОСТ 6211-52 и 6111-52	ГОСТ 6228-52

6. Плашки тангенциальные	ГОСТ 2287-43
7. Плашки тангенциальные для конической резьбы по ГОСТ 6211-52	ГОСТ 6229-52
8. Плашки резьбонакатные плоские	ГОСТ 2248-43

Разный инструмент

1. Фрезы резьбовые многозубчатые, насадные и хвостовые	ГОСТ 1336-47
2. Резьбонарезные головки, размеры	ГОСТ 3307-54
3. Технические условия на резьбонарезные головки	ГОСТ 4383-54
4. Клуппы косые	ОСТ 4258
5. Плашки и сухари к косым клуппам	ОСТ 4259
6. Прогонки трубчатые ОСТ/НКТП	6313/299
7. Кольца зажимные к прогонкам ОСТ/НКТП	6314/300
8. Клуппы трубные и плашки к ним для цилиндрической резьбы	ГОСТ 6956-54



О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Классификация резьбы	5
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ	
<i>Глава I.</i> Основные виды цилиндрических резьбы и методы их изготовления.	7
<i>Глава II.</i> Резьбы резьбовые	12
1. Режущие элементы резьбовых резцов	12
2. Стержневые однониточные резцы	18
3. Однониточные призматические (тангенциально расположенные) резцы	19
4. Многониточные стержневые и призматические резцы	20
5. Круглые резьбовые резцы	21
6. Резцы для внутренней резьбы	27
7. Резцы для скоростного нарезания резьбы	28
8. Резцы обкаточные многозубые	30
9. Допуски на резьбовые резцы	37
<i>Глава III.</i> Метчики	39
1. Геометрия режущих элементов метчика	39
2. Резьба метчиков	46
3. Ручные метчики	47
4. Комбинированный метчик-сверло	50
5. Калибровочные метчики	51
6. Метчики для нарезания резьбы на станках	52
7. Технические условия на изготовление метчиков с треугольной резьбой	58
8. Метчики для трапециoidalной резьбы	59
<i>Глава IV.</i> Плашки круглые	64
1. Конструкция элементов плашки	65
2. Конструкция плашек, у которых стружка при резании выходит вперед	68
3. Калибровочные плашки	69
4. Метчики маточные	73
5. Плашечные метчики	75
6. Установка плашек на станке	77
<i>Глава V.</i> Резьбонарезные головки для наружной резьбы	81
1. Виды головок	81
2. Головки с радиально расположенными плашками	83
3. Резьбонарезные головки с тангенциально расположенными плашками	88
4. Резьбонарезные головки с круглыми гребенками	95
<i>Глава VI.</i> Резьбонарезные головки для нарезания внутренней цилиндрической резьбы	123
1. Резьбонарезная головка РГВ	123
2. Головка МГП	125
3. Головка КБ	128
4. Головка ТВОК	130

Глава VII. Резьбовые фрезы для фрезерования цилиндрической резьбы

1. Дисковые резьбовые фрезы
2. Многониточные (гребенчатые) фрезы для нарезания цилиндрических резьб
3. Фрезы с удвоенным шагом
4. Резьбовые фрезы для упорной резьбы
5. Допуски на резьбовые фрезы
6. Скоростное резьбофрезерование

Глава VIII. Инструмент для накатывания резьбы

1. Плоские накатные плашки
2. Плашки для накатывания шурупов
3. Накатные ролики

Глава IX. Шлифовальные круги для обработки резьбы

Глава X. Слесарно-монтажный резьбонарезной инструмент

1. Клуппы для нарезания трубной резьбы
2. Клуппы косые
3. Прогонки резьбовые

**ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ
КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ**

Глава I. Общие данные по конической резьбе

Глава II. Нарезание конической резьбы при движении инструмента вдоль оси

1. Метчики для нарезания конической резьбы
2. Предохранительные патроны для конических метчиков
3. Плашки круглые для нарезания конической резьбы
4. Нарезание конической резьбы резьбонарезными головками для цилиндрической резьбы

Глава III. Нарезание конической резьбы при движении инструмента вдоль образующей

1. Общие положения
2. Резьбовые резцы (гребенки)
3. Резьбовые фрезы для нарезания конической резьбы
4. Муфтонарезные патроны
5. Трубонарезные патроны для конической резьбы

Литература

Список действующих стандартов на резьбу

С. П. Карцев — Инструмент для изготовления резьбы

Научный редактор А. Я. Колаи

Технический редактор Б. И. Модель

Корректор Ф. М.

Обложка художника Бекетова Е. В.

Сдано в производство 25/ХII 1954 г.

Подписано к печати 25/IV 1955 г.

Тираж 7000 экз. Печ. л. 15,75. Уч.-изд. л. 16. Бум. л. 7,88. Формат 60×92/16. 3

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть												
11	Табл. 2	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Т15К6 и ВК8</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">62-65</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Р18 и Р9</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Р18</td> <td style="padding: 2px;">62-65</td> </tr> </table>	Т15К6 и ВК8	62-65	Р18 и Р9		Р18	62-65	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Т15К6 и ВК8</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">—</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Р18 и Р9</td> <td style="padding: 2px;">62-65</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Р18</td> <td style="padding: 2px;">62-65</td> </tr> </table>	Т15К6 и ВК8	—	Р18 и Р9	62-65	Р18	62-65
Т15К6 и ВК8	62-65														
Р18 и Р9															
Р18	62-65														
Т15К6 и ВК8	—														
Р18 и Р9	62-65														
Р18	62-65														
40	На фиг 28	0,02—0,05	0,01—0,025												
115	19-я сверху	$(R - A) \sin \alpha - b$	$(R - A) - b \sin \alpha$												
228	2-я	от 0 до 1,16	от 0 до $\frac{1}{16}$												
249	12-я и 11-я снизу	ОСТ/ВКС 7217	} ГОСТ 7250-54												
250	7-я и 6-я снизу	ОСТ/ВКС 7218	} ГОСТ 3307-54												
		ГОСТ 3307-54													
		ГОСТ 4383-54													

Карцев С. П. Зак. 1568.